

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch Prof. Dr. Carl Troll und Fritz Bartz

Schriftleitung: Helmut Hahn

Heft 20

Ulrich Schweinfurth

**Die horizontale und
vertikale Verbreitung der Vegetation
im Himalaya**

1957

In Kommission bei
Ferdinand Dümmler Verlag - Bonn

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch Carl Troll und Fritz Bartz

Schriftleitung: Helmut Hahn

Heft 20

Ulrich Schweinfurth

Die horizontale und
vertikale Verbreitung der Vegetation
im Himalaya



1957

In Kommission bei
Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

Ulrich Schweinfurth / Die horizontale und vertikale Verbreitung
der Vegetation im Himalaya

Bonner Geographische Abhandlungen

Herausgegeben vom Geographischen Institut
der Universität Bonn

durch Carl Troll und Fritz Bartz
Schriftleitung: Helmut Hahn

Heft 20

Ulrich Schweinfurth

Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya



1957

In Kommission bei
Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

Die horizontale und
vertikale Verbreitung der Vegetation
im Himalaya

von

Ulrich Schweinfurth

Mit einer mehrfarbigen Vegetationskarte (1:2 Mill. auf 2 Blättern)



In Kommission bei

Ferd. Dümmlers Verlag · Bonn

1957

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Alpenvereins und der
Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität

Alle Rechte vorbehalten

Satz und Druck: Richard Mayr, Würzburg

Vorwort

Der Himalaya nimmt auf der Erdoberfläche und im Bewußtsein der Menschheit eine besondere Stellung ein. Es ist nicht nur seine Lage zwischen den tropischen Ebenen Indiens und dem kalten Hochland von Tibet oder seine vermittelnde Stellung zwischen den Regenwäldern Assams und den Wüsten Afghanistans, die ihn unter anderen Gebirgen des Erdballs auszeichnen, vielmehr zieht er schon seit alten Zeiten durch seine majestätische Gesamterscheinung mit den außergewöhnlichen Gipfelhöhen Aufmerksamkeit und Verehrung im besonderen Maße auf sich. Mag das in früheren Zeiten nur für den Teil der Menschheit gegolten haben, der in nicht allzu großer Ferne von diesem Gebirge seinen Wohnsitz hatte, so erleben wir heute, daß die Menschheit insgesamt ein besonderes Interesse an diesem Gebirge nimmt. Es ist nicht unsere Aufgabe, darüber Betrachtungen anzustellen, ob etwa der Bergsteiger oder Wissenschaftler in der Mitte des 20. Jahrhunderts weniger ehrfurchtsvoll sich der Bergwelt des Himalaya naht, als der Pilger hinduistischen und buddhistischen Glaubens es seit eh und je getan hat und noch tut — beim Lesen der Berichte aus unseren Tagen kann kein Zweifel aufkommen, wie stark die Wirkung dieses Hochgebirges auch und gerade auf den sogenannten modernen Menschen ist.

Für uns, die wir diesem Gebirge räumlich fern zu leben haben, birgt der Gedanke an den Himalaya doch immer noch den Charakter des Sensationellen — wie überhaupt in unseren Breiten die Einstellung zur Hochgebirgswelt andere Wege gegangen ist (TROLL 1954). Die erhabene Bergwelt des Himalaya ließ die Gläubigen in Nord und Süd des Gebirges dort, auf den höchsten Gipfeln, den Thron der Götter suchen, und so waren es auch Pilger, die die erste Kunde von diesem Gebirge brachten. Aber anders wie die Einstellung des Mitteleuropäers zu den Alpen muß auch das Verhältnis gerade des Inders zu seinen nördlichen Bergen ein viel persönlicheres sein, gilt doch der Himalaya als Spender des lebensnotwendigen Wassers, ohne das weite Gebiete der nordindischen Ebene unfruchtbares, trockenes Land wären. Pandit NEHRU spricht denn auch vom Himalaya als dem „ältesten Freund Indiens — sicher und treu“ (bei

der Eröffnung der ersten indischen Bergsteigerschule in Darjeeling, 4. 11. 54; Bull. Ind. Botsch. Bonn, V, 2, p. 23, 1955).

Das Anliegen, das unseren Blick auf dieses Hochgebirge gelenkt hat, war anderer Art. An der einmaligen Situation, die das Gebirge behauptet, entzündet sich die Vorstellungskraft, und zusammen mit dem Wunsch nach Erkenntnis versucht sie den Zusammenhängen nachzugehen, die die Fülle der Erscheinungen hervorgebracht haben. Es wäre falsch zu glauben, der kritische Verstand wolle und könne sich einer tiefergehenden Anteilnahme bei der Berührung mit diesem Gebirge verschließen: auch dem Studium am Schreibtisch erwächst das Gefühl für die Größe und Gewalt der Natur, ohne das die Arbeit des Verstandes allein bald erlahmen dürfte; Ehrfurcht und Bescheidenheit stellen sich ein angesichts der engen Grenzen der eigenen Möglichkeiten gegenüber dieser Wirklichkeit, der der vedische Sänger vollkommenen Ausdruck verleiht: „Hundert Zeitalter der Götter reichen nicht aus, um alle Herrlichkeiten des Himalaya zu schildern!“

Ich glaube, daß auch die Pflanzenwelt einen Teil der Wunder des Himalaya ausmacht. Es möge daher unser Anliegen nicht so aufgefaßt werden, daß hier der von vornherein zum Scheitern verurteilte Versuch unternommen werden soll, diese Vielfalt in einem starren System einzufangen — nein, ganz im Gegenteil soll die Methode nur einen Zugang zur Fülle der Erscheinungen ermöglichen, die wir anders in ihrer Mannigfaltigkeit nicht fassen können.

Mein D a n k gebührt allen denen, die mir bei dieser Arbeit mit Rat und Tat geholfen haben.

Herr Prof. Dr. C. TROLL, Bonn, gab die Idee und stellte seine Erfahrungen aus dem Himalaya in den Dienst der Aufgabe. Seine inspirierende Anteilnahme an Entwicklung und Fortgang der Studien war für mich ständiger Ansporn.

Während des Aufenthaltes in England genoß ich Gastfreundschaft in The Royal Botanic Gardens, Kew; The British Museum - Natural History, South Kensington; The Royal Geographical Society, South Kensington, und The Imperial Forestry Institute, Oxford. Überall fand ich liebenswürdiges Entgegenkommen und Interesse für mein Anliegen, zumal bei den Kennern des Himalaya.

Mein Dank gilt im besonderen Prof. H. G. CHAMPION, Head of University Department of Forestry, Imperial Forestry Institute, Oxford; Dr. N. L. BOR, Assistant Director, und Dr. W. B. TURRILL und seinen Mitarbeitern, The Royal Botanic Gardens, Kew; Dr. G. TAYLOR, Keeper, Depart-

ment of Botany^o), F. LUDLOW und L. H. J. WILLIAMS, Department of Botany, The British Museum - Natural History, South Kensington; O. POLUNIN, The Biology Laboratory, Godalming, Surrey; Per WENDELBO, Botanisk Museum, Universität Bergen; Prof. Sasuke NAKAO, Naniwa Universität, Sakai; Jiro KAWAKITA, Kyoto; Dr. K. H. PAFFEN, Geographisches Institut, Universität Bonn, und Dr. H. HEUBERGER, Geographisches Institut, Universität Innsbruck.

Die Tage gemeinsamer Arbeit mit Herrn Prof. Dr. H. von WISSMANN, Tübingen, bedeuteten für mich eine große Bereicherung.

Dankbar bekenne ich, daß ich dieser Arbeit Anregungen weit über das eigentliche Anliegen hinaus verdanke — Anregungen, wie sie nur ein Gebirge von der Vielfalt und Großartigkeit des Himalaya zu geben imstande sein dürfte.

^o) jetzt Director, The Royal Botanic Gardens, Kew.

A. U.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Einleitung

Leitgedanke, Grundlagen und Methode	1
Rahmen und Begrenzung	1
Erste Kenntnis des Himalaya und die wichtigsten Abschnitte der pflanzen- geographischen Erforschung	5

Die regionale Analyse der Vegetationsverbreitung im Himalaya.

I. Der äußerste Nordwesten 9

Grenzen 9; Grundzüge von Relief und Klima 9; pflanzengeographische Er-
forschung 10. — Regionale Analyse: 1. Von Peshawar zum Tirich Mir (Pro-
fil I) 11; 2. die SE-Abdachung des Hindukusch 14; 3. Kohistan 18. — Mensch
und Umwelt im äußersten Nordwesten 19. Zusammenfassung 20.

II. Der Nordwesten 21

Grenzen 21; Grundzüge von Relief und Klima 21; pflanzengeographische Er-
forschung 22. — Regionale Analyse: 1. Punjab — Nanga Parbat — Karako-
rum (Profil II) 23; 2. der Nanga Parbat 28; 3. Hazara und Kaghan-Tal 36;
Kaschmir 38; 5. die S-Abdachung der Hauptkette des Himalaya von Kaschmir
bis zum Sutlej 44; 6. die N-Abdachung der Hauptkette des Himalaya vom
Nanga Parbat bis zum Sutlej 52; 7. der Karakorum 60. — Zusammenfassung
69. Mensch und Umwelt im Nordwesten 70.

III. Das Durchbruchstal des Sutlej 72

Grundzüge von Relief und Klima 72; pflanzengeographische Erforschung 73.
— Regionale Analyse: 1. Der Aufstieg aus der Ebene nach Simla und der
Abstieg in das Tal des Sutlej 74; 2. das Durchbruchstal des Sutlej i. e. S.
(Profil IIIa u. b); 78. — Mensch und Umwelt im Durchbruchstal des Sut-
lej 87. — Zusammenfassung 88.

IV. Der westliche Zentral-Himalaya 88

Grenzen 88; Grundzüge von Relief und Klima 88; pflanzengeographische Er-
forschung 90. — Regionale Analyse: 1. Tehri Garhwal (Profil IV) 91; 2. das
Flußgebiet des Giri 98; 3. das Flußgebiet des Tons 99; 4. das Flußgebiet der
Jumna 100; 5. das Flußgebiet der Alaknanda 101; 6. das Flußgebiet von Ram-
ganga und Kosi 106; 7. der westliche und nördliche Einzugsbereich der Kali
(Sarda) 109. — Mensch und Umwelt im westlichen Zentral-Himalaya 113.
Zusammenfassung 115.

V. Der zentrale Himalaya: Nepal	115
Grenzen und Gliederung 115; Grundzüge des Reliefs und Gesamtsituation 116; pflanzengeographische Erforschung 116. — Regionale Analyse: 1. West-Nepal — das Flußgebiet der Karnali 117; 2. Zentral-Nepal — das Flußgebiet der Kali Gandaki (Profil V) 122; 3. Ost-Nepal — das Flußgebiet des Sapt Kosi 139. — Zusammenfassung 148. Mensch und Umwelt im zentralen Himalaya 149.	
VI. Der östliche Zentral-Himalaya: Sikkim (Profil VI)	151
Pflanzengeographische Erforschung 151; Grundzüge von Relief und Klima 152. — Regionale Analyse: das tropisch-feuchte untere Sikkim 154; das mäßig-feuchte obere Sikkim 162; subalpine Waldstufe und feuchte alpine Stufe in Sikkim 165; das trockene „Hoch-Sikkim“ 171. — Zusammenfassung 173. Mensch und Umwelt im Sikkim-Himalaya 174.	
VII. Chumbi, Bhutan und die östlichen Quelltäler des Manas	175
Grenzen 175; Grundzüge von Relief und Klima 175; pflanzengeographische Erforschung 176. — Regionale Analyse: 1. Das Chumbi-Tal 177; 2. das Tal des Wang Chu 178; 3. das Tal des Punakha Chu (Mo Chu) 180; 4. das Tal des Trongsa Chu 181; 5. das Tal des Bumthang Chu 182; 6. das Tal des Kuru Chu 183; 7. das Tal des Manas (Dangme Chu) und der Einzugsbereich seiner östlichen Zuflüsse (Mönyul, Mago) 185. — Zusammenfassung 190. Mensch und Umwelt in Bhutan und den angrenzenden Gebieten 191.	
VIII. Der Assam-Himalaya	192
Grenzen 192; pflanzengeographische Erforschung 192; Grundzüge von Relief und Klima 193. — Regionale Analyse: 1. Das Flußgebiet des Boreli 194; 2. das Flußgebiet des Subansiri 202. — Zusammenfassung 207. Mensch und Umwelt im Assam-Himalaya 208.	
IX. Das Durchbruchstal des Tsangpo-Dihang-Brahmaputra	210
Pflanzengeographische Erforschung 211; Grundzüge von Relief und Klima 211. — Regionale Analyse: 1. Das Durchbruchstal des Tsangpo (Profil VII): a) die tropisch-feuchte untere Durchbruchsschlucht 212; b) das mäßig-feuchte obere Durchbruchstal 218; 2. das tibetische Hochland 223; 3. der Einzugsbereich der linken Nebenflüsse des Tsangpo im Gebiet des Durchbruchstales: a) das Flußgebiet des Gyamda Chu 225; b) das Flußgebiet des Po Yigrong und Po Tsangpo 225. — Zusammenfassung 229. Mensch und Umwelt im Bereich des Durchbruchstales des Tsangpo 232.	
X. Die Mishmi Hills und Zayul (Profil VIII)	233
Grundzüge von Relief und Klima 233; pflanzengeographische Erforschung 234. — Regionale Analyse: 1. Die Mishmi Hills 234; 2. Zayul 235. — Zusammenfassung 239. Mensch und Umwelt in den Mishmi Hills und Zayul 350.	
XI. Das nördlichste Burma	240
Pflanzengeographische Erforschung 240; Grundzüge von Relief und Klima 241. — Regionale Analyse: 242. — Zusammenfassung 246. Mensch und Umwelt im nördlichsten Burma 246.	
XII. Die meridionalen Stromfurchen zwischen 27°30' N und 30° N	247
Grenzen 247; pflanzengeographische Erforschung 248; Grundzüge von Relief und Klima 248. — Regionale Analyse: 1. Das Tal des Salwin zwischen	

27°30' N und 30° N; 251; 2. das Tal des Mekong zwischen 27°30' N und 30° N; 255; 3. die westliche Seite des Tales des Yangtsekiang zwischen 27°30' und 30° N; 260. — Anhang: Die Vegetationsverhältnisse in den drei Tälern nördlich 30° N; 264. — Zusammenfassung 264. Mensch und Umwelt im Gebiet der meridionalen Stromfurchen 267. Hauptkette des Himalaya, meridionale Stromfurchen und die Frage nach der Ostfortsetzung des Himalaya 268.

Die Vegetationstypen	270
✂ I. Subtropische Wüstensteppe	271
II. Subtropische Dornbuschsteppe	272
III. Subtropischer immergrüner Hartlaubwald	272
IV. Kaschmir-Busch	273
✂ V. Artemisien-Steppe	274
✂ VI. Steppenwald: <i>Juniperus</i> sp.	275
VII. Steppenwald: <i>Quercus Ilex</i> (syn. <i>Q. Baloot</i>)	277
VIII. Steppenwald: <i>Pinus Gerardiana</i>	277
IX. Steppenwald: <i>Quercus aff. Ilex</i>	278
X. Steppenwald: <i>Pinus tabulaeformis</i> , <i>Pinus Armandi</i>	279
XI. Steppenwald: <i>Pinus Khasya</i>	280
XII. <i>Pinus Roxburghii</i> -Wald	281
XIII. <i>Cedrus-Deodara</i> -Wald	282
XIV. Laubnadelmischwald der inneren Täler des Assam-Himalaya	284
XV. Laubnadelmischwald SE-Tibets	285
XVI. Temperierter Eichen- und Koniferen-Mischwald	286
XVII. Temperierter Koniferenwald des westlichen Himalaya	290
XVIII. Tropischer trocken-winterkahler Fallaubwald (trockener bis mäßig-feuchter Salwald)	291
XIX. Tropischer trocken-winterkahler Fallaubwald (feuchter Salwald)	293
XX. Tropischer immergrüner Regenwald	295
XXI. Tropischer immergrüner Bergwald	297
XXII. Tropischer immergrüner Höhen- und Nebelwald: untere Stufe: immergrüner Laubwald	298
XXIII. Tropischer immergrüner Höhen- und Nebelwald: obere Stufe: <i>Rhododendron</i> -Koniferen-Wald	300
XXIV. Temperierter Koniferenwald der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya	302
XXV. Subalpiner Wald: <i>Betula utilis</i>	302

XXVI. Subalpiner Wald: <i>Rhododendron sp.</i>	304
XXVII. Feuchte alpine Gebüsch und Matten	305
XXVIII. Alpine Steppe	309
XXIX. Trockene Talstufe verschiedener Täler in Bhutan und Nepal	311
Das Gebirge als Ganzes —	
allgemeine pflanzengeographische Ergebnisse	312
Die dreidimensionale Gliederung von Vegetation und Klima 312. Beeinflussung der Vegetationsgliederung durch Durchbruch- und Trockentäler 316; Exposition 320; Lage der Baum- und Schneegrenze 323; geologische und edaphische Faktoren 326; biotische Faktoren 328; (Floristische Beziehungen 332). Ergebnis 333.	
Literatur-Verzeichnis	335
Zusammenfassung (englisch, französisch, spanisch, russisch)	365
Tabelle: Mittlere monatliche und jährliche Niederschlagsmengen im Bereich des Himalaya	373

Der Arbeit ist eine Karte der Verbreitung der Vegetationstypen im Himalaya im Maßstab 1 : 2 000 000 auf zwei Blättern beigegeben mit einer Spezialkarte der Durchbruchschlucht des Sutlej (1 : 700 000).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ulrich Schweinfurth, Geographisches Institut der Universität Bonn, Franziskanerstraße 2.

Einleitung

Leitgedanke, Grundlagen und Methode.

Herr Prof. TROLL hat auf der Nanga Parbat-Expedition 1937 den NW-Himalaya von der Ebene des Punjab bis zum Nanga Parbat gequert und anschließend den Nanga Parbat selbst zum Ziel eingehender Vegetationsstudien gewählt. Danach gab ein kurzer Aufenthalt in Dehra Dun einen Einblick in den Wechsel, den die Vegetation beim Fortschreiten nach Osten in den Vorbergen durchmacht, und eine Reise in Sikkim bis zur tibetischen Grenze ließ vollends den gänzlich anderen Vegetationscharakter des östlichen Himalaya erkennen. Bei Anlage der Expedition bestand bereits der Plan, das gesamte Gebirge in seinem gesetzmäßigen Vegetationsaufbau zu studieren und durch die im Gelände angestellten Beobachtungen, sowie die Auswertung der Literatur ein Gesamtbild der Vegetationsanordnung im Himalaya zu entwerfen.

Während zusammenfassende Arbeiten über die Vegetation angrenzender Gebiete bestehen — BOBEK: Iran, 1951; LINCHEVSKY & PROZOROVSKY: Afghanistan, 1949; FEDTSCHENKO: Pamir, 1903; STAMP: Burma, 1925; HANDEL-MAZZETTI: Yünnan, 1921 — die auch geographische Gesichtspunkte berücksichtigen, ist der Versuch einer Gesamtbetrachtung der Vegetation des Himalaya bisher noch nicht unternommen worden.

Diese Voraussetzungen, zusammen mit der Überzeugung, daß sich hier ein lohnendes Feld für eine dreidimensionale Betrachtung von Vegetation, Klima und Landschaft als einem wesentlichen Anliegen der Geographie der Hochgebirge bieten würde, führten zu dem hier vorgelegten Versuch.

Das Ausgangsmaterial — ausführliche Tagebuchnotizen, Karten, Bilder — sowie eine Reihe wichtiger Werke, wurden mir von Herrn Prof. TROLL zur Verfügung gestellt. Doch wäre eine Bearbeitung der Vegetation des Himalaya undenkbar, ohne die reichen Schätze der Hochburgen botanischer Forschung im Himalaya (The Royal Botanic Gardens, Kew; British Museum - Natural History, South Kensington) nutzbar machen zu wollen. Das wurde im Jahre 1953 während zweier längerer Aufenthalte in England versucht, abwechselnd mit Arbeiten im Imperial Forestry Institute in Oxford und in der Royal Geographical Society, South Kensington.

Die Studien an diesen reichen Quellen gaben dem Versuch eine breite Grundlage. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß neben diesen arbeitsmäßigen Hochzeiten in England das ständige Bemühen um Vervollständigung der Angaben das „tägliche Brot“ während eines längeren Zeitraumes war. Der Wert der zusammengetragenen Arbeiten im einzelnen

ist sehr unterschiedlich, doch gewinnt auch die kleinste Angabe im Zusammenhang gesehen an Bedeutung, zumal wenn es sich um weniger bekannte Gefilde handelt; stets wurde versucht, die Tatbestände durch möglichst zahlreiche Autoritäten sicherzustellen, was dazu zwang, auch zunächst nichtssagendes Material durchzuarbeiten. Auch gute Photographien konnten — im Zusammenhang kritisch gewertet — manches aussagen.

Die Reiseliteratur wurde zur Hauptstütze der regionalen Analyse; sie ermöglichte Lokalisierung und Abgrenzung der Typen. Soweit rein floristische Arbeiten genaue Ortsangaben vermissen ließen, gab erst die Reiseliteratur die Möglichkeit, die floristischen Angaben für unser Anliegen voll zu nutzen.

Die Veröffentlichungen des (Britisch-) Indischen Forstdienstes bilden einen weiteren wesentlichen Teil des zugrunde gelegten Materials. Ihre besondere Bedeutung liegt in der kleinräumigen Betrachtungsweise und der Beachtung der verschiedenen Standortfaktoren, sonderlich auch der biotischen. Sie wurden zu einer wichtigen Grundlage für die Aufstellung der Vegetationstypen.

Pflanzengeographische Arbeiten i. e. S. sind selten, es muß auch überraschen, wie selten eine kartographische Darstellung versucht worden ist. Die Vegetationskarte des Nanga Parbat im Maßstab 1 : 50 000 (TROLL 1939) hat weder Vorgänger gehabt, noch Nachfolger gefunden. Die Vegetationskarte von Tehri Garhwal (HESKE 1932) verdient ebenfalls hervorgehoben zu werden, ferner die Kärtchen von GAMBLE 1875 für Darjeeling, OSMASTON 1922 für Garhwal, COWAN 1929 für Kalimpong und PAFFEN 1956 für das Hunza-Tal. Unter den Übersichtskarten müssen die schematische Darstellung der Wälder des Himalaya im Zusammenhang mit denen Indiens und Burmas CHAMPION 1936 und die Vegetationskarte von Eurasien von WISSMANN 1939 erwähnt werden.

Darüber hinaus gibt es in verschiedenen Atlanten Vegetationskarten von Asien, die in diesem Rahmen auch den Himalaya zu berücksichtigen versuchen. Eine Reihe derartiger Atlantenkarten findet sich im Literaturverzeichnis gesondert zusammengestellt (vgl. SCHWEINFURTH 1958).

Neben dem der Literatur entnommenen Material konnten eine Reihe persönlicher Mitteilungen von Kennern des Himalaya berücksichtigt werden. Dadurch wurden teils Unklarheiten beseitigt, teils konnte unsere Kenntnis bedeutend erweitert werden, insbesondere auch durch Forschungsergebnisse, die bisher noch nicht veröffentlicht worden sind. Hier sind anzuführen die Reisetagebücher von TROLL (NW-Himalaya und Sikim), die Berichte von LUDLOW (Ost-Bhutan), WILLIAMS & POLUNIN (West- und Central-Nepal), WENDELBO (Chitral-Tirich Mir), NAKAO & KAWAKITA (Central-Nepal), PAFFEN (Hunza-Karakorum), HEUBERGER (Ost-Nepal).

Diesen Quellen entnahm ich die Unterlagen, auf Grund deren ich mit Hilfe von Vegetationstypen ein räumliches Bild der Verbreitung der Vegetation im Himalaya zu entwerfen versucht habe.

Ich erwartete anfangs größere Schwierigkeiten in der Erfassung der Vegetationstypen; aber eingehende Beschäftigung mit der Materie, das

Heranziehen immer weiterer Nachrichten und der Vergleich der Angaben führten zu immer größerer Sicherheit im Erkennen des Vegetationscharakters, zumal gerade auch der Zwang zur kartographischen Festlegung mit der Betonung des räumlichen Gesichtspunktes den räumlichen Vergleich immer wieder forderte und sich dadurch als besonders förderlich für die Arbeit erwies.

Das Ausscheiden der Typen wurde auf Grund des Gesamtcharakters der Vegetation vorgenommen; der physiognomische Gesichtspunkt, das Vorhandensein bestimmter Leitpflanzen gab den Ausschlag. Für die Aufstellung der gewählten Typen habe ich mir die von TROLL 1939, CHAMPION 1936 und mancher anderer vorgebrachten Gesichtspunkte zunutze gemacht; während die von TROLL am Nanga Parbat 1939 erkannten und eingehend charakterisierten Typen die gesamte Vegetation berücksichtigen und somit der Fragestellung der Arbeit am nächsten stehen, beschränkt sich CHAMPION vom Standpunkt des Forstmannes auf die Waldtypen.

Die Karte wurde im Maßstab 1 : 1 000 000 auf Grund der Internationalen Weltkarte entworfen und zur Veröffentlichung auf den Maßstab 1 : 2 000 000 umgezeichnet. Eine topographisch genaue Darstellung wird in diesem Maßstab stets ein Versuch sein. Wir müssen uns immer bewußt bleiben, daß die Übergänge in den meisten Fällen allmählich vor sich gehen. Die Karte geht davon aus, daß dem Vegetationscharakter nach unbekanntes Gebiet „weiß“ zu bleiben hat. Analogieschlüsse wurden von vornherein ausgeschaltet — dies gebot die komplizierte Natur des zu behandelnden Raumes; wir erinnern nur an den großen Wechsel, der in Nepal vor sich geht und der sich zunächst darin andeutete, daß sich die Verhältnisse westlich und östlich der nepalesischen Grenze „unvereinbar“ gegenüberstanden, bis es uns gelang, in Nepal „weiße Flächen“ zu füllen. Als Grundanliegen einer geographischen Arbeit vermittelt die Karte eine weit größere Anschauung als jede textliche Gestaltung. Die zweifellos vorhandene Freude am „Füllen“ der weißen Felder findet ihre Grenze an der Aufforderung zum „Farbe bekennen“. Zwischen beiden muß das zu verantwortende Maß gefunden werden. Darin mag der besondere, zur Entscheidung zwingende Wert der kartenmäßigen Darstellung gesehen werden.

Die natürliche Bodenbedeckung ist für das Studium der Vegetationsanordnung und -gliederung des Gebirges weitaus interessanter als die künstliche Veränderung; Kulturland wurde deshalb nicht ausgeschieden. Zudem konzentriert sich der Einfluß des Menschen hier im wesentlichen auf die unteren Lagen, er tritt also nicht so stark in Erscheinung wie etwa in Iran (BOBEK 1951).

Ein besonderes Problem bietet auch die Behandlung der feuchten alpinen Stufe, die — nur in wenigen Gebieten in ihrer Zusammensetzung wirklich gut bekannt — mit einheitlicher Farbe für den ganzen Zug des Himalaya angegeben worden ist. Im allgemeinen wurde die feuchte alpine Stufe großzügiger behandelt als die anderen Typen, da vielfach das Hinzufügen dieser Stufe — deren Vorhandensein an sich leicht zu folgern ist — die Anschaulichkeit bedeutend vermehrt.

Der Bereich des ewigen Schnees wurde nach den Angaben auf den Blättern der Internationalen Karte 1 : 1 000 000 eingetragen und kann daher keinen Anspruch auf größere Genauigkeit erheben. Für unsere Zwecke soll er auch nur eine gewisse Begrenzung nach der Höhe andeuten.

Der Karte sind 8 Profile beigegeben, die der Lesbarkeit der Karte und dem Verständnis der besonderen Verhältnisse in einem Gebirge dienen sollen. Die Darstellung in Profilen ist ein wesentlicher Bestandteil der dreidimensionalen Analyse, die zur Erfassung der Natur eines Gebirges gefordert werden muß. Profile von der indischen Ebene zum Hochland von Tibet zu legen bzw. der Versuch, die Unterlagen entsprechend anzuordnen, war ein Hauptanliegen dieser Arbeit. In acht repräsentativen Abschnitten zeigen die Profile den Wechsel der Vegetation in der Horizontalen und Vertikalen. Die beigegebene Karte zur Lage der Profile soll ihrer Lokalisierung dienen.

Die Legende enthält neben dem deutschen Text denselben auch in englischer Übersetzung. Über die Nomenklatur der einzelnen Typen finden sich Hinweise bei der Behandlung der Typen im Text. Die wichtigsten Vertreter der Flora des betreffenden Typs sind der Legende auf der Karte beigegeben.

Das Literaturverzeichnis enthält die zitierte Literatur, sowie Floren, Handbücher und andere Arbeiten, deren Kenntnis nachzuweisen angebracht erschien. Es war nicht beabsichtigt, eine allgemeine Bibliographie des Himalaya zusammenzustellen, da diese bereits besteht (Himalaya-Bibliographie, 1801—1933 und KURZ 1936), noch die bestehenden fortzusetzen, da diese unserem speziellen Gesichtspunkt nicht gerecht zu werden vermögen. Was aber die Vegetation des Himalaya anlangt, so wurde eine gewisse Vollständigkeit angestrebt, zumal es nicht möglich war, jeweils im regionalen Abschnitt oder unter den Typen die gesamte bearbeitete Literatur gesondert anzuführen.

Rahmen und Begrenzung.

Leitgedanken, Grundlagen und Methode der Untersuchung habe ich umrissen. Wenden wir uns nun dem Schauplatz selbst zu.

Wir wissen, daß der Himalaya die tropischen Ebenen Indiens nach Norden abschirmt, das Hochland von Tibet gegen Süden absperrt. Im NW steigt das Gebirge aus dem vorder- und zentralasiatischen Steppen- und Wüstengürtel empor, während im SE am Fuße des Gebirges eines der regenreichsten Gebiete der Erde liegt. So muß also der Himalaya in E-W-Richtung eine vermittelnde Rolle ausüben, während er in N-S-Richtung als ein Hindernis wirkt. In verschiedenen Gipfeln erreicht das Gebirge 8000 m. In diesem Rahmen muß sich der Übergang der Vegetation vom tropischen Regenwald zur Wüste, zur feuchten und trockenen alpinen Stufe abspielen, d. h. gleichzeitig ein dreifacher Wechsel stattfinden: von E nach W bzw. umgekehrt, von S nach N und in der Vertikalen. Hätten wir es nur mit einer Kette im Verlauf des Gebirges zu tun, wäre dieser Mo-

dellfall schon von hohem Interesse und des Studiums wert — so aber finden wir das Gebirge in eine Reihe paralleler Ketten und Längstäler, in hoch aufragende Massive und Durchbruchstäler gegliedert, alles Voraussetzungen, die die Verhältnisse komplizieren, das Gesamtbild dadurch aber reich an Abwechslung werden lassen.

Es ist nötig, ein Wort über die Begrenzung des Begriffes „Himalaya“, wie er hier angewandt wird, voranzustellen. Die Begrenzung des Gebirges ist ein umstrittenes Problem. Im allgemeinen bezeichnet man als den Himalaya „i. e. S.“ das Gebirge zwischen dem Durchbruchstal des Indus und dem des Tsangpo, also vom Nanga Parbat bis zum Namcha Barwa. Doch wird eine befriedigende Abgrenzung immer nur unter dem vorherrschenden Gesichtspunkt zu treffen sein.

Für uns ist die Verteilung der Vegetationstypen maßgebend. Im S, in der Ebene, ist die Begrenzung klar — wir beginnen unsere Betrachtung mit der Vegetation des Terai; HOOKER sieht im Terai den Beginn der Vegetation des Himalaya. Im N, auf dem tibetischen Hochland, haben wir unser Ziel erreicht, sobald die alpine Steppe als Charaktervegetation des tibetischen Hochlandes in flächenhafter Verbreitung auftritt. Weit schwieriger ist die Festlegung der Grenzen in E und W. Im NW verfolgen wir den Koniferenwald des westlichen Himalaya am Südabhang des Hindu-kusch bis zu seinem Ausklingen gegen die Steppen Inner-Afghanistans. Im SE habe ich noch einen Ausschnitt der großen meridionalen Stromfurchen in die Betrachtung einbezogen, einmal um den Verbleib der Vegetationstypen über die Irawadi-Salwin-Kette hinaus zu verfolgen, d. h. die Einwirkung der N-S-Täler auf die allgemeine Vegetationsanordnung berücksichtigen zu können, zum anderen aber erwartete ich, daß uns die Nachrichten über die gewaltigen Täler des Salwin, Mekong und Yangtsekiang und ihre spezielle Dynamik manchen Hinweis für die Erkenntnis der Verhältnisse in den weniger bekannten Durchbruchstälern des Himalaya geben könnten.

Somit erstreckt sich der hier gewählte Rahmen des Himalaya von 69° bis 100° ö. L. und zwischen 26°—37° n. Br.

Erste Kenntnis des Himalaya und die wichtigsten Abschnitte der pflanzengeographischen Erforschung.

Bevor wir der Verbreitung der Vegetation im Himalaya nachspüren wollen, mag es angebracht sein, mit wenigen Worten der ersten Kenntnis, die von dem Gebirge zu uns nach „dem Westen“ kam, zu gedenken und danach kurz die Abschnitte der pflanzengeographischen Forschung anzuzeigen, damit gleichsam auch all der Forscher zu gedenken, die ungeachtet der Anstrengungen und Fährnisse Kenntnis von der Vegetation des Gebirges auf uns gebracht haben und somit durch ihre Berichte erst die Möglichkeit zu diesem Versuch gaben.

HERODOT (um 440 v. Chr.) kennt jenseits des Kaspischen Meeres nur eine unabsehbare Ebene. Wenig später zeigen sich bei KTESIAS von Kni-

dos (um 390 v. Chr.) die ersten Spuren einer Kenntnis des Himalaya als des Quellgebietes von Indus und Ganges. Nach einer Quelle, die noch vor dem Zuge Alexanders liegt, nennt ARISTOTELES Kaukasus und Parnassos als die beiden höchsten Gebirge Asiens, wobei letzterer nicht nur als Hindukusch zu gelten hat, da er auch das Quellgebiet des Indus umfaßt.

Seit dem Zuge Alexanders des Großen — Aufbruch 327, Übergang über den Indus 326, Rückzug 325 v. Chr. — bürgert sich für den Parnassos der Name Paropamisos (Paropanisos) ein in ähnlicher Ausdehnung wie vorher für den Parnassos.

MEGASTHENES (um 300 v. Chr.), Gesandter beim Kaiser Chandragupta, führt die indischen Namen Emodon und Imaon in die griechische Literatur ein, wobei die Griechen gewöhnlich unter Emodon den westlichen, unter Imaon den östlichen Himalaya verstanden haben. DIKAIARCHOS (um 300 v. Chr.) deutet als erster den Himalaya in der griechischen Erdkarte an, in dem er den Taurus durch den ganzen asiatischen Kontinent hindurchführt und als Imaon am östlichen Ozean enden läßt. ERATOSTHENES (275—195 v. Chr.) und andere sind ihm darin gefolgt.

Mit PTOLEMÄUS (um 170 n. Chr.) erreicht die mit HERODOT beginnende Kenntnis Zentralasiens ihren Höhepunkt: bei ihm und auch schon bei MARINUS von Tyrus (um 110 n. Chr.) ist etwas von der gewaltigen Hochgebirgswelt Zentralasiens zu spüren (HERRMANN 1938; 23—24, 153—154).

Erst im Zeitalter der Kreuzzüge und dann durch die Reisen MARCO POLO's beginnen sich die geographischen Verhältnisse zu klären.

Der ausführlichste Bericht über die Erforschung des Himalaya bis etwa zum Jahre 1830 ist in C. RITTER's Asienwerk zu finden (RITTER 1832), wo ein genaues und heute noch mit großem Gewinn zu berücksichtigendes Bild nach dem Stand der damaligen Kenntnis entworfen wird.

Ein kurzer Überblick soll uns nun mit den wichtigsten Abschnitten der pflanzengeographischen Erforschung des Gebirges vertraut machen.

Es bereitet uns nicht wenig Vergnügen, daß wir den Beginn der pflanzengeographischen Forschung im Himalaya bis zum Zuge ALEXANDERS des Großen nach Indien zurückverfolgen können. Auf diesem Zug nach Indien sind die Griechen erstmals auf längere Zeit aus der ihnen vertrauten mediterranen Landschaft herausgeführt worden, erstmalig wurde durch ALEXANDERS Zug die Welt des Ostens für die Griechen erschlossen, und damit erwachte das Interesse auch gerade an pflanzengeographischen Fragen erneut. Ägypten, Kleinasien, Persien, Mesopotamien, Pontus — das waren altbekannte und vertraute Gefilde, die in keinem allzu großen Gegensatz zu den Verhältnissen in Griechenland standen. Aber nun: Indien! Wir sollten uns in die Lage der Soldaten des ALEXANDER versetzen, die durch die Steppen und Wüsten Kleasiens, Persiens und Afghanistans gezogen und zum Indus hinabgestiegen waren — da nun treffen sie an den Hängen des Gebirges ihnen vertraute Pflanzen wieder. Aber diese mediterranen Gewächse stehen nicht im flachen Gelände in der Ebene, entsprechend ihrem Vorkommen in der Heimat, nein — über

der „tropischen“, unteren Stufe, erscheinen sie von 900—1000 m Höhe an aufwärts. Das setzte die Griechen in größtes Erstaunen. Natürlich war hier keine „Mittelmeerlandschaft“ vorhanden, aber die Anklänge an die Flora des Mittelmeergebietes mit Ölbaum, Wein, Efeu und Buchsbaum waren da und mußten um so mehr auffallen, als diese Pflanzen eine große Rolle im Leben der Bevölkerung des Mittelmeergebietes spielen.

Noch viel mehr aber mußte es die Griechen überraschen, als sie den Hydaspes (Chenab) aufwärts vordrangen und sie dort in tiefe, feuchte Wälder kamen, dichter und urwüchsiger als alle Wälder, die sie aus ihrer Heimat kannten.

Unschätzbar ist das Interesse, das ALEXANDER DER GROSSE, der Schüler des ARISTOTELES, an der wissenschaftlichen Forschung selbst nahm. Die botanische Auswertung des „Generalstabswerkes“ des indischen Feldzuges wurde von THEOPHRAST (370—285 v. Chr.) vorgenommen, auf dessen Arbeiten STRABO (63 v. — 20 n. Chr.), C. PLINIUS SECUNDUS (23—79 n. Chr.) und ARRIAN (um 130 n. Chr.) fußen. (BRETZL 1903, auch THEOPHRAST und STRABO).

Wir können daher den Beginn der pflanzengeographischen Forschung im Himalaya mit dem Alexanderzug nach Indien ansetzen — doch steht dieses Datum fern in der Vergangenheit.

Rund zwei Jahrtausende vergehen, ehe wir wieder von Forschung im Himalaya hören, die den Vegetationsverhältnissen Aufmerksamkeit schenkt. Zunächst sind es nur Beobachtungen der Vegetation allgemeiner Art, aber — war auch die Ostindische Handelscompagnie nicht gerade in erster Linie ein wissenschaftliches Forschungsunternehmen, so gab sie doch schon allein durch ihren Einfluß und ihre Unternehmungen Möglichkeiten, das Land kennenzulernen und Sammlungen aller Art anzulegen.

Den Beginn der modernen pflanzengeographischen Forschung im Himalaya möchten wir in den Reisen von THOMAS THOMSON, 1847 und 1848, im West-Himalaya und von SIR JOSEPH DALTON HOOKER, wenig später, im Ost-Himalaya sehen. Gewiß sind auch schon vorher Reisen durchgeführt worden, die wissenschaftliche Ziele verfolgten, so die Reisen von JACQUEMONT im NW-Himalaya, 1828—1832, doch verhinderte der frühe Tod des Forschers die volle Auswertung der Beobachtungen. HOOKER und THOMSON aber konnten ihren ganzen Erfahrungsschatz nicht nur in ihren Reiseberichten niederlegen, sondern auch in der Flora Indica, 1855, der Wissenschaft zur Verfügung stellen und damit einen nachhaltigen Einfluß auf die systematische Botanik ausüben.

Viele Forscher sind seitdem gefolgt; wenn ich mich hier auch nur darauf beschränken will, gewisse Abschnitte der Entwicklung anzudeuten, und kein Aufzählen von Namen anstrebe, so möchte ich doch mit FRANCIS KINGDON WARD eine Ausnahme von der Regel machen; die unermüdlichen Reisen KINGDON WARD's während der letzten 40 Jahre in den östlichen Teilen des Himalaya, in Burma und im Gebiet der meridionalen Stromfurchen haben uns eine Vorstellung vom Vegetationscharakter weiter Gebiete vermittelt, ohne die unsere Karte im Osten noch sehr viel lückenhafter sein würde.

Einen wichtigen neuen Abschnitt für die pflanzengeographische Forschung im Himalaya leitete die Gründung des Britisch-Indischen Forstdienstes ein. Der Aufstand von 1857 hatte den Ausbau des Eisenbahnnetzes in Indien zur Folge und führte dadurch zu einem enormen Raubbau in den besten Wäldern des Himalaya. Dies ließ die Dringlichkeit einer geregelten Forstwirtschaft deutlich werden. Seit seiner Gründung hat der Indische Forstdienst, vom ersten britischen Generalforstmeister, SIR DIETRICH BRANDIS aus Bonn, aufgebaut und organisiert, ständig an Bedeutung nicht nur für die Forstwirtschaft und Forstwissenschaft, sondern ganz allgemein für die botanische, floristische und vegetationskundliche Forschung im Himalaya gewonnen. Durch die Gründung des Forschungsinstitutes in Dehra Dun bekam der Forstdienst sein Zentrum. Eine Reihe von Veröffentlichungen, unter denen der seit 1875 erscheinende INDIAN FORESTER eine hervorragende Stelle einnimmt, haben viel zur Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse im Himalaya beigetragen.

Die große Anziehungskraft, die der Himalaya auf die Bergsteiger aller Länder ausübt, führte auch zu einer Intensivierung der Vegetationsforschung, als der Gedanke kombinierter wissenschaftlicher und alpinistischer Expeditionen in die Tat umgesetzt wurde. Hier verdienen die von deutscher Seite unternommenen Bemühungen um den Nanga Parbat erwähnt zu werden, die mit den Arbeiten TROLL's als Ergebnis der Expedition des Jahres 1937 auch die Idee zu dieser Arbeit gegeben haben.

Nach der durch den Krieg verursachten Unterbrechung hat die Expeditionstätigkeit in vielen Teilen des Himalaya einen neuen Aufschwung erlebt, der sich besonders für unsere Kenntnis von Nepal — als dem bisher verschlossenen Lande — ausgewirkt hat.

Wir begnügen uns hier mit diesen kurzen Hinweisen. Den Einzelabschnitten der regionalen Analyse sind jeweils Angaben über den Gang der Erforschung im einzelnen vorangestellt.

Auf Grund der politischen Verhältnisse hatten die Briten alle Möglichkeiten zu großzügiger Forschungsarbeit in der Hand; daß sie diese durch Einzelreisen, Forstdienst etc. zu nutzen gewußt haben, darüber gibt allein schon das Literaturverzeichnis mit seinem großen Anteil an Arbeiten in englischer Sprache Auskunft.

Daneben haben viele Nationen für einzelne Gebiete hervorragende Arbeit geleistet. Es bleibt zu wünschen, daß die wissenschaftliche Forschung im höchsten Gebirge der Erde immer mehr zu einem Anliegen jenseits aller engen Grenzen wird.

Die regionale Analyse der Vegetationsverbreitung im Himalaya

I. Der äußerste Nordwesten

Wir wollen unsere Untersuchung der Vegetationsverhältnisse im Himalaya im äußersten Nordwesten beginnen.

Grenzen.

Unseren ersten Abschnitt begrenzen wir im N durch die Hauptkette des Hindukusch westlich bis etwa 69° ö. L., im S durch den Kabul-Fluß und die Ebene des Punjab; im E bietet sich eine Grenze durch die vegetationskundlich noch unbekanntem Gebiete des Indus Kohistan an.

Eine bedeutende Schwierigkeit liegt im Mangel genauer topographischer Kenntnis für wesentliche Teile dieses Abschnittes. Im afghanischen Teil stimmen die verschiedenen Ausgaben der Internationalen Karte 1 : 1 000 000 nicht überein, und auch die Karte der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 in 1 : 1 000 000 ist abweichend. Da letztere bei weitem nicht alle im Text genannten Lokalitäten zeigt, ist die Fixierung außerordentlich erschwert; da Höhenangaben nach dem Text mit den aus den Karten entnommenen Höhenlinien nicht übereinstimmen, ergeben sich gelegentlich nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Auch im Indus Kohistan liegen Unsicherheiten vor, die aber mangels vegetationskundlicher Angaben nicht ins Gewicht fallen.

Grundzüge von Relief und Klima.

Das Rückgrat des äußersten Nordwesten ist die Hauptkette des Hindukusch. Kunar und Swat, beide linke Nebenflüsse des Kabul, entwässern — getrennt durch den Hindu Raj — die SE-Abdachung des Hindukusch bzw. die Berge im N von Kohistan.

Das Klima des NE von Afghanistan ist durch zwei Niederschlagsperioden ausgezeichnet. Unterliegt das eigentliche Afghanistan ganz dem klimatischen Einfluß des Mittelmeergebietes mit trockenem Sommer und Niederschlag im Winter, so ist von Kabul ab nach E deutlich ein Übergang bemerkbar.

In den gebirgigen Teilen von Nuristan setzt Mitte Oktober ein scharfer und lang anhaltender Winter ein, der bei vorherrschenden West- und Nordwinden bedeutende Niederschläge mit großen Schneemengen bringt, die bis März dauern. Dann folgt ein regenarmes Frühjahr, in dem durch starke Einstrahlung die Schneedecke schnell aufgezehrt wird.

Im Sommer, etwa von Juli bis September, wird bei Süd- und Südostwinden der Einfluß des indischen Monsun spürbar — weniger im flachen

Land, desto mehr im Gebirge. Nach dem Passieren der niederen Vorketten werden die Monsunwinde zum Aufsteigen an der Hauptkette des Hindukusch gezwungen: reichliche Niederschläge fallen; Gewitter sind im Sommer sehr häufig. Über der Nadelwaldstufe liegt fast ständig ein Wolkenstreifen, der sicher sehr wichtig für die Feuchtigkeit der Wälder ist. September und Oktober bringen wieder schönes Wetter.

Nach E, in Swat und Indus Kohistan, ist der Einfluß des Monsun wohl stärker, während der Einfluß der winterlichen Niederschläge sicher weniger bedeutend ist. Das „indische“ Klima macht sich zweifellos am stärksten im Tal des Kabul bemerkbar; milde Winter und ein heißer, schwüler Sommer sind kennzeichnend für Jelalabad und für die unteren Bereiche der Täler des Alingar, Kunar und mehr noch des Swat.

Die klimatische Situation im ganzen ist gekennzeichnet durch die Vereinigung der Ausläufer des Etesien-Klimas und der Ausläufer des Monsun; die Niederschläge, die einer von diesen beiden Einflüssen vermitteln könnte, scheinen nicht ausreichend, das zu ermöglichen, was durch die Summierung beider Einflüsse erreicht wird: die Lebensbedingungen für einen feuchten Nadelwald zu schaffen, der (mit Wäldern im Safed Koh, die den gleichen Bedingungen unterliegen) für Afghanistan als einziges Waldgebiet eine Besonderheit ist, vom Himalaya aus gesehen aber den letzten Ausläufer feuchter Wälder nach W gegen den Trockengürtel darstellt.

(VOIGT 1933; IVEN 1933; TRINKLER 1928; SCHEIBE 1937, II, 100—103; KERSTAN 1937, 150—151; TREBGE 1937, 33 und HERBORDT 1926).

Pflanzengeographische Erforschung.

William GRIFFITH, Arzt im Dienste der Ost-Indischen Handelskompanie, ist der erste Botaniker, von dessen Reisen im äußersten Nordwesten uns berichtet wird. Leider konnten seine Aufzeichnungen erst nach seinem Tode veröffentlicht werden und entbehren so der überarbeitenden Hand des Forschers selbst. Seine Angaben beziehen sich auf das Gebiet: Peshawar, Khyber-Paß, Kabul-Fluß und Kunar aufwärts bis Tschaghan Serai. STEWART berichtet über die Umgebung von Peshawar 1863. VAVILOV querte 1924 den Hindukusch. 1928 reiste VOIGT in Nuristan. Auf breiter wissenschaftlicher Grundlage arbeitete 1935 eine deutsche Expedition im Hindukusch und angrenzenden Gebieten von Chitral; die Berichte von KERSTAN 1937, SCHEIBE 1937 und ROEMER & v. ROSENSTIEL 1937 vermitteln uns einen guten Eindruck der Verhältnisse. WENDELBO, Teilnehmer der norwegischen Tirich Mir-Expedition 1950, beschreibt die alpine Vegetation am Tirich Mir 1952. Der freundlichen Hilfe von Herrn WENDELBO, Bergen, verdanken wir genauere Angaben über den Reiseweg Peshawar-Tirich Mir (1954), unterstützt durch eine Reihe aufschlußreicher Photographien. Auf mehrjährigem Aufenthalt im Lande gründen sich die Arbeiten von VOLK über die Vegetation im Zusammenhang mit den Anbauverhältnissen in Afghanistan (1951, 1954). LINCHEVS-

KY und PROZOROVSKY geben die erste zusammenfassende pflanzengeographische Gliederung von Afghanistan (1949)*).

Nach diesen einleitenden Bemerkungen wenden wir uns unserem eigentlichen Thema zu und wählen zunächst das Profil von Peshawar zum Tirich Mir, weil dieses Profil die Verhältnisse im äußersten NW insgesamt uns am besten nahezubringen verspricht.

Regionale Analyse.

1. Von Peshawar zum Tirich Mir (Profil I).

Peshawar ist die Zentrale des nordwestlichen Punjab. Von hier aus ersteigt die Straße nach W den Khyber-Paß, von hier aus führt auch der Weg nach N in das Flußgebiet von Swat und Panjkora und über den Hindu Raj nach Chitral. Als natürliche Vegetation für die Ebene des Punjab wird eine Dornbuschsteppe angesehen, als deren Hauptvertreter gelten: *Acacia arabica*, *Acacia leucophloea*, *Capparis aphylla*, *Calotropis procera*, *Salvadora oleoides*, *Prosopis spicigera* — holzige Gewächse, die baumförmig oder als niedere Sträucher ohne Differenzierung in Stockwerken auftreten. Bei Regen stellt sich eine dünne Grasnarbe ein. Dieser Typ bedeckt flaches Land, von der Erosion aufgerissenes Gelände und die Vorhügel, soweit nicht Kulturland die natürliche Vegetation verdrängt hat STEWART 1863; CLEGHORN 1864; CHAMPION 1936, 159-165; WENDELBO 1954.

In der Gegend von Malakand erscheinen auf den Hügeln dünne Bestände von *Pinus Roxburghii*. KERSTAN skizziert sie noch in größerem Umfange 1937, 157, während WENDELBO 1954 nur von ganz schütterem Vorkommen spricht (TROUP 1916, McNAIR 1884, 4). Westlich sind Standorte dieser Kiefer bis Abazai bekannt STEWART 1863. Dies dürften im Rahmen unserer Betrachtung die westlichsten Vorkommen überhaupt sein, doch scheinen südlich des Kabul im Safed Koh und im Grenzgebiet zwischen Afghanistan und Belutschistan noch weiter nach W vorgeschobene Bestände zu liegen HAMILTON 1906, 301; ZON 1923.

Während wir nach N fortschreiten, findet sich *Pinus Roxburghii* nochmals auf den Höhen links der Panjkora.

Oberhalb Dir sind die ersten lichten Wälder von *Quercus Ilex* in der Artemisiensteppe bekannt WENDELBO 1954 (McNAIR 1884, 4, gibt für den Malakand-Paß bereits „stunted oak and brushwood“ an, was mit *Quercus Ilex* und *Artemisia* übersetzt werden könnte, doch liegen keine näheren Angaben vor).

Schon vorher begleiteten uns auf den oberen Hängen beiderseits der Panjkora Nadelwälder KERSTAN 1937 (Karte), die wir nun endlich oberhalb Dir erreichen, nachdem wir den Steineichenwald verlassen haben.

* Lit. (Auswahl): GRIFFITH 1847; STEWART 1863; CLEGHORN 1864; McNAIR 1884; ROBERTSON 1894, 1896; DUTHIE 1898; HAMILTON 1906; BRUCE 1910; GODFREY 1912; COCKERILL 1922, 1939; STEIN 1927; HERBORDT 1926, 1930; TRINKLER 1928; IVEN 1933; VOIGT 1933; BORNMÜLLER 1934; HAY 1934; OTTLEY 1936; SCHEIBE 1937; KERSTAN 1937; ROEMER & von ROSENSTIEL 1937; LINCHEVSKY 1949; VOLK 1951, 1954; WENDELBO 1952, 1954.

Dieser Nadelwald setzt bei 1900 m mit dünnen Beständen von *Cedrus Deodara* ein, die nur lokal, wo die vorherrschende S-Exposition in E-Exposition übergeht, ein üppigeres Aussehen annehmen WENDELBO 1954.

Der H i n d u - R a j wird im Lawarai-Paß, 3125 m, überschritten, wenig höher ist *Betula utilis* als subalpiner Wald erkennbar WENDELBO 1954. Der Abstieg auf der N-Seite des Passes läßt sofort die Wirkung der Exposition deutlich werden: der N a d e l w a l d reicht fast bis an den Paß heran, in der Zusammensetzung ist er viel üppiger als der Wald, den wir im Aufstieg passiert haben. Wir finden *Abies Webbiana*, *Picea morinda*, *Pinus excelsa*, in den tieferen Lagen *Cedrus Deodara*. Zwischen Ziarat und Ashret geht der Nadelwald wieder in einen Steppenwald mit Steineichen über, zu denen sich bei Mirkhani auch Bestände von *Pinus Gerardiana* gesellen DUTHIE 1898; SCHEIBE 1937, I, 51; WENDELBO 1954.

Wir folgen dem K u n a r - Tal aufwärts. Im Tal ist die A r t e m i s i e n - s t e p p e breit entwickelt, weithin sind die Hänge mit Steineichen wie getupft, die sich aber allmählich immer mehr in die höheren Lagen zurückziehen. Auch *Juniperus* und Wildmandel kommen verstreut vor. Über den Steineichen ist meist Nadelwald ausgebildet, der mit Zedernbeständen den Steppenwald in der Höhe ablöst SCHEIBE 1937, I, 49.

Bei Drosh mündet von NE das S h i s h i - Tal in das Kunar-Tal ein. Im Shishi-Tal herrschen die gleichen Verhältnisse wie im Haupttal: Artemisiensteppe mit Steppenwald von *Quercus Ilex*, der bei Madaglasht von *Pinus Gerardiana* abgelöst wird. Darüber findet sich der gemischte Nadelwald, der in der N-Exposition aus *Pinus excelsa* und *Cedrus Deodara* besteht KERSTAN 1937, 156, 157; ROEMER & von ROSENSTIEL 1937, 67.

Von W münden die zum Ayun-Tal vereinigten Täler des B u m b o r e t und R u m p u r in das Kunar-Tal ein. Artemisiensteppe und Steineichenwald steigen bis Kunisht und Brumotul, darüber liegt überall der g e m i s c h t e N a d e l w a l d mit *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Abies Webbiana* und *Picea morinda*. Es sind dies hier die letzten Wälder dieses feuchteren Typs im Bereich des Kunar-Tales, von denen wir genauere Berichte haben BRUCE 1910; SCHEIBE 1937, I, 50; KERSTAN 1937, 154, 156.

Im Haupttal nimmt die Trockenheit nach N zu. Von Chitral aufwärts muß die Vegetation in der Talsohle als W ü s t e n s t e p p e angesprochen werden; dieser halbwüstenhafte Charakter der unteren Talstufe läßt sich weit das Mastuj-Tal aufwärts nachweisen. Die Vegetation tritt fast ganz zurück, nur hier und da sind Vorkommen von *Capparis aphylla* bemerkenswert WENDELBO 1954.

Mit der Annäherung an den T i r i c h M i r, den „König des Hindu-kusch“, verlassen wir die Wüstensteppe der unteren Talstufe. In großer vertikaler Erstreckung ist darüber die A r t e m i s i e n s t e p p e entwickelt, in der über 3500 m *Juniperus macropoda* häufig ist. Für die Steppenwälder von *Pinus sp.* und *Quercus sp.* scheinen die Lebensverhältnisse offensichtlich längst zu ungünstig geworden zu sein, und auch in der Höhe ist der feuchte Nadelwald nicht mehr festzustellen.

Nahe dem Bereich des ewigen Schnees geht die Artemisiensteppe in eine feuchte alpine Stufe über. Am Owir An besteht die Vege-

tation in 4300 m aus großen Flächen von *Cousinea* sp., die mit saftigen Gras- und Krautfluren abwechseln WENDELBO 1952; 1954.

Am Shokor Shal reicht der Barum-Gletscher bis 3500 m herab. Hier verschiebt sich natürlich die untere Grenze der feuchten alpinen Stufe entsprechend. Hier, im großen Trockengürtel, ist eine feuchte alpine Vegetation immer nur dort anzutreffen, wo Schmelzwasser zur Verfügung steht. Dort ergeben sich dann im einzelnen standörtliche Differenzierungen, und wir sind froh, daß wir diese im Umkreis des Barum-Gletschers näher kennenlernen können WENDELBO 1952, 7-13.

In der geschützten Lage eines kleinen Tälchens, Shokor Shal, zwischen der großen nordöstlichen Seitenmoräne des Barum-Gletschers und der Bergflanke, ist dort sogar Baumwuchs möglich — in 3500 m finden wir ein subalpines Wäldchen von *Betula utilis*, *Salix oxycarpa* (WENDELBO 1954 corr.), *Juniperus macro-poda*, *Salix aff. elegans* — 4-5 m hoch. Mit 3500 m dürfte dieser Standort die obere Baumgrenze in Inner-Chitral gut bezeichnen WENDELBO 1952.

Betula utilis ist nur im oberen Teil des Tälchens verbreitet, talab wird das Gebüsch von *Myricaria squamosa* und *Hippophae rhamnoides*, dazu *Rosa Webbiana*, *Lonicera*, *Ribes*, *Berberis*, *Rhamnus* immer dichter, und wo der Bestand sich lichtet, breitet sich *Ephedra Gerardiana* aus, die übrigens auch eine besondere Rolle im oberen Teil des Tälchens jenseits der oberen Baumgrenze spielt WENDELBO 1952.

Hier, oberhalb der Baumgrenze, finden sich üppige Kräuter:

Hedysarum Falconeri, *Artemisia persica*, *Chrysanthemum Griffithii*, *Nepeta podostachys*, *Senecio chrysanthemoides*, *Heraclium Thomsonii*, ferner *Polygonum*, *Dianthus*, *Sedum*, *Arabidopsis*, *Erigeron*, *Astragalus*, *Acantholimon* etc. und an Gräsern *Oryzopsis Wendelboi*, *Koeleria gracilis*, *Anthosachne longiaristata*.

An der steilen, S-exponierten Bergflanke oberhalb des Gletschers fehlen die Bäume außer einigen Exemplaren von *Juniperus macro-poda*; am Fuß des Hanges erscheint neu *Prunus Jacquemontii*; *Rosa Webbiana*, *Berberis densiflora* sind verbreitet. Wichtig sind unter den Kräutern:

Artemisia persica, *Polygonum tortuosum*, *Trigonella Emodi*, *Nepeta podostachys*, *Heraclium Thomsonii*, *Allium Jacquemontii*, *Scutellaria multicaulis*, *Eremostachys speciosa*, *Matthiola flavida*, *Silene afghanica*.

Von den Gräsern ist weiterhin *Oryzopsis Wendelboi* sehr verbreitet, weiter oben *Bromus inermis*.

Dazu kommen auf der S-exponierten Flanke noch eine große Anzahl einjähriger Kräuter, die kaum über 5 cm hoch werden, wie z. B.:

Stellaria alsinoides, *Arenaria serpyllifolia*, *Gypsophila floribunda*, *Lappula barbata*, *Galium pauciflorum*, *Senecio coronopifolius*, *Eremopoa soongorica*.

Auf einem E-exponierten Hang auf der W-Seite des Gletschers beherrscht eine große gelbblühende Umbellifere (*Ferula?*) das Vegetationsbild.

Charakteristisch für die Pionervegetation auf den Moränen des Barum-Gletschers ist *Hedysarum Falconeri*, *Erigeron multicaule*, *Crepis flexuosa*, *Chrysanthemum Griffithii* u. a.

Besonders feuchte Standorte werden von *Primula Harrissii* bevorzugt, von *Taraxacum*, *Parnassia palustris*, *Gentiana pseudoaquatica*, *Tussilago farfara*, *Circium Wallichii*, *Epilobium*, *Kobresia laxa*, *Carex chitralensis*, *Carex Wendelboi*.

Die hochalpinen Standorte zeigen je nach dem Zeitpunkt der Schneeschmelze eine verschiedene Vegetationszusammensetzung. Wo der Schnee später schmilzt, ist der Boden durch die ganze Vegetationszeit hindurch naß. In diesen Schneetälchen (snowbeds) wachsen mit Vorliebe

Primula macrophylla, *Sibbaldia cuneata*, *Sedum tibeticum*, *Sedum recticaule*, *Gnaphalium Stewartii*, *Cerastium cerastoides*, *Minuartia biflora*, *Oxyria digyna*, *Waldheimia tridactylites*, *Arenaria* sp.

Primula macrophylla und eine *Potentilla* sp. (*biflora?*) konnten in 5100—5200 m Höhe als die höchsten Blütenpflanzen am Tirich Mir festgestellt werden WENDELBO 1952.

Auch die Schneegrenze gibt WENDELBO 1952 nach JØRSTAD mit 5100—5200 m für den Tirich Mir an.

Damit haben wir unser erstes Profil durchgeführt und schließen nun einige Bemerkungen über die Täler um den Tirich Mir an.

Verfolgen wir zunächst das Tal des Mastuj / Yarkhun weiter nach N! Der halbwüstenhafte Charakter des Tales bleibt zunächst erhalten und wird erst später durch die Artemisiensteppe abgelöst. Von verschiedenen Standorten ist das Vorkommen von *Juniperus* bekannt: so am Chamorkand-Paß (sö von Mastuj) KERSTAN 1937, 159 und aus dem Drasan-Tal KERSTAN 1937, 159. Am Chamorkand- und am Skandur-Paß kommt auch *Betula utilis* vor, doch ist über die Ausdehnung der Bestände nichts bekannt KERSTAN 1937, 159. Im obersten Bereich des Yarkhun-Tales (Baroghil-Paß, 4150 m) gibt es ausgezeichnete Weiden COCKERILL 1922, 105; SCHEIBE 1937, I, 48.

Parallel zum Yarkhun-Tal verläuft weiter westlich das Tal des Rich (Turikh o). COCKERILL schildert den obersten Teil bei Sha Janali Goh als ein schön bewaldetes Tal mit grasigen Hängen (1939, 32); leider fehlt jede weitere Angabe über die Art der Gehölze, so daß es uns überlassen bleibt, was wir uns unter dieser Angabe vorstellen wollen. Es könnten sich dort Birken befinden, aber auch Wacholder. (Ein ganz ähnlicher Fall ungenauer Angaben in sehr ähnlicher Situation liegt uns aus dem Ghujerab-Tal im Hunza-Karakorum vor.)

Die Täler zu Füßen des Tirich Mir im W — Lutkho-, Ojor- und Akari-Tal — werden alle „sehr eng“, „sehr heiß“ und „sehr trocken“ beschrieben SCHEIBE 1937, I, 46; OTTLEY 1936; WENDELBO 1954. Es ist also ganz sicher auch hier eine wüstenhafte Talstufe vorhanden, die in die Artemisiensteppe übergeht, in der gelegentlich Sträucher von *Ribes*, *Rhamnus* und *Lonicera* auftreten. Am Fluß finden wir *Tamarix*, *Salix* und *Ulmaria* SCHEIBE 1937, I, 45. Bei Gabur befindet sich ein Standort von *Juniperus polycarpus* KERSTAN 1937, 147, 159.

2. Die SE-Abdachung des Hindukusch.

Nachdem wir versucht haben, die Grundzüge der Vegetationsverteilung im äußersten NW durch das Profil von Peshawar zum Tirich Mir kennenzulernen, wenden wir uns nun der SE-Abdachung des Hindukusch zu — vom Tirich Mir nach S.

Die Ebene um Peshawar ist uns bereits bekannt. Auch nach W erstreckt sich jener Dornbusch, den wir eingangs charakterisiert haben GRIFFITH 1847, STEWART 1863, CLEGHORN 1864. Mit dem Anstieg zum Khyber-Paß fällt bald *Dodonaea viscosa* (syn. *Burmanniana*) auf, die auf der Paßhöhe zusammen mit *Reptonia buxifolia*, *Olea europaea*, *Chamaerops Ritchieana* (*Nannorrhops* R.) sehr verbreitet ist GRIFFITH 1847, 422; CLEGHORN 1864, 214; VOLK 1951, während unten im Tal des Kabul der Dornbusch des Punjab allmählich in die Wüstensteppe des Tales überzugehen scheint. Wälder konnte GRIFFITH von der Paß-

höhe keine erblicken, nur an den Wasserläufen zeigte sich eine gewisse Anreicherung der Vegetation mit *Euonymus*, *Adhatoda vasica*, *Pistacia* und *Syringa*. Sonst aber ist das Land nur sehr dürrftig bewachsen, die erwähnten Sträucher stehen weit verstreut. Klar zeigt der Bericht von GRIF-FITH, daß das Tal des Kabul durchaus den Charakter der Wüstensteppe hat und die menschlichen Siedlungen darin Oasen gleichen GRIFFITH 1847, 412, 416, 418, 422 °).

Nach oben geht die Wüstensteppe in die A r t e m i s i e n s t e p p e über, die aber ebenfalls äußerst dürrftig ist. Vereinzelte, kümmerliche Exemplare von *Quercus Baloot* Griff. (syn. *Quercus Ilex*) scheint es gelegentlich am Khyber-Paß zu geben, wo sie zusammen mit *Sophora Griffithii* und *Daphne angustifolia* weit verstreut stehen STEWART 1863, KERSTAN 1937, 149, 150. Die ersten Standorte von *Quercus Baloot*, die man als S t e p p e n w ä l d e r ansprechen könnte, stehen bei Jugdulluk, auf der Höhe zwischen Surkhab und Kabul GRIFFITH 1847, 437; HERBORDT 1930; KERSTAN 1937, 149.

Gleichgültig, ob wir nun von Osten oder von Westen kommen, sind dies die ersten und einzigen waldähnlichen Vorkommen, und vielleicht kann man in ihnen eine Brücke zwischen den Waldgebieten des Safed Koh und des westlichen Nuristan sehen KERSTAN 1937, 149.

Folgen wir aber dem Kabul-Fluß weiter in Richtung auf die Landeshauptstadt K a b u l zu, so kommen wir in immer trockenere Gebiete — ein hier und da angetroffenes Bäumchen ist eine wahre Seltenheit TRINKLER 1928. Um Kabul selbst dehnt sich eine „kräuterreiche Wüstensteppe“ KERSTAN 1937, 147 (VOLK 1954, 431: zentrale Steppen- und Halbwüstenprovinz), die etwa unserer Artemisiensteppe in anderer floristischer Zusammensetzung entsprechen dürfte; Baumwuchs fehlt: Anzeichen genug, um zu erkennen, daß wir hier mitten im Trockengürtel stehen.

Unsere Aufgabe ist nun, aus den trockenen Talstufen heraus im Anstieg gegen das Gebirge Einblick in die Veränderung der Vegetation zu gewinnen.

Das erste Tal, das wir aufwärts verfolgen wollen bzw. den vorhandenen Unterlagen entsprechend verfolgen können, ist das A l i n g a r - Tal. Wüstensteppe und Artemisiensteppe reichen aus dem Kabul-Tal in das Alingar-Tal hinein und sind auch aus dem A l i s c h a n g - Tal bekannt, das von W einmündet. S t e p p e n w ä l d e r mit S t e i n e i c h e n sind verbreitet. Mehr können wir leider über das Alischang-Tal nicht erfahren; das ist umso bedauerlicher, als es uns darauf ankommen muß, die Vegetationsverhältnisse so weit wie möglich nach W zu verfolgen. Wir müssen uns daher auf das Alingar-Tal beschränken und sind umso mehr gespannt, was wir im Tal des westlichen Quellflüßchens des Alingar, im Tal des R a m g e l, antreffen werden. *Quercus Baloot* erfüllt hier das ganze Tal, sie bildet nicht nur die u n t e r e W a l d g r e n z e (bei 900 m), sondern auch die obere: bei Puschol im oberen Ramgel-Tal in 2250—2400 m, ähnlich bei Tschitur. Artemisiensteppe bildet überall den Unterwuchs. Über

*) MOORCROFT 1841, 2. Bd., 354/5 berichtet vom „heißen Wind“ in den Tälern am Khyber-Paß.

der Eichengrenze kommt nur noch gelegentlich *Juniperus polycarpus* als Baum vor, so bei Tschitur und am Pirdum-Paß. Da die Waldgrenze hier zweifellos in erster Linie eine Trockengrenze ist, können wir dem Wacholder noch größere Trockenresistenz als der Steineiche zuschreiben.

Die Alleinherrschaft der Steineiche im Ramgel-Tal, dem westlichsten Tal, über das wir unterrichtet sind, wird uns in ihrer Bedeutung erst im Zusammenhang richtig klar werden. Sie ist jedenfalls ein deutlicher Hinweis auf die Grenzsituation, der wir uns im Fortschreiten nach W rasch nähern würden, soll doch bei 69° E der Baumwuchs gänzlich aufhören CLEGHORN 1864, 214; KERSTAN 1937, 150, 151, 154, 159-160.

Oberhalb Puschol im obersten Ramgel-Tal finden sich ausgedehnte nasse „Wiesen“ KERSTAN 1937, 161.

Und was zeigen uns die übrigen, weiter östlich gelegenen Quellflüsse des Alingar? In den drei Tälern von Nilau, Kulam und Shuk, deren Wasser im Kulam vereinigt in den Alingar / Ramgel münden, tritt bereits *Pinus Gerardiana* zur Steineiche hinzu. *Pinus Gerardiana* zielt in reinen Beständen die NW-exponierten Hänge bei Shuk; bei Kulam bildet sie in 2500 m die Waldgrenze. Aber damit nicht genug! In den höheren Lagen des Kulam- und Shuk-Tales erscheinen die ersten Bestände von *Pinus excelsa*, die zusammen mit *Cedrus Deodara*, deren westlichste Vorposten bei Kulam zu liegen scheinen, eine schmale Zunge des feuchten Nadelwaldes bilden, die über den Donda-Paß aus dem Petsch-Tal bis hierher herüberreicht. *Picea morinda* und *Abies Webbiana* konnten nicht festgestellt werden. *Pinus excelsa* bildet in 2600 m gelegentlich die obere Waldgrenze. Im oberen Shuk-Tal ist die Kraut- und Strauchvegetation sehr üppig KERSTAN 1937, 154, 156, 160; SCHEIBE 1937, I, 34.

Nun gilt es im Kunar-Tal weiter Anschluß an unser erstes Profil zu suchen. Wüstensteppe ebenso wie darüber Artemisiensteppe und Steineichenwald lassen sich talaufwärts verfolgen. Zwischen Pushut und Tschaghan Serai überraschen im Tal Bestände von *Dodonaea sp.*, zusammen mit *Olea* und *Acacia* etc., eine Vergesellschaftung, die wir schon im Aufstieg zum Khyber-Paß vermerken konnten GRIFFITH 1847, 437. Oberhalb Tschaghan Serai, das selbst in 820 m liegt, beginnt der Steineichenwald in 900 m, an der afghanisch-pakistanischen Grenze steht er in der Talsohle, um sich von Mirkhani ab auf die höheren Hanglagen zurückzuziehen. Häufig kommen mit den Eichen zusammen *Sophora Griffithii*, *Fraxinus*, *Prunus* und *Berberis* vor KERSTAN 1937, 152; SCHEIBE 1937, I, 51.

Über dem Steineichenwald konnte GRIFFITH zunächst auf den Bergen südlich des Kunar nichts entdecken, was an „pines“ erinnert hätte — ganz anders aber auf den Höhen im N! Hier grüßten von den Hängen oberhalb der Steppenwaldstufe schöne Nadelwälder GRIFFITH 1837, 438, 460; KERSTAN 1937, 152.

Von der Landschaft um Tschaghan Serai meint GRIFFITH, sie mache doch noch einen bedeutend kärglicheren Eindruck als Bhutan — eine Bemerkung, an die wir uns zur gegebenen Zeit erinnern wollen! GRIFFITH 1847, 457.

Bei Tschaghan Serai mündet das Tal des P e t s c h in das Kunar-Tal ein. Wie zu erwarten, greifen auch hier Artemisiensteppe und Steineichenwald weit in das Nebental hinauf. Von Gusalah bis Wama aber macht sich erneut der von *Olea cuspidata*, gelegentlich von *Dodonaea* beherrschte Typ bemerkbar; *Fraxinus*, *Sophora*, *Prunus*, *Daphne* gesellen sich dazu — alles auch Begleiter des Steineichenwaldes, und so könnte man diese Vergesellschaftung hier vielleicht auch als eine Variante des Steppenwaldes ansprechen. Die Steineichenwälder des Petsch-Tales sind dicht, die einzelnen Exemplare von kräftigem Wuchs. Bei Kantiwo, im westlichen Quelltal des Petsch, erreichen die Eichen bei 2200 m ihre Obergrenze, doch steigen einzelne Bäume höher hinauf und werden überall auch im Nadelwald auf den Höhen des Sadel-, Mum- und Dondapasses gefunden. Im übrigen wird im Petsch-Tal die Steineiche überall in der Höhe vom feuchten Nadelwald, insbesondere von den Zedern, abgelöst. *Cedrus Deodara* erscheint oberhalb Wama und steht bei Aptsai selbst im Steineichenwald der Talsohle. Auch auf dem linken Ufer des Parun, des östlichen Quellflüßchens des Petsch, sind schöne Zedernbestände. Überhaupt werden aus dem Petsch-Tal öfters reine Zedernbestände erwähnt, es fehlen jedoch genauere Standortangaben, die auf der Karte die Anwendung der betreffenden Signatur ermöglichen würden. Allgemein herrscht in der Höhe der Nadelmischwald mit *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Picea morinda* und *Abies Webbiana*. Der Unterwuchs ist in den Nadelwäldern recht gut entwickelt, Moose fehlen jedoch sogar auf dem Waldboden. Während im oberen Kantiwo-Tal die Steineiche immer buschiger und krüppeliger wird, die Zeder fast ganz zurückbleibt, bilden beidseits Kantiwo *Picea morinda* und *Abies Webbiana* noch schöne Wälder. Im Tal bildet *Pinus Gerardiana* oberhalb Kantiwo die Waldgrenze; noch weiter talauf leiten bei Brubuts *Betula utilis* und *Salix* zur feuchten alpinen Stufe über, die im Ptsigela-Hochtal durch *Rheum ribes* ausgezeichnet ist. Im Parun-Tal findet sich *Pinus Gerardiana* am SE-Hang bei Paschki in reinen Beständen und ebenfalls an der Waldgrenze. Am Fluß ziehen sich von Paschki ab saftige Wiesen aufwärts, in denen *Geranium*, *Pedicularis*, *Aconitum* etc. das Auge erfreuen. Ein kleines Wäldchen von *Betula utilis* in 3000 m vervollständigt die Parallele zum westlichen Quelltal von Kantiwo. Weit entfernt von der Waldgrenze erscheint in 3000 m auch *Juniperus*. Abseits vom Fluß geht hier im Quellgebiet des Parun die trockene Artemisiensteppe auch direkt in die alpine Matte über KERSTAN 1937, 152-161; SCHEIBE 1937, I, 30-42; VOIGT 1933.

Es bleibt uns noch das Baschgal-Tal zu besprechen, das bei Arandu in das Kunar-Tal mündet. Artemisiensteppe mit Steineichen und *Pinus Gerardiana*-Wäldern bestimmen die unteren Lagen. Bei Papruk und Peshawur bildet *Pinus Gerardiana* im Tal in 2300 m die Waldgrenze. Im Nadelmischwald, besonders im Dungul-Tal, fällt die Zeder auf ROBERTSON 1896. Von Kamdesh werden schöne Bestände von *Picea morinda* und *Abies Webbiana* berichtet. Oberhalb Papruk, im Aufstieg zum Parun-Paß, dehnen sich Almen, und im oberen Baschgal-Tal leiten *Betula utilis* und *Juniperus* zur feuchten alpinen Stufe über, die sich zum Semenek-Paß hinaufzieht. Der Landschaftswandel beim Übergang über den

Paß wird deutlich empfunden — jenseits des Passes, in Chitral, sind die Hänge trockener und kahler, wie wir im Anschluß an die Besprechung unseres ersten Profiles hörten ROBERTSON 1896; SCHEIBE 1937, I, 41-44; KERSTAN 1937, 154, 156, 160, 161.

3. Kohistan.

Östlich an das Profil zum Tirich Mir schließt sich auf unserer Karte ein nur dürftig bekanntes Gebiet an: das Flußgebiet der oberen Panjkora, des Swat und des Indus unterhalb des Nanga Parbat bis zu seinem Austritt in die Ebene des Punjab (Swat, Swat Kohistan, Buner, Indus Kohistan etc.).

Zur Zeit der britischen Herrschaft in Indien ist dieses Gebiet, obwohl innerhalb der Grenzen Britisch-Indiens gelegen, vollkommen der Herrschaft der Stammesfürsten überlassen geblieben, die auch ihren Einflußbereich der Bereisung und Erforschung durch Landesfremde weitgehend, ja fast vollständig zu entziehen wußten. So ist unsere Kenntnis dieser Gebiete äußerst dürftig, und wir müssen versuchen, auf Grund nur weniger Angaben zu einer Vorstellung von den Verhältnissen zu gelangen.

Oberhalb Dir, wo wir das Tal der Panjkora verlassen haben, dehnt sich die Artemisiensteppe im Tal weiter aus; bei Shadid sind die Hänge mit Steppenwald von *Quercus Ilex* und *Pinus Gerardiana* bedeckt. Bei Shadid und Kalkot löst *Cedrus Deodara* den Steppenwald in der Höhe ab; die Zeder erscheint ferner an den Hängen des Rekhun- und Ayagai-Passes und in der Gwaldai-Schlucht; zwischen Ashreth, Gumandand und Shirangul konnten auf den Hängen Spuren ausgedehnter Zedernwälder festgestellt werden GODFREY 1912.

Für das Gebiet der nordöstlichen Quellflüsse der Panjkora bestätigt Sir AUREL STEIN 1927 ausgedehnte Wälder und spricht auch von Almen darüber.

Die Hänge des Swat-Tales oberhalb Paiti sind mit „Wald“ bedeckt, besonders um Kalam HAY 1934, 240, 242; die Angabe von BALNEAVES 1952, es gäbe „tall pines“ und Steineichen im oberen Swat-Tal, hilft uns auch nur wenig. Sir AUREL STEIN nennt das Quellgebiet des Swat „alpin“ — wir gehen sicher nicht fehl, diese Angabe im Sinne der feuchten alpinen Stufe zu deuten.

Aus dem Gebiet des Aornos (Pir - sar) liegen nur kurze Angaben bei Sir AUREL STEIN 1927, 516, 520 vor, bei Upal ist der steile N-Hang bis zur Kammhöhe in 2400 m mit Koniferen- und Steineichenwald bestanden. In den Tälern des Dubair und Kandia, die beide im Indus Kohistan rechts zum Indus hin fließen, scheinen sich reiche Wälder zu befinden HAY 1934, 241.

Das sind nur wenige Angaben für ein großes Gebiet; im Vergleich mit den uns besser bekannten Gefilden in West und Ost helfen sie uns aber doch, zu einem allgemeinen Eindruck zu kommen: die Vegetationsfolge von Artemisiensteppe über Steppenwälder zum Koniferenwald ist offensichtlich auch hier überall verbreitet. (Wie weit die angegebenen Zedernbestände reine Wälder bedeuten oder nur Vorkommen innerhalb des gemischten Nadelwaldes sind, läßt sich nicht entscheiden.)

Mensch und Umwelt im äußersten Nordwesten.

Unsere Analyse der Vegetationsverteilung wäre unvollständig, würden wir nicht abschließend auch einige Gedanken der Tätigkeit des Menschen widmen, ist diese doch durch die natürlichen Gegebenheiten vorbestimmt, wie sie andererseits auch wieder verändernd auf die Vegetation zurückwirkt.

Der Einfluß der Bevölkerung auf die natürliche Vegetation im äußersten Nordwesten ist bedeutend und hat zu weitgehender Waldverwüstung geführt. Das trifft insbesondere für die unteren Waldstufen zu, d. h. hier für die Wälder von *Quercus Baloot*. Wo die Eichenwälder verwüstet sind, breitet sich Artemisiensteppe aus KERSTAN 1937; 152, 163.

Im wüstenhaften Tal des Kabul und seiner Nebenflüsse und nicht weniger in den trockenen und heißen Talstufen des Gebirgsinneren sind menschliche Siedlungen und Anbau nur durch künstliche Bewässerung möglich und erscheinen in der öden Umgebung als Oasen KERSTAN 1937, 161; SCHEIBE 1937, I; BEG 1953; WENDELBO 1954. Kunstvolle Bewässerungsanlagen, die das Wasser von weither heranzuführen, sind überall im Lande verbreitet — sowohl in den Tälern des Südens, wie auch oben im Gebirge. In den Gebirgstälern wird jedes, auch nur wenige Quadratmeter große kleine Fleckchen für Terrassenkultur benutzt und erscheint oft geradezu an den Berghang geklebt SCHEIBE 1937, I, 103. In den oberen Talzügen erreichen die Felder die größte Ausdehnung SCHEIBE 1937, I, 103; VOIGT 1933.

Angebaut wird in den Oasen des Kabultales u. a. Zuckerrohr; Reis und Baumwolle konnten noch bis 1860 m (Reshun) im Mastuj-Tal festgestellt werden SCHEIBE 1937, I, 47. In höheren Lagen gewinnen Getreidearten und Hülsenfrüchte immer mehr Vorrang; auch sehr viel Obst wird angebaut: Aprikose, Apfel, Birne, Maulbeere, Granatapfel, Walnuß, Mandel etc. Die Bedingungen wechseln aber in den einzelnen Tälern sehr ROEMER & ROSENSTIEL 1937, 65-69.

Durch die künstliche Bewässerung können sich oft auch in den Tälern nasse Wiesen mit üppigster Flora entfalten (*Parnassia*, *Caltha*, *Gentiana*, *Podophyllum Emodi*, *Pedicularis* usw.), ebenso an undichten Bewässerungsgräben. Überhaupt ist der oberste Bewässerungsgraben eine wichtige Vegetationsgrenze, denn unterhalb des obersten Bewässerungsgrabens liegt das Kulturland bzw. die vom Menschen beeinflusste Vegetation KERSTAN 1937, 161.

Im Sommer trifft sich auf den Hochalmen das Vieh von weit her, nicht nur die einheimischen Rinder, Schafe und Ziegen, auch Schafherden aus Turkestan und Yaks werden angetroffen SCHEIBE 1937, I, 48. Auf den ausgedehnten Hochmatten, besonders in Nuristan, herrscht Almbetrieb mit intensiver Milchwirtschaft VOIGT 1933; SCHEIBE 1937, II, 126, 133. Im Herbst werden die Hochalmen verlassen, und auf den Wanderungen der Herden talwärts, genau so wie umgekehrt im Frühjahr, leiden die am Wege liegenden Gebiete stark VOLK 1954.

Blätter und Zweige von *Quercus Baloot* sind das Winterfutter der Ziegen, und der Stand der Ziegenhaltung ist geradezu von den vorhandenen

Eichenbeständen abhängig SCHEIBE 1937, II, 127; KERSTAN 1937, 153, 162, 163; man kann sich vorstellen, daß kaum ein normal gewachsener Eichenbaum dort zu sehen ist, vor allem aber sind die Ziegen eine große Gefahr für den Jungwuchs.

Der in Nuristan sehr verbreitete Fachwerkbau fordert große Mengen von Bauholz, Zedern und Kiefern werden bevorzugt SCHEIBE 1937, II, 139. Das Holz der Eiche wird für Gerätschaften (Pflug) geschätzt SCHEIBE 1937, II, 104.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

Wir fassen die wichtigsten Ergebnisse des ersten Abschnittes unserer Betrachtung zusammen: wir haben ein Gebiet vorwiegend trockener, ja sehr trockener Vegetationstypen kennengelernt. Dem Grad der Trockenheit nach reichen sie von der Wüstensteppe der Täler über Dornbusch- und Artemisiensteppe bis zu den Steppenwäldern verschiedener Zusammensetzung. Die Steineiche, *Quercus Ilex* syn. *Quercus Baloot* Griff. ist sehr weit verbreitet und bildet im äußersten Westen untere und obere Waldgrenze — ein deutliches Zeichen für ihre exponierte Lage.

Die große Verbreitung der trockenen Vegetationstypen unterstreicht, daß wir hier im großen vorder- und zentralasiatischen Trockengürtel sind, aus dem die Gebirge herausragen. Vermöge ihrer beträchtlichen Höhen und dem Zusammenwirken der Niederschläge des Monsun im Sommer und der westlichen Depressionen im Winter finden wir in der Höhe über den trockenen Talstufen feuchte Nadelwälder, deren Charakterbaum die Zeder, *Cedrus Deodara*, ist.

Im Inneren der Gebirgswelt, wo keine Wälder mehr gedeihen können, geht die Wüstensteppe der Talböden in die Artemisiensteppe über und diese unmittelbar in die alpine Stufe. Diese Dreiteilung der Vegetation ist für die inneren Gebirgsteile sehr charakteristisch (MEEBOLD 1909 für Ladakh).

Die alpine Stufe ist in ihrer Zusammensetzung nur vom Tirich Mir durch WENDELBO 1952 genauer bekannt. Im übrigen Gebiet ist sie schwer zu verfolgen. Das betrifft sonderlich den afghanischen Teil VOLK 1954, 431. Es darf angenommen werden, daß die alpine Stufe nach W, westlich des Ramgel-Tales, immer trockeneren Charakter annimmt. Für Nuristan selbst aber scheinen uns genügend Hinweise gegeben, in diesem Rahmen allgemein von einer „feuchten“ alpinen Stufe zu sprechen (VOIGT 1933; LINCHEVSKY 1949; VOLK 1954).

Unter der Annahme, der „äußerste Nordwesten“ sei pflanzengeographisch bereits dem Himalaya zugehörig, habe ich hier mit der Besprechung eingesetzt. Besser werden wir die vegetationskundlichen Beziehungen erst beurteilen können, wenn wir auch die im E angrenzenden Gebiete des Himalaya (im engeren Sinne) kennengelernt haben werden. So wollen wir uns vorläufig an der Feststellung von GRIFFITH genügen lassen, der sagt: „Every plant from the Kafir hills convinces me, that they are Himalayan in their features.“ (1847, 456).

II. Der Nordwesten.

Eine gewaltige Gebirgswelt liegt vor uns! Vom Indus bis zum Durchbruchstal des Sutlej, von der Ebene des Punjab bis über die Ketten des Karakorum soll uns dieser Abschnitt in die ganze Fülle der Probleme der Vegetationsverteilung im Himalaya einführen.

Grundzüge von Relief und Klima.

Wie viel größer ist hier die durch das Relief bedingte Vielfalt! Verwirrend erscheint auf den ersten Blick die Vielzahl der Ketten, der Längs- und Durchbruchstäler, bis wir das zugrunde liegende Prinzip erkannt haben: im NW-SE-Streichen folgen aufeinander Siwaliks und Pir Panjal, das Becken von Kaschmir und die Hauptkette des Himalaya, die Zanskar-Kette und der Oberlauf des Indus, die Ladakh-Kette und der Karakorum. Dem gegenüber treten die Abweichungen von der Hauptrichtung zurück, wenn auch gerade diese Abweichungen dazu beitragen, das Bild abwechslungsreich zu gestalten.

Einfluß westlicher Luftströmungen im Winter, östlicher im Sommer waren die zwei Charakteristika der klimatischen Verhältnisse des äußersten Nordwesten. Der neue Abschnitt gibt uns jetzt — dem größeren Rahmen entsprechend — eine viel klarere Gliederung. Wir schließen dies zunächst aus den Angaben einiger klimatischer Stationen*); wir wählen die Niederschlagsangaben deshalb, weil für diese allein im größeren Umfange Meldungen vorliegen.

Deutlich ist die Zunahme der Niederschläge von der Ebene zum Gebirge, also in der Vertikalen: wir vergleichen die Angaben für Rawalpindi und Murree; beide Stationen zeigen ein Hauptmaximum der Niederschläge im Sommer, ein zweites kleineres Maximum im Frühjahr.

Vom Kamm der äußeren Kette nach dem Gebirgsinneren zu erfolgt rasche Abnahme der Niederschlagsmenge, jedoch bleibt immer noch ein sommerliches Maximum erhalten, wenn auch das Hauptmaximum der Niederschläge jetzt hier im Inneren des Gebirges im Frühjahr liegt. Das zeigt uns deutlich der Vergleich der Angaben für Murree und Srinagar. Die Verhältnisse im Inneren des Gebirges zeigen die Angaben für Gurais und Sonamarg noch klarer.

Doch haben wir noch die Möglichkeit, Angaben von Stationen — jenseits der Hauptkette des Himalaya gelegen — zum Vergleich heranzuziehen: Gilgit, Skardu und Leh sind zwar Talstationen, und als solche liegen sie hier ungünstig für den Empfang von Niederschlägen, sie geben uns aber auch bei geringen absoluten Niederschlagswerten Anhaltspunkte über deren jahreszeitliche Verteilung. Alle drei Stationen zeigen zwei Niederschlagsmaxima: die westlichen Stationen Gilgit und Skardu haben ihr Hauptmaximum im Frühjahr und ein zweites Maximum im Sommer — Leh, weiter im Osten gelegen, hat das Hauptmaximum im Sommer und ein zweites Maximum im Frühjahr.

*) vgl. Niederschlagstabelle (im Anhang).

Die Höhen über diesen Talstationen müssen ganz erhebliche Niederschläge empfangen, wie sich aus der starken Vergletscherung, zumal im Karakorum, schließen läßt. Die größeren Niederschläge der S-Flanken sind wohl nur durch den Monsun zu erklären, doch ist auch der Einfluß westlicher Luftströmungen bis in den Sommer hinein im Inneren des Gebirges zu spüren. Diese zusammen mit dem Monsun werden für die Unbeständigkeit des Wetters verantwortlich gemacht, mit der die alpinistischen Expeditionen am Nanga Parbat und im Karakorum immer wieder zu kämpfen haben, bringen sie doch den hohen Lagen auch im Sommer enorme Schneemengen.

Berücksichtigen wir die Niederschlagswerte, so muß ganz allgemein für diesen großen Abschnitt eine Zunahme der Trockenheit in nordöstlicher Richtung festgestellt werden. Salzausblühungen, Brackwasser in den zahlreichen Seen und die extrem hohe Lage der Schneegrenze im westlichen Tibet (über 6000 m) sind einwandfreie Kriterien dafür.

So deuten schon die Angaben der klimatischen Stationen eine Gliederung des Gebirges von S nach N und einen Übergang von West nach Ost an. Doch wird uns die regionale Analyse der Vegetation ermöglichen, die Verhältnisse in ihrer räumlichen Verbreitung viel genauer zu verfolgen, als es mit klimatischen Angaben allein zunächst möglich ist. (HILL 1885; VISSER 1928, III; BECHTOLD 1935; WIEN 1936; TREBGE 1937; 33—41, 44—46; TROLL 1942; PITHAWALLA 1953).

Pflanzengeographische Erforschung.

Ein kurzer Überblick über die pflanzengeographische Erforschung des Nordwestens muß die Reisen von MOORCROFT, JACQUEMONT, VIGNE und VON HÜGEL in den Jahren 1820—1840 voranstellen, ehe wir mit THOMAS THOMSON den eigentlichen Klassiker der naturwissenschaftlichen Forschung im NW-Himalaya und Karakorum nennen. Seine Reisen in den Jahren 1847 und 1848 umfassen den gesamten hier zur Diskussion stehenden Abschnitt, einschließlich des Durchbruchtales des Sutlej im E und ausschließlich der Gebiete westlich des Beckens von Kaschmir. Dem Pflanzenkleid galt sein besonderes Augenmerk, und so enthält jede Seite seiner Reiseberichte eine Fülle von Angaben, die für uns wichtig sind. Durch die Reisen von THOMSON sind die Grundzüge der Vegetationsverteilung im NW-Himalaya und den angrenzenden Gebieten des Karakorum bekannt geworden.

Die Gebrüder SCHLAGINTWEIT waren die ersten Europäer, die im Zuge ihrer Reisen im Himalaya im Sommer 1856 auch den Karakorum von S her querten; ihre botanischen Sammlungen hatten beträchtlichen Umfang, wurden aber nicht von den Gebrüdern selbst ausgewertet.

J. L. STEWART bringt Kunde über die Vegetationsverhältnisse in Hazara und im Kaghan-Tal (1867) während DUTHIE's Reisen die Routen von THOMSON, vor allem nach W hin, ergänzen (1893, 1894).

MEEBOLD (1909) und R. R. STEWART (1916) machen uns besonders mit der Vegetation des inneren Himalaya und von Ladakh bekannt.

Als Ergebnis der italienischen Himalaya-Karakorum-Expedition 1913—1914 und aller früheren Forschungen veröffentlichte PAMPANINI 1930 die große Flora des Karakorum.

C. TROLL berichtet in seinen Tagebüchern (1937) und verschiedenen Publikationen über seine Forschungen im NW-Himalaya und am Nanga Parbat und legt eine Vegetationskarte des Nanga Parbat in 1 : 50 000 vor (1939).

Diese kurzen Angaben verdienen eine Ergänzung durch den Hinweis auf die Tätigkeit des (britisch-) indischen Forstdienstes, die allerdings bisher auf die dem Forstdienst unterstehenden Wälder der äußeren Ketten beschränkt ist.*)

Regionale Analyse.

1. Punjab — Nanga Parbat — Karakorum (Profil II).

Den besten Weg, die Verhältnisse im Nordwesten kennenzulernen, bietet uns ein Profil vom Punjab über den Himalaya in den Karakorum. Bis zum Nanga Parbat konnte ich die Angaben den Tagebüchern von C. TROLL 1937 (Deutsche Himalaya-Expedition 1937) entnehmen, auf Grund deren 1954 das Profil II entstand, das auch bereits PAFFEN (1956) vorlag, dem wir die Fortsetzung in den Hunza-Karakorum hinein verdanken. Der besondere Wert dieser Unterlagen liegt in der Beachtung der unserer Arbeit zugrunde gelegten Fragestellung in der Natur. Reichhaltigkeit und Geschlossenheit des Materials geben diesem Profil eine tragende Stellung für unsere Untersuchung insgesamt.

Wir wählen als Ausgangspunkt *Rawalpindi*. Die Kulturlandschaft hat die natürliche Vegetation weit zurückgedrängt, die sonst hier, wie weiter westlich, aus der *Dornbuschsteppe* besteht. Auf dem Wege nach *Murree* greift aber bald ein *Buschwald* Platz, dessen wichtigste Vertreter *Dodonaea viscosa* und *Olea cuspidata* sind, kleinblättrige,

*) Lit. (Auswahl): von HÜGEL 1840; JACQUEMONT 1841; MOORCROFT 1841; VIGNE 1842; THOMSON 1852; CUNNINGHAM 1854; CLEGHORN 1864; STEWART 1867; AITCHISON 1869; SCHLAGINTWEIT 1872; DREW 1875; ROERO 1881; WATT 1881; DUTHIE 1893, 1894; LAWRENCE 1895; GAMMIE 1898; MEEBOLD 1909; NEVE 1913; BRUCE 1914; STEIN 1916; STEWART 1916; GRIEVE 1920; SHUTTLEWORTH 1922; COVENTRY 1923—1930, 1929; PARKER 1924, I; YOUNGHUSBAND 1924, I; MEINERTZHAGEN 1927; BLATTER 1927; SINGH, S. 1929, 1931, 1948; GLOVER 1931, 1934; WRIGHT 1931; TAYLOR-MEHTA-HOON 1934; TAYLOR-MAHENDRU-MEHTA-HOON 1935; HOON 1935, 1938; MALHOTRA 1935; TROLL 1937, 1938, 1939; DE TERRA 1940; HOON-DHAWAN 1941; STEWART 1945, 1951; JAIN-BHARADWAJA 1949; CHANDRA 1949; PURI 1949, I; 1950; PURI-GUPTA 1951; WYNTER-BLYTH 1951; KAPOOR-CHOPRA-CHOPRA 1951; DOUGLAS 1953; PITHAWALLA 1953; SPATE 1954.

Lit. (Auswahl) — Karakorum :

Für den Karakorum liegt die große Flora des Karakorum von PAMPANINI, 1930, vor, die eine Zusammenstellung der bis dahin erschienenen botanischen und pflanzengeographischen Literatur enthält. Wir können uns deshalb auf die Erwähnung der seitdem erschienenen Arbeiten, soweit sie unsere Probleme betreffen, beschränken.

TRINKLER 1932; VISSER 1935—1938, 1937; SHIPTON 1938, 1940; DYHRENFURTH 1939; LORIMER 1939; DE TERRA 1940; RUSSELL 1940; FOUNTAINE 1942; TROLL 1942; SCHOMBERG 1947, 1948; GYR 1949; LONGSTAFF 1951; DOUGLAS 1953; PAF-FEN 1956.

immergrüne Bäume und Büsche, mit lederartigen Blättern oder Dornen — oder auch beiden zugleich. Gerade die dornigen Species, wie *Acacia modesta*, vermitteln den Übergang von der Dornbuschsteppe her. In voller Entwicklung wird dieser Buschwald mehrere Meter hoch; er überzieht die Berghänge, während die Talböden von Kulturflächen eingenommen sind. Wir lernten diesen Typ bereits am Khyber-Paß (und in den Tälern des Kunar und Petsch) kennen. Es ist nicht verwunderlich, daß die Soldaten des Alexander hier an ihre Heimat dachten, denn ganz allgemein erinnert die Vegetation sehr an die immergrüne Vegetation des Mittelmeergebietes; dazu trägt auch noch *Nerium Oleander* bei, der die trockenen Bachbetten schmückt — genau wie im Mittelmeergebiet die „Torrenten“.

In 1000 m Höhe bei *T r a t* zeigt sich in der N-Exposition die erste Kiefer. Es ist die uns bekannte *Pinus Roxburghii*. Wir erleben jetzt den Übergang vom mediterranen Buschwald zum Kiefernwald: die S-exponierten Hänge bei *Trat* sind bis 1500 m kahl oder mit schütterem *Olea-Dodonaea*-*B u s c h w a l d* bewachsen — die N-Exposition zwischen *Trat* und *Charapani* ist mit *K i e f e r n w a l d* besetzt, in den Kulturflächen eingestreut liegen. Neben dieser expositionsbedingten scharfen Trennung geht andernorts der Buschwald als Unterwuchs in den Kiefernwald hinein.

Oberhalb *G h o r a g h a l i* kündigt sich ein neues Element an: zwischen den Kiefern erscheinen Laubbäume: zum ersten Male begegnen wir hier *Quercus incana* — und an den Kiefern rankt sich Efeu empor! Nachdem wir *M u r r e e* in 2200 m erreicht haben, erleben wir eine große Überraschung: in voller N-Exposition an der Straße nach *Sunny Bank* und bei *Lower Topa* auch in S-Exposition sind hier üppige *M i s c h w ä l d e r* in einer bisher nicht erlebten Reichhaltigkeit der floristischen Zusammensetzung zu sehen: *Quercus incana*, *Quercus dilata*, *Acer*, *Prunus*, *Aesculus indica*, *Pieris ovalifolia*, *Euonymus* stehen neben *Picea morinda*, *Pinus excelsa*, *Abies Webbiana*, *Abies Pindrow* und *Taxus baccata*; *Hedera helix* überzieht Astwerk und Stämme, während *Pinus Roxburghii* sich noch in NE-Exposition hält. Dies ist unsere erste Begegnung mit dem später so wichtigen *E i c h e n - K o n i f e r e n - M i s c h w a l d* des westlichen Himalaya.

Wir steigen von *Lower Topa* in das *J h e l u m - T a l* hinab, bald bleibt der Mischwald zurück, der also nur die höchsten Höhen und auch da vorwiegend die N-Exposition bedeckt, wir sind wieder von *K i e f e r n w a l d* umgeben. In ausgedehnten Beständen bekleidet er die Hänge beiderseits des *Jhelum*, nur die Steinrinnen, die „Torrenten“, läßt er frei, und diese gliedern den Wald. Auf der schattigen Ostseite des Tales steigt der Kiefernwald noch bedeutend weiter herab. Im Tal des *Jhelum* selbst ist unser *H a r t l a u b w a l d* bis hierher heraufgestiegen, die Zusammensetzung ist die gleiche wie im Aufstieg nach *Murree*. *Dodonaea viscosa* beherrscht oft allein das Feld, dann wieder ist *Olea cuspidata* stärker vertreten oder auch *Dalbergia Sissoo* oder *Acacia modesta*: auch hier stellen wir wieder starke Verschiebungen der Höhengrenze durch die Wirkung der Exposition fest: in N-Exposition steigt *Pinus Roxburghii* bis 800 m, ja bis auf die Talsohle herab, in S-Exposition herrscht der *Dodonaea*-Buschwald, und erst bei 2000 m erscheinen die ersten Kiefern!

Wir folgen dem Jhelum-Tal aufwärts. Bei Uri tritt eine bemerkenswerte Änderung in der Richtung des Tales ein und zugleich ein bedeutender landschaftlicher Wechsel. Dies drückt sich darin aus, daß der *Dodonaea*-Busch zurückbleibt (bei Mahura), *Pinus Roxburghii* von *Cedrus Deodara* abgelöst wird; in den höheren Lagen des Pir Panjal — dessen Kern wir jetzt im Tal des Jhelum durchschreiten — tritt *Cedrus Deodara* im Eichen-Koniferen-Mischwald auf und leitet über in den gemischten Nadelwald, der nun gebirgseinwärts beide Hänge des Jhelum-Tales überzieht. Bei Baramula treten wir hinaus in das Becken von Kaschmir; wir haben den Pir Panjal durchschritten.

Das Becken von Kaschmir ist ganz und gar Kulturlandschaft. Wir verlieren keine Zeit und eilen, die nördliche Umrandung des Beckens zu ersteigen.

Bei Bandipur am N-Ende des Wular-Sees verlassen wir das Kulturland; an den unteren Hängen in S-Exposition begegnet uns ein neuer Vegetationstyp: ein Dornbusch! Aber floristisch von ganz anderer Zusammensetzung als der Dornbusch des Punjab und der heißen Täler (Jhelum!), der mit seinen verwandtschaftlichen Beziehungen in die Tropen weist. Hier sind dornige Fallaubsträucher wie *Cotoneaster*, *Berberis*, *Fothergilla*, *Daphne*, *Rubus*, *Ribes*, *Indigofera*, *Jasminum*, *Plectranthus* etc. bestimmend.

TROLL 1937 nennt diesen Typ den „Kaschmir-Busch“, und wir wollen diesen Namen beibehalten, werden wir doch diese Pflanzenvergesellschaftung noch weit verbreitet finden in der nördlichen und östlichen Umrandung des Beckens von Kaschmir, wo immer S-Exposition ausgebildet ist. Auch die Vegetation des Takht-i-Suliman bei Srinagar ist diesem Typ zuzuordnen.

So wie der *Dodonaea*-Buschwald in den *Pinus Roxburghii*-Wald übergeht, so wird jetzt der Kaschmir-Busch in der Höhe von *Pinus excelsa* abgelöst. Bald treten *Picea morinda* und *Abies Webbiana* hinzu: ein gemischter feuchter Nadelwald umrahmt das Becken von Kaschmir im N, genau wie oberhalb Baramula auf der Innenseite des Pir Panjal im S — wir haben längst erkannt, daß dies der Nadelwald auch des äußersten Nordwesten ist, den wir in der Umrandung des Beckens von Kaschmir wiederfinden. Exposition Unterschiede machen sich erneut bemerkbar: in NW-Exposition reicht der Nadelwald bis zur Talsohle herab, in SE-Exposition beginnt er erst wesentlich höher, d.h. beide Talseiten bieten einen grundverschiedenen Anblick. Mit der Höhe gewinnt *Abies Webbiana* immer mehr die Führung im feuchten Nadelwald, nur die Lawenrinnen werden von den Nadelhölzern gemieden, hier konnte *Prunus* als niederliegendes Gebüsch beobachtet werden.

Die nördliche Umrandung des Beckens von Kaschmir wird im Tragabalpaß überschritten; die Waldgrenze liegt hier zwischen 3500—3600 m — auch auf der Fortsetzung des Kammes nach Osten scheint sie überall in gleicher Höhe zu liegen. In N-Exposition ist ein schmaler Gürtel von *Betula utilis* als subalpines Wäldchen entwickelt, und gelegentlich gesellt sich *Abies Webbiana* zur Birke; beide zusammen sind ebenso typisch für die Waldgrenze in N-Exposition, wie es *Pinus excelsa*,

Picea morinda und *Juniperus* für die Waldgrenze in S-Exposition sind. Beim Abstieg fällt uns *Artemisia* auf den E-exponierten Hängen bei Korbal auf!

Wir erreichen das Tal der *Kishanganga* bei Kazalwan. Das Tal hat hier einen E-W-Verlauf, so daß klar eine N- und eine S-Exposition gegeben sind. Während auf dem N-Hang oberhalb Kazalwan dunkler feuchter Nadelwald bis in das Tal herabreicht und in den Lawinengassen Birken bis 2300 m herabsteigen, vermittelt der gegenüberliegende S-exponierte Hang einen gänzlich anderen Eindruck: *Artemisia* überzieht die Hänge flächenhaft, hier und da von einem einsamen Kiefernbaum (*Pinus excelsa*) oder Büschen von *Juniperus squamata* unterbrochen. Oberhalb Dawal (Darbal) erscheint auch *Juniperus macropoda* als Baum. Dann und wann wechselt die Artemisiensteppe mit einer Scabiosentrift, so eine etwas feuchtere Variante andeutend; gelegentlich zeigen sich auch in Bachrursen einige Laubbäume: *Juglans regia*, *Corylus colurna*, *Salix oxycarpa*, *Populus balsamifera*. Doch kann das alles nur den grundsätzlichen Unterschied beider Talflanken unterstreichen. Endlich sehen wir auf den Schotterbänken am Fluß hier und da *Hippophae rhamnoides* — ein weiteres Anzeichen für bevorstehende Veränderungen im Vegetationscharakter.

Die Artemisiensteppe bleibt auf der Sonnenseite auch im Burzil-Tal herrschend und ebenso auf der Schattenseite die feuchten Nadelwälder. Doch schon ein Seitental gibt durch Expositionswechsel Anlaß zu standörtlicher Differenzierung: der Aufstieg zum Kamri-Paß führt durch Nadelwald, den in der Höhe wieder *Abies Webbiana* beherrscht, auch der subalpine Birkenwald fehlt nicht und geht in die alpine Matte über. Ein Weidengesträuch ist oberhalb der Birkenstufe hier nicht ausgebildet. Herrliche, üppige Krautwiesen zeichnen die alpine Stufe am Kamri-Paß besonders aus.

Das oberste Burzil-Tal gibt erneut Gelegenheit zur Ausbildung von W- und E-Exposition; die E-exponierte Seite oberhalb Minimarg ist reine Artemisiensteppe, in der *Juniperus macropoda*, oberhalb 3300 m, gewöhnlich ist, während auf der W-exponierten Seite *Pinus excelsa*-Wälder und in den Lawinengassen Birken stehen. Der weitere Aufstieg zum Burzil-Paß zeigt uns den subalpinen Birkenwald auf beiden Talseiten ausgebildet, dazu auf der Sonnenseite häufig *Juniperus*.

Der Burzil-Paß, 4199 m, ist Klima scheidend: ganz allgemein wird das Klima jenseits des Passes angenehmer empfunden. Ein sichtbares Zeichen ist, daß hier — (Ende Mai 1937) — der Schnee bereits viel weiter weggeschmolzen war, als auf der S-Seite der Hauptkette (siehe z. B. auch LOUIS D'ORLEANS 1906, 132).

Rund 80 m weit begleitet uns von 3500 m an (unterhalb Sarda Chauki) der subalpine Birkenwald, dem dann — deutlich abgesetzt — der Nadelwald, der hier nur aus *Pinus excelsa* besteht, folgt. Die Verbreitung des Waldes geht merklich zurück. Zwischen Chilam und Gudai stehen, vorwiegend in N-Exposition, noch ärmliche Wälder von *Pinus excelsa* und *Juniperus macropoda*; *Picea morinda* und *Abies Webbiana* scheinen nördlich der Hauptkette nicht mehr verbreitet zu sein, jedenfalls nicht hier.

Von rechts mündet das B u b i n d - T a l ein, aus dem ähnliche Verhältnisse — kümmerliche Bestände von *Pinus excelsa* und *Juniperus* — berichtet werden DUTHIE 1893.

Die Artemisiensteppe gewinnt immer mehr an Ausdehnung; verstreute Exemplare von *Pinus excelsa* und *Juniperus macropoda* deuten nur auf den Rückzug des Nadelwaldes hin; *Hippophae* auf den Schotterbänken im Tal ist bereits zum gewohnten Anblick geworden. Obwohl wir uns in einer Höhe von 3250 m befinden, wird es von Naugam ab sehr warm und auch immer trockener; *Astragalus zanskariensis*, der schon bei Gudai in steinigen Triften auffällt, beginnt eine große Rolle innerhalb der Artemisienstufe zu spielen. Auf trockenen und sandigen Terrassen beherrscht *Astragalus zanskariensis* oder *A. strobiliferus* den Bestand.

Der große Gegensatz zwischen der Landschaft hier, nördlich der Hauptkette, und den Tälern südlich des Burzil-Passes ist offensichtlich.

Im A s t o r - T a l stehen wir am Fuß des N a n g a P a r b a t. Heiß und trocken wird die Luft der unteren Talstufe empfunden, und wir wundern uns nicht, daß die Vegetation immer mehr zurücktritt; am stärksten zeigt sich das im tief eingeschnittenen Indus-Tal. Da wir hierher noch zurückkehren werden, lassen wir einstweilen den Nanga Parbat zurück und setzen unser Profil fort, indem wir durch die wüstenhafte Talstufe des Indus und des Gilgit-Flusses in das Hunza-Tal aufsteigen.

Im H u n z a - T a l ist die wüstenhafte Talstufe bis Khaibar (2700 m, PAFFEN 1956) hinauf — also tief in das Innere des Karakorum hinein — zu verfolgen, darüber ist die Artemisiensteppe breit entwickelt. Oberhalb Gilgit — vor unserem Eintritt in das Hunza-Tal — ist die Steppenstufe durch ausgedehnte *Pinus Gerardiana*-Wälder bereichert. *Pinus Gerardiana* findet sich im Hunza-Gebiet auch oberhalb Chalt, während im Manu Gad, einem linken Nebenfluß des Hunza kurz vor seiner Mündung in den Gilgit, noch Vorkommen der Steineiche liegen.

Besonders interessiert uns das Verhalten der feuchten Nadelwälder, deren langsames Zurückweichen wir seit der Querung des Burzil-Passes ständig feststellen konnten. In der N-Exposition oberhalb Gilgit scheinen sich noch ausgedehnte Waldungen zu befinden — nicht aber auf der linken Seite des Gilgit-Tales (S-Exposition!); hier liegen nur vereinzelte Vorkommen weit in den oberen Tälern, z. B. im Bagrot-Tal.

Folgen wir dem H u n z a - F l u ß aufwärts auf der Suche nach Resten dieser feuchten Nadelwälder, so ist unser Bemühen zunächst vergeblich: aus der N-S-Strecke des Flusses vor seiner Mündung in den Gilgit ist uns kein Nadelwald des feuchten Typs bekannt geworden. Weiter aufwärts gliedert der E-W-Lauf des Flusses das Tal klar in einen S- und einen N-exponierten Hang, hier entdecken wir am N-exponierten Hang oberhalb M i n a p i n noch einmal gut entwickelte Bestände, die in der Höhe vom Birkenwald abgelöst werden.

Die gegenüberliegende Seite des Hunza-Tales zeigt uns erneut den deutlichen Unterschied der Exposition; hier findet sich nur ein kleines Vorkommen von W a c h o l d e r b ä u m e n hoch oben im S h i s h p a r - G a d

am Shishpar-Gletscher; es sind ausgewachsene, mächtige Bäume, keineswegs Kümmerformen, die dort in der W-Exposition des Seitentales in 3500—3800 m Höhe stehen. Ein weiteres kleines Wacholderwäldchen wurde noch auf der linken Seite des Hunza-Tales festgestellt, ebenfalls in W-Exposition, bei Buri Harar (PAFFEN 1956).

Diese Wäldchen gut gewachsener Wacholderbäume an besonders begünstigten Standorten möchten wir als die letzten Ausläufer des feuchten Nadelwaldes des W-Himalaya nach N hin auffassen. Weiter im Innern des Gebirges, wo dieser Nadelwald fehlt — und das ist im Hunza-Gebiet weitgehend der Fall — stuft sich die Vegetation in der schon im früheren Abschnitt erwähnten charakteristischen Dreiteilung von Wüstensteppe, Artemisiensteppe und feuchter alpiner Stufe, die gelegentlich durch die Birke bereichert ist, ab; oft findet sich auch die Birke in N-Exposition, während in S-Exposition *Juniperus* der Artemisiensteppe eine größere Mannigfaltigkeit verleiht. TROLL 1937; PAFFEN 1956; ferner DUTHIE 1893; LORIMER 1939; KA-POOR 1951.

2. Der Nanga Parbat.

Berücksichtigen wir die Auffassung, die den Himalaya durch die Schluchten des Indus und des Tsangpo begrenzen will, so ist der Nanga Parbat der markante Außenposten im W: abgesetzt von der Hauptkette nach N, steigt das Massiv mit einer mehrere tausend Meter hohen Felswand steil aus dem Industal auf und erreicht eine Gipfelhöhe von 8125 m. Für uns aber ist der Nanga Parbat dadurch besonders wichtig, daß für den Berg und die nähere Umgebung eine Vegetationskarte im Maßstab 1 : 50 000 vorliegt, die TROLL 1937 aufgenommen hat (1939). Es ist die einzige dieses Maßstabes, die für den Himalaya existiert — von keiner anderen „Ecke“ des gewaltigen Gebirges können wir uns eine gleich gute Vorstellung machen.

Schon durch unser Profil bekamen wir einen Eindruck von den Verhältnissen in den Tälern zu Füßen des Massivs. Astor-Tal und Indus-Tal sind trocken und wüstenhaft. Aus der Höhe des Nanga Parbat leuchtet der ewige Schnee herab — und so muß sich also zwischen diesen Extremen die Vegetationsstufung abspielen.

Nur im SW steht das Massiv des Nanga Parbat mit der Hauptkette in Verbindung, auf den anderen Seiten begrenzen tief eingeschnittene Täler den Bergklotz. Das Tal des Indus ist am tiefsten eingeschnitten, hier sind auch die klimatischen Verhältnisse entsprechend extrem ausgebildet. Eine Halbwüste oder Wüstensteppe — wir erinnern uns an die Berichte aus den Tälern zu Füßen des Tirich Mir — ist in der Talsohle verbreitet. Wüstenlackbildungen sind häufig. Die Vegetation zeigt nicht die Vertreter der Dornbuschsteppe, die draußen im Punjab am Austritt des Indus in die Ebene verbreitet ist, sondern Pflanzen, deren floristische Beziehungen vorwiegend nach Zentralasien weisen. *Capparis*, *Salsola*, *Stipa*, *Echinops*, *Ephedra* sp. sind sehr charakteristisch. Diese Wüstensteppe des Indus-Tales reicht bis Chilas abwärts, BIDDULPH 1893, und wurde

dort im Thak Gah bis zur Einmündung des Niat Gah festgestellt PAFFEN 1956, ohne das im Indus abwärts eine genauere Begrenzung möglich und bekannt wäre. Die Wüstensteppe steigt ferner in den Nebentälern des Indus aufwärts: im Astor-Tal bis Dashkin TROLL 1939, 156; sie ist indusaufwärts verbreitet LORIMER 1939, 60; DUTHIE 1893 und steigt im Oberlauf des Indus bei gleichzeitigem Übergang in die alpine Steppe sehr hoch hinauf: wir wählen Leh als Grenze, wissen aber, daß diese Grenzziehung nur ein Versuch ist. Nach Westen findet sich die Wüstensteppe auch im Gilgit- und Hunza-Tal, wie wir schon sahen. Zahlreiche Leitpflanzen dieses Typs erreichen bei 2000 m am Nanga Parbat ihre Obergrenze, so daß wir da auch die Obergrenze des Typs ansetzen können.

Durch die Forschungen TROLL's sind wir über die standörtliche Differenzierung der einzelnen Vegetationstypen am Nanga Parbat sehr gut unterrichtet; so finden wir auch bereits in der Wüstensteppe eine ganze Reihe interessanter Varianten, die wir kurz kennenlernen wollen.

Der unterste Teil des Astor-Tales vor seiner Mündung in den Indus ist ausgezeichnet durch verkrüppelte Pistazienbäumchen, auch *Olea cuspidata*, *Daphne oleoides* und *Rosa Webbiana* — für die wüstenhafte Talstufe geradezu eine üppige Vegetation. Diese Vergesellschaftung erscheint auf den begünstigten felsigen Standorten; TROLL spricht von der „Felsenhalbwüste“.

Die steilen Schuttkegel, die überall ins Indus-Tal herabsteigen, werden von *Salsola*, *Echinops* und *Artemisia* vorgezogen. Die genauere Beobachtung der Vegetation dieser Schuttkegel zeigt eine räumliche Differenzierung zwischen dem Bereich oberhalb der Rakhiot-Brücke und dem Bereich unterhalb; oberhalb der Brücke herrscht *Salsola Kali*, *Echinops* und *Chenopodium*, unterhalb der Brücke aber beginnt *Artemisia* schon tief unten im Tal ihre Alleinherrschaft anzutreten, die sie bis 3000 m aufrecht erhält.

Die reinen Sandböden der Wüstensteppe werden von *Echinops*, *Ephedra*, *Caparis spinosa* und *Stipa* bevorzugt.

Grundwassergehölze sind sehr selten, nicht einmal im Bett des Indus findet sich eine Andeutung davon. Doch sind die Schwankungen des Wassersstandes durch das Ansteigen des Stromes zur Zeit der sommerlichen Schneeschmelze gegenüber dem winterlichen Tiefstand so gewaltig, daß bei dem Tiefstand im Winter die zur Sommerzeit überfluteten Teile so hoch über dem Wasserspiegel liegen, daß an eine Grundwasservegetation nicht mehr zu denken ist.

Auch die Anbauoasen liegen abseits des Indus auf den Schwemmkegeln der Seitenbäche; dort gibt es auch Grundwassergehölze, in denen *Tamarix* und *Elaeagnus* verbreitet sind TROLL 1939, 159—161.

Bei 2000 m geht die Wüstensteppe in die Artemisiensteppe über. *Artemisia maritima* ist die unbestrittene Leitpflanze dieses Typs. Diese Steppenstufe nimmt in den höheren Lagen häufig den Charakter des Steppenwaldes an, in dem *Artemisia* als Unterwuchs verbreitet bleibt. Eine Aufzählung des Verbreitungsgebietes des Artemisientyps erscheint überflüssig angesichts der Tatsache, daß die Artemisiensteppe in den inneren Teilen des Gebirges die allergrößte Verbreitung hat; das lehren schon unsere Erfahrungen aus dem äußersten Nordwesten, auch unser Anmarsch ließ uns bereits die Artemisiensteppe als den charakteristischen Vegetationstyp mit dem „Kontinentaler-Werden“ des Klimas erkennen.

Aber gleichzeitig mit dem Beginn der Steppenstufe erscheinen auch die verschiedenen Komponenten des Steppenwaldes; zunächst ist *Juni-*

perus semiglobosa zu sehen, später *Pinus Gerardiana* und — am Nanga Parbat in der Verbreitung zurücktretend — *Quercus Ilex*.

Ich rechne mit TROLL 1939, 154, diese Steppenwälder am Nanga Parbat zur Steppenstufe, ich bin bereits im äußersten Nordwesten ähnlich verfahren und glaube, daß wir damit den in der Natur gegebenen Tatsachen am besten gerecht werden, sind doch bei *Pinus Gerardiana* alle Übergänge vom einzelstehenden Baum bis zum geschlossenen Kiefernwald vorhanden, während dort, wo *Pinus Gerardiana* in der Höhe zurücktritt, sofort der feuchtere Nadelwald einsetzt. Auch physiognomisch besteht ein deutlicher Unterschied insofern, als *Pinus Gerardiana* gewundene, knorrigte Stämme und Äste auszeichnen, während der feuchte Nadelwald sich aus schlanken, hochwüchsigen Bäumen zusammensetzt (vgl. TROLL 1939).

Die Obergrenze der Artemisiensteppe ist nicht so einheitlich wie die der Wüstensteppe. Sie wechselt vielmehr außerordentlich mit der Exposition. In der Regel wird sie an N-exponierten Hängen vom feuchten Nadelwald in 2700—3000 m abgelöst. Diesen Wechsel können wir um das ganze Massiv herum beobachten: im Jalipur Gah, oberhalb Doian, im Dashkin Gah, im Mamocha Gah, im Harchu Gah, westlich Astor und am Chhugam-Kamm; bei Mushkin tritt der feuchte Nadelwald schon in 2300—2500 m auf. In S-Exposition reicht das Artemisiengesträuch allerdings viel weiter nach oben, da hier der feuchte Nadelwald meist ganz ausfällt; so erreicht die Artemisiensteppe im Rupal-Tal 4200 m, und auf der rechten Seite des Astor-Tales sind die Verhältnisse ähnlich TROLL 1939, 154.

Die wichtigsten Begleiter von *Artemisia maritima* sind: *Eurotia ceratoides* und *Kochia* sp. Stets wirken die mit *Artemisia* bestandenen Hänge wie fein getüpfelt, aber meist sind auch noch frischere und mehr dunkelgrüne „Tüpfel“ aufgesetzt: das sind die Holzgewächse, *Juniperus semiglobosa* oder auch die Fallaubbüsche, wie *Rosa Webbiana*, *Daphne oleoides*, *Ribes orientale*, *Colutea arborescens*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Lonicera*, *Sophora*, *Berberis*, deren Verteilung im einzelnen von der physikalischen Beschaffenheit des Bodens, insbesondere der Wasserführung, abhängt. Als besondere Variante auf Sandboden müssen wir *Astragalus* erwähnen, der auf den sandigen Alluvionen bei Gurikot auftritt TROLL 1939, 163—164.

Eine starke physiognomische Änderung der Artemisiensteppe macht sich dort bemerkbar, wo *Pinus Gerardiana* erscheint und zum Steppenwald überleitet TROLL 1939, 164. Schon im äußersten Nordwesten fiel uns auf, daß die Verbreitung von *Pinus Gerardiana* sehr unregelmäßig ist; diese Kiefer erscheint immer nur als ein Bestandteil der Steppenstufe. Am Nanga Parbat finden sich Wälder dieser Kiefer oberhalb Mushkin, bei Harchu unterhalb Astor und oberhalb Bulan; kleinere Bestände treten auf im Patro Gah, Jalipur Gah, im Rakhiot-Tal und auf dem W-Hang des Hattu Pir. NEVE 1913, 115 berichtet Vorkommen von *Pinus Gerardiana* mit *Juniperus* aus dem Seitental oberhalb Chilas.

Die *Pinus Gerardiana*-Bestände erreichen mit dem Feuchterwerden des Klimas oberhalb Gurikot ihr Ende; gegen den feuchten Nadelwald hin scheinen sie an Dichte zuzunehmen. Westlich Gurikot zeigt sich die Wir-

kung der Exposition recht deutlich, in dem *Pinus Gerardiana* die S-Seiten der Kämme, der feuchte Nadelwald die N-Seiten in gleicher Höhe besetzt hält. An der Ostseite des Beckens von Gurikot, wo die Kiefer mit der Artemisiensteppe selbst zu konkurrieren hat, erscheint *Pinus Gerardiana* nur in den schattigen Schluchten, während die besonnten Hänge der Artemisiensteppe überlassen bleiben TROLL 1939, 165.

Gegenüber der großen Verbreitung, die *Quercus Ilex* im äußersten Nordwesten hat, tritt sie im Bereich des Nanga Parbat zurück. Nur von oberhalb G o r, auf der rechten Seite des Indus-Tales, ist das Vorkommen der Steineiche, zusammen mit *Pinus Gerardiana* und *Juniperus semiglobosa* in einem gemischten Steppenwald, bekannt TROLL 1939, 153, 165. Zum Unterwuchs von *Artemisia maritima* gesellen sich hier auch Bestandteile einer feuchteren Variante der Steppenstufe, so *Thymus serpyllum*, *Nepeta*, *Ranunculus*, *Pedicularis* etc. Über ein weiteres Vorkommen von *Quercus Ilex* berichtet PAFFEN 1956 aus dem Thak Gah auf der linken Indus-Seite im Aufstieg zum Babusar-Paß.

Wo die Artemisiensteppe in Schattenlage bei 3000 m nicht unmittelbar in den feuchten Nadelwald übergeht — oder in Sonnenlage noch wesentlich höher bis in die subalpine und alpine Stufe aufsteigt, pflegt sie von 3000 m ab durch Triften und Wiesensteppen abgelöst zu werden TROLL 1939, 166. Die Verteilung zwischen Nadelwald und subalpiner Trift ist an der oberen Grenze der Steppenstufe sehr stark durch den Menschen beeinflusst; vielfach kann nachgewiesen werden — durch einzelne Exemplare von *Pinus excelsa* z. B. — daß diese subalpinen Triften sich auf Kosten des feuchten Nadelwaldes ausgebreitet haben. Es liegen aber umgekehrt keine Anzeichen vor, daß feuchter Nadelwald durch Zerstörung in Artemisiensteppe übergehen kann TROLL 1939, 166.

In ausgesprochener S-Exposition fallen feuchter Nadelwald, subalpiner Birkenwald und auch das alpine Weidengesträuch aus; hier geht dann *Artemisia* viel höher hinauf; ganz deutlich ist das im Rupal-Tal. Rupal-Tal, Rupal-Kamm und das Chichi-Tal bekommen dadurch eine klare Asymmetrie in der Vegetationsverteilung. Die Artemisiensteppe, die hier 4200 m erreicht, ist natürlich — der Höhenlage entsprechend — von anderer Zusammensetzung als die Artemisiensteppe tieferer Lagen. Es ist gleichsam eine subalpine Variante, in der *Juniperus semiglobosa* und *Ephedra Gerardiana* eine wichtige Rolle neben *Artemisia maritima* spielen TROLL 1939, 167.

Es muß noch erwähnt werden, daß auf den Schotterbänken des Astor-Flusses in der Höhenlage der Artemisiensteppe *Myricaria germanica* und *Hippophae rhamnoides* sehr verbreitet sind, zusammen mit Weiden, *Lonicera*, *Ribes*, *Berberis*, *Spiraea*, *Rosa*, *Pirus*, *Cotoneaster*, *Euonymus* und *Viburnum* TROLL 1939, 168.

Die Auflösung des Artemisiengürtels nach S zu beginnt bei Rattu im Aufstieg zum Kamri-Paß. Auf dem Riedel zwischen dem Mir-Malik-Tal und dem Kalapani-Tal, das zum Kamri-Paß führt, erscheinen in der Artemisiensteppe Wiesenflecken, in denen *Artemisia* nicht mehr vorkommt. Bald darauf finden wir *Artemisia* nur noch an den für sie besonders günstigen Standorten. Wir sind hier am Rande des

feuchteren Bereiches, der im Sommer viel stärkere Monsunregen bekommt als das dürre Steppengebiet um den Nanga Parbat TROLL 1939, 166.

Feuchte Gehölztypen ziehen sich rings um den Nanga Parbat in der entsprechenden Höhenlage. Ihre Verteilung im einzelnen unterliegt stark der Exposition, die in reinen S- und SW-Auslagen die Ausbildung der Typen überhaupt verhindern kann. Dann ist der feuchte Waldgürtel unterbrochen. Für SE-Exposition ist der Wald oberhalb Gor auf dem rechten Indus-Ufer bezeichnend mit seiner großen Ausdehnung der Nadelwaldstufe. So ist — je nach Richtung des Tales, Neigung der Hänge, Anordnung der Seitentäler — die Verteilung der Wälder sehr verschieden, was sich besonders im Verhalten der feuchten Typen bemerkbar macht TROLL 1939, 157.

Am einfachsten gewinnen wir einen Überblick am N-S verlaufenden Rakhiot-Tal. Wenn wir dieses Tal vom Indus her aufsteigen, durchwandern wir alle am Nanga Parbat vorkommenden Vegetationstypen, erst die Halbwüste oder Wüstensteppe bis 2000 m, dann die Artemisiensteppe bis 3000 m; es folgt der feuchte Nadelwald, und von 3600—3800 m schließt sich noch oben der subalpine Birkenwald an, der in die alpine Stufe übergeht — zunächst in ein Weiden- und *Rhododendron*-Gebüsch und dann in die Matten TROLL 1939, 157. Viel einseitiger ist die Verteilung der feuchten Wälder z. B. im Buldar- und Lichar-Tal, die NW-SE-Richtung haben oder auch im Jalipur-Tal und anderen. Das Astor-Tal zeigt unterhalb Astor die ganz einseitige Verteilung der Wälder in noch größerem Umfang: auf 25 km Länge hat das Tal eine bewaldete und eine unbewaldete Seite. Auch im einzelnen läßt sich bei gleicher Höhenlage immer wieder der Wechsel von Wald und Steppenhang erkennen. Übrigens sind auf der bewaldeten Seite des Astor-Tales die größten zusammenhängenden Waldungen des Nanga Parbat-Massivs überhaupt verbreitet TROLL 1939, 157.

Den schärfsten Expositionsgegensatz liefert aber das E-W verlaufende Rupal-Tal. Auf der S-Seite (N-Exposition) finden wir einen Saum von feuchtem Nadelwald von Rampur bis Rupal und dann oberhalb Rupal bis zur Gletscherzunge Birkenwald; die S-exponierte N-Seite des Tales zeigt auf der ganzen Strecke Artemisiensteppe. Und noch ein anderes, besonders klares Beispiel für die Verteilung der Vegetation nach der Exposition können wir im Chichi-Tal studieren, das den Gegensatz einer offenen SE-exponierten und einer bewaldeten Gegenseite hat, darüber hinaus aber die Schattenseite durch viele parallele Seitentälchen gegliedert zeigt, wodurch an dieser Seite fortwährend schattige Hänge mit Nadel- und Birkenwald abwechseln mit offenen Artemisiensteppen-Hängen TROLL 1939, 157.

Auch die Wirkung des Lawinenschnees macht eine normale Verteilung nach der Höhe unmöglich. Natürlich häuft sich der Schnee in den Rinnen in den feuchten Nadelwäldern an, und bleibt dort länger liegen, ganz abgesehen davon, daß schon wegen der mechanischen Wirkung diese Lawinengassen waldfrei bleiben. Aber die lokal verkürzte Vegetationszeit ermöglicht auch den Pflanzen höher gelegener Ve-

getationsstufen hier die Entwicklung, und so können wir ein allgemeines Herabsteigen der Vegetationsstufen in den Lawinengassen feststellen. Der Birkenwald erscheint in der Form von Umlegbirken, und wenn die Vegetationszeit sich noch mehr verkürzt, dann erscheinen auch das Weidengebüsch und die übrigen Vertreter der feuchten alpinen Stufe weit unterhalb ihrer gewöhnlichen Verbreitungslage TROLL 1939, 157. So treten im Wald über Mushkin und im unteren Gurikot-Tal Birkengehölze, die gewöhnlich erst in 3400—3500 m zu erwarten wären, schon in 2700 m auf, aber auch an anderen, besonders feuchten Standorten im Nadelwald, erscheint die Birke oberhalb Mushkin und Doian TROLL 1939, 158, 169.

Die Zusammensetzung der feuchten Nadelwälder des Nanga Parbat entspricht dem, was wir von diesem Typ bereits wissen: *Pinus excelsa*, *Picea morinda*, *Abies Webbiana* stellen die Masse der Bäume, dazu tritt noch *Juniperus semiglobosa*. Oberhalb Mushkin handelt es sich um reine *Pinus excelsa*-Bestände. Oberhalb Gor ist *Juniperus semiglobosa* gut im Nadelwald vertreten in geraden, schön gewachsenen Exemplaren; dort, oberhalb Gor, ist die Birke nur lokal zu finden, und die subalpine Kampfzone des Waldes wird überwiegend von *Juniperus* getragen. *Abies Webbiana* ist diejenige unter den Bäumen des feuchten Nadelwaldes, die am meisten Feuchtigkeit vertragen kann — deshalb verliert sie sich schnell im trockenen Astor-Tal und ist gegen Doian bereits verschwunden TROLL 1939, 170.

In dem besonders schattigen P a t o r o - T a l findet sich ein vereinzelter Standort von *Taxus baccata* TROLL 1939, 170.

Den U n t e r w u c h s des Nadelwaldes bilden Kräuter; Bartflechten fehlen. Eine Besonderheit sind die „B l a t t w i e s e n“ von *Bergenia ligulata* an steilen, schattigen Hängen in N-Exposition mit felsigem Untergrund TROLL 1939, 170.

Der Eingriff des Menschen in den Nadelwald ist bedeutend; Sommer-siedlungen und sommerlicher Rodungsanbau sind verbreitet; die vielen künstlichen Wiesen im Nadelwald, auch die „Märchenwiese“ am Rakhiot-Gletscher, zeugen von menschlicher Tätigkeit TROLL 1939, 169.

Die W a l d g r e n z e wird in 3800—3900 m von der Birke gebildet; mit großer Gleichmäßigkeit wird die Birke von *Sorbus aucuparia* und *Salix Wallichiana* begleitet. Im obersten Rupal-Tal gehen die Vorposten der Birke bis gegen 4150 m hinauf. Aber *Juniperus semiglobosa* steigt als Waldgrenzbildner noch höher, bis 4250 m, und ist damit auch der am höchsten steigende Vertreter des Steppenwaldes. Im übrigen tritt bei Auflockerung des Birkenwaldes eine starke Durchmischung mit der feuchten alpinen Stufe ein TROLL 1939, 168—170.

Auch in der alpinen Stufe ist noch die Wirkung der Exposition zu spüren, Weiden- und Rhododendrongebüsch ist in S-Exposition nicht entwickelt. Dort finden wir dafür *Juniperus semiglobosa*, *J. nana* und *J. squamata*. Überall läßt sich studieren, daß die starken Einwirkungen der Strahlungsexposition auf den Sonnenseiten bis in große Höhen vereinheitlichend und ausgleichend wirken, während dafür in Schattenlage eine umso schärfere und klarere Abstufung der subalpinen und alpinen Gehölzgürtel auffällt TROLL 1939, 172.

An den schattigen Hängen ist *Salix hastata* als Zwergstrauch oder größerer Busch verbreitet, auch *Rhododendron hypenanthum* ist dort zu finden; *Juniperus nana* und *J. squamata* ersetzen — teppichartig dem Boden anliegend — die Weiden auf den sonnigen Hängen; meist sind sie fleckenhaft verstreut, und in den Zwischenräumen findet dann *Ephedra Gerardiana* zusagende Standorte, während weiter unten *Artemisia maritima* an den Zusammenhang mit der Steppenstufe erinnert. Die Legwächolder sind jedoch nicht nur an die Sonnenseite gebunden, sie sind auch in der Stufe des feuchten Nadelwaldes verbreitet und bilden an Stellen, wo der Wald aufgelöst ist, gemischte Bestände mit *Betula*, *Sorbus* und anderen.

Die oberste Gehölzstufe, wenn man so sagen will, bilden Zwergspaliersträucher, wie *Polygonum affine* oder *Salix flabellaris*.

Zu den wichtigsten Bestandteilen der blumenreichen Matten gehören

Iris Hookeriana, *Lloydia*, *Aquilegia juncunda*, *Trollius acaulis*, *Pulsatilla Wallichiana*, *Ranunculus hirtellus*, *Anemone rupicola*, *Thlaspi*, *Draba*, *Corydalis*, *Sibbaldia cuneata*, *Potentilla argyrophylla*, *Polygonum viviparum*, *Nepeta*, *Thymus serpyllum*, *Pedicularis bicornuta*, *Taraxacum*, *Chrysanthemum*, *Myosotis*, *Mertensia primuloides*, *Saussurea sorocephala*, *Aconitum rotundifolium*, *Saxifraga flagellaris*, *Geranium pratense*, *Cicer soongaricum*, *Astragalus*, *Oxytropis*, *Rhodiola*, *Pleurosperum stylosum*, *Trachydium Roylei*, *Androsace septentrionalis*, *Primula nivalis*, *Pirola rotundifolia*, *Aster flaccidus*, *Cousinea Thomsoni*, *Leontopodium leontopodium*

und unter den Gräsern

Cobresia, *Phleum alpinum*, *Poa alpina*, *Festuca alatavica*, *Festuca ovina*, *Luzula spicata*. TROLL 1939, 173—175.

Die üppigste Entwicklung pflanzlichen Lebens in der alpinen Stufe des Nanga Parbat bildet das Gebüsch von *Salix hastata*, in dem sich auch stets ein üppiger Staudenwuchs findet, der z. B. im *Rhododendron*-Gebüsch fehlt TROLL 1939, 175.

Auf den sonnigen Hängen in der alpinen Stufe spielt *Ephedra Gerardiana* eine überragende Rolle TROLL 1939, 175.

Ab 4400—4500 m hört die Geschlossenheit der Pflanzendecke allmählich auf. Die Schneegrenze liegt zwischen 4600—5000 m, im S etwas tiefer als im N, in den Randgebieten etwas tiefer als im Kern der Massenerhebung. Sicher kommen auch noch weit über 5000 m Gefäßpflanzen auf den S-Hängen des Massivs vor, die wegen ihrer Steilheit keine Schneedecke tragen TROLL 1939, 176.

Über die nähere Umgebung des Nanga Parbat — außerhalb des Kartenblattes TROLL 1939 — müssen noch folgende Angaben berücksichtigt werden:

indusabwärts ziehen sich auf beiden Seiten feuchte Nadelwälder in der Höhe oberhalb der Steppenstufe entlang, in Chilas auf dem linken Ufer des Indus werden sie wieder in der Hauptsache von *Pinus excelsa* und *Abies Webbiana* gebildet, mit Haselnuß und dornigen Sträuchern im Unterwuchs NEVE 1913, 111. Der Nadelwald wurde auch im Aufstieg zum Babusar-Paß von Thak bis Uttar Babusar festgestellt, wo der Wald von der alpinen Stufe mit *Juniperus* abgelöst wird PAFFEN 1956.

Auf der rechten Seite des Indus stehen in den Tälern, die der Khanbari entwässert, herrliche Wälder feuchten Nadelwaldes; im Darel-Tal erhöht *Cedrus Deodara* noch die Schönheit der reichen Bestände. Von Nyachut, im oberen Darel-Tal inmitten großartiger Wälder gelegen, sagt Sir AUREL STEIN: „I felt as if transported to Sindh or some other big side valley of Kashmir“ (STEIN 1913, 152; 1916, 106). Auch aus dem oberen Satil-Tal sind Nadelwälder und alpine Stufe bekannt STEIN 1916, 106.

In den breiteren Abschnitten des Khanbari-Tales fand STEIN 1916 alte Anbauterrassen, die teilweise wieder vom Walde eingenommen waren. Genug Wasser für künstliche Bewässerung scheint vorhanden; die klimatischen Bedingungen sind wohl hier günstiger als indusaufwärts am Nanga Parbat STEIN 1913; 1916.

Im Anschluß an das Kartenblatt des Nanga Parbat nach N findet sich der feuchte Nadelwald oberhalb Gilgit wieder in N-Exposition PAF-FEN 1956, und auch auf der linken Seite des Indus aufwärts der Mündung des Astor-Flusses, dort aber nur in sehr aufgelösten kleinen Beständen in den Nebentälern; das Gegenstück dazu zeigt sich in den Nebentälern der S-Abdachung des Karakorum FOUNTAINE 1942, SCHOMBERG 1947, II, wo die letzten Standorte des Nadelwaldes mit *Pinus excelsa* bis in die Landschaft Rondu hinein verfolgt werden können THOMSON 1852, 256, 257; 465.

Es bleibt noch, ein Wort über die Vegetationsverhältnisse südlich des Kartenblattes in Richtung auf die Hauptkette zu sagen; Angaben darüber finden wir in den Tagebüchern TROLL's 1937.

Wenn wir durch das Astor-Tal und weiter durch das Rupal-Tal aufsteigen, so deutet sich zwischen Chhugam und Rattu ein Wechsel in der Vegetation an, der ab Chhugam immer deutlicher in Erscheinung tritt. Bei 2800—3000 m geht die Artemisiensteppe in subalpine Triften über, deren Hauptbestandteile *Nepeta* und *Scabiosa* sind, die in dieser Höhe am Nanga Parbat selbst fehlen. Dazu kommen im Tal üppigste Bewässerungswiesen. Die Entwicklung der Anbaufrüchte ist weit zurück gegenüber den Verhältnissen am Nanga Parbat in gleicher Höhenlage. Der feuchtere Süden ist gegenüber dem trockeneren Norden in dieser Hinsicht benachteiligt.

Talaufwärts bis Pain Darle steht Nadelwald in N-Exposition mit *Pinus excelsa* und *Abies Webbiana*, weiter talauf tritt die Birke in den Vordergrund, bleibt aber bis oberhalb Kalapani mit Koniferen gemischt. Oberhalb Chherikadal sind alle Hänge mit grünen Matten überzogen, stellenweise noch unterbrochen von Birken und auch Nadelwald. In sonnenigen Lagen erscheinen einige Exemplare von *Juniperus macropoda* den Matten „aufgesetzt“. Alle die Pflanzen, die bei Rattu nur in den feuchten Bewässerungswiesen zu sehen waren, sind jetzt hier in der Höhe flächenhaft über die Hänge verbreitet. Die ungewöhnlich starken Regen, die TROLL 1937 von Kalapani berichtet (Ende Juli), waren offensichtlich keine Ausnahme. Auch scheint die uns vom Nanga Parbat her so geläufige Wirkung der Exposition hier aufgehoben: bei Kalapani sind auch in S-Exposition Koniferen, Birken und Matten verbreitet, und nur eine leichte Dif-

ferenzierung macht sich insofern bemerkbar, als die Sonnenhänge mehr Grasmatten zeigen und die Schattenhänge von Birkenwald und Hochstauden vorgezogen werden. Der K a m r i - P a ß (5510 m) wird von der feuchten alpinen Stufe beherrscht TROLL 1937, auch KAPOOR 1951.

Aus diesen Angaben geht hervor, daß wir oberhalb R a t t u in ein anderes, feuchteres Klimagebiet eintreten. Es ist vor allem wichtig festzuhalten, daß die H a u p t k e t t e hier nicht der K l i m a s c h e i d e entspricht und die Niederschläge noch weiter nach N reichen TROLL 1937; 1938, I und II; 1939.

3. H a z a r a u n d K a g h a n - T a l.

Das Profil und die Behandlung des Nanga Parbat haben uns eine Einführung in die Vegetationsverhältnisse im NW gegeben. Wir müssen nun die Verhältnisse im einzelnen verfolgen und beginnen mit der Landschaft H a z a r a, zwischen Indus, Jhelum und Kaghan gelegen.

Die D o r n b u s c h s t e p p e ist auch hier die natürliche Vegetation der Ebene und des Gebirgsrandes: am Indus bei Attock, am Fuß des Gebirges entlang beiderseits des Hurro — überall finden wir Bestände von *Acacia modesta*, *Acacia catechu*, *Acacia Jacquemontii*, *Rottlera tinctoria*, *Capparis spinosa*, *Capparis aphylla*, *Adhatoda vasica* usw. — also im wesentlichen dieselben Elemente, die auch die Dornbuschsteppe um Peshawar kennzeichnen, worauf STEWART 1867 ausdrücklich hinweist. Bei Hassan gewinnen *Zizyphus jujuba* und *Calotropis procera* größeren Einfluß auf das Vegetationsbild STEWART 1867, VIGNE 1842.

Je weiter wir nach N vorrücken, d. h. ansteigen, desto mehr beginnt die Herrschaft an *Dodonaea viscosa* und *Olea cuspidata* überzugehen. Dieser H a r t l a u b w a l d von *Dodonaea* und *Olea* besitzt bedeutende Ausdehnung in Hazara bis zum Jhelum hin, zumindest war er von Natur aus sehr verbreitet, wie nach den restlichen Vorkommen geschlossen werden kann.

Aus dem I n d u s - T a l ist der Hartlaubwald besonders vom Hazara-Ufer bekannt VIGNE 1842, südöstlich Attock sind in den Kala Chitta-Bergen größere Bestände des Hartlaubwaldes anzutreffen PARKER 1924, I; COVENTRY 1929; CHAMPION 1936, 211; ferner werden Vorkommen von Sherwan, Bojdarrah, aus dem Tal des Pakhli und aus der Umgebung von Abbotabad berichtet STEWART 1867; doch sind auch die östlich gelegenen Gebiete, weit über das durch das Profil (II) angedeutete Maß hinaus, durch bedeutende Flächen des Hartlaubwaldes ausgezeichnet, die sich bis zum Austritt des Jhelum in die Ebene und besonders auch in den Kahuta-Bergen finden TROUP 1916; PARKER 1924, II; COVENTRY 1929.

Das Vorherrschen von *Dodonaea viscosa* hängt zweifellos mit der großen Regenerationsfähigkeit dieser Pflanze zusammen und auch mit dem Umstand, daß sie nicht unter Beweidung zu leiden hat PARNELL 1920.

Östlich von A b b o t a b a d gehen die Bestände von *Dodonaea* und *Olea* in den *Pinus Roxburghii* - W a l d über, der auf der Höhe von Thandiani durch einen Wald aus *Quercus incana*, *Picea morinda*, *Pinus excelsa*, *Juglans regia*, *Taxus baccata* etc. abgelöst wird STEWART 1867. Wir erkennen in diesem Mischwald die nördliche Fortsetzung des E i c h e n - K o n i -

feren-Mischwaldes von Murree. Dieser Mischwald scheint sich auch schon auf den Höhen westlich von Abbotabad anzudeuten, auf denen STEWART 1867 u. a. *Quercus incana* und *Ilex dipyrrena* feststellen konnte.

Die Berge, die Hazara im N einschließen (Siran-Kette), tragen auf den S-Flanken dagegen eine andere Vegetationsfolge; zwar folgt auf den *Dodonaea-Olea*-Wald ebenfalls die *Pinus Roxburghii*-Stufe, doch wird diese in der Höhe durch *Pinus excelsa* und weiter nach Osten, zum Kaghan hin, auch durch *Cedrus Deodara* abgelöst; der Gesamteindruck dieses Waldes entspricht mehr dem feuchten Nadelwald des NW-Himalaya. Die vertikale Ausbreitung der *Pinus Roxburghii*-Stufe in Hazara liegt in N-Exposition zwischen 1000—2000 m; in S-Exposition dagegen erscheint die Kiefer oft erst bei 2000 m Höhe.

Interessante Expositionenunterschiede werden auch von Gurhi, nw Muzaffarabad, angegeben: NE-exponierte Hänge tragen schöne Bestände von feuchtem Nadelwald mit *Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara* und *Taxus baccata*, die SW-Exposition ist entweder ganz kahl oder zeigt nur einen Bewuchs von *Plectranthus rugosus* STEWART 1867.

Wir treten in das K a g h a n - T a l ein. An den unteren Hängen begleiten uns beiderseits bis Balankot Wälder von *Pinus Roxburghii*, darüber liegt auf beiden Seiten der feuchte Nadelwald. Bei Kawai verläuft das Tal vorübergehend NE-SW, sofort zeigt sich auch ein Unterschied in der Vegetation der beiden Hänge: in der NW-Exposition steigen die Wälder fast aus der Talsohle heraus auf mit *Pinus Roxburghii* als unterster Stufe, auf dem SE-exponierten Hang breitet sich die Artemisiensteppe aus und wird erst in der Höhe vom Nadelwald abgelöst — wir erinnern uns dabei an die Verhältnisse im Tal der Kishanganga! Bei Parus bereichern Zedern die Zusammensetzung der Wälder; sie kommen bis an den Fluß herab. Weiter aufwärts gibt das Tal erneut Gelegenheit zur Ausbildung von N- und S-exponierten Hängen mit der bereits geschilderten Wirkung.

Unterhalb Kaghan ist mit *Aesculus (indica?)* eine schöne Laubwaldbeimischung im Zedernbestand auffällig PAFFEN 1956. Während nach den Berichten von PAFFEN 1956 oberhalb Kaghan keine Zedern mehr im Kaghan-Tal auftreten, werden sie noch von CLEGHORN 1864 (Karte) und STEWART 1867 bei Narang verzeichnet — das würde also auf eine beträchtliches Zurückweichen der Zedernbestände hinweisen. Oberhalb Narang verbreitert sich das Tal, und es tritt ein deutlicher Landschaftswechsel ein. Der Talverlauf ist wieder E-W, N- und S-Exposition treten sehr klar in Erscheinung; in der N-Exposition beobachten wir das Ausklingen der letzten Waldbestände, erst der Laub- und dann auch der Nadelbäume; bei 3500 m, östlich Butakundi, ist die Waldgrenze erreicht — darüber dehnt sich die alpine Stufe. In der S-Exposition breitet sich die Artemisiensteppe aus, die nach oben — ohne daß dazwischen eine Waldstufe aufträte — in die feuchte alpine Stufe übergeht. Auch im Tal selbst steigt die Artemisiensteppe noch ein Stück weit aufwärts, bis sie auch hier durch die alpine Stufe abgelöst wird, die sich — unterbrochen nur durch *Juniperus*-Gebüsch — bis zum Babusar-Paß hinaufzieht (4171 m). CLEGHORN 1864; STEWART 1867; ANGWIN 1930; GYR 1949, 16; „KAGHAN TAL“ 1954; PAFFEN 1956.

4. Kaschmir.

Wir haben das Becken von Kaschmir bereits mit unserem Profil geschnitten. Das Becken mit seiner Umrandung ist aber ein so geschlossener und wichtiger Raum, daß wir im einzelnen und im Zusammenhang zur Kenntnis nehmen wollen, was uns über die Vegetationsverteilung dieses Gebietes bekannt ist.

Das Becken von Kaschmir umfaßt die größte der Beckenlandschaften des Himalaya, es ist das größte der Duns. Mit einer Länge von 140 km, bei 35—40 km Breite und bei einer mittleren Höhe von 1600 m liegt das Becken im NW-SE-Streichen zwischen den Ketten des Pir Panjal, der bis 4553 m aufsteigt, und der Hauptkette des Himalaya, genauer gesagt dem Haramukh, 4876 m. Das Innere des Beckens ist Kulturlandschaft, von natürlicher Vegetation kann nicht mehr die Rede sein, bis auf ein so lokales Vorkommen, wie der noch von THOMSON 1852, 289 berichtete Bestand von *Pinus excelsa* und *Betula utilis* bei Masterwan in der Nähe von Avantipura. Die Umrandung des Beckens — und auf diese kommt es uns hier im besonderen an — ist vegetationskundlich einigermaßen gut bekannt.

Wir beginnen im N. Das Lolab-Tal ist durch seine Zedernbestände auf den N-exponierten Hängen ausgezeichnet. Die Zedern bevorzugen das Haupttal, während sich *Pinus excelsa* in die trockeneren Seitentälchen zurückzieht MOORCROFT 1841, 2. Band, 236; SHER SINGH 1929.

Das Tal der Kishanganga haben wir bei der Verfolgung des Profils (II) bereits kennengelernt TROLL 1937; auch DUTHIE 1894; KAPOOR 1951; übereinstimmend wird auf die ausgedehnten Artemisienhänge bei Gurais und Koragbal hingewiesen. Am linken Quellfluß des Burzil, an dem entlang der Weg von Gurais nach Dras führt, ist bei Battakulun *Hippophaë rhamnoides* und *Ephedra Gerardiana* häufig, die auch von TROLL 1937 schon aus dem Burzil-Tal berichtet und als Zeichen für das „Kontinentaler-Werden“ gedeutet wurden DUTHIE 1894.

Durch das Sindh-Tal führt der Weg zum Zoji La, dem wohl am meisten begangenen Paß des Himalaya. Die Verhältnisse im Sindh-Tal sind seit den Reisen THOMSON's gut bekannt 1852, 269—275. Am Eingang in das Tal, bei Ganderbal, sind die Ausläufer der Berge gegen das Becken von Kaschmir und die unteren Lagen der S-exponierten Hänge mit dem „Kaschmir-Busch“ bestanden, den wir vom Aufstieg zum Tragbal-Paß her kennen TROLL 1937. Dieser Busch oder Buschwald bleibt talauf an den S-exponierten Hängen herrschend, besonders *Fothergilla involu-crata* ist gelegentlich sehr stark verbreitet. Vermutlich geht im Verlauf des Sindh-Tales der Kaschmir-Busch in die Artemisiensteppe über, ohne daß wir darüber genauere Nachrichten haben. Ganz anders auf der gegenüberliegenden Talseite! Hier herrscht tiefer, dunkler Nadelwald, der in üppiger Zusammensetzung beginnt: *Picea morinda*, *Abies Webbiana*, *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, *Cedrus Deodara* und *Juniperus* bilden den Bestand; aber auch laubwerfende Species sind verbreitet, meist in Nähe der Wasserläufe, und geben den düsteren Nadelwäldern lokal ein freundlicheres Aussehen.

Populus, Salix, Corylus, Viburnum etc. müssen genannt werden. Ab G a g a n g i r wird der Wald merklich lichter, bei S o n a m a r g ist der Bestand nur noch recht schütter, doch ist auch weiterhin der gesamte Wald auf die N-exponierte Hangseite konzentriert. Die Verhältnisse entsprechen also sehr denen im Tal der Kishanganga, nur dadurch, daß das Sindh-Tal im ganzen von E nach W verläuft, erscheinen die Expositionen unterschiede noch viel deutlicher. Mit dem Anstieg zum Z o j i L a ist endlich auch die Waldgrenze erreicht; *Pinus excelsa* hat bis hierher durchgehalten, nun tritt die Birke vorübergehend die Herrschaft an, bis auch sie von der alpinen Stufe abgelöst wird (vgl. POLUNIN 1956—1957).

Alle Reisenden, die den Z o j i L a gequert haben, sind von dem W e c h s e l d e r L a n d s c h a f t, der mit der Querung der Hauptkette verbunden ist, beeindruckt THOMSON 1852, 269, 451; VON UJFALVY 1884, 262; NOVITZKY 1904; OESTREICH 1906, 42, 44, 45, 49; 1909; TRINKLER 1930, 15—16; VISSER 1935—1938, 282; DE TERRA 1940, 35, 39.

Das oberste Sindh-Tal bei B a l t a l ist nochmals mit ganz besonders gutem und reichlichem Wald geziert THOMSON 1852, 452, 453; *Pinus excelsa* und *Populus ciliata*, sowie *Salix* und *Betula* finden sich dort; *Pinus excelsa* aber leidet unter dem Befall von *Arceuthobium minutissimum* DUTHIE 1894.

Im L i d d a r - T a l beginnen Busch und Wald erst kurz vor Aishmakam. Auch hier wieder sind die S-exponierten Hänge kahl, während die N-exponierten Hänge den feuchten Nadelwald tragen. Meist beginnt dieser Nadelwald in der Talsohle mit einem Laubmischwald, und diese L a u b w a l d k o m p o n e n t e im feuchten Nadelwald ist typisch für die üppigeren Wälder um das Becken von Kaschmir herum und stehen in einem gewissen Gegensatz zu den bedeutend ärmeren reinen Nadelwäldern der inneren Täler oder auch der Nadelwälder jenseits der Hauptkette. Am Nanga Parbat z. B. kann nicht mehr von einer Laubwaldkomponente im Nadelwald gesprochen werden. Deutlich findet so im Vorhandensein oder Fehlen der Laubbäume die h o r i z o n t a l e Gliederung des feuchten Nadelwaldes ihren Ausdruck.

Im L i d d a r - T a l kommen an L a u b b ä u m e n vor: *Aesculus indica*, *Acer caesium*, *Prunus*, *Crataegus*, *Celtis australis*, *Ulmus Wallichiana*, *Carpinus viminea*, *Corylus colurna*, *Fothergilla*, *Syringa* und Weiden. Zwischen 1900 und 2100 m tritt der Nadelwald in der bekannten Zusammensetzung die volle Herrschaft an, die er bis 2700 m und noch höher hinauf behauptet. *Picea morinda*, *Abies Webbiana*, *Pinus excelsa*, *Taxus baccata* und *Juniperus* sind wie üblich verbreitet, *Cedrus Deodara* dagegen fehlt hier*). Talauf bei P a h l g a m besteht der Nadelwald aus *Pinus excelsa* und *Picea morinda*; erstere ist übersät mit *Arceuthobium minutissimum*. In feuchten Schluchten findet sich hier oben auch noch *Juglans regia*. Aber auf den S-exponierten Hängen wächst zunächst nichts anderes als

*) Nach BENNETT 1956, 221 ‚cedar‘ im westlichen Liddar-Tal oberhalb Arau vorhanden.

ein Buschwerk von *Cotoneaster*, *Lonicera*, *Plectranthus*, *Indigofera*, *Berberis*, *Spiraea*, *Rosa*, *Fothergilla*, *Artemisia*, dazu Gras und Kräuter. Das ist wieder der Kaschmir-Busch, der hier in recht charakteristischer Zusammensetzung die von ihm bevorzugten S-exponierten Hänge besetzt hält. Auf dem Wege zum Margan-Paß hört der Wald bei 2700 m oder wenig mehr auf, und in seltener Reichhaltigkeit setzt die alpine Matte ein. *Salvia*, *Podophyllum*, *Fritillaria*, *Iris*, *Meconopsis*, *Corydalis*, *Lonicera*, *Juniperus* sind in der unteren Hälfte verbreitet, in den oberen Lagen treten *Aster*, *Macrotomia*, *Polygonum*, *Rheum*, *Pedicularis*, *Aquilegia* etc. auf. Bei 3300 m ist der ganze Hang mit *Rhododendron campanulatum* bedeckt, und in unmittelbarer Nähe am Bach steht dicht gedrängt *Primula denticulata*. In 3600 m ist ein wenig ausgedehntes Birkenwäldchen zu sehen. *Juniperus* ist dagegen im oberen Masjid-Tal sehr verbreitet. Auf der Höhe des Margan-Passes, 3450 m, überrascht die alpine Matte erneut durch ihre üppige Zusammensetzung; *Trollius*, *Gentiana*, *Sisymbrium*, *Primula* fallen besonders auf. Jenseits des Passes fällt der Hang steil zum Wardwan-Tal hin ab. Der Gegensatz zwischen dem Reichtum der Blütenpflanzen auf der W-Seite des Passes und der dünnen Grasnarbe der Hänge östlich des Passes ist erstaunlich DUTHIE 1894; 1898; MEEBOLD 1909; STEWART 1951; vgl. auch POLUNIN 1956—1957.

Beginnen wir nun im Süden den Aufstieg aus dem Becken von Kaschmir heraus, um den Pir Panjal zu queren! Hier begegnet uns der Kaschmir-Busch in den unteren Lagen auch in N-Exposition. Nach oben schließen sich Laubwaldbestände an mit *Acer*, *Prunus*, *Aesculus*, *Ulmus*, *Corylus* und *Betula*, die nach oben zu immer mehr in reinen Nadelwald übergehen; wieder sind *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, *Picea morinda* und *Cedrus Deodara* die Träger des Bestandes. Bei 3000 m wird die Waldgrenze erreicht, die aber in dieser Höhe nicht der Höhengrenze entspricht, wie bereits THOMSON 1852, 297—298 betont. Wo immer S-Exposition sich einstellt, ist der Hang kahl und nicht einmal Busch darauf zu sehen.

Jenseits des Banihal-Passes, also auf der S-Seite des Pir Panjal im Abstieg nach der nordindischen Ebene, scheint im ersten Augenblick noch kein großer Wechsel eingetreten zu sein; die offenen Hanglagen sind von gleicher oder noch größerer Dürftigkeit als die dem Kaschmir-Becken zugekehrten S-Hänge. Sobald wir aber die tief eingeschnittenen Seitentäler betreten, bekommen wir einen anderen Eindruck: der Wald ist üppig und in der Zusammensetzung gänzlich anders als auf den dem Becken von Kaschmir zugekehrten Hängen. Die verschiedenen *Quercus sp.* bestimmen den Vegetationscharakter; dazu kommen eine große Menge von Laubbäumen, wie *Aesculus indica*, *Ulmus*, *Prunus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Celtis*, *Populus*, *Salix*, *Morus*, *Fothergilla*; immer wieder ist der Wechsel zwischen den steilen, kahlen Hängen und den tief eingeschnittenen, üppig bewaldeten Schluchten von großem Reiz. Oberhalb Nasmon erkennen wir im Wald *Rhododendron arboreum* und *Pieris (Andromeda) ovalifolia* — zwei ganz charakteristische Vertreter des Eichen-Koniferen-Mischwaldes. Auf der Höhe zeigen sich *Abies* und *Cedrus Deodara*, und beim Ort Nasmon selbst begegnen wir den ersten über den Hang ver-

streuten Exemplaren von *Pinus Roxburghii*. Interessant ist auch der Hinweis von THOMSON, daß all die Vertreter des Eichen-Koniferen-Mischwaldes, die am Pir Panjal die tiefen, feuchten Schluchten aufsuchen, bei Simla gerade auf den exponierten Hängen und trockeneren Standorten zu finden sind THOMSON 1852, 300—302.

Im Tal des Chenab bei Nasmon treffen wir unterhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe wieder die Leitpflanzen des Hartlaubwaldes, wie *Olea cuspidata*, *Nerium Oleander*, dazu *Adhatoda vasica*, *Vitex negundo*, *Rottlera tinctoria*, *Colebrookia*, *Acacia modesta*, *Bauhinia variegata*, die im Tal des Chenab bis 1200 m und noch höher hinaufsteigen THOMSON 1852, 303, 305. Im Anstieg zur nächsten Kette passieren wir zunächst wieder lockere Bestände von *Olea cuspidata*, *Zizyphus jujuba*, auch *Punica granatum*, denen Gruppen von *Pinus Roxburghii* nach der Höhe zu folgen. Oberhalb Balota erscheint Eichenwald, verkrüppelt — wahrscheinlich als Folge des Schneitels, doch allmählich gewinnt der Wald ein besseres Aussehen. Die Eichen machen einen kräftigeren und gesünderen Eindruck, bis sie schließlich in einen dunklen Eichen- und Koniferenwald übergehen mit *Abies*, *Taxus* etc. Diese Mischung von Eichen und Koniferen, insbesondere von *Quercus semecarpifolia* und *Abies Webbiana*, beherrscht gerade auch die höchsten Lagen der S-Exposition. Abwärts 2400 m finden wir überall Kulturland in den Wäldern eingestreut; mehr und mehr bleibt der Wald ganz zurück, die Nähe der Siedlung macht sich bemerkbar. Oberhalb Mir sind die Hänge wieder ganz offen und kahl; der Wald hat sich wieder völlig auf die Schluchten zurückgezogen, *Rhododendron arboreum* und *Pieris ovalifolia* sind häufig. Jenseits der Höhe, nun wieder in S-Exposition, geht es durch Kiefernwald (*Pinus Roxburghii*) abwärts. Unterhalb Kirmichi, im Dun des Tawi, gleicht die Vegetation bereits völlig der Vegetation der Ebene. *Nerium Oleander* säumt die Wasserläufe. Auf den Hügeln südlich des Tawi findet *Pinus Roxburghii* bevorzugte Standorte, die der Ebene zugekehrten Hänge zeigen darunter den Dornbusch des Punjab mit *Acacia catechu*, *A. modesta*, *Zizyphus jujuba* etc. THOMSON 1852, 306—312.

Weiter westlich querte MOORCROFT den Pir Panjal und ging dann weiter zum Ratn Panjal; während des Aufstieges fielen ihm in den Wäldern *Taxus baccata*, *Ulmus*, *Aesculus* auf MOORCROFT 1841, 2. Band, 298.

Auf der N-Flanke des Pir Panjal südöstlich Baramula, liegt der bekannte Höhenluftkurort Gulmarg, eine Lichtung inmitten herrlicher Hochwälder von *Abies*, *Picea*, *Pinus excelsa*. Die Lichtung selbst ist als ein Paradies alpiner und subalpiner Hochstauden und Kräuter bekannt YOUNGHUSBAND 1924, I, 83; POLUNIN 1956—1957, 628—629.

Leider liegen im ganzen wenig genau lokalisierbare Angaben für die Vegetationsverteilung am Pir Panjal vor, aber schon aus diesen läßt sich die Verschiedenheit der beiden Flanken des Gebirgszuges erkennen. Desto mehr aber müssen uns auch die Verhältnisse in dem einzigen größeren Durchbruchstal interessieren, das der Pir Panjal aufweist. Das ist das Tal des Jhelum — wir lernten es bereits durch das Profil (II) kennen. Wir sahen den einschneidenden Wechsel bei Uri, der den Hartlaubwald von

Dodonaea und *Olea* verschwinden ließ und ebenso *Pinus Roxburghii* darüber und dann zum Nadelwald des nordwestlichen Himalaya überleitete TROLL 1937; COVENTRY 1929; YOUNGHUSBAND 1924, I, 178. Für das Jhelum-Tal ist somit derselbe deutliche Vegetationswechsel festzustellen, den wir auch für die Flanken des Pir Panjal erkannt haben.

Da es um lokalisierbare Angaben hier so schlecht bestellt ist, greifen wir auch gern auf die allgemein gehaltenen Angaben zurück (z. B. HOOKER - THOMSON 1855, 205—206 für Jammu). Natürlich können wir die Vegetationstypen der tieferen Lagen der Außenketten schon der Höhe wegen nicht im Becken von Kaschmir erwarten; das Fehlen des Dornbusches des Punjab und des Hartlaubwaldes bedarf also keiner weiteren Erklärung. Anders ist es mit *Pinus Roxburghii*, die nur die Außenhänge ziert und im Jhelum-Tal nur bis Uri vorkommt. Am meisten überrascht aber natürlich die grundsätzliche Verschiedenheit der temperierten Wälder, die auf der Außenseite des Pir Panjal Mischwälder von Eichen und Koniferen sind, während sie auf der N-Flanke, nach dem Gebirgsinneren zu, dem Typ der reinen Nadelwälder des nordwestlichen Himalaya zuzurechnen sind.

Kurz zusammengefaßt folgt also in S-Exposition am Außenhang des Pir Panjal auf die Dornbuschsteppe von 500—900 m der Hartlaubwald, von 900 bis mindestens 1700 m, oft aber auch bis 2000 m, *Pinus Roxburghii*, darüber der Eichen-Koniferen-Mischwald mit

Quercus incana, *Pinus excelsa*, *Quercus dilatata*, *Picea morinda*, *Quercus semecarpifolia*, *Cedrus Deodara*, *Rhododendron arboreum*, *Abies Webbiana*, *Pieris ovalifolia*, *Aesculus*, *Prunus*, *Acer* und vielen anderen,

der etwa bis 3000 m, mit den *Abies*-Beständen der höchsten Lagen aber auch noch sehr viel weiter aufwärts, reicht. Ab 3000 m stellt sich auch schon *Betula utilis* ein, die bei 3600 m die Waldgrenze bildet, zusammen mit einigen Exemplaren von *Abies*. *Juniperus* und *Rhododendron campanulatum* — oft gegliedert nach der Exposition, so daß *Juniperus* die S- und E-exponierten Hänge überzieht, *Rhododendron* die W- und N-exponierten — sind häufige Begleiter der Birke und reichen als Krummholzgürtel noch weit darüber hinaus bzw. gehen dann allmählich in die alpine Matte über, die bis 4200 m reicht — oder auch bis nahe an die Schneegrenze heran VON HÜGEL 1840; JACQUEMONT 1841, 3. Band, 169; HOOKER & THOMSON 1855, 205—206; DREW 1875; ROERO 1881, 1. Band, 81; GANZENMÜLLER 1887; TROUP 1916; SHER SINGH 1929, 1948; WRIGHT 1931; POLUNIN 1956—1957, 628—629.

Beispiele für das Vorhandensein des feuchten Nadelwaldes in der inneren Umrandung des Beckens von Kaschmir sind reichlich aufgeführt worden; wir haben gesehen, daß die Zusammensetzung der Nadelwälder um das Becken herum durchaus gleichmäßig ist. Gegenüber der Außenflanke des Pir Panjal aber fällt auf:

das Fehlen der wichtigsten Vertreter des Eichen-Koniferen-Mischwaldes: es fehlen sämtliche Eichen, es fehlt *Rhododendron arboreum*, es fehlt *Pieris ovalifolia* usw. THOMSON 1852, 297; COVENTRY 1929; WRIGHT 1931;

das Fehlen von *Pinus Roxburghii*;

die nur auf ganz wenige Standorte beschränkte Verbreitung von *Cedrus Deodara* auf der N-Seite des Pir Panjal, obwohl sie im Übergang zwischen Eichen-Koniferen-Mischwald und Nadelwald im Jhelum-Tal vorhanden und ebenso auch in den Tälern, die von der Hauptkette in das Becken herabführen, verbreitet ist.

Es werden dagegen auch im Kaschmir-Becken bzw. seiner Umrandung *Aesculus*, *Acer*, *Juglans*, *Corylus colurna*, *Betula* angetroffen, aber auch diese sind weitgehend auf N-Expositionen, feuchte Standorte (Schluchten!) oder die oberen Lagen des Nadelwaldes beschränkt.

Pinus excelsa und *Abies* sind in den Nadelwäldern des Beckens von Kaschmir dominant — *Pinus excelsa* in S-Exposition und *Abies* in N-Exposition bis auf 1900 m herab. Es sind bemerkenswert reine Bestände von *Pinus excelsa* und *Abies*, die der N-Flanke des Pir Panjal eigentümlich sind, die weder Unterwuchs, noch Dickichte von *Arundinaria* (wie häufig im Eichen-Koniferen-Mischwald), noch Kletterpflanzen kennen, auch das Fehlen von Farnen und Moosen ist recht auffallend VON HÜGEL 1840; GANZENMÜLLER 1887 u. a.

Zur Erklärung dieses Gegensatzes weist SHER SINGH 1929 darauf hin, daß die Neigung der N-Flanke des Pir Panjal sehr gering ist; daß die N-Exposition die Schneedecke länger hält (auch YOUNGHUSBAND 1924, I, 9) — aus der geringen Hangneigung folgt schlechte Entwässerung, und so ist leicht einzusehen, daß der Boden hier sehr feucht ist, feuchter jedenfalls, als der Zeder zuträglich; denn nur wo lokal sehr steile Hänge gegeben, da kommt auch die Zeder einmal auf der N-Flanke des Pir Panjal vor. Diese edaphischen Verhältnisse — sanfte Böschung, damit im Zusammenhang schlechte Drainage und schlechte Bodendurchlüftung — sind für die Zeder nicht geeignet, während *Abies* in ihrem Wachstum dadurch nicht beeinträchtigt wird HOON 1938; HOON & DHAWAN 1941.

Pinus excelsa und *Abies* ergänzen sich insofern gut, als *Abies* durchaus die feuchteren Lagen vorzieht, *Pinus excelsa* aber erst dort in den Vordergrund tritt, wo vom Monsunregen nicht mehr allzu viel bemerkbar ist. (Wir erinnern uns an das Dominieren von *Pinus excelsa* in den Nadelwäldern der inneren Täler des NW-Himalaya und jenseits der Hauptkette.)

Das Fehlen von *Pinus Roxburghii* und der wichtigsten Vertreter des Eichen-Koniferen-Mischwaldes auf der N-Flanke des Pir Panjal führt SHER SINGH 1929 auf klimatische Gründe zurück: Zurücktreten der sommerlichen Monsunniederschläge bei gleichzeitig wachsendem Anteil winterlicher Niederschläge (Schneefälle). Es ist klar, daß sich daraus grundsätzliche klimatische Unterschiede zwischen beiden Flanken des Pir Panjal ergeben müssen, noch dazu der Pir Panjal die erste hohe Kette des ganzen Gebirges von der Ebene her gesehen ist (vgl. auch Stationen Murree und Srinagar). Die Beobachtung, daß viele der Species des Eichen-Koniferen-Mischwaldes zur Samenkeimung gerade die Monsunregen benötigen (SHER SINGH 1929), ist ein Hinweis auf die unmittelbare Wirkung des Klimas auf die Vegetation.

5. Die Süd-Abdachung der Hauptkette des Himalaya von Kaschmir bis zum Sutlej.

Im folgenden fassen wir das Gebirge bis zur Durchbruchsschlucht des Sutlej im E in einem größeren Abschnitt zusammen und wenden uns zunächst der S-, später der N-Abdachung der Hauptkette zu. Da die Hauptkette in diesem Abschnitt überwiegend einen NW-SE-Verlauf nimmt, sind auch die Begriffe „Süd-“ und „Nord-Abdachung“ entsprechend weit zu fassen. Eine gewisse Schwierigkeit bietet das Durchbruchstal des Chenab (Chandra Bagha), da es den Zusammenhang der Zentralkette unterbricht und einen allmählichen Übergang der Vegetationstypen vermittelt. Wir setzen daher im Tal des Chenab die Grenze oberhalb Triloknath an, da von dort ab das Tal des Chenab übereinstimmend als „tibetischen Charakters“ beschrieben wird (z. B. auch WATT 1881, der von der Kette südlich des Oberlaufes des Chenab nach N bis zum Indus alles dem gleichen Landschaftstypus zuschreibt).

Die S-Abdachung der Hauptkette in diesem Abschnitt umfaßt somit das Flußgebiet von Chenab (ohne Oberlauf), Ravi und Beas.

Wir erinnern uns der Vegetationsabstufung der S-Flanke des Pir Panjal — weiter nach E finden wir in großen Zügen zunächst dieselbe Vegetationsanordnung. Sowohl im Tal des Chenab, wie auch in dem des Tawi, der kurz nach Austritt aus dem Gebirge in den Chenab mündet, und in den anderen Nebentälern steigen die charakteristischen Vertreter des Hartlaubwaldes auf, an den Flußläufen insbesondere *Nerium Oleander*. Im Chenab-Tal werden diese Species bis oberhalb der Einmündung des Butna bei Chatagarh gefunden, und sie zögern auch nicht, in das Butna-Tal aufzusteigen. Auch aus dem Ramnagar- und Dudu-Tal (Tawi-System) ist der Hartlaubwald bekannt THOMSON 1852, 317—319, 320, 324, 348; DREW 1875.

In der Höhe folgt auf den Hartlaubwald die *Pinus Roxburghii*-Stufe, deren Verbreitung in das Innere des Gebirges hinein aber schwierig festzustellen ist THOMSON 1852, 320.

Besser sind wir über das Vorkommen der Eichen-Koniferen-Mischwälder unterrichtet, die in typischer Zusammensetzung überall die Kiefer nach oben zu ablösen. *Quercus sp.*, *Rhododendron arboreum*, *Pieris ovalifolia* und andere Laubbäume beherrschen die unteren Lagen, während in den höheren Regionen *Quercus semecarpifolia* mit verschiedenen Nadelhölzern — *Pinus excelsa*, *Picea morinda*, *Abies* — den Bestand bilden. Auch spielt gerade wieder in der Höhenstufe des Mischwaldes die Exposition eine große Rolle; auf dem Wege nach Bhadarwar sind die N-exponierten Hänge mit schönen Zedernbeständen geschmückt — während die S-exponierten Hänge kahl sind. Am Padri-Paß, auf der Wasserscheide zum Ravi, sind die S-exponierten Hänge kahl und unbewaldet, während die N-Hänge üppige Mischwälder tragen.

Am Chenab sind auch aus der Umgebung von Kishwar Zedern in den unteren Lagen des Mischwaldes bekannt, die flußaufwärts allmählich

in N-Exposition, auf dem linken Ufer des Flusses, in den gemischten Nadelwald und in S-Exposition, auf dem rechten Ufer des Chenab, in reine Zedernwälder überleiten CLEGHORN 1864, 133; THOMSON 1852, 329, 333; STEBBING 1923, 1. Band, 433.

Kurz oberhalb Kishtwar mündet das Tal des Wardwan, von der Hauptkette herabkommend, in den Chenab; bereits aus dem unteren Wardwan-Tal wird der gemischte Nadelwald des West-Himalaya mit *Abies Webbiana* bis 3300 m angegeben SCHLAGINTWEIT 1872, 2. Band, 394, der sich durch das ganze Tal aufwärts erstreckt und dann, z. B. bei Suknes, in 3300 m durch Birkenwald mit *Salix* und *Pirus aucuparia* abgelöst wird MEEBOLD 1909. Die alpine Stufe darüber — wenn auch feucht-alpinen Charakters — unterscheidet sich von der alpinen Stufe der unmittelbaren Umgebung des Beckens von Kaschmir durch auffallende floristische Armut MEEBOLD 1909. Das Hochtal, das zum Hotkol-Gletscher führt, ist in 3600 m von Matten erfüllt. Vom Paß auf der Hauptkette offenbart sich der landschaftliche Gegensatz zwischen „diesseits“ und „jenseits“ der Zentralkette: diesseits hüllen grüne Matten alles unterhalb der Gipfel ein, jenseits herrschen gelbe, braune und rote Farbtöne vor MEEBOLD 1909.

Durch das Butna-Tal wird vom Chenab aus der Umasi La erreicht, der in 5294 m die Überwindung der Hauptkette ermöglicht. Ich deutete bereits an, daß bis in das untere Butna-Tal hinein der Hartlaubwald mit *Zizyphus jujuba*, *Punica granatum*, *Daphne* etc. aufsteigt THOMSON 1852, 248. Auch reicht der Eichen-Koniferen-Mischwald noch in dieses Nebental hinein, weicht aber dann schnell reinen Nadelwäldern. Der E-W-Verlauf des oberen Butna-Tales mit der Ausbildung einer N- und einer S-Exposition bringt nur in der N-Exposition Birkenwald zur Entwicklung, auf dem S-exponierten Hang findet sich nur alpine Matte. Auch im Aufstieg zum Umasi La passieren wir nochmals Birkenwald mit *Salix*; in der alpinen Matte sind Primeln besonders auffällig THOMSON 1852, 351.

Den Übergang vom Eichen-Koniferen-Mischwald zum reinen feuchten Nadelwald erkennen wir auch im Chenab-Tal selbst, wenn wir von der Einmündung des Butna-Tales dem Fluß weiter aufwärts folgen. Die Vegetationsstufung des N-exponierten Hanges zeigt von der Talsohle zum Sach-Paß hinauf erst *Cedrus Deodara*, dann *Pinus excelsa*, *Picea*, *Abies*, *Juniperus* — in dieser Reihenfolge — und in den oberen Lagen auch noch *Quercus semecarpifolia* mit *Betula* und *Prunus*; der subalpine Birkenwald ist mit *Betula utilis*-Beständen gut ausgebildet. *Salix* und *Rhododendron campanulatum* bilden den Unterwuchs. Die alpine Matte zeichnet sich durch *Primula denticulata* aus. Die Baumgrenze liegt an schattigen Standorten höher als an denen, die der Sonne ausgesetzt sind THOMSON 1852, 337—338.

Die Wirkung dieser südlich des Chenab-Oberlaufs sich hinziehenden Kette, die weiter im Eimrohtang-Paß häufig gequert wird und als ein Ausläufer der Hauptkette betrachtet werden muß und auch beträchtliche Höhe erreicht, auf das obere Chenab-Tal ist auffallend. Das zeigt

bereits der Übergang vom Eichen-Koniferen-Mischwald zum Nadelwald in N-Exposition, viel deutlicher aber und aufschlußreicher ist der Übergang des Hartlaubwaldes oberhalb der Einmündung des Butna in Steppenwälder; *Pinus Gerardiana* tritt in bedeutenden Vorkommen in S-Exposition auf THOMSON 1852, 347; DREW 1875 (für Padar); COVENTRY 1923; dazu treten zwischen Adhsari und Pargwahl größere Bestände von *Quercus Ilex* THOMSON 1852, 347, und die Zedern, die in N-Exposition aus dem Mischwald in den Nadelwald überleiten, bilden in S-Exposition auf dem rechten Ufer des Chenab von Sausai bis Triloknath, besonders in Flußnähe und in den Schluchten, reine Bestände, in denen sich gelegentlich auch einige Laubbäume (z. B. *Aesculus*) befinden. Sonst sind die S-exponierten Hänge kahl oder mit Gras oder Artemisiensteppe bewachsen. Allmählich erfolgt der Übergang zur alpinen Steppe, die die Hänge oberhalb Triloknath überzieht, während in der N-Exposition sich der Nadelwald noch bis gegen den Rohtang-Paß hin findet THOMSON 1852, 333; CLEGHORN 1864, 133; GANZENMÜLLER 1881; STEBBING 1923, 1. Band, 433.

So vollzieht sich im Tal des Chenab ganz allmählich der Übergang zur Vegetation des tibetischen Hochlandes; die Grundzüge dieses Überganges sind uns aus verschiedenen Quellen bekannt, doch fehlt eine geschlossene und eingehende Darstellung der Verhältnisse, wie sie uns für das Tal des Sutlej vorliegt (GORRIE 1933, I); THOMSON zieht wiederholt den Vergleich zwischen dem Durchbruchstal des Chenab und dem des Sutlej, und wie sehr dieser Vergleich berechtigt ist, werden wir bald selbst erkennen können.

Aus dem Flußgebiet des Tawi wird der Eichen-Koniferen-Mischwald von oberhalb Ramnagar und Pata angegeben THOMSON 1852, 320.

In den Außenhügeln zwischen Chenab und Ravi zeigt das Auftreten der verschiedenen Species von *Acacia* und *Zizyphus jujuba* die Fortsetzung der Dornbuschsteppe des Punjab nach Ean DREW 1875; GAMMIE 1898. Von Pathankote, wo der Ravi die Siwaliks verläßt, bis Dunera findet — trotz des Anstiegs — kein wesentlicher Wechsel in der Vegetation statt GAMMIE 1898. Dann leiten dichte Bestände von *Olea*, *Adhatoda vasica* etc. zum Kiefernwald (*Pinus Roxburghii*) über, in dessen Unterwuchs auch *Olea glandulifera*, *Mallotus philippinensis*, *Bombax malabaricum*, *Adhatoda vasica* vorkommen. Auf dem Wege von Dunera nach Dalhousie wird in der Höhe *Pinus Roxburghii* von feuchten Wäldern abgelöst, die zunächst mit *Quercus*, *Acer*, *Rhododendron arboreum*, *Aesculus* etc. und üppigem Unterwuchs von Farnkräutern auftreten. Um Dalhousie bereichern schöne Zedernbestände und auch andere Koniferen das Bild. Bei Kajjar überwiegen wieder die Laubbäume mit *Quercus*, Lauraceen, *Juglans*, *Acer* und vielen anderen GAMMIE 1898.

Zusammenfassend läßt sich die Vegetationsstufung der Dhauladharkette in diesem Abschnitt zwischen der Ebene und dem Oberlauf des Ravi folgendermaßen charakterisieren: die Dornbuschsteppe geht in den Hartlaubwald mit *Olea*, *Dodonaea*, *Acacia catechu*, *Grewia*, *Cassia*, *Pistacia* über; von 750 m ab kann die *Pinus Roxburghii*-Stufe gerechnet werden,

die bis 1000—1500 m herrschend bleibt (WATT 1881; PARKER 1924, I; JAIN & BHARADWAJA 1949; MAFFI 1949; 1950, 232, 234; ANTOLINI u. a. 1950; AHLUWAHLIA 1952 für Kangra); im W reicht der Kiefernwald zwischen Sherpur und Chamba am Hang auch in das obere Ravi-Tal hinein. In der Höhe geht *Pinus Roxburghii* in einem gemischten Bestand mit *Quercus incana* (so besonders oberhalb Bajnath östlich Palampur CHANDRA 1949) in den Eichen-Koniferen-Mischwald über, der die ganze Dhauladhar-Kette überzieht. Überall erscheint hier *Cedrus Deodara* im Mischwald eingestreut, doch ist die floristische Zusammensetzung ganz allgemein von großer Reichhaltigkeit:

Quercus, *Cedrus Deodara*, *Rhododendron arboreum*, *Populus*, *Pieris ovalifolia*, *Salix*, *Aesculus indica*, *Prunus*, *Juglans regia*, *Abies Webbiana*, *Skimmia laureola*, *Euonymus*, *Rhamnus purpureus*, *Cornus*, *Viburnum* u. v. a.

Wenn auch immer wieder ganze Hänge nur von *Rosa moschata* und *Berberis* bewachsen sind — wahrscheinlich als Wirkung der Exposition — so findet sich doch stets in den Tälern dichter und üppiger Wald mit einem Unterwuchs von saftigen Kräutern, während Epiphyten im ganzen zurücktreten WATT 1881; MALHOTRA 1935 für Upper Dharmsala, Palampur; CHANDRA 1949 Uhl-Tal bis Gundha, 2700 m. Mit dem Ansteigen der Dhauladhar-Kette nach E wird, z.B. im oberen Uhl-Tal, auch die Birkenwaldstufe erreicht (3300 m) und bei 3600 m die alpine Matte.

Die Umgebung von Chamba, in 900 m im Tal des Ravi jenseits der Dhauladhar-Kette gelegen, ist in der Talsohle durch eine eigenartige Mischung von Species ausgezeichnet, die teilweise von der Ebene bis hierher aufsteigen — so *Bauhinia*, *Dalbergia Sissoo*, *Lagerströmia*, *Indigofera* etc., zum anderen schon Pflanzen sind, die ihre Verbreitung überwiegend im Inneren des Gebirges haben — so *Cotoneaster*, *Astragalus* etc. WATT 1881, GAMMIE 1898.

Schreiten wir von Chamba aus nach N in Richtung auf den Sach-Paß fort, so bleiben im Tal *Olea* mit *Zizyphus jujuba*, *Xanthoxylum alatum*, *Adhatoda vasica*, *Prinsepia utilis* — also unser Hartlaubwald — herrschend, darüber die Kiefern (*Pinus Roxburghii*), während exponierte Felsklippen von *Euphorbia* bevorzugt werden. Am Forsthaus von Musrood erinnert uns ein kahler S-Hang und ein mit dichtem Eichen-Koniferen-Mischwald bestandener N-exponierter Hang an den Unterschied der Exposition auch hier — doch scheint der Wald hier allgemein nicht so sehr dicht zu sein. Oberhalb Tisa zeigt sich ein kleines Zedernwäldchen, dann wieder erscheinen kleinere Gruppen von *Quercus dilatata* u. a.; hier und da finden sich in den Nebentälern dichtere Bestände des Mischwaldes. Erst von Alwas ab treten die den Wald bildenden Bäume zu dichten Beständen zusammen: *Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara*, vor allem aber *Quercus incana*, *Qu. dilatata*, *Qu. semecarpifolia*. Über dem Wald folgt die alpine Stufe GAMMIE 1898. Übereinstimmend mit dieser Schilderung ist der Bericht von THOMSON 1852, 333—336 über seinen Weg vom Padri-Paß durch das Tal von Buju zum Sach-Paß hinauf. Auch für das Buju-Tal ist der Wechsel vom Hartlaubwald über den *Pinus Roxburghii*-Wald (vornehmlich in S-Exposition!) zum Mischwald typisch.

Das Tal des Ravi, das wir vorhin bei Chamba verlassen haben, verdient aber noch weiter unsere besondere Aufmerksamkeit. Da sich die Dhauladhar-Kette nach E zu beträchtlicher Höhe erhebt, darf ihr Einfluß auf die klimatischen Verhältnisse erwartet werden. Zunächst steigt oberhalb Chamba der Hartlaubwald im Ravi-Tal auf bis zur Mündung des Khuarsi, in der Höhe bis Guriant und Chitrari von *Pinus Roxburghii* begleitet CLEGHORN 1864, 109; GAMMIE 1898. Dann tritt ein deutlicher Wechsel ein: in N-Exposition bei Wallassa treffen wir auf *Quercus Ilex* und *Pinus Gerardiana*, die gleichsam *Pinus Roxburghii* ablöst; *Pinus Gerardiana* und *Quercus Ilex* kommen meist vor in gemischten Beständen, *Quercus Ilex* bevorzugt dann die unteren Lagen CLEGHORN 1864, 109; GAMMIE 1898. Sind diese Vorkommen auch nicht von größerer Ausdehnung, so ist ihr Auftreten allein außerordentlich aufschlußreich für die klimatische Situation in diesem Teil des Ravi-Tales.

Cedrus Deodara, im Mischwald der Dhauladhar-Kette reichlich vorhanden, tritt bei Chitrari und Khuarsi immer mehr hervor; im oberen Ravi-Gebiet verläßt sie den Mischwald bzw. dieser bleibt zurück, und die Zeder leitet über zum feuchten Nadelwald, wie wir es aus den inneren Tälern des Gebirges schon kennen. Bei Barmoar ist der Eichen-Koniferen-Mischwald nochmals mit *Quercus dilatata* vorhanden GAMMIE 1898, aber weiter talauf in 2100—2400 m werden nur noch *Pinus excelsa* und *Cedrus Deodara* erwähnt WATT 1881, die nach der Höhe durch *Betula utilis* mit einem Unterwuchs von *Rhododendron campanulatum* abgelöst werden CLEGHORN 1864, 109. *Juniperus* steigt bis 4200 m; darüber sind dann bis an den ewigen Schnee die Hänge von herrlichen alpinen Matten bedeckt, denen besonders *Delphinium Brunonianum*, *Aconitum napellus*, *Meconopsis*, *Corydalis*, *Primula*, *Gentiana*, *Myosotis* etc. zur Blütezeit Farbenpracht verleihen (vgl. auch MAFFI e MUSSIO 1950, 807—808).

In Ergänzung dazu sind auch die Beobachtungen von CHANDRA 1949 wichtig, der aus dem oberen Uhl-Tal (S-Flanke der Dhauladhar-Kette) den Eichen-Koniferen-Mischwald mit *Quercus incana*, *Qu. semecarpifolia* und *Picea* sowie *Abies* beschreibt, abgelöst in der Höhe durch einen schmalen Streifen subalpinen Birkenwaldes mit *Rhododendron campanulatum*, bei 3300 m in alpine Matte übergehend, in der *Rhododendron campanulatum* und *Juniperus* noch bis 3900 m verbreitet sind (auch MAFFI 1950, 237); im Gegensatz dazu berichtet CHANDRA 1949 aus dem Einzugsbereich des Ravi, jenseits der Dhauladhar-Kette, von reinen Nadelwäldern mit *Abies*, *Picea* und *Pinus excelsa* oberhalb Bara Bangahal; bei Bara Bangahal selbst, also in den tieferen Lagen des Nadelwaldes, konnte *Cedrus Deodara* festgestellt werden. Den Grund für die verschiedene Zusammensetzung der temperierten Wälder auf der Außenflanke und im Innern des Gebirges sieht CHANDRA 1949 in den bedeutend geringeren Niederschlägen jenseits der ersten hohen Kette (siehe auch SCHELPE 1954).

Das Einzugsgebiet des Beas ist nicht durch hohe Gebirgskämme abgeriegelt wie das von Chenab und Ravi, folglich ist auch die klimatische Differenzierung weniger auffällig.

Vorhügel (Hoshiarpur Siwaliks) und äußere Hänge des Gebirges tragen sowohl die Dornbuschsteppe des Punjab wie auch den Hartlaubwald. Im Gebiet von Palampur (S-Abdachung der Dhauladhar-Kette, Kangra) verzeichnen wir das erste Auftreten von *Shorea robusta* (MOHAN, N. P.: Revised Working Plan for the forests of the Kangra Forest Division, 1931—1932 to 1950—1951. Vol. I, compiled in the Working Plans Branch; Dehra Dun), hier bereits von einer Reihe typischer Vertreter des tropischen trocken-winterkahlen Fallaubwaldes begleitet, mag das Vorkommen zunächst auch nur von geringer Ausdehnung sein. Somit haben wir es hier, wo der Beas das Gebirge verläßt, mit Übergängen zwischen drei verschiedenen Vegetationstypen zu tun, und wie so häufig gerade dort, wo allmähliche Übergänge in der Vegetation stattfinden und nicht die besondere Steilheit des Geländes z. B. einen schnellen Wechsel erzwingt, ist die Abgrenzung der Typen mit großen Schwierigkeiten verbunden, wenn nicht gar unmöglich und dann nur durch freundliche Übereinkunft aufrechtzuerhalten*).

Lokale Differenzierungen — Expositionswechsel, Wasserläufe — können unter diesen Umständen bereits anderen Species und damit auf engem Raum einem anderen Vegetationstyp die Vorherrschaft ermöglichen; in den Hoshiarpur Siwaliks finden wir so den trockeneren Typ, d. h. die Vertreter der Dornbuschsteppe, vorzugsweise in S- und W-Exposition; die Wasserläufe (vielfach wie im NW und im Mittelmeergebiet ‚Torrenten‘) lassen *Nerium Oleander* und weiter nach E zunehmend auch *Dalbergia Sissoo*, eine Charakterpflanze an den Wasserläufen im Bereich des trocken-winterkahlen Fallaubwaldes, gedeihen. Diese Beispiele mögen genügen, die Verzahnung der verschiedenen Typen anzudeuten. Die größten Schwierigkeiten für das Erkennen des Vegetationscharakters bereitet jedoch die Einwirkung des Menschen, die teilweise völlige Entwaldung zur Folge gehabt hat. Wo aber Wiederbewaldung einsetzt, was nur durch strenge Maßnahmen des Forstdienstes möglich wird, zeigt sich zuerst der trockenere Vegetationstyp, Vertreter der Dornbuschsteppe des Punjab, in Form eines Buschwaldes. Die Erosion ist im Zusammenhang mit der Entwaldung, also durch menschliche Einwirkung, in diesem Abschnitt des Gebirgsvorlandes ein besonderes Problem; in dem von der Erosion aufgerissenen Gelände werden vorzugsweise *Dodonaea viscosa*, *Carissa spinarum* und *Adhatoda vasica* angepflanzt, und so wird auch dadurch wieder der menschliche Einfluß auf die Zusammensetzung der Vegetation deutlich.

Am W-Ende der Hoshiarpur Siwaliks gegen den Beas zu, aber auch bereits im Gebiet von Palampur, liegen als eine Besonderheit in 450—700 m Höhe Bambuswälder (*Dendrocalamus strictus*) (FATEH MOHAMMAD 1931; MOHAN, N. P.: Revised Working Plan for the forests of the Kangra Forest Division, 1931-1932 to 1950-1951. Vol. 1. Compiled in the Working Plans Branch; Dehra Dun; ROMESH CHANDRA: Re-

*) CHAMPION 1936, 147 z. B.: ‚Northern tropical dry mixed deciduous forest‘.

CHAMPION 1936, 211 erwähnt bei der so intensiven Durchmischung der verschiedenen Vegetationstypen *Acacia modesta* als Bindeglied zwischen Dornbuschsteppe, Hartlaubwald und *Pinus Roxburghii* - Stufe; ebenso scheint auch *Carissa spinarum* zwischen Hartlaubwald und tropischem trocken-winterkahlem Fallaubwald zu vermitteln.

vised Working Plan for the forests of the K a n g r a Forest Division, 1951—1952 to 1980—1981. Printed by the Controller of Printing and Stationery, Simla; Revised Working Plan for the Forests of the H o s h i a r p u r Forest Division 1933-1934 to 1950-1951. Printed by the Superintendent Printing, Punjab, Lahore.).

Größere Regelmäßigkeit erfahren die Vegetationsverhältnisse erst wieder in der Höhe mit dem Übergang zur Stufe der *Pinus Roxburghii*-Wälder, die zusammen mit den Eichen-Koniferen-Mischwäldern darüber auch weiterhin für die äußeren Hänge des Gebirges in der entsprechenden Höhe charakteristisch sind SHUTTLEWORTH 1922; SINGH 1931; GLOVER 1931; 1934; FATEH MOHAMMAD 1931; MOHAN 1933; PURI 1949, I; AHLUWAHLIA 1952.

Folgende, für dieses Gebiet besonders wichtige ‚Working Plans‘ wurden vom Indian Forestry Institute, Dehra Dun, zur Verfügung gestellt: MOHAN, N. P.: Revised Working Plan for the Forests of the K a n g r a Forest Division, 1931-1932 to 1950-1951. Vol. I, Compiled in the Working Plans Branch. — ROMESH CHANDRA: Revised Working Plan for the forests of the K a n g r a Forest Division, 1951-1952 to 1980-1981. Printed by the Controller of Printing and Stationery, Simla. — Revised Working Plan for the forests of the H o s h i a r p u r Forest Division, 1933-1934 to 1950-1951. Printed by the Superintendent, Printing, Punjab; Lahore: *Pinus Roxburghii* im Gebiet von Una und Hamirpur in 500—900 bzw. 500—1300 m; *Shorea robusta*:

„In a well defined area to the East of the Una Range the chil and scrub are mixed with scrubby sal, which occurs in the form of underwood, but sometimes forms pure patches on the flat hill tops or on the banks and sides of the nullahs always on gravel. Most of the sal is stagheaded and malformed due to frost damage“.

HAMILTON, A. P. F. and Sardar Sahib Sardar BALWANT SINGH: Working Plan for the forests of the Bachoi-Maili Regional Plan, 1942-1943 to 1946-1947, compiled in the Hoshiarpur Forest Division. — JASWANT SINGH, S.: Working Plan for the forests of the Chak Sadu-Nasrara-Kapahat, 1946-1947 to 1955-1956. — GLOVER, Sir Harold: Erosion in the Punjab, its causes and cure. A survey of soil conservation. The Civil and Military Gazette, Lahore 1949.

Folgen wir nun dem Tal des B e a s aufwärts! Weit dringt wieder im Tal der Hartlaubwald in das Innere des Gebirges hinein, bei Larji erscheint *Olea* „wie in den Fußhügeln“ HAMILTON 1933, und auch im unteren Parbatti-Tal sind *Olea*, *Punica granatum*, *Zanthoxylum alatum* bis Bhuintar und Jerri zu finden JAIN & BHARADWAJA 1949. *Pinus Roxburghii* ist — oberhalb Larji — nur sehr schütter verbreitet HAMILTON 1933, während sie im Forstgebiet von Seraj auf Sandboden in ausgezeichneten Beständen vorkommt. Die exponiertesten Standorte, wie Felsklippen, werden in dieser Höhenstufe von *Euphorbia* bevorzugt TROUP 1916; DAVID 1930.

Im Tal des Beas in K u l u scheint *Pinus Roxburghii* nicht mehr in größerem Ausmaß aufzutreten PURI 1950. Allgemein jedoch schließen sich hier an die Talstufe mit *Olea* etc. (bis 900 m) beiderseits N a d e l w ä l d e r an, die zunächst mit dünnen Beständen einsetzen (*Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara*), nach oben aber bald in zusammenhängende Wälder übergehen mit *Picea morinda*, *Aesculus indica*, *Juglans regia*, *Acer*, Farnen und in der Höhe durch *Abies Webbiana* und auch noch durch Vorkommen von *Quercus semecarpifolia* ausgezeichnet sind, wobei letztere wieder an den auf den Außenhängen verbreiteten Mischwald erinnert CLEGHORN 1864, 70, 71; ROERO 1881, 2. Band, 185; SINGH 1893; SHUTTLEWORTH 1922 (*Cedrus Deodara* bei Nagar bis 1800 m); GORRIE 1933, II, 85; AGGARWAL 1934; WYNTER-BLYTH 1951.

Wieder wird uns so der Übergang von den Mischwäldern der äußeren Hänge zum reinen Nadelwald deutlich, der das Tal des Beas in Kulu beherrscht; der Nadelwald reicht zwischen den Siedlungen ziemlich weit herab und steigt im allgemeinen bis 3600 m auf. *Cedrus Deodara* wird auch vielfach angepflanzt CLEGHORN 1864, 70, 71; BRUCE 1914, 229 (Nadelwald des NW-Himalaya!); FAWCETT 1930; GORRIE 1933, II, 85; AGGARWAL 1934; TAYLOR-MEHTA-HOON 1934; TAYLOR-MAHENDRU-MEHTA-HOON 1935; PURI 1950; WYNTER-BLYTH 1951.

Im Aufstieg zum Rohtang-Paß nach N und zum Chandra Kami-Paß nach E geht der Nadelwald bei 3600 m in den subalpinen Birkenwald über mit *Rhododendron campanulatum* als Unterwuchs. Die Baumgrenze liegt etwa bei 3600 m; darüber dehnen sich die Matten der alpinen Stufe HARCOURT 1871; BRUCE 1914, 60; GORRIE 1933, II, 88; WYNTER-BLYTH 1951 (Khanpari Tibba); DOUGLAS 1953, 48.

Schon oft haben wir gesehen, wie groß die Unterschiede zwischen Haupt- und Nebentälern sein können. Das Tal des Beas in Kulu und das Tal des Parbatti sind ein weiteres Beispiel dafür. Der unten im Tal verbreitete Hartlaubwald wird im Parbatti-Tal beiderseits in der Höhe durch *Pinus Roxburghii* abgelöst; zwischen Jerri und Kasol werden auch schöne Zedernwälder erwähnt. In tief eingeschnittenen Schluchten bilden *Rhododendron arboreum*, *Pieris ovalifolia*, *Carpinus viminea* und andere typische Vertreter der unteren Lagen des Eichen-Koniferen-Mischwaldes lokal begünstigte Vorposten dieses Typs — ein Hinweis auf den Übergangscharakter der Gegend TROUP 1916; JAIN & BHARADWAJA 1949; PURI 1950. *Pinus Roxburghii* reicht aufwärts bis Manikaran und Pulga, oberhalb dieser Ortschaften herrscht der Nadelwald des NW-Himalaya, bei Manikaran durch *Cedrus Deodara* bereichert, in den höheren Lagen — wie im Tal des Beas in Kulu — mit *Quercus semecarpifolia* in den Nadelholzbeständen. Der subalpine Wald im oberen Parbatti-Tal besteht aus *Betula utilis* zusammen mit *Pyrus aucuparia*, *Salix* und *Rhododendron campanulatum* im Unterwuchs GLOVER 1941; JAIN & BHARADWAJA 1949; PURI 1950; BEDETTI u. a. 1950. Aus dem Dibibokri-Becken wird *Juniperus* noch aus 3850 m angegeben, ferner alpine Matten in besonderer Pracht; diese sind auch vom Hamta-Paß, 4300 m, bekannt und von Thakur Kua, wo noch *Juniperus* hinzutritt. In dieser Höhe scheint im Parbatti-Tal die Kraft des Monsun gebrochen, so daß Klima und Landschaftscharakter allmählich Züge des Landes jenseits der Hauptkette anzunehmen beginnen SHUTTLEWORTH 1922; WYNTER-BLYTH 1951; SNELSON 1954, 112.

Während das Beas-Tal in Kulu in seinem N-S-Verlauf den Unterschied der Exposition zurücktreten läßt, ist dieser im E-W verlaufenden Parbatti-Tal wieder recht deutlich; die besten Wälder konzentrieren sich auf den N-exponierten Hängen, während die S-exponierten Talflanken, wenigstens in den unteren Lagen, recht kahl erscheinen WYNTER-BLYTH 1951.

Das Beas-Tal in Kulu und das Parbatti-Tal wurden zum Ziel eingehender forstwissenschaftlicher Forschungen gewählt, die besonders der Untersuchung der Bodenverhältnisse unter den verschiedenen Species des Nadelwaldes galten TAYLOR-MEHTA-HOON 1934; TAYLOR-MAHENDRU-MEHTA-

HOON 1935; PURI & GUPTA 1951. Hier wurde auch die Wirkung des geologischen Untergrundes und der geologischen Struktur auf die standörtliche Differenzierung der Wälder untersucht PURI 1950; PURI & GUPTA 1951, und es ist ein besonderes Verdienst von PURI, auf die in ihrer lokalen Wirkung so wichtigen Zusammenhänge von Relief, Gestein, geologischer Struktur, Bodenbildung und Vegetation hingewiesen zu haben PURI 1949, II; 1950; an Beispielen aus dem Parbattital und einigen Nebentälchen wird die Wirkung der Struktur der geologischen Schichten erläutert. Die von Schichtköpfen gebildeten Hänge sind steiler, die Verwitterungsschicht wird schnell abgetragen, und es kommt nicht zur Ansammlung einer Bodenkrume. Die Verhältnisse auf dem Hang, der einer sanft geneigten Schichtfläche entspricht, müssen anders sein; die geringere Neigung ermöglicht schnellere Bildung einer tiefgründigen Verwitterungsschicht. So bieten bei gleicher Höhenlage beide Hänge der Vegetation ganz verschiedene Standortbedingungen. Im Kasol-Tal, einem Nebental des Parbatti-Tales, ist z. B. der Steilhang der Schichtköpfe (scarp slope) mit *Pinus Roxburghii* bestanden, der sanfter geneigte, der Schichtfläche entsprechende Hang (dip slope) mit *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Rhododendron arboreum*, *Carpinus viminea* etc., mit welchem Beispiel bereits angedeutet ist, daß lokale besondere Verhältnisse auch lokal zur Auflösung der allgemeinen Höhenstufung führen können PURI 1950 (dort auch weitere Beispiele).

6. Die N-Abdachung der Hauptkette des Himalaya vom Nanga Parbat bis zum Sutlej.

Im S von der Hauptkette begrenzt, rechnen wir diesen Abschnitt im N bis zum Indus, und nachdem wir bereits der vorgeschobenen Bastion des Nanga Parbat unsere besondere Aufmerksamkeit gewidmet haben, beginnen wir im W mit dem Deosai-Plateau.

Das Deosai-Plateau verdient — wie jede Karte deutlich zeigt — seinen Namen zu recht: es wirkt wie ein Fremdkörper zwischen den Ketten des Himalaya und Karakorum. Die mittlere Höhe beträgt etwa 4000 m. Obwohl das Plateau vielfach gequert worden ist, hat es doch nie die Aufmerksamkeit botanisch interessierter Reisender im größeren Maße auf sich gezogen. Das mag an der Einförmigkeit des Vegetationscharakters liegen — das ganze Plateau liegt oberhalb der Baumgrenze — und alle Angaben spiegeln diese Monotonie wider: man glaubt, „in Tibet zu sein“. *Artemisia* und *Tanacetum* werden erwähnt, „rauhes Gras“ und „Furze“ (Burtse), wobei wir daran denken, daß „Furze“ (Burtse) in der englischen Literatur ein Sammelbegriff für eine bestimmten Vegetationstyp ist, unter dem sich aber floristisch viele verschiedene, physiognomisch ähnliche Species verbergen. NEVE 1913, 72 stellt fest, daß auf diesem Plateau viele Pflanzen in 3900—4000 m vorkommen, die in Kaschmir bei 3000 m zu finden sind, andererseits aber auch die Flora des Karakorum mit Species vertreten ist, die im Karakorum bei 4200 m verbreitet sind — leider aber folgen keine Beispiele dafür. MOORCROFT 1841, 2. Band, 263; VIGNE 1842; OESTREICH 1906, 82; MEEBOLD 1909; NEVE 1913, 72; DYHRENFURTH 1939, 181.

Wir sind mit diesem Abschnitt — nördlich der Hauptkette — ganz auf Reisebeschreibungen angewiesen, und so werden auch die Reiserouten die Leitlinien unserer Betrachtung sein.

Einer der wichtigsten Pässe über die Hauptkette ist der Zoji La, 3450 m, dessen Abdachung nach Kaschmir wir bereits kennengelernt ha-

ben. Treten wir über auf die ladakhische Seite, so begleitet uns die feuchte alpine Stufe mit alpinen Matten, Birken, Weiden und Wacholder bis in das Tal von Dras, Weiden und Wacholder säumen die Wasserläufe THOMSON 1852, 451; DREW 1875; OESTREICH 1906, 44-45; DE TERRA 1940, 39. Dras selbst macht durchaus einen „tibetischen“ Eindruck. Bis hierher konnten Vertreter der Flora von Kaschmir festgestellt werden, von hier ab nach N beginnen *Artemisia* und Chenopodiaceen einen immer größeren physiognomischen Einfluß zu gewinnen THOMSON 1852, 449. Genau so, wie den von Kaschmir kommenden Reisenden die Fortdauer der feuchten alpinen Vegetation über den Paß hinweg bis Dras überrascht, ist der aus dem öden Ladakh kommende erstaunt, schon hier, noch vor der Überwindung der Hauptkette, Pflanzen aus den feuchteren Gebieten anzutreffen. So ist die Situation von Dras durch den Vegetationswechsel bemerkenswert — umso mehr, als dieser Wechsel so plötzlich vor sich geht. Den Grund zu diesen besonderen Verhältnissen müssen wir wohl in der bedeutenden Depression der Hauptkette im Zoji La sehen THOMSON 1852, 240, 269, 450, 451; DUTHIE 1898.

Mit dem Wechsel der Vegetation bei Dras treten wir in die alpine Steppe ein, die nun die ganze N-Abdachung des Himalaya bis an den Indus beherrscht. An den unteren Hängen des Shigar-Tales, durch welches wir auf das Deosai-Plateau hinaufgelangen können, sollen nach DUTHIE 1893 noch Wälder vorkommen; es ist durchaus wahrscheinlich, daß hier noch Standorte von *Juniperus* anzutreffen sind, dieser findet sich ja auch noch im Dras-Tal bis Kargil und bei Karbu westlich Kargil, ob aber auch noch *Pinus excelsa* vorkommt, wie DUTHIE 1893 angibt, erscheint doch sehr fraglich, zumal keine Bestätigung von anderer Seite vorliegt.

Östlich Kargil bei Pashkyum sind *Artemisia* und *Echinops* dominierend, am Fluß stehen gewaltige Weiden THOMSON 1852, 446.

Namika La und Fatu (Phatu, Fotu) La, 4098 m, westlich Lamayuru, werden als „barren“ beschrieben und folgende Species im besonderen angeführt:

Caragana versicolor, *Artemisia*, *Astragalus*, *Ephedra Gerardiana*, *Eurotia*, *Aster*, *Oxytropis*, *Acantholimon*, *Taraxacum*, *Lonicera*, *Rosa Webbiana*, *Chenopodium*, *Statice* etc.

MEEBOLD 1909; STEWART 1916; THOMSON 1852, 445.

DE TERRA schreibt, von Namika La aus sei weit und breit „nichts Grünes“ zu sehen 1940, 56.

Im Abstieg vom Fatu La zum Indus erreichen wir beim Kloster Lamayuru die Vegetation des Indus-Tales; der Wechsel ist zwar nur gering, denn der Übergang von der Wüstensteppe des Tales zur alpinen Steppe des Hochlandes ist sehr allmählich, dennoch lassen die Schilderungen erkennen, daß das Tal des Indus als andersartig empfunden wird; vor allem sind *Capparis* und *Stipa* charakteristisch für die Talstufe — neben *Echinops*, *Artemisia*, verschiedenen Chenopodiaceen, *Astragalus*, Cruciferen und Boraginaceen THOMSON 1852, 386, 387, 390.

MEEBOLD überquerte die Hauptkette weiter östlich im Nunkun-Massiv (Lanui La 4380 m) und folgte dem Tschilung-Tal abwärts nach Suru. Während das Tschilung-Tal noch feucht-alpinen Charakter

hat, begegnet MEEBOLD im Tal des Suru erstmalig Species, „die von hier bis nach Leh hinauf reichen“: *Astragalus*, *Acantholimon*, *Potentilla*, *Polygonum* etc. MEEBOLD 1909. In der Umgebung von Suru gibt es an Bäumen nur Weiden und Pappeln an den Flußläufen, dazu Buschwerk von *Berberis* und *Cotoneaster*, besonders aber wird wieder *Artemisia* erwähnt. „Die Berglehnen zeigen schon die für West-Tibet charakteristische Wüstenvegetation“ und geben nur wenigen Pflanzen Nahrung MEEBOLD 1909, WORKMAN 1908.

Von Kaschmir kommend war MEEBOLD beeindruckt vom „tibetischen Landschaftseindruck“ um Suru — aus Tibet kommend war STEWART überrascht vom „grünen Aspekt“ der Hänge um Suru: ein gutes Beispiel dafür, wie vorsichtig man bei der Beurteilung von Landschaftsschilderungen sein muß.

Auch STEWART berichtet nur von Weiden und Wacholder an Bäumen, betont aber den Reichtum der Krautflora, den er in dieser Fülle sonst nirgendwo in Ladakh angetroffen habe. Für den aus Tibet kommenden weist die Vegetation um Suru auf größere Feuchtigkeit hin, und dieser größere Wasservorrat ist zweifellos Folge des Nunkun-Massivs — einmal durch die starke Vergletscherung, zum anderen wohl auch durch seine Wirkung auf das Klima der näheren Umgebung (Bewölkung). Um Suru ist jedenfalls eine gut entwickelte Übergangszone festzustellen MEEBOLD 1909, STEWART 1916.

Folgende Species werden bei beiden Autoren genannt: *Juniperus macropoda*, *Delphinium*, *Salix*, *Aconitum*, *Ephedra*, *Saussurea*, *Ribes orientalis*, *Inula*, *Rosa Webbiana*, *Podophyllum Emodi*, *Artemisia*, *Primula*, *Tanacetum*, *Nepeta*, *Astragalus*, *Myosotis*, *Lotus*, *Impatiens*, *Acantholimon*, *Sweetia*, *Erigeron*, *Elsholtzia*, *Caragana pygmaea*, *Rheum*, *Lonicera*, *Chenopodium*, *Myricaria* etc.

Nur um die Wasserläufe ist die Vegetation üppig, die Hänge erscheinen mehr oder weniger kahl — und je weiter wir nach N vordringen, desto deutlicher wird dieser Unterschied.

Der Kangila — im N des oberen Suru-Beckens — zeigt erneut die Charakterpflanzen West-Tibets MEEBOLD 1909.

In 5294 m quert der Umasila die Hauptkette. Jenseits des Passes begegnen uns sofort *Astragalus*, *Artemisia*, *Ephedra*, *Lonicera*, *Rosa*, *Nepeta*, dazu in der Nähe der Ortschaften an den Wasserläufen *Myricaria* und *Hippophae* bei 3600 m, alles Species, die wir auf Grund unserer bisherigen Erfahrung als charakteristisch für die alpine Steppe ansehen. Hier scheint also keinerlei Übergangszone, wie bei Dras und Suru, vorhanden zu sein; THOMSON berichtet auch, daß das nördlich der Hauptkette gelegene Gebiet von Zaskar (Zanskar) vollständig von den Feuchtigkeit bringenden Winden abgeschlossen sei, vollkommen tibetisches Klima habe und auch keinerlei Baumwuchs aufweise THOMSON 1852, 361-363. Auch ist kein Anzeichen für ein Übergreifen der Flora aus dem Chenab-Tal gegeben, was bei der Höhe des Passes — 5294 m gegenüber Lanui La 4380 m und Zoji La 3527 m — nicht Wunder nimmt. Berge und flacheres Gelände nördlich der Hauptkette sind gleichermaßen kahl und öde, nur an den Wasserläufen ist die Vegetation reicher; in sumpfigen Wiesen bei Padum finden sich *Triglochin* und *Glaux*, an Feldrändern *Cynoglossum* und *Geranium* — doch sind dies alles nur lokale Abweichungen gegenüber der großartigen

Einförmigkeit, in der die *alpine Steppe* mit ihren Charakterpflanzen herrscht THOMSON 1852, 363, 364, 368 (für Padum); DOUGLAS 1953, 82 (für Thocephirche); auch der Anstieg zum Takti La bringt keine Veränderung der Vegetation; der Paß selbst ist sumpfig, aber die Vegetation ist mit *Ranunculus*, *Biebersteinia*, *Polygonum*, Cruciferen etc. nicht außergewöhnlich THOMSON 1852, 370, 373, 374. Nach N dehnen sich kahle und öde Berge. Der Abstieg vom Takti La führt durch dichteren Wuchs von *Caragana versicolor*, auch einige Exemplare von *Juniperus excelsa* erscheinen, und am Fluß zeigen sich einige Weiden, *Lonicera* und sogar Birken THOMSON 1852, 373, 374.

THOMSON faßt seine Eindrücke so zusammen:

„I find it extremely difficult to describe in an adequate manner the extreme desolation of the most barren parts of Tibet, where no luxuriant forest or bright green herbage softens the nakedness of the mountains, but everywhere the same precipices, heaps of rocks, and barren monotonous deserts meet the eye. The prospect now before was certainly most wonderful. I had nowhere before seen a country so utterly waste.“

THOMSON 1852, 376.

Auf den Höhen rings um *Nira*, 3800 m, erscheinen wieder *Juniperus*-Bäume, die aber stets nur vereinzelt der sonst gleichmäßig verbreiteten alpinen Steppe aufgesetzt sind. Die alpine Steppe überzieht den *Shingi La*, 5060 m, und bestimmt ebenso jenseits den Vegetationscharakter des *Phutaksha*- und *Hanupata*-Tales. Erst weiter talab stellen sich auch hier wieder Weiden und *Lonicera*-Gebüsch ein. Bei *Wandla*, östlich *Lamayuru*, wird der Fluß von ausgedehnten Dickichten von *Myricaria* und *Hippophae*, Weiden und Rosen gesäumt; baumförmiger Wacholder tritt auf; Pappeln und Weiden werden mit künstlicher Bewässerung angebaut THOMSON 1852, 377, 380—384.

Gehen wir weiter nach *E*, so haben wir nun das Gebiet von *Lahul* in unsere Betrachtung der *N*-Abdachung des Himalaya einzubeziehen. *Lahul* umfaßt den Oberlauf des *Chenab* (*Chandra-Bagha*), der hier mit seinen Quellflüssen die Geschlossenheit der Hauptkette weitgehend auflöst.

Wir sahen bereits, daß die Vegetation im Tal des *Chenab* aufwärts ständig abnimmt und allmählich in die alpine Steppe übergeht. Folgen wir THOMSON, der — wo die Hauptkette nicht als Trennungslinie gelten kann — „Tibet“ (im weiteren Sinne) dort beginnen läßt, wo kein Wald bzw. keine Nadelbäume außer *Juniperus* vorkommen, so müssen wir die Grenze im Tal des *Chenab* ungefähr bei *Triloknath* ansetzen THOMSON 1852, 465. WATT 1881 sagt, das wichtigste Charakteristikum von *Lahul* sei das *Fehlen von Baumwuchs*, und er faßt dann das gesamte Gebiet von der den Oberlauf des *Chenab* im *S* begrenzenden Kette bis zum *Indus* unter einem Typ zusammen.

Bei *Triloknath* enden in der *S*-Exposition des rechten Ufers die *Zedern*-Bestände; aufwärts folgt nur noch *Juniperus*. Auf der *N*-exponierten linken Seite des Tales setzen sich die *Nadelwälder* noch weiter fort, *laubwerfende Bäume* und *Sträucher*, wie

Acer caesium, *Acer pictum*, *Abelia triflora*, *Parrotia Jacquemontiana*, *Crataegus oxyacantha*, *Cotoneaster*, *Pyrus*, *Fraxinus excelsior*, *Fraxinus Moorcroftiana*, *Rosa Webbiana*, *Rosa macrophylla*, *Corylus colurna*, *Deutzia*, *Philadelphus* geben diesen Wäldern lokal eine besondere Note. Eine ganz ähnliche Ver-

gesellschaftung werden wir später im Sutlej-Tal wieder finden WATT 1881. *Pinus excelsa* und *Juniperus* werden noch unterhalb des Rohtang-Passes angetroffen, wo geschlossene Wälder bis 2700 m aufzusteigen scheinen SINGH, D. P. 1950. Die alpine Stufe ist durch reichen Graswuchs ausgezeichnet, wodurch sie sich von den Verhältnissen weiter im Innern des Gebirges wohl unterscheidet, doch betonen auch die Reisenden, die den Rohtang-Paß gequert haben, den deutlichen Unterschied zwischen N- und S-Abdachung des Passes unmittelbar an der Kammlinie SCHLAG-INTWEIT 1872, 2. Band, 394; BRUCE 1914, 156; KRENEK 1945, 94.

Oberhalb KyeLang, dem Hauptort von Lahul, das selbst „wie eine grüne Oase in einer braunen Umgebung“ liegt BRUCE 1914, 259, beherrscht *Artemisia* die Vegetation, *Juniperus* kommt noch vor, verschwindet aber bald gänzlich, ebenso die Birke CLEGHORN 1864, 149; WATT 1881; DOUGLAS 1953, 64.

An den Wasserläufen trifft man in Lahul überall *Myricaria* und *Hippophae*; jedes Dorf hat sein eigenes Weidengebüsch, und Pappeln werden angepflanzt. Die Hänge über der eigentlichen Talstufe sind kahl und öde — die alpine Steppe herrscht. Vom Baralacha La wird „nur sehr kärglicher“ Pflanzenwuchs berichtet CLEGHORN 1864, 149; AITCHISON nach JÄSCHKE 1869, I; WATT 1881; SHUTTLEWORTH 1922; SINGH, D. P. 1950; STEWART 1916.

Interessant ist die Feststellung von SHUTTLEWORTH 1922, es gäbe 282 verschiedene Species von *Rosa* in Lahul — und BRUCE kommt, beeindruckt von der Fülle der Rosen hier, zu dem Schluß: „The rose might well be the badge of the Himalayas!“ BRUCE 1914, 226.

Alle, die von Kulu über den Rohtang-Paß oder den Chenab aufwärts nach Lahul vordrangen, betonen den „tibetischen Charakter“ des Landes. SHUTTLEWORTH 1922 aber vergleicht auch mit Spiti, das bedeutend höher liegt und noch viel abgeschlossener ist; ihm fallen in Lahul gerade die „unübertroffenen alpinen Wiesen und Grasflächen“ auf, wo Schafe und Ziegen zur Mast gehalten werden SHUTTLEWORTH 1922; Viehzucht, insbesondere auf Schafe und Ziegen, ist ganz allgemein sehr verbreitet DOUGLAS 1953, 58 („white with sheep and goat“!). Spiti wird vom regelmäßigen Monsun nicht mehr erreicht HARCOURT 1871, und diese Ansicht vertritt AHLUWAHLIA 1952 auch für Lahul; der winterliche Niederschlag dagegen ist in Lahul viermal so groß wie in Spiti (SHUTTLEWORTH 1922), und WATT 1881 meint, die Vegetation in Lahul sei vielmehr von der Schneeschmelze als vom Regen abhängig.

Jenseits des Baralacha La führt das System des Tsarap nach Zanskar hinab; *Caragana pygmaea* ist im Tal des Tsarap verbreitet STOCKLEY 1932. Für die Ebene von Lingti ist die „Furtse“ charakteristisch SHUTTLEWORTH 1922.

Aus dem Tal des Sutlej kommend, in dem sich bereits der Übergang zur alpinen Steppe vollzieht, folgen wir dem Spiti-Fluß aufwärts. Die Hänge oberhalb Changar zeichnet ein „Minimum an Vegetation“ aus, aber schon die Schluchten, die ein Wasserlauf durchzieht, haben ein undurchdringliches Gebüsch und kontrastieren so lebhaft mit der Kahlheit der

Hänge ringsum. *Salix*, *Rosa*, *Ribes*, *Lonicera*, *Potentilla* und *Myricaria* sind in den Schluchten verbreitet THOMSON 1852, 113, 115—118. Von Kyuri am Spiti-Fluß wird dasselbe berichtet — die alpine Steppe beherrscht die Hänge, die Schluchten fallen durch üppiges Gesträuch auf THOMSON 1852, 118. Oberhalb Poh findet sich in einer Schlucht auch ein kleiner Bestand von *Juniperus* THOMSON 1852, 124. Allgemein ist für Spiti festzustellen, daß hier auch zur Hochmonsunzeit trockenes und klares Wetter herrscht HARCOURT 1871, alle Quellen tragen Salzkrusten, so daß das Auftreten von Chenopodiaceen und *Salsola Kali* nicht verwundert THOMSON 1852, 127; künstliche Bewässerung wird überall im Spiti-Tal betrieben — so in Yari, Tabo, Poh — und Pappeln werden angebaut SHUTTLEWORTH 1922. Im oberen Pin-Tal bei Baldur fallen die ausgezeichneten Weiden auf, „es scheint dort mehr zu regnen als im Spiti-Tal selbst“ SHUTTLEWORTH 1922.

Obwohl bei Kibar 4500 m erreicht sind, ist gegenüber der Vegetation im Spiti-Tal nicht die geringste Änderung festzustellen — die alpine Steppe überzieht Berg und Tal, nur an den Wasserläufen durch üppiges Strauchwerk bereichert THOMSON 1852, 131.

Auf der N-Seite des Parang La, 5578 m, wurde bereits bei 5000 m wieder *Astragalus* angetroffen THOMSON 1852, 137. In diesem Zusammenhang dürften die Beobachtungen SCHLAGINTWEIT's interessieren, der die Schneegrenze in S-Exposition mit 5610—5670 m, in N-Exposition mit 5520—5550 m angibt (SCHLAGINTWEIT 1872, 3. Band, 126), und die Feststellung von JACQUEMONT, daß sich in dieser eine etwa 600 m breite nackte Zone zwischen Vegetations- und Schneegrenze einschiebt GRISEBACH 1872.

Das Tal des Parang unterscheidet sich in nichts von den weiter südlich gelegenen; der Salzgehalt des Bodens ist bedeutend und nimmt beim Abstieg nach N noch zu. In 4500 m durchfließt der Parang ein ebeneres Gelände, das sich durch eine gewisse Üppigkeit vom dürftigen Gesamtcharakter der Umgebung abhebt. Die wichtigsten Species sind *Salix*, *Myricaria*, *Hippophae*, *Ephedra*, *Artemisia*, *Potentilla*, *Astragalus*, *Chenopodium*, *Gentiana*. Auch der Anstieg zum Lanak La, 4800 m, bringt nur insofern eine gewisse Änderung, als ausgesprochen alpine Species, wie *Arenaria*, stärker vertreten sind. Der Abstieg vom Paß nach N nach der Ebene von Hanle zeigt eine weitere Abnahme der Vegetation, nur noch wenige Büschel von *Eurotia* beleben hier und da die Trostlosigkeit der Landschaft THOMSON 1852, 137, 140, 145—146.

Die „Ebene“ von Hanle selbst ist weithin versumpft, besonders in der Nähe des Flusses; *Glaux maritima*, *Chenopodium*, *Suaeda*, *Aster*, *Potentilla*, *Taraxacum*, dazu Cyperaceen säumen den Fluß; überall sind Salzausblühungen zu beobachten, so daß der hohe Anteil an Halophyten verständlich ist. Nach N in Richtung auf das Indus-Tal erscheinen wieder *Myricaria* und *Caragana versicolor*, doch gewährt auch das Tal des Indus nördlich Hanle einen überaus trostlosen und traurigen Anblick THOMSON 1852, 152—160.

Der Tso Morari bildet den Kern des westlich anschließenden Gebietes von Rupshu. Das Wasser des Sees ist brakig, die Ufer sumpfig, Salz-

ausblühungen sind überall verbreitet: *Chenopodium*, *Salsola*, *Atriplex*, *Suaeda* gehören zu den Charakterpflanzen von Rupshu.

Die Bedingungen für das pflanzliche Leben in Rupshu sind außerordentlich schwierig, spielt sich doch das Pflanzenleben hier ganz und gar an der Obergrenze der Vegetation ab! Dazu herrschen das ganze Jahr hindurch heftige Winde aus W. Auf Paßhöhen und regenreicheren S-exponierten Hängen mag es über 5000 m gelegentlich zu einer Anreicherung rein alpiner Elemente kommen, alpine Matten geringen Umfanges können dann hier und da auftreten: *Delphinium*, *Rheum*, *Gentiana*, *Primula*, *Thymus*, *Leontopodium*, *Veronica*, *Aster*, *Sedum* u. a. geben zur Blütezeit (Juli — Anfang August) der Landschaft freundlichere Züge. Aber die wirklichen Charakterpflanzen von Rupshu sind die Leitpflanzen der alpinen Steppe: *Caragana pygmaea*, *Oxytropis*, *Artemisia*, *Eurotia*, *Potentilla*, *Stipa* — sogar die größeren Holzpflanzen wie *Myricaria*, die wir doch bisher immer noch wenigstens an den Wasserläufen gefunden haben, fehlen hier. Noch im Pugh-Tal, das zum Indus entwässert, fallen — gerade wegen ihrer geringen Verbreitung — die wenigen Exemplare von *Caragana* und *Artemisia* besonders auf, und erst wieder in den Schluchten zwischen Pugh und Indus erscheint, zunächst ganz lokal, *Myricaria* — hier wohl auf Grund des Vorhandenseins heißer Quellen.

Aus den Beobachtungen von Rupshu und Hanle — Höhenlage, allgemeine Dürftigkeit der Vegetation, Salzausblühungen — dürfen wir annehmen, daß in jeder Hinsicht extreme Bedingungen für die Vegetation vorliegen, die sich so in nordöstlicher Richtung gegen das eigentliche tibetische Hochland hin fortsetzen und noch steigern werden; für das gänzliche Fehlen der Holzpflanzen wird aber auch gerade hier unter den so schwierigen Bedingungen der menschliche Einfluß von großer Bedeutung sein.

Im Tal des Indus sind wohl die Verhältnisse für die Vegetation günstiger; in Giah ist wieder Pappelanbau möglich, gegen Miru erscheint wieder *Ephedra*, *Rosa tibetica* und *Lonicera* THOMSON 1852, 177; MEYER-ILLMERSDORF 1926, 161. - THOMSON 1852, 164—177; SCHLAGINTWEIT 1872, 3. Band, 152; STEWART 1916; DE TERRA 1940, 130—131.

Wir haben die N-Abdachung der Hauptkette des Himalaya in verschiedenen Routen bis zum Indus gequert; um diesen Abschnitt abzuschließen, wollen wir noch das Tal des Indus im Zusammenhang betrachten, soweit es die Begrenzung dieses Abschnittes bildet.

Im E gelangten wir — von Hanle kommend — oberhalb Nyima in das Tal des Indus, das in seiner Trostlosigkeit und Kahlheit ganz den extremen Verhältnissen des tibetischen Hochlandes entspricht; stromauf werden wir somit kaum interessante Veränderungen der Vegetation erwarten können — so wenden wir uns talabwärts THOMSON 1852, 160.

Upsi erscheint als Oase in der Wüstenei, Weiden und Aprikosen fallen im bewässerten Land auf. In der natürlichen Vegetation, so spärlich sie auch sein mag, tritt *Echinops* hervor; aller Anbau ist von der Möglichkeit künstlicher Bewässerung abhängig und so auf die Oasen konzentriert THOMSON 1852, 178.

Leh, 3522 m, die Hauptstadt von Ladakh, ist die größte der Oasen und hat ausgedehnte Anbauflächen. Die natürliche Vegetation der Umgebung enthält hauptsächlich *Artemisia*, Labiaten, Chenopodiaceen; im Aufstieg nach N zum Paß über die Ladakh-Kette tritt in größerer Höhe ein markanter Vegetationswechsel ein, so daß wir geneigt sind, die Vegetation von einer bestimmten Höhe ab als feuchte alpine Stufe anzusprechen; die S-exponierten Hänge scheinen in dieser Höhe stärker beregnet zu werden — ja, gegenüber der Wüstenhaftigkeit des Tales mag es so scheinen, als ob hier oben, nahe der Schneegrenze, die einzige Vegetation des Indus-Tales überhaupt vorkäme VIGNE 1842; THOMSON 1852, 181, 395—396; MEEBOLD 1909; DE TERRA 1940, 68.

Im Indus-Tal selbst bleibt der Gesamtcharakter der Vegetation von Leh abwärts bis Skardu der gleiche: *Capparis spinosa* ist typisch für die Talsohle von Leh bis Skardu, ebenso *Stipa*, *Echinops*, *Artemisia*, *Chenopodium*, *Astragalus*, Cruciferen, Boraginaceen THOMSON 1852, 395—396: wüstenhafte Talstufe bei Khartasch 233, bei Gol-Turgu 234; MEEBOLD 1909. *Capparis* sp. kennen wir bereits aus der trocken-heißen Talstufe um den Nanga Parbat, sie dürfte hier oben wohl ein letzter Ausläufer dieser Stufe sein — auch hier die immer noch besonderen Verhältnisse der Sohle des Indus-Tales anzeigend. Von Einfluß auf diese besonderen Verhältnisse ist sicher auch der tagsüber unablässig wehende Wind, der gerade in den engen Talstrecken außerordentliche Heftigkeit entwickelt und dem Reisenden das Vorwärtskommen oft sehr erschwert THOMSON 1852, 234; MEEBOLD 1909.

Wir setzen also den Beginn der trocken-heißen Talstufe bei Leh an, mag diese Stufe auch zunächst nicht sehr deutlich von der darüberliegenden alpinen Steppe abgegrenzt sein — je weiter wir dem Indus abwärts folgen, desto klarer differenzieren sich bei zunehmendem Artenreichtum die Vegetationstypen.

Unterhalb Leh ist auf der rechten Seite des Indus das Kloster Himis Shukpa durch ein Vorkommen von *Juniperus pseudosabina* (syn. *J. excelsa* Wall.) bekannt (HENDERSON & HUME 1873, 337; STEWART 1916, 626; ROERO 1881, 3. Band, 6: „una specie di piccola foresta curiosissima, una vera rarità“); enorme Exemplare von *Cedrus Deodara* und *Juniperus excelsa* Wall. haben dem Standort zu einer gewissen Berühmtheit verholfen; PAMPANINI 1930, 14, 67 führt in seiner Flora des Karakorum wohl das Vorkommen von *Juniperus* an, nicht aber *Cedrus Deodara* — zweifellos, weil es sich hier nicht um einen natürlichen Standort handelt: *Cedrus Deodara* findet sich im westlichen Himalaya häufig in der Nähe von Tempeln, Klöstern und heiligen Stätten angepflanzt.

Ab Garcon ist *Juniperus*, in 2700—3000 m Höhe, zunächst bis zur Shyok-Mündung, verbreitet. Zwischen Garcon und Marol begegnen wir im steigenden Maße Pflanzen, die auch in Kaschmir heimisch sind, doch nur in den Oasen ist die floristische Zusammensetzung der Vegetation wirklich reichhaltiger zu nennen MEEBOLD 1909.

Skardu liegt in reiner Sandwüste an der Mündung des Shigar in den Indus. Wolkenlosigkeit, Regenarmut, große Strahlungswärme, heftige

Winde (z. B. die orkanartigen Fallwinde aus dem Satpa-Tal) kennzeichnen die klimatische Situation, von der Dünen und Wüstenlackbildungen Zeugnis ablegen. Hier ist die Talstufe ‚wüstenhaft‘ in des Wortes strengster Bedeutung! Verbreitet finden sich *Artemisia*, *Chenopodium*, *Tanacetum*, *Nepeta* usw., an den Wasserläufen *Hippophae* THOMSON 1852, 221 („wie in Leh“); OESTREICH 1906, 63, 69—70; MEEBOLD 1909; DYHRENFURTH 1939, 19.

Die Höhen um Skardu, die über 5000 m aufragen, liegen nicht mehr unter der Wirkung eines Regenschattens und empfangen daher bedeutende Niederschläge; an den Hängen über Skardu zeigen sich denn auch *Juniperus* und *Betula* immer mehr. Indusabwärts in Rondu ist *Juniperus excelsa* Wall. überall in Baum- oder Strauchform in Schluchten und auf Hängen anzutreffen. Weitere Standorte sind aus dem Einzugsbereich der Katsura (Shigarthang) bekannt, in dem bereits an manchen Stellen *Pinus excelsa* vorkommen soll THOMSON 1852, 256—258; DREW 1875, 373.

Am Indus selbst treffen wir in der Landschaft Rondu auf die ersten Vorposten von *Pinus excelsa*: diese wurden von THOMSON gegenüber der Ortschaft Siri auf dem linken Ufer des Indus in N-Exposition in 2400—3000 m Höhe beobachtet; oberhalb Basha erscheint *Pinus excelsa* von 2700 m an aufwärts (DREW 1875, 373) und wird beim Ort Rondu selbst dann immer häufiger THOMSON 1852, 256—258; 465.

Somit ist klar, daß wir hier den klimatischen Bereich der N-Abdachung des Himalaya zu verlassen im Begriff sind. Das Auftreten der *Pinus excelsa*-Wälder deutet größere Feuchtigkeit an, als wir sie vom Oberlauf des Indus bisher gewohnt waren. Rondu ist — ähnlich wie Lahul — Übergangslandschaft zwischen dem klimatischen Bereich Hoch-Asiens und den Gebieten, die noch stärker von peripheren klimatischen Einflüssen erreicht werden THOMSON 1852, 465.

7. Der Karakorum.

Unsere Betrachtung des Nordwestens bliebe unvollständig, würden wir nicht auch den Karakorum in unseren Rahmen einbeziehen, der parallel zum Streichen der Hauptkette dem NW-Himalaya nach NE vorgelagert ist. Die südliche Begrenzung ist durch die markante Talfurche des Indus-Oberlaufs gegeben und weiter gegen W durch das Tal des Gilgit (die spärlichen Angaben über die Vegetation im Quellgebiet des Gilgit beziehen wir hier mit ein).

Für den Karakorum liegt die ausgezeichnete „Flora del Caracorùm“ von PAMPANINI 1930 vor, die alle bis dahin erschienenen Arbeiten berücksichtigt und ein genaues Bild der Erforschung und der Zusammensetzung der Flora dieses Gebirges vermittelt. In ihrer Art steht diese Flora einzig da im Rahmen unserer Betrachtung des Himalaya (i. w. S.) — freilich müssen wir dabei berücksichtigen, daß floristisch — den anderen Abschnitten dieser Arbeit gegenüber — der Karakorum ein verhältnismäßig armes Gebiet ist.

Vom Hunza-Tal haben wir schon einen gewissen Eindruck durch das Profil durch den Nordwesten (II) erhalten; die Vegetationskarte von PAFFEN 1956 (1 : 253 440) gibt uns über dieses Gebiet genaueren Auf-

schluß. Die wüstenhafte Talstufe steigt aus dem Indus-Tal auch in die Täler des Gilgit und des Hunza auf, im Hunza-Tal ist der wüstenhafte Charakter der Talstufe aufwärts bis Khaibar (2700 m), also bis tief in das Gebirge hinein, festgestellt DUTHIE 1893, LORIMER 1939, 60; GYR 1949, 17, 25; PAFFEN 1956.

Über dieser untersten Talstufe breitet sich, wie im Umkreis des Nanga Parbat, die Artemisiensteppe auch in alle Nebentäler hinein aus; lokal erfährt sie durch *Juniperus*, aber auch durch Bestände von *Quercus Ilex* und *Pinus Gerardiana* eine gewisse Bereicherung. *Quercus Ilex* ist noch aus dem Manu Gah bekannt geworden PAFFEN 1956, *Pinus Gerardiana* aus dem Chaprot-Tal PAFFEN 1956.

In der Höhe wird die Steppenstufe durch subalpine Birkenwälder oder auch unmittelbar durch die feuchte alpine Stufe abgelöst.

Es gibt aber auch noch Vorkommen, Ausläufer des temperierten Nadelwaldes des NW-Himalaya im Hunza-Gebiet.

Wir steigen in der N-S-Strecke des unteren Hunza-Tales auf; klar wird die Gliederung in wüstenhafte Talstufe, Artemisiensteppe und feuchte alpine Stufe berichtet GYR 1949, 25; PAFFEN 1956. Hier mündet von W kommend das Naltar-Tal ein. Während der S-exponierte Hang vollkommen von der Artemisiensteppe mit *Juniperus* überzogen ist und in der Höhe von der feuchten alpinen Stufe abgelöst wird, ist die gegenüberliegende N-exponierte Seite des Naltar-Tales oberhalb der Steppenstufe — ab 2700 m — durch feuchten Nadelwald ausgezeichnet, der in seiner Zusammensetzung durchaus den gut bekannten Wäldern am Nanga Parbat (TROLL 1939) entspricht — *Abies Webbiana*, *Pinus excelsa*, *Juniperus semiglobosa* sind verbreitet. Bestände von *Betula utilis* mit *Juniperus* schließen sich nach oben hin an DUTHIE 1893; PAMPANINI 1930; auch PAFFEN 1956.

Ebenfalls von W mündet bei Chalt das Chaprot-Tal in das Hunza-Tal ein. Oberhalb Chalt ist uns hier ein Vorkommen von *Pinus Gerardiana* von geringem Ausmaß bekannt. In den beiden Quelltälern befinden sich über 3000 m geringe Bestände des feuchten Nadelwaldes. Sonst herrscht die von *Juniperus* unterbrochene Artemisiensteppe, in der Höhe die feuchte alpine Stufe PAFFEN 1956.

Im Tal von Toltar erscheint oberhalb des Ortes *Juniperus* in solchen Mengen, daß wir besser von einer Wacholder-Steppe (Steppenwald?) — als lokaler Variante der Artemisiensteppe — sprechen. Von 3800 m ab breitet sich die alpine Stufe über die Berghänge aus. Auf der W-Seite des Tales und beiderseits des Toltar-Gletschers finden wir üppige Birkenbestände REBITSCH 1955; PILLEWIZER 1955, 30; PAFFEN 1956.

Wir kehren in das Hunza-Tal zurück. Das Tal verläuft nunmehr E-W, d. h. N- und S-Exposition sind klar ausgebildet, die Wirkung kann an der Vegetationsverteilung deutlich abgelesen werden. Während uns aus der N-S-Strecke des unteren Hunza-Tales — bis auf geringe Vorkommen in versteckten Schluchten am W-Abfall des Rakaposhi-Massivs (z. B. im Jaglot-Tal CHORLEY, 1955—56, 113) — wenig über das Vorhandensein

feuchter Nadelwälder bekannt ist, findet sich dieser Typ auf den N-exponierten Hängen der linken Talseite, besonders oberhalb Minapin, über der Artemisiensteppe entwickelt; *Picea morinda*, *Pinus excelsa* und *Juniperus semiglobosa* setzen den Wald zwischen 3000—3600 m zusammen. In der Höhe folgt Birkenwald mit Weidengesträuch und die alpine Matte LORIMER 1939, 91; GYR 1949, 62; PAFFEN 1956. Ganz anders die gegenüberliegende Talseite! Hier, auf dem S-exponierten Hang, geht die Artemisiensteppe unmittelbar in den subalpinen Birkenwald über (so z. B. oberhalb Baltit), auf den die feuchte alpine Stufe folgt. Der feuchte Nadelwald fehlt — aber wir können einen Ausläufer dieses Typs in dem Wacholder-Vorkommen sehen, das PAFFEN 1956 vom Shishpar-Gletscher berichtet: auf der E-Seite des Gletschers, in W-Exposition, befindet sich hier zwischen 3500—3800 m ein gut gewachsener Wacholderwald, der seiner floristischen Zusammensetzung nach als ein recht ärmlicher Vorposten des feuchten Nadelwaldes angesehen werden muß, in den einzelnen Exemplaren aber einen durchaus kräftigen und gesunden Eindruck macht PAFFEN 1956.

Weiter talauf durchläuft das Hunza-Tal erneut eine N-S-Strecke, die wüstenhafte Talstufe und die Artemisiensteppe darüber sind vorhanden, aber vom feuchten Nadelwald ist nun nichts mehr zu finden; nur am Buri Harar, auf der linken Talseite oberhalb der Einmündung des Hispar, findet sich noch ein Wacholderwäldchen, das dem am Shishpar-Gletscher gefundenen entspricht PAFFEN 1956.

Am Barpu-Gletscher (sö Nagir/Nagar) fallen Ablationstäler durch üppiges Weiden- und Rosengesträuch und durch einen unerwarteten Reichtum alpiner Blütenpflanzen auf SHIPTON 1940.

Im Hispar-Tal, einem bedeutenden östlichen Nebental des Hunza, sind Wacholdervorkommen in der Artemisienstufe bekannt, so gegenüber Rash in S-Exposition in 3900 m CONWAY 1894, 83. Am Hispar-Gletscher selbst finden sich kleine Weiden („offensichtlich früher auch ‚cedars‘“ WORKMAN 1910, 111 — womit nur *Juniperus*, ‚pencil cedar‘, gemeint sein kann). WORKMAN 1910, 111 gibt die Baumgrenze am Hispar-Gletscher mit 4350 m — etwas höher als am Chogo Lungma — an, während umgekehrt die Schneegrenze hier etwas tiefer liegt.

Ebenfalls von E kommend mündet oberhalb Pasu das Shingshal-Tal in das Hunza-Tal ein. Der Ort Shingshal wird als Oase in der dürftigen Steppenstufe gepriesen COCKERILL 1922; VISSER 1928, I, 196; im oberen Shingshal-Tal erstrecken sich ausgedehnte Weidegründe bis zum Shingshal-Paß hinauf, worauf auch die Bezeichnung „grazing village“ für Shuijerab hinweist SHIPTON 1938, 329. Das von S einmündende Lughar-Tal hat ebenfalls grasbedeckte Hänge; am Afdigar-Paß kommt in der alpinen Stufe *Juniperus* vor SCHOMBERG 1947, I.

Von W reicht der Batura-Gletscher fast bis in das Hunza-Haupttal herab. Auf den N-exponierten Hängen geht die mit *Juniperus* durchsetzte Artemisienstufe in Birkenwald und in die feuchte alpine Stufe über, auf der S-exponierten gegenüberliegenden Talseite fehlt dagegen eine geschlossene Birkenwaldstufe, hier findet sich die Birke nur vereinzelt an

besonderen Standorten, die durch grobe Schotter ausgezeichnet sind VISSER 1928, II; PAFFEN 1956. Nach VISSER 1928, III, 178 liegt die Baumgrenze am Batura-Gletscher in S-Exposition bei 4000 m Höhe, ebenso am Pasu-Gletscher im südlich anschließenden Paralleltal.

Im oberen Chapursan-Tal gilt Yashkuk als „bester Weidegrund im ganzen Hunza-Tal“, und auch das Kundil-Nebental ist für seine üppigen Weideflächen bekannt MORRIS 1928.

Wiederum von E mündet das Ghujerab-Tal ein; Rosengesträuch ist verbreitet VISSER 1928, I, 113, 119, aber VISSER 1928, I, 144 berichtet darüber hinaus auch von einer „Zone dicker roter Tannen“ und einer „Region der Bäume“, die aber alle „dünn“ waren. Die Deutung dieses Befundes ist nicht ganz einfach — wir erinnern uns an den im äußersten Nordwesten aus dem oberen Turikho-Tal geschilderten Fall COCKERILL 1939, 32, und wir gehen wohl nicht fehl, unter diesen Bäumen auch hier baumförmige Wacholder zu vermuten — vielleicht sind es noch einmal hier ähnliche Vorkommen eines verarmten Nadelwaldes, wie sie PAFFEN 1956 vom Shishpar-Gletscher und vom Buri Harar gemeldet hat.

Als letztes der vielen Täler des Hunza-Karakorum müssen wir noch das Khunjerab-(Chengerab-)Tal erwähnen. Das kleine nördliche Nebental des Dih ist ein offenes Tälchen mit *Salix*- und *Populus*-Standorten COCKERILL 1922, 107. Im Khunjerab-Tal selbst ist *Betula fruticosa* aus 3500 m bekannt DOLK 1929, 299, die Baumgrenze gibt VISSER 1928, III, 178 mit 3900 m an. Das Barakhun-Tal (rechtes Quelltal des Khunjerab) hat auf der Talsohle dichten Wuchs von Birken und Sträuchern und zeigt in 3500 m auch noch *Juniperus*-Standorte; darüber hinaus erfreut eine herrliche alpine Flora den Reisenden VISSER 1928, I, 123; DOLK 1929, 294.

PAFFEN 1956, 28 stellt zusammenfassend fest, daß die alpine Stufe in dem von ihm bereisten Teil des Hunza-Karakorum gegenüber den von TROLL 1939 vom Nanga Parbat beschriebenen üppigen Matten artenmäßig schon einen sehr verarmten Eindruck macht; das entspricht ganz unseren Erfahrungen aus dem „äußersten Nordwesten“.

Bevor wir uns nun weiteren Abschnitten des Karakorum widmen, wollen wir die wenigen Angaben zur Kenntnis nehmen, die uns über die Vegetationsverhältnisse in den Quelltälern des Gilgit vorliegen. Die Angaben sind sehr spärlich, und unser Gewährsmann ist allein LONGSTAFF 1951, der als Political Agent längere Zeit in Gilgit stationiert war und dadurch die Möglichkeit hatte, die Stammesgebiete von Punial, Ghizar und Ishkuman zu besuchen. Über Yasin fehlen jegliche Mitteilungen.

Der Halbwüstencharakter bleibt im Gilgit-Tal aufwärts noch einige Zeit erhalten, darüber erstreckt sich die Artemisiensteppe — bis Gupis wird das Tal als kahl und dürr bezeichnet LONGSTAFF 1951, 199; von S her öffnen sich freundliche Täler gegen das Haupttal — so ist das bei Singal mündende Tal reich an alpinen Blütenpflanzen, Primeln, Enzian, Vergißmeinnicht, und dieser feucht-alpine Charakter der Vegetation bleibt herrschend bis hinauf zum Aesar-See und Paresar-Paß und wird auch noch für Ostonero versichert LONGSTAFF 1951, 201. Aber die

Täler sind auch wieder untereinander recht verschieden — das Tal von *B a r o b a s* ist völlig vegetationslos, das weiter oberhalb zum Gilgit herabkommende *C h a s h i*-Tal hat neben guten Wiesen auch Birken, Pappeln und Sanddorn-Bestände LONGSTAFF 1951, 202. Die Bevölkerung von *T a n g i r* und *D a r e l* — auf den dem Indus-Tal zugekehrten, S-exponierten Hängen dieses Gebirgszuges — treibt ihre Herden über den Kamm in die südlichen Nebentäler des Gilgit, da die verbrannten und versengten Hänge im Indus-Tal für das Vieh nicht ausreichend sind LONGSTAFF 1951, 199.

Im Gebiet von *I s h k u m a n* konnte LONGSTAFF 1951, 211 im Karambar-Tal unterhalb des Chillinj-Gletschers Birke, Wacholder, Weide und Rosengesträuch feststellen.

Wir wenden uns zurück nach Gilgit und werden — mit den S-Hängen des *R a k a p o s h i*-Massivs beginnend — die Betrachtung der Vegetationsverhältnisse im Karakorum fortsetzen. Die wüstenhafte untere Talstufe und die darüber liegende Artemisiensteppe können wir als bekannt voraussetzen.

Im *B a g r o t*-Tal ist rechts und links an den Hängen Wald verbreitet, auf der Moräne des *H i n a r c h e*-Gletschers steht *Juniperus*. (SCHOMBERG 1947, II mit Photo; auch Karte 1 : 253 440, Gilgit, 43 I). Auch in verschiedenen anderen Nebentälern des Indus in den Bezirken *B a g r o t* und *H a r a m o s h* sind auf der Karte (Gilgit 31 I, 1 : 253 440) kleinere Waldbestände eingetragen, die nach dem Stand unserer Kenntnis der Vegetationsverhältnisse am Nanga Parbat, im Hunza-Gebiet und in Rondu dem Typ des temperierten Nadelwaldes zugeordnet werden müssen. Über das *D a r c h a n G a h* sind wir etwas besser unterrichtet; hier wissen wir, daß es sich auf beiden Hängen um Kiefernwald handelt, in der Talsohle säumen Wiesen den Flußlauf: „the contrast with the aridity and bleakness of the usual Karakoram scene was startling.“ SCHOMBERG 1947, II, 75.

Durch das Tal von *I s k e r e* führt der Aufstieg zum *H a r a m o s h*; kurz vor dem Ort Iskere geht die Artemisiensteppen-Stufe in der Höhe in Kiefernwald über, der bis Korthwan anhält; Birkenwald, Weidengebüsch und die feuchte alpine Stufe schließen sich nach oben an SHIPTON 1940; FOUNTAINE 1942, 254—255.

Weiter nach E werden noch Standorte von *Picea* und *Pinus* aus dem oberen Stok-Tal (*B a l t i s t a n*) gemeldet DREW 1875, 373; ob darüber hinaus die Täler der S-Flanke des Karakorum noch Bestände feuchten Nadelwaldes beherbergen, muß dahingestellt bleiben.

Damit haben wir den Anschluß an die erwähnten *Pinus excelsa*-Wälder der gegenüberliegenden, N-exponierten Seite des Indus-Tales in *R o n d u* erreicht, die — wie wir uns erinnern — begünstigt durch die Exposition noch erheblich weiter das Tal des Indus aufwärts begleiten und auch noch im Katsura-System an vielen Stellen durch verstreute Vorkommen überraschen THOMSON 1852, 256—258; DREW 1875, 373.

Aus dem ganzen Abschnitt von der Einmündung des Gilgit-Flusses bis hierher ist uns nichts über das Vorkommen von *Pinus Gerardiana* oder *Quercus Ilex* bekanntgeworden.

S k a r d u — dessen Situation im wüstenhaften Tal des Indus uns bereits bekannt — ist Ausgangspunkt für alle Unternehmen das Shigar-Tal aufwärts gegen den Chogo Lungma- und den Baltoro-Gletscher. Das S h i g a r-Tal behält den wüstenhaften Charakter des Indus-Tales zunächst noch bei, die Ortschaft Shigar wird als Oase geschildert WORKMAN 1905, 248; OESTREICH 1906, 77, 80; DYHRENFURTH 1939, Abb. 43.

Weiter aufwärts im B a s h a - T a l (C h o g o L u n g m a - T a l) gibt es wieder Baumwuchs. Das Vorhandensein von *Juniperus* ist gesichert, ob wir unter den „Laubbäumen“ Weiden und Birken oder nur die ersteren zu verstehen haben, bleibt dahingestellt. Die baumförmigen Wacholder steigen bis 3850 m auf, darüber klettert der Wacholder noch als Busch bis 4300 m empor. Graswuchs wurde im günstigsten Falle noch bis 4500 m beobachtet WORKMAN 1905, 261. Weiden — sicher in Form niederliegenden Gesträuchs — steigen weit gegen den Gletscher und auch noch an dessen beiden Flanken aufwärts SHIPTON 1940; FONTAINE 1942; KICK 1956/57, Taf. 61: Arandu.

Die alpine Stufe am S o k h a - und S o l u - G l e t s c h e r ist reich an herrlichen Blütenpflanzen, auch Weiden und Wacholder kommen vor SHIPTON 1940 (RUSSELL 1940).

Das B r a l d u - T a l führt uns weiter in die Gletscherwelt des Karakorum hinein. Die Siedlungen, wie z. B. Askole, sind Oasen, was Rückschlüsse auf die Umgebung zuläßt DYHRENFURTH 1939, 129.

Die Armut der Vegetation geht auch aus WORKMAN's Bericht über das H o h L u m b a - T a l hervor: bis nach Pirnal Tapsa hinauf konnte nur „burtse“ festgestellt werden, die Lokalität Pirnal Tapsa selbst kann sich des Vorkommens von Birken und Wacholder rühmen; die Endmoräne des Hoh Lumba-Gletschers nördlich von Nangma Tapsa ist baumbestanden WORKMAN 1906, 130 (Abb. opp.).

Das P a n m a h - T a l, das gleichfalls von N in das Braldu-Tal mündet, ist im unteren Teil öde, die Talsohle hier Sand und Kies erfüllt; doch liegen auch in diesem kleinen Tal zahlreiche Oasen. Die Vegetation im oberen Bereich ist durch Weiden, Rosen und Gras gekennzeichnet. Panmah selbst in unmittelbarer Nähe des Gletschers ist der größte Weidegrund des Tales SHIPTON 1940, 414. Noch weiter oben in der Eiswelt zwischen den Gletschern liegt Skinmang — dort, wo der Chiring- in den Panmah-Gletscher mündet: sanfte G r a s h ä n g e ziehen sich über mehrere Meilen hin und sind hier ein ganz unerwarteter Anblick SHIPTON 1940, 415.

P a i j u liegt als Oase im öden oberen Braldu-Tal unweit des B a l t o r o - G l e t s c h e r s DYHRENFURTH 1939, 133 & Abb. 59.

Mit dem Tal des S h y o k lernen wir das wichtigste Tal des Karakorum kennen. Der Fluß durchströmt eine kiesbedeckte Ebene, in der *Populus euphratica*, *Tamarix* und *Hippophae rhamnoides* vereinzelt oder auch in undurchdringlichen Dickichten die sonst erschreckende Vegetationsarmut unterbrechen. Alle Siedlungen sind Oasen, sie liegen vorwiegend auf Schuttkegeln auf dem rechten Ufer des Shyok LONGSTAFF 1910, 637; in scharfem Gegensatz zur Umwelt liegen diese vom Menschen geschaffenen Gärten wie kleine „Paradiese“ in der Unwirtlichkeit der

Gebirgswelt — alle sind durch Obstgärten mit Aprikosen-, Maulbeer- und Walnußbäumen, sowie Weiden- und Pappelanpflanzungen ausgezeichnet LONGSTAFF 1910, 638.

Das Vorkommen von *Peganum Harmala* bis in das Becken von K h a p a l u n d S u r m u veranlaßt uns — neben dem Gesamtcharakter des Tales — bis hierher die trocken heiße - wüstenhafte Talstufe anzusetzen; THOMSON 1852, 211 wertet das Vorhandensein von *Peganum Harmala* als Anzeichen für beträchtliche Sommerhitze. Auch eine kleine Species von *Sophora*, im Mittelmeergebiet beheimatet, wurde hier gefunden THOMSON 1852, 211.

Aus diesem Becken heraus geht es das H u s h e e - u n d K o n d u s - T a l aufwärts zum Kaberi-Gletscher, wo *Juniperus excelsa* — knorrige, abgestorbene Bäume — in 5000 m noch festgestellt worden ist CALCIATI 1914, 1082.

Hier mündet auch der S a l t o r o ein, an dessen Ursprung, der Zunge des B i l a f o n d - G l e t s c h e r s, bei der Alp Gyari alpine Matten mit *Juniperus*, Weiden und auch *Tamarix* verbreitet sind LONGSTAFF 1951, 172.

Shyokaufwärts bis zur Nubramündung tritt keine wesentliche Änderung in den Vegetationsverhältnissen ein: am Fluß stellenweise (so bei Boghdan) größere Bestände von *Myricaria*, *Tamarix* und *Hippophae* — oft ganz undurchdringlich; auf felsigen Hängen gelegentlich *Artemisia*, *Lycium*, *Ephedra*, *Perowskia* etc. — aber keinerlei Krautvegetation; die Siedlungen als Oasen inmitten dieser kärglichen Umwelt THOMSON 1852, 200—207.

An der Mündung des N u b r a in den Shyok stehen einzelne Büsche von *Tamarix* und *Myricaria* in den sonst vegetationsfreien Sand- und Kiesflächen um den Zusammenfluß herum. Auch die Hänge darüber sind außerordentlich kahl und öde THOMSON 1852, 193.

THOMSON sieht den Grund für die besondere Vegetationsarmut des S h y o k - T a l e s in den häufigen Überflutungen, denen das Tal ausgesetzt ist, da große, von den gewaltigen Gletschern gespeiste Wassermassen von Zeit zu Zeit im Oberlauf des Flusses durch Eis gestaut werden THOMSON 1852, 194; aber auch schon die jahreszeitlichen Schwankungen des Wasserspiegels dürften hier wie am Indus (Nanga Parbat — TROLL 1939) erheblich sein und sich auf die Vegetation auswirken.

Im N u b r a - T a l fällt weniger die natürliche Vegetation auf als die ausgedehnten Anbauflächen, die — wie die Siedlungen — nicht unmittelbar am Fluß, sondern auf Schuttkegeln, vorwiegend auf dem linken Ufer, liegen. Im ganzen macht das Nubra-Tal einen recht fruchtbaren Eindruck; die günstigsten Verhältnisse scheinen zwischen Tirit und Panamik gegeben THOMSON 1852, 196; SCHLAGINTWEIT 1880, 4. Band, 15. Überall gibt es Obstgärten mit Aprikosen; Weiden und Pappeln werden angebaut; *Hippophae* säumt die Bewässerungskanäle; Weideland ist in größerem Umfang vorhanden. Alles zusammen, besonders aber die Sorgfalt des Anbaus, trägt dazu bei, dem Nubra-Tal einen für diesen Erdenwinkel unerwartet freundlichen Charakter zu verleihen THOMSON 1852, 306, 405, 409; SCHLAGINTWEIT 1880, 4. Band, 21.

Außerhalb der Oasen aber haben große Teile des Nubra-Tales doch einen stark salzhaltigen Boden, so verwundert uns das Auftreten von

Chenopodium, *Salsola*, *Glaux* und verschiedenen Cruciferen nicht THOMSON 1852, 195. *Hippophae* und Weiden sind auch außerhalb des künstlich bewässerten Bereiches an den Wasserläufen zu finden THOMSON 1852, 306 (bei Chalung z. B.). Eine kleinblättrige Ulme konnte bei Tagar festgestellt werden THOMSON 1852, 409.

THOMSON kommt zu dem Ergebnis, daß in der natürlichen Vegetation kein großer Unterschied zu den Verhältnissen in der Umgebung von Leh besteht: Artemisien, Labiaten, besonders die Chenopodiaceen mit *Eurotia*, *Chenopodium*, *Salsola*, *Caroxylon*, *Echinopsilon* etc. sind verbreitet — hier wie da THOMSON 1852, 406.

Das Nubra-Tal findet seinen Abschluß nach oben durch den Siachen-Gletscher; bis nahe an den Gletscher heran blühen Rosen in voller Pracht; noch weiter oben in der Eiswildnis liegt Tarim Sher — „a unique spot in the heart of this iceworld.“ Hier gibt es Gras und sogar noch Burtse — wichtig als Feuerholz! WORKMAN, F. B. 1914, 123; WORKMAN, W. H. 1914, 288.

Der Gebirgszug, der das Nubra-Tal vom Oberlauf des Shyok trennt, kann im Sassar-Paß gequert werden; der Aufstieg aus dem Nubra-Tal bringt uns zunächst nur *Ephedra* zu Gesicht, dann *Artemisia*, *Astragalus* und *Chenopodium* THOMSON 1852, 410. Die Schneegrenze liegt nach SCHLAGINTWEIT 1880, 4. Band, 29 bei 5580 m.

Auch oberhalb der Einmündung des so viel freundlicheren Nubra-Tales bleibt das Shyok-Tal von gleich tristem Charakter — vereinzelt hier und da *Populus euphratica* in den Schotterfeldern am Fluß, die wenigen Siedlungen, wie Diskit und Karsar, Oasen. Digar findet besondere Erwähnung wegen des Vorhandenseins zweier Bäume! THOMSON 1852, 190—191.

Im Aufstieg nach S zum Paß über die Ladakh-Kette liegt in einer Schlucht bei Khardung ein Standort von *Juniperus excelsa* in 4250 m THOMSON 1852, 398. Die alpine Stufe der Ladakh-Kette scheint mehr feucht-alpinen Charakter zu haben, wie wir schon im Aufstieg von Leh festzustellen Gelegenheit hatten THOMSON 1852, 395—396; 398—403. Auch weiter im E am Wuri La, 5200 m, ist die alpine Vegetation der Ladakh-Kette durch größere Mannigfaltigkeit — *Gentiana*, *Pedicularis*, *Inula*, *Saussurea*, *Allardia* werden erwähnt — ausgezeichnet SCHOMBERG 1948.

Dieser üppigeren alpinen Vegetation in der Höhe gegenüber wirkt das Shyok-Tal zwischen Durgub und Kataklik wieder ganz besonders öde — nur *Artemisia* scheint BLACKER 1917 erwähnenswert — und es ist nur natürlich, daß auch die Vegetation in dem von E einmündenden Changchenmo-Tal aufwärts sowohl der Menge als auch der floristischen Zusammensetzung nach weiter abnimmt. *Artemisia* und Gras, eine „wüstenhafte Vegetation“ im Talgrund und auf den flacheren Rücken ist das einzige, was von dort berichtet wird BLACKER 1917; DE TERRA 1940, 101.

Lokal gibt es im Bereich des Pangong Tso Standorte von *Tamarix* und Weide (bei Niagzu DE TERRA 1940, 111; bei Shushul nur Weide DE TERRA 1940, 117).

Die Lingzi Tang-Hochfläche im N des Chang Chenmo ist eine trockene, vegetationslose Wüste. Die Vegetationsgrenze liegt hier in weitem Abstand von der Schneegrenze: wegen der so geringen Niederschläge und der großen Trockenheit fällt hier die Schneegrenze mit einer viel niedrigeren Höhenisotherme zusammen als sonst; erst 600-750 m unter der Schneegrenze finden sich kümmerliche Exemplare von *Eurotia*, *Artemisia* und *Myricaria* SCHLAGINTWEIT 1880, 4. Band, 247 (siehe auch JAQUEMONT für Spiti cit. n. GRISEBACH 1872).

Durch THOMSON's Reisen sind wir auch über den obersten Bereich des Shyok-Tales bis zum Sassar-Gletscher unterrichtet. Die schnee-reichen Berge sorgen im Sommer für reichlich Feuchtigkeit — daher ist hier oben auch das Pflanzenleben viel üppiger, als wir es je bisher im Tal des Shyok erlebten; die Ufer des Flusses werden von Grasflächen gesäumt, und der Gesamtcharakter der Vegetation ist durchaus feucht-alpin.

Draba, Cerastium, Primula, Potentilla, Ranunculus, Saussurea, Saxifraga, Delphinium, Papaver, Sibbaldia, Pedicularis, Astragalus, Leontopodium etc.

sollen nur den unerwarteten Reichtum der alpinen Vegetation hier andeuten. *Primula* und *Saussurea* haben ihre Standorte bis unmittelbar am Gletscher THOMSON 1852, 417.

Die Vegetation um den Platz Sassar selbst ist zwar auch recht üppig, aber nicht eigentlich alpin zu nennen, sie scheint mehr dem weiten Begriff der „alpinen Steppe“ zu entsprechen, wie wir ihn bisher gebraucht haben; *Artemisia* und *Nepeta* werden besonders erwähnt THOMSON 1852, 420.

Auch einen Hinweis auf alpine Lagerfluren verdanken wir den Beobachtungen von THOMSON, dem hier „die alpine Nessel“ durch ihre große Verbreitung längs der Wege und an den Lagerplätzen der Viehhirten auffiel THOMSON 1852, 417.

Wir wenden uns nun nach NE, um die Depsang-Hochfläche zu erreichen. Im sumpfigen Gelände östlich Murgai treffen wir nochmals auf *Myricaria*; *Artemisia*, *Eurotia*, *Triglochin*, *Primula* und *Pedicularis* vervollständigen das Bild der Vegetation. Mit der Annäherung an das Plateau bleibt der Pflanzenwuchs immer mehr zurück; noch finden sich *Eurotia*, *Biebersteinia*, *Oxytropis*, *Saussurea*, *Stipa* und *Astragalus*, auch *Myricaria* zeigt sich noch einmal, vor allem aber erscheinen nun die halbkugeligen Polster von *Alsine*, die auf der Depsang-Hochfläche allein das Vegetationsbild bestimmen und die überhaupt in Tibet über 5000 m sehr verbreitet sind THOMSON 1852, 423—426, 430. An einem kleinen Wasserlauf mitten auf der Hochfläche fristen einige *Saussurea* und *Sibbaldia* sp. ein kümmerliches Dasein — ringsum erscheint die Ebene vegetationslos, auf Meilen finden sich nur hier und da einige Exemplare von *Artemisia* und *Tanacetum*, wenige Zentimeter hoch. Endlich ist der Karakorum-Paß erreicht (5575 m): von Vegetation ist nichts mehr festzustellen THOMSON 1852, 432, 435.

THOMSON's botanische Ausbeute eines Reisetages auf dem Depsang-Plateau belief sich auf 17 verschiedene Species von Blütenpflanzen; auf die Gräser entfielen 3, auf *Saussurea* 3, auf Cruciferen 2 Species und je 1 Species auf *Aster*, *Nepeta*, *Gymnandra*, *Sedum*, *Phaca*, *Alsine*, *Potentilla*, *Lychnis*, *Artemisia* THOMSON 1852, 437.

Während die Schneegrenze im Karakorum südwestlich des Depsang-Plateaus zwischen 5250—5450 m liegt, steigt sie nach N und E weiter an. Natürlich konnten hier und da im Schatten Schneeflecken beobachtet werden, aber eine einheitliche und zusammenhängende Schneedecke war bis 6000 m (20 000 Fuß) noch nicht erreicht THOMSON 1852, 437.

Dem Karakorum ist die Aghil-Kette nach N bzw. NE vorgelagert. VISSER's Bericht 1937 stellt dies Gebirge als „Typ einer ariden Landschaft“ heraus — da war weder Wasser, noch Graswuchs, keine Blume, kein Baum, kein Strauch — nirgends ein Lebewesen VISSER 1937, 34. Im einzelnen ergeben sich auch hier Unterschiede. Im Shaksгам-(Oprang-) Tal ist gelegentlich wohl noch ein Strauch zu finden, aber die Hänge sind kahl und öde, nur ganz verstreut finden sich *Artemisia*, *Salix* oder auch *Juniperus* YOUNGHUSBAND 1896, 186, 258; 1926, 228. Flußabwärts scheint die Vegetation reicher zu werden; bei Aq-yol-i-rich gibt es viel Gras, *Artemisia*, Dornbusch und *Tamarix* — doch schon „die andere Seite“ des Flusses hat kaum nennenswerten Pflanzenwuchs SCHOMBERG 1947, I. Phurzin-i-Dasht, wo der Weg aus dem Hunza-Tal über den Shingshal-Paß herankommt, ist durch Winterweide und das Vorhandensein von Birke (phurzin = Birke) ausgezeichnet SCHOMBERG 1947, I. Im Kern des Aghil-Gebirges macht das Lungmoche-Tal fast einen „fruchtbaren“ Eindruck, der Graswuchs ist geradezu üppig, auch „Burtse“ ist vorhanden, Wölfe, Yaks und Kiangs dient dieses Tal als Winteraufenthalt. Dagegen ist weiter nach N zu im Innern des Gebirges im Salungpa-Tal nicht ein Grashalm zu finden, nichts „Grünes“ zu sehen: MASON spricht hier von der „acme of desolation“ MASON 1927, 300, 317.

Zusammenfassung.

In eingehender Arbeit haben wir die Vegetationsverhältnisse des Nordwestens bis in die entlegensten Täler hinein verfolgt. Das Ergebnis unserer Bemühungen hat in der Karte seinen Niederschlag gefunden: klar kommt bei der bedeutenden Breite des Gebirges in diesem Abschnitt die horizontale Gliederung zum Ausdruck:

1. Die S-Abdachung des Himalaya („äußerer Himalaya“ HOOKER & THOMSON 1855) mit der Folge vom Dornbusch der Ebene über den Hartlaubwald, die *Pinus Roxburghii*-Stufe und den Eichen-Koniferen-Mischwald bis zum subalpinen Birkenwald und zur feuchten alpinen Stufe;
2. der „innere Himalaya“ (HOOKER & THOMSON 1855), der um das Becken von Kaschmir der Umrandung dieses Beckens entspricht, mit dem mäßig-feuchten Nadelwald (Nadelwald des nordwestlichen Himalaya) als charakteristischem Vegetationstyp;
3. die N-Abdachung des Himalaya („tibetischer Himalaya“ HOOKER & THOMSON 1855, Tibet i. w. S.) einschließlich des Karakorum — gekennzeichnet in den Übergangsgebieten durch letzte reine Nadelwaldbestände, die breite Entwicklung der Artemisienstufe und noch mehr der alpinen Steppe. Wie im äußersten NW ist auch hier

wieder die vertikale Dreiteilung der Vegetation in Wüstensteppe, Artemisienstufe und alpine Stufe typisch (MEEBOLD 1909), bietet doch die Höhenlage, im Karakorum zumal bei der bedeutenden Vergletscherung, mit günstigeren Feuchtigkeitsverhältnissen Möglichkeiten zur Ausbildung einer feuchten alpinen Stufe; aber es ist dann oft nicht leicht, die Grenze gegen die alpine Steppe zu erkennen, die im eigentlichen Sinne der beherrschende Vegetationstyp jenseits der Hauptkette nach NE hin ist.

Mit der Abnahme der Breite des Gebirges nach E — entsprechend dem Zusammentreten der verschiedenen Ketten — schwindet der Raum für die Ausbildung eines „inneren Himalaya“; mehr und mehr muß sich der mäßig-feuchte Nadelwald — als der charakteristische Vegetationstyp des inneren Bereiches — auf bestimmte Täler im Innern des Gebirges und besondere Lagen beschränken, immer mehr wird die Hauptkette zur scharfen Trennungslinie zwischen der abwechslungsreichen Vegetationsfolge der S-Abdachung und der großartigen Einförmigkeit des Hochlandes im N.

Die Exposition hat sich im Nordwesten überall als der wichtigste, die Vegetationsverhältnisse verändernde Faktor erwiesen:

reine S-Auslage ermöglicht das Vorkommen trockener Vegetationstypen weit nach S hin, reine N-Exposition bietet feuchteren Vegetationstypen auch noch nördlich der Hauptkette geeignete Lebensbedingungen; die Verzahnung von feuchtem (mäßig-feuchtem) Nadelwald und trockener Artemisiensteppe gerade im mittleren Bereich, im „inneren Himalaya“, läßt diesen Wechsel besonders deutlich werden, wo jede Richtungsänderung eines Tales unter der Wirkung der Exposition Überraschungen bieten kann.

Floristisch treffen wir im Bereich des „inneren Himalaya“ die Vertreter des feuchten Nadelwaldes wieder, die wir aus dem nordöstlichen Afghanistan kennen; der Zusammenhang beider Gebiete über das vegetationskundlich so wenig bekannte Land am Indus unterhalb des Nanga Parbat hinweg ist somit deutlich.

Der „äußere Himalaya“ läßt im Fortschreiten nach E immer neue Species erkennen, die die floristische Zusammensetzung und damit das allgemeine Vegetationsbild der S-Abdachung ständig reicher werden lassen.

Im N sind wir im Karakorum über die floristischen Beziehungen besonders gut orientiert. PAMPANINI 1930, 239 läßt hier die floristische Grenze zwischen West- und Ostkarakorum dem mittleren Shyok- und dem Nubra-Tal folgen; westlich dieser Linie überwiegen die floristischen Beziehungen zum Pamir, östlich davon zum tibetischen Hochland.

Mensch und Umwelt im Nordwesten.

Angaben über die Lebensformen der Bevölkerung haben uns bei unserem Gang durch den Nordwesten schon hier und da zur Erkenntnis der Situation geholfen — ein abschließendes Wort darüber mag deshalb auch am Ende dieses Abschnitts erlaubt sein.

Das flache Land am Gebirgsfuß, die unteren Hänge, zumal in den Tälern, zeigen nur noch Reste natürlicher Vegetation — hier hat sich unter dem Einfluß des Menschen überall Kulturland ausgebreitet. Im Gebirge selbst, an den Talhängen, wird jedes brauchbare Stückchen Land durch kunstvolle Terrassierung und Bewässerungsanlagen genutzt. Angebaut werden Reis, Mais, Hirse und Zuckerrohr, aber auch Weizen und Gerste, um nur die allerwichtigsten Anbaupflanzen zu nennen. Im E, in Kangra und Kulu, wo Niederschläge und Luftfeuchtigkeit schon bedeutend höher sind, wird auch Tee angebaut (ROERO 1881; BRUCE 1914; JAIN & BHARADWAJA 1949). Die Wirkung der Bodenerosion am Fuß des Gebirges in den Siwaliks ist in diesem Abschnitt bedeutend und allgemein bekannt.

Die Kulturlandschaft des „inneren Himalaya“ finden wir im Becken von Kaschmir am klarsten entwickelt; natürliche Vegetation fehlt hier vollkommen, dafür geben die Kulturpflanzen — zumal da, wo sie — wie hier häufig — in großen Flächen angebaut werden — der Landschaft den Charakter; ein Beispiel dafür ist die Reisterrassenlandschaft bei Sonarwain (TROLL 1937). Die Fülle der angebauten Gewächse ist erstaunlich, die Gunst des Klimas ermöglicht noch den Anbau der in südlicheren Breiten gewöhnlichen Pflanzen, zum anderen zeigen die inneren Täler bereits Anklänge an die Verhältnisse im N jenseits der Hauptkette. Die wichtigsten Gewächse sind: Reis, Mais und Hirse, Weizen, Hafer und Gerste, Kartoffeln und Gemüse, Safran und Baumwolle, Amaranth und Buchweizen; Obstbäume sind überall verbreitet, aber auch Weiden und Pappeln werden angebaut — wie es im trockenen, holzarmen Norden üblich ist. Während die anspruchsvolleren Gewächse das günstige Klima des Beckens selbst vorziehen, sind Gerste, Hafer, Buchweizen und Amaranth etc. auch in den inneren Tälern zu finden; bei Minimarg liegt die Anbaugrenze in 2900 m (TROLL 1937).

Im nördlichen Bereich, im Karakorum, in Ladakh und nach dem eigentlichen Tibet hin sind Siedlungen und Anbau nur inselhaft vorhanden. Nur wo künstliche Bewässerung möglich, wird — hoch über dem Hauptfluß auf den Schwemmkegeln der Seitentäler, auf Moränen oder auch an kleineren Wasserläufen selbst — Anbau getrieben. In diesen Oasen herrscht ein reiches Pflanzenleben, aber alle Gewächse hier sind vom Menschen eingeführt und nicht einheimisch. Wir finden Weizen und Gerste, Mais, Kartoffeln, Rüben und Bohnen, Buchweizen, Amaranth und viele andere. Von Obstbäumen haben Aprikose und Maulbeerbaum besonders große Verbreitung, und überall wird auch die Walnuß in den Oasen gepflegt. Der Anbau von Pappeln und Weiden ist — des Holz mangels wegen — überall zu finden; Sanddorn dient vielfach als Hecke zur Begrenzung der Felder.

Im Hunza-Karakorum beobachtete PAFFEN 1956, 30 in den höheren Lagen mancher Seitentäler (um 3000 m) Sommerfeldsiedlungen, die nur zur Zeit der Feldbestellung und Ernte von einigen Leuten bezogen wurden. (vgl. auch LORIMER 1939).

Im Übergangsbereich zwischen innerem und nördlichem Bereich sind die Verhältnisse am Nanga Parbat interessant, wo Dauersiedlungen und dazugehöriges Kulturland überwiegend in der Höhenstufe der Artemisien-

steppe zwischen 2000—3000 m liegen. Im Nadelwald der Höhe trifft man häufig auf *Sommersiedlungen* mit temporärem Anbau. Die Anbaugrenze liegt im Rupal-Tal bei 3050—3220 m und reicht damit bis in die Nähe des Gletschers TROLL 1937; 1939, 156.

Viehwirtschaft ist überall verbreitet, Schafe und Ziegen werden bevorzugt. Für den „äußeren Himalaya“ sind die *jahreszeitlichen Wanderungen* zwischen dem Winteraufenthalt in der Ebene und den unteren Gebirgslagen und dem Sommeraufenthalt auf den alpinen Matten charakteristisch. Am Nanga Parbat wird das Vieh im Sommer ebenfalls auf den Hochweiden der alpinen Stufe gehalten, im Winter im Stall oder unterhalb der Dauersiedlungsstufe auf Weideland im Industal.

Besonders interessant ist die Lebensweise halbagrarisches und halbnomadisch lebender Stämme, deren jahreszeitliche Wanderungen sich über ausgedehnte Gebiete erstrecken können. So haben z. B. die Gaddis (MALHOTRA 1935, 1; MAFFI e MUSSIO 1950) ihr eigentliches Wohngebiet am oberen Ravi; der sesshafte Teil der Bevölkerung baut in mühevoller Terrassenkultur Mais, Hirse, Buchweizen und Kartoffeln etc. an, während ein anderer Teil des Stammes im Winter mit Schafen und Ziegen in die Ebene, zur Monsunzeit auf die alpinen Weiden bis nach Lahul hinauf wandert.

Im nordwestlichen Himalaya haben wir erstmalig auch den Einfluß geregelter *Forstwirtschaft* auf die natürliche Vegetation zu berücksichtigen. Wenn auch bis jetzt bei weitem noch nicht alle Wälder des Nordwestens unter der Aufsicht des Forstdienstes stehen, so muß doch auf die lokale Auswirkung auf Erhaltung und Zusammensetzung der Wälder in den von der Forstverwaltung erfaßten Gebieten aufmerksam gemacht werden.

von HÜGEL 1840; MOORCROFT 1841; CUNNINGHAM 1854; THOMSON 1852; DREW 1875; LAWRENCE 1895; HEMSLEY 1902; MEEBOLD 1909; YOUNGHUSBAND 1924, I; MALHOTRA 1935; TROLL 1937, 1938 I & II, 1939; PITHAWALLA 1953; PAFFEN 1956 u. a.

III. Das Durchbruchstal des Sutlej.

Den allmählichen Übergang der Vegetation der indischen Ebene zu der des tibetischen Hochlandes können wir im Tal des Sutlej besser verfolgen als anderswo; die vorhandenen Angaben ermöglichen für diesen Abschnitt den Entwurf einer Karte der Vegetationsverteilung größeren Maßstabes.

Grundzüge von Relief und Klima.

Folgende Tatsachen sind im voraus zu berücksichtigen: das Tal des Sutlej durchbricht die *Hauptkette des Himalaya* sowie mehrere parallel dazu verlaufende Ketten; das *Flußbett* senkt sich im eigentlichen Durchbruchstal von 3000 auf 900 m innerhalb von 120 km; während des Durchbruchs verläuft das Tal im wesentlichen von E nach W, d. h. die Hänge weisen klar *N- und S-Exposition* auf; der Monsun trifft nicht mit voller Kraft auf den Ausgang des Sutlej-Tales aus dem Gebirge — er streicht vielmehr parallel zum Gebirgsrand nach NW.

Klimatisch erfolgt im Tal des Sutlej der Übergang vom Monsunklima des äußeren Himalaya zum ariden Klima des Hochlandes von Tibet. Die durch die Richtung des Tales angezeigte Ungunst gegenüber der Aufnahme der Monsunströmungen wird noch in Richtung auf lokale Trockenheit dadurch verstärkt, daß verschiedene Gebirgssporne die Wolken in ihrem Wege talauf behindern. Die starke Erwärmung des auf weiten Strecken anstehenden bloßen Felsgesteins erzeugt im Sommer in der engen Talschlucht unerträgliche Hitze. Ein heißer austrocknender Wind ist die Folge, der mit großer Regelmäßigkeit jeden Nachmittag durch die Schlucht fegt (GORRIE 1933, I, 6; „which beats down the gorge“; SINGH 1948, 11: „up the valley“).

Bei der Brücke von Wangtu läßt der Einfluß des Monsun spürbar nach (GORRIE 1933, I, 6). „Wir hatten das Gefühl, den Bereich der Regen völlig verlassen zu haben“, berichtet THOMSON 1852, 71 von Miru auf der rechten Seite des Tales.

Für Kilba ist noch leichter Monsunregen, aber bereits starker Schneefall bekannt. Pu, wenige Meilen vor der Mündung des Spiti-Flusses in den Sutlej, kennt nur noch leichte winterliche Schneefälle.

Die Verteilung des Schneefalls über 2700 m scheint gleichmäßig zu sein — unterhalb dieser Höhe jedoch ist der winterliche Niederschlag im trockenen Bereich des Tales — z. B. bei Chini — viel größer als etwa bei Taranda. Große Unterschiede bestehen auch hinsichtlich der Schneeschmelze. Die Grenze des ewigen Schnees gibt GORRIE 1933, I, 9 mit 18 000 Fuß, STOLICZKA 1870 mit 5100—5400 m an.

Hochwasser, die durch Schneeschmelze und heftige Regengüsse entstehen können, führen zu großen Bodenverlusten, da zumal die S-exponierten Hänge mit ihrer geringen Vegetationsdecke in den tieferen Lagen nicht geschützt sind (GORRIE 1933, I, 9; SINGH 1934).

Die Exposition übt einen bedeutenden Einfluß auf die Anordnung der Vegetation aus; Strahlung und Böschungswinkel der durch den Verlauf des Tales S-exponierten Hänge, weite Strecken blanken Felses als Ergebnis und Ursache in der Folge wirken u. a. dahin, daß die relative Feuchtigkeit hier geringer ist als in kühleren Lagen. Wo aber auch die S-exponierten Hänge größere Niederschläge empfangen, ist doch eine Wirkung nur in den höheren Lagen oder in den tief eingeschnittenen Nebentälern zu verspüren (GORRIE 1933, I, 12—13).

Pflanzengeographische Erforschung.

Die Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse beginnt mit den Reisen GERARD's und JAQUEMONT's. GRIFFITH schildert eingehend den Anstieg aus der Ebene nach Simla. Sehr aufschlußreich sind die Berichte von HOFFMEISTER 1847 & THOMSON 1852. CLEGHORN 1864, 1865 und BRANDIS 1879 haben weiterhin zu unserer Kenntnis beigetragen. Die beste Darstellung des eigentlichen Durchbruchstales des Sutlej verdanken wir GORRIE 1933, I, dessen Angaben im wesentlichen der Karte und den Profilen (III a und b) zugrunde liegen. SINGH 1948 gibt

Ergänzungen zu der von GORRIE vorgeschlagenen Abgrenzung der einzelnen Zonen im Durchbruchstal^{*)}).

Regionale Analyse.

In den einführenden Bemerkungen haben wir uns bereits weitgehend auf das Durchbruchstal i. e. S. beschränkt. Der regionalen Betrachtung des Sutlej-Tales aber sollen noch Angaben über den Anstieg von der indischen Ebene nach Simla vorangestellt werden.

Im vorhergehenden Abschnitt habe ich einige Bemerkungen den besonderen Schwierigkeiten gewidmet, die der Übergang zwischen den verschiedenen Vegetationstypen im Vorland des Gebirges zwischen Beas und Sutlej mit sich bringt. Das Auftreten neuer, bisher noch nicht angelegener Species, wenn wir dem Gebirgsrand weiter nach E folgen, während gleichzeitig andere Species von NW her ihre östliche Verbreitungsgrenze erreichen, wird uns die allgemeine Bedeutung dieses Abschnittes auf das Ganze gesehen noch klarer zeigen (HOOKER & THOMSON 1855; CLEGHORN 1865).

1. Der Aufstieg aus der Ebene nach Simla und der Abstieg in das Tal des Sutlej.

Der Aufstieg aus der Ebene nach Simla ist für unseren Gesichtspunkt am besten von GRIFFITH 1847 und THOMSON 1852 beschrieben worden. Ich halte es nicht für einen Nachteil, daß diese Berichte schon über 100 Jahre alt sind — ich bin im Gegenteil sehr froh, auch schon aus dieser Zeit Angaben zur Verfügung zu haben, verhelfen sie uns doch zu einem ursprünglicheren, natürlicheren Bild der Verhältnisse; nicht vergessen dürfen wir aber, daß das Areal der Wälder gerade um Simla herum im Laufe des vergangenen Jahrhunderts erheblich verändert worden und ganz allgemein zurückgegangen ist.

Bei R u p a r verläßt der Sutlej die Siwaliks. Wälder von *Dalbergia Sissoo*, *Eugenia jambolana*, *Dodonaea*, *Ficus*, *Adhatoda vasica*, *Bauhinia* sind verbreitet, bei Naligarh fallen *Cassia*, *Carissa*, *Acacia* auf GRIFFITH 1847, 506, 508^{**)}. SCHLAGINTWEIT allein spricht hier schon von einem „T e r a i“, welcher Terminus sonst erst für das Vorland des Gebirges weiter im E gebräuchlich ist; doch wird der Terai hier als schmal und leicht passierbar beschrieben, das Fehlen der weiter im E charakteristischen hochstämmigen Bäume wird betont SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 368.

Der eigentliche Anstieg scheint weder auf GRIFFITH, noch auf THOMSON großen Eindruck gemacht zu haben; GRIFFITH 1847, 508

^{*)} Lit. (Auswahl): GERARD 1842; MADDEN 1845, 1850; JAQUEMONT 1841—1844; HOFFMEISTER 1847; GRIFFITH 1847; THOMSON 1852, 1854; CLEGHORN 1864, 1865; STOLICZKA 1870; SCHLAGINTWEIT 1869—1880 (1871); BRANDIS 1879, 1884—85; ROERO 1881; BLANFORD 1888; GAMBLE 1898; HEDIN 1909—1912 (1912); MASSIEU 1914; COLLETT 1921; LESTER-GARLAND 1927; GORRIE 1929, 1931, 1933 I; HOLLAND & GLOVER 1931; SINGH, J. 1934, 1948.

^{**)} vgl. auch: SHRI KHEM CHAND: Ropar Kharar Regional Working Plan, 1950—1951 to 1964—65. Controller of Printing and Stationary, Simla.

nennt — sehr aufschlußreich — die Vorhügel „decidedly uninteresting“, — und ein solches Urteil erscheint in seinen Aufzeichnungen höchst selten. THOMSON faßt seinen Eindruck der äußeren Hügel dahingehend zusammen, daß die Vegetation „ziemlich tropisch“ sei THOMSON 1854. Richtiger Baumwuchs kommt auf den äußeren Hügeln fast gar nicht vor SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 369, aber *Adhatoda vasica* ist in Mengen verbreitet, dazu *Zizyphus jujuba*, *Butea frondosa*, *Carissa*, *Aegle marmelos*, *Acacia arabica*, *Rottlera tinctoria*, *Grislea*, *Colebrookia oppositifolia*, *Zanthoxylum*, *Nyctanthes*, *Ficus*, *Euphorbia pentagona*, *Kalanchoë* etc. GRIFFITH 1847, 509; THOMSON 1852, 4, 6, 13, 1854. Nicht nur die der Ebene zugekehrten Hänge (S-Exposition) zeigen so nur ein dürftiges Pflanzenkleid, auch die Bachrinsen lassen frischeres Grün und üppigeren Pflanzenwuchs vermissen. Doch bei 1200 m deutet sich ein Wechsel in der Vegetation an — die Pflanzen der Ebene bleiben allmählich zurück, und bei Kasauli findet sich endlich an dem dem Gebirge zugekehrten Hang (N-Exposition) ein Wäldchen von *Pinus Roxburghii*, vom Kamm etwa 300 m abwärts reichend. THOMSON spricht vom „Eintritt in eine neue Welt“ — und tatsächlich erscheinen nun auch andere Sträucher und eine andere Krautvegetation, der „ziemlich tropische“ Charakter der Vegetation verliert sich allmählich. Aber noch ist der Übergang nicht vollkommen: der freie — S-exponierte! — Hang des nächsten Aufstieges zeigt alsbald wieder die eintönige Strauch- und Grasdecke THOMSON 1852, 4, 6, 7, 13. Am Gambur stehen *Dalbergia Sissoo*, *Adhatoda vasica*, verschiedene Myrtaceen — zwischen Haripur und Sairi sind die Hänge aber wieder ganz baumlos, *Plectranthus rugosus* und Gräser (*Andropogon*, *Cymbopogon*, *Heteropogon contortus*), auch *Kalanchoë* und *Euphorbia* können kaum den tristen Vegetationscharakter der Landschaft beleben; vereinzelt kommt auch *Pinus Roxburghii* vor GRIFFITH 1847, 510—511; THOMSON 1852, 14. Ganz oben auf den Kämmen erscheinen hier und da schon Vertreter der temperierten Flora von Simla, so in N-Exposition plötzlich ein Gesträuch von *Rosa*, *Berberis* und *Spiraea* — aber noch sind das Ausnahmen THOMSON 1852, 14.

Der Gesamteindruck nach den Berichten ist der großer Einförmigkeit und Trockenheit — wir dürfen aber nicht die starke Wirkung der Exposition vergessen, und wir müssen auch berücksichtigen, daß THOMSON im Mai hier reiste — also in der trockensten Jahreszeit vor Beginn der Monsunregen, GRIFFITH im November, also lange nach Ende der Regenzeit. Den tropischen trocken-winterkahlen Falllaubwald erkennen wir aber an den vorherrschenden Species, wenn auch die typische Entwicklung des Salwaldes noch nicht erreicht wird.

GRIFFITH fühlt sich hier an die Umgebung von Mussoree erinnert, ja im Gesamtcharakter sogar an Bhutan (womit er wohl nur die dortigen trockenen Täler gemeint haben kann), nur sei eben die Zahl der Species, wie überhaupt die Verschiedenartigkeit der Flora dort mit dem hier Gebotenen nicht zu vergleichen. Doch einmal, angesichts eines üppigen, dichten Schluchtwaldes voller Lauraceen, drängt sich ihm die Erinnerung an den feuchten Osten besonders stark auf, — vielleicht in derselben Schlucht, nördlich Kasauli, die auch THOMSON durch *Laurus* sp. ausgezeichnet fand und mit den Worten hervorhebt: „where there is the greatest approach to forest“ THOMSON 1852, 13; GRIFFITH 1847, 509, 511.

Nach diesem Marsch durch kümmerliches Gras- und Buschland bringt ein plötzlicher Anstieg vor Simla einen vollständigen Landschaftswechsel. Eingeleitet durch kümmerliche Exemplare von *Quercus incana* und *Gaultheria* auf dem S-Hang, fanden GRIFFITH und THOMSON die Höhen um Simla von schönen Mischwäldern bedeckt, die in N-Exposition auch in die Täler hinabreichten. Simla empfängt mehr Niederschlag als die niederen vorgelagerten Ketten, und zur Monsunzeit sind die Höhen in Wolken und Nebel gehüllt. Die Zusammensetzung dieser Wälder wechselt nach Höhe, Exposition und Bodenbeschaffenheit. Einige der Hauptvertreter sind:

Quercus incana, *Rhododendron arboreum*, *Pieris ovalifolia*, *Gaultheria*, sowie *Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara*, *Picea morinda*.

Pinus Roxburghii ist im W von Simla in den tieferen Lagen verbreitet und beherrscht z. B. vollkommen den trockenen S-Sporn zwischen 1500 und 2100 m GRIFFITH 1847, 511—515; THOMSON 1852, 18—21; 1854; GAMBLE in COLETT 1921, L.

Vom Mt. Jako werden Bestände des Mischwaldes angegeben; *Quercus incana*, *Rhododendron arboreum*, *Gaultheria*, *Ilex dipyrena* sind die wichtigsten Laubbäume. Der N-Hang hat sehr feuchte Waldbestände, aber nach Üppigkeit und floristischer Vielfalt halten sie den Vergleich mit den Mishmi Hills oder Bhutan nicht aus GRIFFITH 1847, 512. Auf den südlichen Ausläufern ist *Pinus Roxburghii*, darüber *Pinus excelsa*, in W- und S-Exposition *Cedrus Deodara* zu finden. Sonst sind S- und E-exponierte Hänge mit Gras und Sträuchern bewachsen — *Indigofera*, *Berberis*, *Rosa*, *Lonicera*, *Rubus*, *Viburnum*, *Prinsepia*, *Thymus*, *Artemisia* und *Andropogon* sind hier gewöhnlich GRIFFITH 1847, 512—513; THOMSON 1852, 19—20; CLEGHORN 1865; BRANDIS 1884—85; GAMBLE in COLLETT 1921, XLIX; LESTER-GARLAND 1927.

Auf dem Chota Simla-Sporn haben Zeder und *Pinus excelsa* Standorte GAMBLE in COLLETT 1921, L.

Der Mahasu-Kamm zeigt auf der Simla zugekehrten Seite Wälder mit *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa* und *Picea morinda*; die höheren Lagen werden von *Quercus dilatata* und *Abies Pindrow* bevorzugt, während in den Schluchten des N-Hanges immergrüne Species — wie *Machilus Duthiei* und *Litsaea umbrosa* — einen bedeutenden Anteil des Bestandes ausmachen THOMSON 1852, 19, 33; CLEGHORN 1865; BRANDIS 1884—85; GAMBLE in COLLETT 1921, L.

Gegen den Fagu sind noch Reste von *Quercus sp.*, *Rhododendron arboreum*, *Gaultheria*, *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Picea morinda*, *Taxus baccata*, *Acer*, *Euonymus*, *Juglans*, *Pyrus* festzustellen; auch diese sind in N-Exposition dichter im Bestand. *Quercus semecarpifolia* beschränkt sich auf die höheren Lagen GRIFFITH 1847, 513; CLEGHORN 1865; SCHLAG-INTWEIT 1871 (2. Band), 371.

Vom Fagu gegen E macht die Landschaft einen ziemlich eintönigen Eindruck, Wälder scheinen auf die Lagen über 2400 m beschränkt zu sein GRIFFITH 1847, 514.

Mit seinen Beständen von *Cupressus torulosa* weist der Shali eine Besonderheit auf; die Vorkommen sind in N-Exposition zwischen 2400-2700 m verbreitet und stellen wohl eine edaphische Variante auf dem am Shali anstehenden Kalkgestein dar THOMSON 1852, 31; BRANDIS 1885; GAMBLE in COLLETT 1921, LI.

Von Narkanda erwähnt HOFFMEISTER 1847 *Cedrus Deodara*, *Abies Pindrow* und *Abies Webbiana*. Oberhalb Narkanda zeigt der Hattu den Eichen-Koniferen-Mischwald in schönster Ausbildung THOMSON 1852, 42; BRANDIS 1879; GAMBLE in COLLETT 1921, 21. Sehr wichtig ist uns hier folgende Beobachtung von THOMSON 1852, 44:

„In looking back from the summit of Hattu towards Simla and the plains, it may be observed that the country is well wooded, though when viewed from Simla or the heights of Mahasu the same mountains had appeared almost bare. This diversity in the aspect of the country according to the direction from which it is seen, is due to the ridges being well wooded on one face and bare of trees on the other.“

Deutlicher kann die Wirkung der Exposition nicht geschildert werden.

Östlich von Narkanda auf der Höhe liegt der Wald von Baghi, ein echter Eichen-Koniferen-Mischwald, dessen große Feuchtigkeit auch durch den Unterwuchs von *Arundinaria spathiflora* angedeutet wird; aber so üppig die N-Exposition bewaldet sein mag — die S-exponierten Hänge tragen Gras und sonst nichts.

Bevor wir das Gebiet um Simla verlassen, erinnern wir nochmals daran, daß wir mit Absicht den Berichten der älteren Autoren — wie GRIFFITH und THOMSON — den Vorrang ließen; große Veränderungen sind seitdem in den Wäldern um Simla vor sich gegangen, nicht zuletzt durch die Ausbreitung des Kartoffelanbaus COLLETT 1921, XLIX.

Der Abstieg von Narkanda zum Sutlej führt — wie in N-Exposition zu erwarten — durch Mischwald von Eichen und Koniferen; *Pinus excelsa*, *Quercus incana* und *Rhododendron arboreum* steigen am weitesten ins Sutlej-Tal hinab, feuchte Schluchtwälder mit Lauraceen und *Alnus* u. a. bilden die letzten Ausläufer des feuchten Waldes. Oberhalb Kotgarh geht der feuchte Mischwald nach unten in die *Pinus Roxburghii*-Stufe über, und bei Kepu haben wir das Tal des Sutlej erreicht. Wir finden hier den gewöhnlichen Strauchwuchs der Ebene wieder mit

Adhatoda vasica, *Colebrookia oppositifolia*, *Rottlera tinctoria*, *Euphorbia pentagona*, *Zizyphus*, *Olea*, *Acacia*, *Rhus*, *Cedrela toona*, *Plectranthus*, *Rubus* usw.

Die Angaben über die Vegetation im Sutlej-Tal von Rupar bis Kepu sind nicht zahlreich, sie geben uns aber doch einige Anhaltspunkte. Über der tropischen Talstufe konnte *Pinus Roxburghii* festgestellt werden, die in der Höhe vom Eichen-Koniferen-Mischwald abgelöst wird (rechtes Ufer: für die Höhen, die die Wasserscheide zum Beas tragen, und für Suket; linkes Ufer: für Komharsen, Kotgarh, Bajji) HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 39—53; CLEGHORN 1864, 60—61, 1865; STOLICZKA 1870.

2. Das Durchbruchstal des Sutlej i. e. S. (Profil III a u. b).

Bei Rampur treten wir in das Durchbruchstal des Sutlej i. e. S. ein. GORRIE 1933, I teilt das Durchbruchstal des Sutlej — von Rampur aufwärts bis Shipki — in 3 Zonen ein: feucht, trocken und arid; als Forstmann hat er dem wertvollsten Baum dieses Gebietes seine besondere Aufmerksamkeit zugewandt; er charakterisiert diese 3 Zonen nach dem Verhalten der Zeder (*Cedrus Deodara*).

Feuchte Zone (von Rampur bis Nichar): die Zeder ist auf den trockenen Kämmen und Spornen allgemein verbreitet: im Verband der Mischwälder wählt sie die ihr zusagenden trockenen Standorte. Der Niederschlag erfolgt vorwiegend zur Monsunzeit;

trockene Zone (Nichar — Chini): die Zeder zeigt ihre beste Entwicklung und bildet große reine Bestände; 50% des Niederschlags fallen hier als Schnee im Winter (Station Kilba). Von Kilba aufwärts ist auch die künstliche Bewässerung verbreitet;

aride Zone (Chini — Shipki): die Zeder ist nur noch in kühlen Lagen (N-Exposition) gut entwickelt und steigt höher an den Hängen auf. Der Niederschlag fällt fast ausschließlich im Winter in Form von Schnee (Station Pu) GORRIE 1929; 1933, I, 17.

In der feuchten Zone ist der Unterschied der Exposition sehr deutlich. Auf der linken Seite des Tales in N-Exposition reichen die Wälder tief herunter; die S-exponierte rechte Talseite läßt auch in der feuchten Zone geschlossene Waldbestände erst in viel größerer Höhe zur Entwicklung kommen. Beide Talseiten gewähren somit einen **grundverschiedenen** Anblick. Auf der linken Seite sind die Wälder fast zusammenhängend vom Flußufer in 1000 m Höhe bis zum Beginn der alpinen Matte bei 3600 m verbreitet, der rechte Hang zeigt zunächst nur kümmerlichen Graswuchs und geschlossene Waldbestände erst ab 2000 m — abgesehen von den feuchten Schluchten der Nebentäler, die im allgemeinen auch in geringerer Höhe gut bewaldet sind GORRIE 1933, I, 18.

Pinus Roxburghii bestimmt die unteren Lagen der feuchten Zone; *Quercus incana* und *Rhododendron arboreum* leiten an geschützten Standorten den Übergang zum Eichen-Koniferen-Mischwald ein. Hier lassen sich standörtliche Differenzierungen beobachten: *Pinus excelsa* und *Cedrus Deodara* bevorzugen wärmere Lokalitäten, *Picea morinda* die kühleren Lagen. Laubwald findet sich in den Schluchten; nach der Höhe zu tragen *Quercus semecarpifolia*, *Abies Pindrow* und *Picea morinda* den Bestand.

Im Überblick ergibt sich folgende vertikale Anordnung in der feuchten Zone:

	linkes Ufer:	rechtes Ufer:
Eichen-Koniferen-Mischwald:		
<i>Abies Pindrow</i> und <i>Quercus semecarpifolia</i>	3000—3600 m	2850—3300 m
Laubmischwald	2100—3000 m	2100—3000 m
<i>Picea morinda</i>	2100—3000 m	2550—2700 m
<i>Pinus excelsa</i> und <i>Cedrus Deodara</i>	1500—2100 m	2100—2550 m
<i>Quercus incana</i> und <i>Rhododendron arboreum</i>	1650—2100 m	1800—2100 m
<i>Pinus Roxburghii</i>	1050—1800 m	1350—2100 m

GORRIE 1933, I, 18.

Die *Pinus Roxburghii* - Stufe GORRIE 1933, I, 21—25 ist in der N-Exposition bis Taranda gut entwickelt HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 56; BRANDIS 1879; mit der Abnahme der Monsunwirkung tritt der Typ zurück und geht 3 Meilen oberhalb der Brücke von Wangtu in Steppenwäldern von *Pinus Gerardiana* über THOMSON 1852, 68 (Ravi-Tal'). Hier wird also der Übergang zu einem trockeneren Gehölztyp ganz deutlich — aber für den aufmerksamen Beobachter kündigt sich der Wechsel schon viel früher an; THOMSON 1852, 60 fallen schon bei Serahan verschiedene Pflanzen (z. B. *Hippophaë*) auf, die die kontinentaleren Einflüsse ahnen lassen.

Unterhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe kommen im Tal an Stellen, die Schutz vor dem heißen Wind bieten, noch verstreut Vertreter des winterkahlen Fallaubwaldes vor.

In der S-Exposition endet der geschlossene *Pinus Roxburghii*-Wald bereits bei Jahri; von da ab treten nur vereinzelte Exemplare der Kiefer noch auf; auch Gesträuch ist kaum vorhanden, wohl als Folge der starken Beweidung im Winter. Auf besonders trockenen, heißen Standorten, in den Felswänden, zeigt sich *Euphorbia Royleana* bis zu einer Höhe von 1600 m. Gelegentlich trifft man in der S-Exposition auch *Pinus Roxburghii* und *Euphorbia Royleana* zusammen an GORRIE 1929. Bis 2000 m sind noch Bestände von *Pinus Roxburghii* beobachtet worden, dann zieht sich die Kiefer auch in der S-Exposition ganz auf trockene Standorte zurück, *Quercus incana* und *Rhododendron arboreum* leiten in Schluchten und Bachrungen den Übergang zum Eichen-Koniferen-Mischwald ein.

In der feuchten Zone des Sutlej-Tales können wir alle Wälder, die oberhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe auftreten, unter dem Typ der Eichen-Koniferen-Mischwälder zusammenfassen, denn sie zeigen überall die leitenden Species — Eichen und Koniferen. Sie stellen die Fortsetzung der Wälder dar, die wir um Simla herum angetroffen haben.

Quercus incana, *Rhododendron arboreum* und *Pieris ovalifolia* charakterisieren die unteren Lagen der Mischwälder; überall verzahnen sie sich mit der *Pinus Roxburghii*-Stufe: stets erscheinen diese Laubbäume dort, wo der Boden für die Kiefer zu feucht, der Standort allgemein zu kühl geworden ist. Sind die Verhältnisse nicht in dieser oder jener Richtung akzentuiert, dann stellen sich diese Laubbäume auch als Unterwuchs der Kiefer ein.

Wenig höher bilden *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* einen bedeutenden Anteil der Mischwälder. *Pinus excelsa* ist in der N-Exposition streng an Höhen zwischen 1500—2100 m gebunden und ist in dieser Höhe z. B. in der Taranda-Kette gut entwickelt. Die Zeder erscheint am W-Ende der Taranda-Kette zunächst nur vereinzelt, tritt um Sarahan verstärkt auf, bis sie mit reinen Beständen am E-Ende der Kette den Übergang zu anderen klimatischen Verhältnissen erkennen läßt THOMSON 1852, 61—63; ROERO 1881, 2. Band, 249. *Quercus dilatata* ist die Eiche der mittleren Lagen des Mischwaldes und wird deshalb zusammen mit der Zeder und *Pinus excelsa* angetroffen; aber in dem Maß, wie die Zeder nach E hin sich ausbreitet, geht die Verbreitung von *Quercus dilatata* zurück, bis sie oberhalb Nichar nur noch in einzelnen Exemplaren zu sehen ist.

Auf der rechten Talseite ist der Eichen-Koniferen-Mischwald überall in den Schluchten zu finden. Ganz allgemein tritt in der S - E x p o s i t i o n *Cedrus Deodara* schon früher viel stärker in Erscheinung.

Wieder etwas höher finden wir die Hauptverbreitung von *Picea morinda*, die ihre Standorte mit Vorliebe auf den Kämmen wählt. In gleicher Höhe füllt reiner Laubwald mit *Acer*, *Alnus*, *Juglans*, *Pieris ovalifolia*, *Rhododendron arboreum*, *Celtis*, *Rhus*, *Aesculus*, *Cornus*, *Corylus*, *Ulmus*, *Carpinus*, *Populus* etc. die kühlen Schluchten, besonders in P a n d r a b i s (rechte Seite des Tales); nach E gegen das Ende der feuchten Zone hin, gibt *Picea* die von ihr bevorzugten Positionen auf den Kämmen auf und zieht sich in die feuchteren Schluchten zurück. Hier kann *Arundinaria falcata* sich in solchen Mengen ausbreiten, daß der Jungwuchs der Nadelbäume nicht mehr emporkommen kann.

Die höchsten Lagen des Eichen-Koniferen-Mischwaldes, 3000—3600 m, bringen *Quercus semecarpifolia* und *Abies Pindrow* bzw. *Abies Webbiana* zur Herrschaft. In P a n d r a b i s, wo das Gebirge größere Höhen erreicht und die höheren Lagen feuchter sind, bildet *Quercus semecarpifolia* reine Bestände ohne jeden Nadelbaum, die dann mit einer scharfen Grenze gegen das alpine Grasland enden. Auf der linken Seite des Tales tritt *Quercus semecarpifolia* stets etwas zurück, im Unterwuchs gesellen sich *Taxus baccata*, *Betula utilis* und *B. alnoides* dazu, und diese Gesellschaft geht dann zusammen viel weiter in das alpine Grasland hinein, als es von der Eiche allein bisher beobachtet worden ist. Gelegentlich formt *Quercus semecarpifolia* auch ein dichtes Buschwerk. *Cedrus Deodara* ist in diesen hohen Lagen höchst selten.

Durch die ganze Ausdehnung des Mischwaldes sind Kletterpflanzen, Sträucher, Farne und *Arundinaria* sp. zu finden.

Betula utilis bildet zwischen 3600—3900 m die subalpine Waldstufe; mit zunehmenden winterlichen Niederschlägen steigt sie weniger hoch hinauf GORRIE 1933, I, 18, 26—45.

Der Anstieg des Flußbettes geht allmählich vor sich, und auch der klimatische Übergang geschieht ohne merkliche Abstufung; aber sobald die verschiedenen, in das Tal vorstoßenden Gebirgssporne größere Höhe (2400 m) erreichen und in dieser Höhe bis dicht an den Fluß herantreten, ändern sich Vegetation und physischer Gesamtcharakter des Tales — wenigstens lokal — mit großer Schnelligkeit THOMSON 1852, 62. Ich erwähnte die von GORRIE 1933, I vorgenommene Zonierung; danach reicht die feuchte Zone aufwärts bis Nichar; SINGH 1948 tritt dafür ein, daß auf dem rechten Ufer des Sutlej das Bhabba-Tal bereits als „trocken“ (flache Hausdächer!) im Sinne der Einteilung GORRIE's 1933, I zu gelten habe und läßt die feuchte Zone auf dem Höhenzug westlich des Bhabba-Tales enden. Wir wissen, daß die Festlegung von Vegetationsgrenzen den natürlichen Gegebenheiten entsprechend meist eine Angelegenheit freundlichen Übereinkommens sein wird; wir wollen uns auch hier in erster Linie an die lokalisierbaren Angaben halten und auch nicht vergessen, daß das Sutlej-Tal mit der großen Verschiedenheit der

beiden Flanken in jeder Hinsicht besondere Schwierigkeiten bei der Abgrenzung bietet.

In der trockenen Zone (GORRIE 1933, I), in die wir nun eintreten, ist der Wald auf der linken Seite des Tales noch als geschlossener Gürtel zu verfolgen, auf den Hängen der rechten Seite dagegen bereits vielfach unterbrochen. Die unterste Waldstufe wird von *Pinus Gerardiana* und *Quercus Ilex* gebildet BRANDIS 1879; GORRIE 1929. Über diesen Steppenwäldern erscheinen reine Bestände von *Cedrus Deodara*, die in der Höhe in einen gemischten Nadelwald von *Pinus excelsa*, *Picea morinda* und *Abies Pindrow* übergehen: dieser Typ dürfte dem uns bekannten feuchten Nadelwald des inneren Himalaya entsprechen. Mit der Abnahme der Monsunregen ist *Pinus excelsa* in größeren Höhen (3000—3600 m) zu finden, wo die länger liegenden Schneemengen der inneren Ketten günstigere Feuchtigkeitsverhältnisse gewähren.

Picea morinda ist in den geschützteren Seitentälern der trockenen Zone verbreitet und steigt hier von 2100 m (Pauwi Gad) bis 2850 m gegen Ende der trockenen Zone auf. Während dieser gemischte Nadelwald in der N-Exposition bedeutende Verbreitung hat, löst auf dem rechten Ufer *Pinus excelsa* bald *Abies Pindrow* ab.

Laubbäume treten — bis auf *Quercus Ilex* und einige sie begleitende Sträucher — ganz zurück und sind nur noch in Schluchten anzutreffen.

Die Höhengrenzen der wichtigsten Species in der trockenen Zone werden so angegeben:

<i>Abies Pindrow</i> , <i>Pinus excelsa</i>	linkes Ufer: 2700—3600 m	rechtes Ufer: 2850—3450 m
<i>Cedrus Deodara</i>	2100—3000 m	2400—3000 m
<i>Pinus Gerardiana</i> , <i>Quercus Ilex</i>	1500—2400 m	1650—2700 m

GORRIE 1933, I, 19.

In den Steppenwäldern hat *Pinus Gerardiana* eine viel größere Verbreitung als *Quercus Ilex*; letztere kommt auf der linken Seite des Tales zwischen Wangtu und der Mündung des Tidong zwischen 1800 und 2400 m sehr unterschiedlich vor. Auf der rechten Seite des Sutlej-Tales reicht das Verbreitungsgebiet von *Quercus Ilex* von Chegaon ab 45 km talauf; die Höhengrenze liegt bei 2100 m. Die Vorkommen sind jedoch von viel geringerem Umfang und auch nur dort anzutreffen, wo durch Nebentäler W- oder E-Exposition zustande kommt. Mit der Eiche zusammen treten *Fraxinus xanthoxyloides* und *Plectranthus rugosus* auf, letztere wird nach und nach von *Artemisia maritima*, dem typischen Unterwuchs der Steppenwälder, abgelöst BRANDIS 1879.

Da, wo der Monsun praktisch unwirksam wird (Wangtu), tritt *Pinus Gerardiana* an die Stelle von *Pinus Roxburghii* und leitet die Steppenwälder ein, die in der entsprechenden Höhenlage für die ganze trockene Zone charakteristisch sind. Auf der rechten Talseite ist *Pinus Gerardiana* nur verstreut verbreitet; ihr erstes Erscheinen wird auf E-exponiertem Hang auf dem Wege von Chegaon nach Miru berichtet; Miru selbst ist dadurch bemerkenswert, daß hier „von den periodischen Regen nichts mehr zu spüren ist“ THOMSON 1852, 69-73 — das entspricht ganz den Angaben über die Situation von Wangtu.

Eine besonders gute Entwicklung der Steppenwälder zeigt das untere B a s p a - T a l. Auf der kühleren, linken Seite dieses Nebentales beherrscht *Quercus Ilex* die Steppenwaldstufe — begleitet von *Acer pentapomicum*, *Parrotia*, *Celtis*, *Lonicera*, *Rhus*, *Desmodium*, *Abelia*, *Buddleia*, *Indigofera*, *Artemisia* etc. *Hippophae* und *Myricaria* am Fluß sind bezeichnend für die klimatischen Verhältnisse. Auf der gegenüberliegenden, wärmeren Seite bildet *Pinus Gerardiana* sehr offene, lichte Wälder (Wadang). Im Unterwuchs findet man neben *Artemisia Rosa*, *Lonicera*, *Daphne*, *Desmodium*, *Berberis*, *Caragana*, *Astragalus* u. a. BRANDIS 1879; GORRIE 1933, I, 46; auch MADDEN 1845; 1850.

Auf den trockenen, heißen Felsen zwischen Nichar und dem Sutlej entdeckte THOMSON 1852, 66 *Olea* und *Daphne*: diese Species sind in der untersten Talstufe so reichlich vertreten, daß sie hier den Landschaftscharakter von Wangtu bis zur Baspa-Mündung bestimmen. *Olea* und *Daphne* sind die Träger des Bestandes, eines Buschwaldes, der dem Hartlaubwald des äußeren Himalaya zu entsprechen scheint; *Xanthoxylum alatum*, *Sophora mollis*, *Capparis spinosa* u. a. bereichern gelegentlich die floristische Zusammensetzung. Das Vorkommen dieses H a r t l a u b b u s c h w a l d e s zeugt für die große Hitze, die im Sommer hier im engen Schluchttal des Sutlej in der Talsohle herrscht. THOMSON konnte den Buschwald von *Olea* und *Daphne* auch auf der gegenüberliegenden Talseite, ebenfalls auf trockenen, felsigen Standorten bis zu einer Höhe von 1800 m feststellen THOMSON 1852, 69; BRANDIS 1879; GORRIE 1933, I, 46—47.

In der trockenen Zone zwischen Nichar und Chini findet die Zeder die Lebensbedingungen, die ihr am meisten zuzusagen scheinen. Hier sollen einst die schönsten Zedernwälder des Himalaya gestanden haben! Südlich des Sutlej, auf der linken Seite, ziehen sich zusammenhängende Wälder zwischen 2100—3000 m durch die ganze trockene Zone hindurch. Zwischen Nichar und Jani liegen bedeutende reine Bestände, deren Untergrenze 500—700 m über dem Fluß liegt; im Übergang zum feuchten Nadelmischwald der Höhe bevorzugt *Cedrus Deodara* die trockensten Standorte BRANDIS 1879. Ein weiterer, größerer Komplex zieht sich vom Lishnam Gad, oberhalb Kilba und Brua bis nach Shoang im Baspa-Tal aufwärts; hier ist die Zeder in den unteren Lagen (ab 2100 m) zunächst recht kümmerlich entwickelt und kommt hier mit *Quercus Ilex*, dort (auf den Felsenklippen bei Kanai) auch mit *Pinus Gerardiana* vor; bei 2400 m steht *Cedrus Deodara* am Baspa selbst; von Rakcham wird *Cedrus Deodara* und *Juniperus* berichtet. Die Hauptverbreitung der Zeder liegt dann zwischen 2700—2850 m, in einzelnen Exemplaren erreicht sie auch 3000 m und mehr. In dieser Höhe leitet sie bereits zum Nadelmischwald über, der mit *Pinus excelsa*, *Picea morinda* und *Abies* im Bereich des Baspa-Tales bis 3750 m aufsteigt. Darüber bildet *Betula utilis* die subalpine Waldstufe bis 3900 m (in geschützter Lage noch höher hinauf); an die Birkenstufe schließt sich die feuchte alpine Stufe an. Die Schneegrenze liegt — nach BRANDIS 1879 — bei 4500 m.

HOFFMEISTER 1847; CLEGHORN 1864, 41; BRANDIS 1879; ROERO 1881, 2. Band, 253 f.; GORRIE 1933, I, 46—47, 53—54.

Östlich des unteren Baspa liegen die Zedernwälder von W a d a n g auf steilem S-Hang (bis 2900 m); sie deuten bereits einen recht ariden Typ an GORRIE 1933, I, 54.

Zwischen Ralli und Barang finden wir *Cedrus Deodara* zunächst auch wieder mit *Quercus Ilex* und *Pinus Gerardiana* zusammen, und erst von 2400 m ab bis 3100 m bildet die Zeder ausgezeichnete reine Bestände GORRIE 1933, I, 54—55.

Auf der rechten Seite des Sutlej-Tales sind die Wälder von *Cedrus Deodara* keineswegs zusammenhängend, sie sind vielmehr durch Schuttkegel und anstehendes Gestein vielfach unterbrochen. Zunächst fällt das Bhabba-Tal durch schöne Zedernwälder auf; die Bestände befinden sich dort, wo der Fluß durch eine Wendung nach SW eine SE- und eine NW-Exposition ermöglicht — in der NW-Exposition steht *Cedrus Deodara* zwischen 1800—2850 m, in der SE-Exposition zwischen 2550—3300 m — aber beide Seiten sind steil und weisen große Strecken nackten Gesteins auf. Bei Yeti erscheint die Zeder zwischen 2850 und 3150 m als offener Wald in SE-Exposition GORRIE 1933, I, 51, 55—56.

Wo der Runang Gad W-Exposition ermöglicht, erscheinen wieder — über Steppenwäldern von *Pinus Gerardiana* — offene Zedernwälder, ebenso oberhalb der Klippen von Rogi THOMSON 1852, 73; GORRIE 1933, I, 56.

Die aride Zone (nach GORRIE 1933, I) beginnt bei Chini; SINGH 1948 läßt seine Übergangszone (entsprechend der „trockenen Zone“ GORRIE's) auf dem linken Ufer oberhalb Purbani, auf dem rechten Ufer bei Boktu (= 5 Meilen oberhalb Chini) enden. Diese aride Zone, das obere Durchbruchstal des Sutlej, verdient unsere besondere Aufmerksamkeit, denn wir werden hier das Ausklingen der Wälder gegen das tibetische Hochland verfolgen können.

Pinus Gerardiana ist die Species der unteren Lagen, steigt aber flußauf gelegentlich bis in alpine Höhen.

Die Zeder bildet noch zusammenhängende Bestände bis zum Tidong Gad, darüber hinaus erscheinen nur noch verstreute Vorkommen im Nisang Gad und schließlich zwei kleine Wäldchen bei Dubling. Auf dem rechten Ufer ist an der Chini-Kette ein zusammenhängender Gürtel ausgebildet; im Teti Gad gibt es noch einmal gute Bestände, die letzten Standorte auf dieser Seite des Tales liegen im Ropa Gad.

In der Stufe des gemischten Nadelwaldes ist im wesentlichen jetzt nur noch *Pinus excelsa* vorhanden, die allerdings zusammen mit *Juniperus*-Krummholz beachtliche Flächen einnimmt.

Die S-exponierte Seite ist in der ariden Zone häufig ganz waldfrei, wo aber die verschiedenen Species auftreten, halten sie auf beiden Seiten die gleichen Höhengrenzen ein.

<i>Pinus excelsa</i>	3000—3600 m;
<i>Cedrus Deodara</i>	2550—3150 m;
<i>Pinus Gerardiana</i>	2250—3300 m.

GORRIE 1933, I, 20.

Die Steppenwälder von *Pinus Gerardiana* erreichen in der ariden Zone ihre beste Entwicklung. *Pinus Gerardiana* beherrscht die untere Tal-

stufe bis D u b l i n g und bis zum R o p a G a d. Der N-S-Verlauf des Tales oberhalb Shongtong erzeugt ein plötzliches A n w a c h s e n d e r A r i d i t ä t, vor allem aber verschwindet vorübergehend der Expositionsunterschied. Die Folge ist für die Zusammensetzung der Steppenwälder, daß *Quercus Ilex* zurücktritt und erst dort wieder eine führende Stellung einnimmt, wo wieder eine N-Exposition gegeben ist, d. h. oberhalb Purbani, jedoch werden die klimatischen Verhältnisse bald unerträglich für die Eiche, so daß *Pinus Gerardiana* beide Talflanken besiedelt. Auf dem rechten Ufer beherrscht sie zwischen 2250 und 2850 m einen fast ununterbrochenen Steppenwaldgürtel von der Mündung des Kashang Gad bis Kanum. Von dieser Ortschaft aufwärts bildet anstehender Fels die untersten Hänge des Haupttales; für Baumwuchs bieten nur noch die Nebentäler geeignete Lebensbedingungen. Die B o d e n v e g e t a t i o n im Steppenwald² ist zunächst — wie in der trockenen Zone — im wesentlichen *Artemisia*, aber auch *Lonicera*, *Daphne oleoides* und *Fraxinus xanthoxyloides* sind vorhanden. Zwischen Miru und Rogi — auf der S-exponierten Seite — tritt bereits *Caragana* auf, sie breitet sich im Tal immer mehr aus, und oberhalb Jangi reichen die Vertreter der a l p i n e n S t e p p e des tibetischen Hochlandes bis zum Sutlej-Ufer herunter; im Tal von Lipa ist die alpine Steppe sehr verbreitet, und im Ropa Gad beginnt *Ephedra Artemisia* als den gewöhnlichsten Strauch abzulösen. Ein großer Teil der Oberfläche ist, wo die alpine Steppe herrscht, kahl, so daß diese Gebiete bei heftigen Regenfällen der E r o s i o n besonders ausgesetzt sind HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 76, 85, 88; GORRIE 1933, I, 47—48.

Die N - S - S t r e c k e des Tales bewirkt ganz allgemein eine g l e i c h m ä ß i g e r e Verteilung der Wälder auf beiden Seiten; über den beidseits vorhandenen *Pinus Gerardiana*-Wäldern schließen sich Zedernbestände an, aber die Z e d e r ist viel kümmerlicher ausgebildet als in der trockenen Zone; sie bleibt hier auch auf die kühleren Lagen beschränkt und überläßt in jedem Fall *Pinus Gerardiana* die der Sonne stärker ausgesetzten Hanglagen — eine intensive Verzahnung beider Typen ist die Folge. In der Höhe wird *Cedrus Deodara* durch einen Nadelwald von *Pinus excelsa* und *Abies* abgelöst HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 77—79; SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 386; MASSIEU 1914; GORRIE 1933, I, 57.

Wo durch den Talverlauf N E - E x p o s i t i o n geschaffen wird, sind die Zedernwälder besser entwickelt; auf den Purbani-Hängen zwischen Ribba und Tidong und mit Fortsetzung in das Tidong-Tal hinein, ist dies der Fall (Abb. GORRIE 1931). Kümmerlich erscheint die Zeder zwischen *Pinus Gerardiana* in den unteren Lagen, wo *Artemisia maritima* — mehr und mehr von *Ephedra* abgelöst — *Lonicera*, *Caragana* etc. die untere Vegetationsschicht bilden; Fels und Schutt nehmen jedoch den größten Teil der Oberfläche ein. Zwischen 2700—3000 m sind hier in der ariden Zone die besten Zedernbestände vorhanden. Sie hängen in ihren Feuchtigkeitsansprüchen ganz von der winterlichen Schneedecke ab. Im übrigen ist die Zeder gerade hier in den siedlungsnahen Lagen oft sehr mitgenommen, da für den örtlich betriebenen Weinbau der Bedarf an Pfählen groß ist.

Einzelne Vorkommen der Zeder sind noch aus dem Nisang Gad bekannt; die letzten Standorte von *Cedrus Deodara* auf der linken Seite des Sutlej-Tales sind dann kleine Bestände bei D u b l i n g GORRIE 1929; 1931; 1933, I, 58—59.

Auf dem rechten Ufer finden sich Zedernwälder insbesondere dort, wo die Seitentäler günstige Expositionsverhältnisse und die winterliche Schneedecke ausreichende Feuchtigkeit gewähren. Überall erscheint die Zeder zunächst mit *Pinus Gerardiana* zusammen, aber die ganz trockenen Standorte bleiben allein *Pinus Gerardiana* vorbehalten; wo *Cedrus Deodara* ohne diese Kiefer auftritt, erscheint sie mit kümmerlichen Exemplaren in weitständigen Gehölzen, zwischen denen sich ein unregelmäßiges Buschwerk ausbreitet; *Artemisia maritima*, *Ephedra Gerardiana* und *E. intermedia*, *Caragana* sp., *Colutea nepalensis*, *Capparis spinosa* sind charakteristisch. Wir finden solche Verhältnisse im Kashang Gad, wo die Zeder in der Höhe in Bestände von *Pinus excelsa*, *Juniperus excelsa* mit *Artemisia* und *Astragalus* im Unterwuchs übergeht. Im Haupttal zwischen Rarang und Jangi, in S-exponierter Hanglage, kommt die Zeder nur mit *Pinus Gerardiana* zusammen von 2850 bis etwa 3150 m vor.

Im Teti Gad erreichen dürrtige Bestände der Zeder 3300 m — aber nur in günstiger Exposition, wo dann über den Zedern bis 3600 m auch noch *Pinus excelsa* und *Picea morinda* anzutreffen sind. Auf der gegenüberliegenden S-exponierten Seite des Teti Gad steht hier und da eine Zeder zwischen *Pinus Gerardiana* — der Unterwuchs dieser offenen Steppenwälder zeigt überwiegend Vertreter der alpinen Steppe. Neben *Artemisia maritima* und *Juniperus pseudosabina*, *J. macropoda*, *J. communis* auch *Ribes orientale*, *Rosa Webbiana*, *Astragalus* usw.

Endlich gewährt das Ropa Gad nochmals die Möglichkeit für Baumwuchs. Wenn es auch bisher schon immer schwieriger wurde, eine wirkliche Stufung der gehölzbildenden Species zu erkennen, scheint diese nun endgültig aufgehoben; zwischen 2400—2800 m beherrscht zwar *Pinus Gerardiana* die Hänge, dann aber erscheinen darüber *Pinus Gerardiana*, *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* zusammen in einem mehr oder weniger stark gemischten Bestand. Damit haben wir die Verbreitungsgrenze von *Cedrus Deodara* auch auf der rechten Seite des Sutlej-Tales erreicht, die durch die Harang-Kette gegeben ist CLEGHORN 1864, 29. Diese Kette besitzt auch keine *Pinus Gerardiana*-Wälder mehr, nur *Juniperus* kommt hier noch vor HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 82, 83, 96; GORRIE 1931 (Abb.); 1933, I, 59—60.

Ich habe schon Gelegenheit gehabt, das Vorkommen des feuchten, gemischten Nadelwaldes über den reinen Zedernbeständen zu erwähnen. Wir fanden diesen Nadelwald in der trockenen Zone in gleicher Höhe wie *Quercus semecarpifolia* und *Abies Pindrow* in der feuchten Zone. Im Fortschreiten gegen das Hochland von Tibet verarmt auch dieser Vegetationstyp. *Abies* ist auf dem linken Ufer bei Shongtong in 2850—3600 m noch recht häufig SINGH 1948, bleibt dann aber zurück, ebenso geht *Abies* auf dem rechten Ufer nicht über Pangi hinaus BRANDIS 1879. *Picea* gedeiht in tiefen Schluchten noch mit verschiedenen Laubbäumen, wie *Acer*

caesium und *A. acuminatum*, *Viburnum*, *Syringa*, *Euonymus* u. a., ist aber für die aride Zone nur aus dem Teti Gad bekannt. Von den Leitspecies des gemischten Nadelwaldes geht *Pinus excelsa* am weitesten gegen das tibetische Hochland vor, indem sie *Cedrus Deodara* bis in das Ropa Gad hinein begleitet — allerdings tritt sie mit zunehmender Trockenheit den „Rückzug nach oben“ an, mehr und mehr wird *Pinus excelsa* abhängig von den langliegenden Schneemengen der kühlen Nordflanken. Nur *Juniperus-Krummholz* steigt dann noch weiter auf GORRIE 1933, I, 57—58, 67—68; SINGH 1948.

In der trockenen und ariden Zone richtet übrigens *Arceuthobium minutissimum* schwere Schäden auf *Pinus excelsa* an SINGH 1948.

Für den Übergang zwischen den reinen Zedernwäldern und dem gemischten Nadelwald ist als Bodenvegetation eine Vergesellschaftung von Leguminosen („leguminous turf“ — GORRIE 1933, I) charakteristisch, die mit *Oxytropis*, *Astragalus*, *Thymus*, *Lotus* u. v. a. in der ariden Zone besonders gut entwickelt ist und zur alpinen Steppe überleitet, die schließlich die letzten Bestände des Nadelwaldes (*Pinus excelsa*) und der Zeder begleitet: ein weiteres Zeichen dafür, daß gegen das Hochland hin die Höhengrenzen verschwinden HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 82, 83, 96; CLEGHORN 1864, 29; BRANDIS 1879; MASSIEU 1914; GORRIE 1929; 1931; 1933, I, 57—60, 67—68; SINGH 1948.

Es bleibt, noch ein Wort über die alpine Stufe anzufügen, denn auch in dieser erfolgt natürlich der Übergang vom feuchten zum trockenen Typ. Das alpine Grasland (feuchte alpine Stufe) reicht — nach GORRIE 1933, I — in großer Üppigkeit bis zum Teti Gad. THOMSON's Beschreibung der Vegetation der alpinen Stufe der Werang-Kette, die das Teti Gad im S begrenzt, macht ihren feucht-alpinen Charakter deutlich, mag auch der floristische Reichtum hier gegenüber den Angaben von GORRIE 1933, I, 68—71 schon bedeutend zurückgegangen sein.

Salix, *Saxifraga*, *Saussurea*, *Andromeda*, *Sedum*, *Ligularia*, *Meconopsis*, *Pedicularis*, *Galium*, *Anemone*, *Gentiana*, *Astragalus*, *Ranunculus*, *Gnaphalium*, *Artemisia* usw. erwähnt THOMSON von der Paßhöhe (4000 m). Der Abstieg zum Teti Gad, N-Exposition!, überrascht durch Birkengehölz und *Rhododendron campanulatum*, die beide auf dem S-exponierten Anstieg nicht beobachtet wurden.

Die klimatische Wirkung der Werang-Kette ist auffallend; wir erinnern uns der Angaben, nach denen die Verhältnisse im Teti Gad bedeutend trockener sind, und das zeigt sich nun vor allem in einer starken Ausbreitung der alpinen Steppe im unteren Teti Gad um Lipa (Lipi). *Capparis* auf den trockensten und heißesten Standorten gemahnt an die wüstenhafte Talstufe des Indus!

Der Anstieg zum Runang-Paß verläuft — abgesehen von *Pinus Gerardiana*-Beständen in den unteren Lagen — über öde, kahle Hänge, und die Berge ringsum zeigen bis auf *Juniperus* kein üppigeres Pflanzenleben. Mit größerer Höhe findet sich jedoch ein kleines Birkengehölz, *Saxifraga*, *Thymus*, *Oxyria*, *Polygonum*, *Salix herbacea*, *Oxytropis*, *Biebersteinia*, *Draba*, *Lamium* und *Rheum* stellen sich ein und geben so der alpinen Stufe des Passes selbst einen feuchteren Charakter, der auf länger liegende Schneemassen (*Oxyria*, *Salix herbacea*!) zurückzuführen sein mag; aber

im wesentlichen begegnen uns in der alpinen Stufe die Species der alpinen Steppe; das wird erneut deutlich auf dem jenseitigen Hang des Ropa Gad HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 85, 88, 90—94.

Die letzten Ausläufer der Gehölze im Ropa Gad habe ich erwähnt, von nun ab überzieht die alpine Steppe in großartiger Einförmigkeit Täler und Hänge; nur die Ortschaften mit ihrem künstlich bewässerten Kulturland unterbrechen diesen Eindruck. *Juniperus* erreicht an der Harang-Kette 4500 m, aber nur als niederliegender Strauch. Im übrigen beherrschen die bekanntesten Species der alpinen Steppe das Vegetationsbild:

Artemisia maritima, *Astragalus*, *Caragana*, *Oxytropis*, *Eurotia*, *Chenopodium*, *Ephedra Gerardiana*, *Lonicera*, *Cotoneaster*, *Sedum*, *Polygonum*, *Delphinium*, *Potentilla*, *Saxifraga*, *Thermopsis*; *Myricaria* und *Salix* am Wasser; dazu Gräser usw.

THOMSON 1852, 97, 100—105; GORRIE 1933, I, 67—68.

Leider sind wir über die alpine Stufe der linken Seite des Sutlej-Tales sehr viel weniger gut unterrichtet. Wir wissen aber, daß Shipki im Bereich der alpinen Steppe liegt und daß hier und bei Namgiali *Juniperus* vorkommt HOFFMEISTER 1847. Wir haben damit auf beiden Seiten des Sutlej die alpine Steppe erreicht, die nun flächenhaft das tibetische Hochland bedeckt. Sutlejaufwärts finden wir in der Angabe von HAMOND 1942 für das Gebiet um den Shiring La eine Bestätigung dafür.

Mensch und Umwelt im Durchbruchstal des Sutlej.

Im Durchbruchstal des Sutlej ist die Bevölkerung mit Siedlungen und Kulturland auf eine bestimmte Höhenlage konzentriert, die auf dem linken Ufer zwischen 1800—2100 m, auf dem rechten Ufer — weniger regelmäßig ausgeprägt — zwischen 2400—2700 m liegt. Angebaut werden Gerste und Weizen, Hirse, Amaranth und Buchweizen; Aprikosen, Pfirsiche und Äpfel gedeihen, die eßbaren „Nüsse“ von *Pinus Gerardiana* liefern eine geschätzte zusätzliche Nahrung. Doch sind die Erträge des Anbaus nicht hinreichend, und eine ansehnliche Menge Getreide muß eingeführt werden. Lokal wird in der trockenen und ariden Zone Wein angebaut (Linkes Ufer: GORRIE 1933, I, 59; rechtes Ufer: HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852, 76, 93). Schafe und Ziegen werden in großer Zahl gehalten und dienen als Transporttiere dem Warenaustausch zwischen der indischen Ebene und Tibet. Rindvieh und Yaks fallen zahlenmäßig weniger ins Gewicht.

Als Lebensraum steht der Bevölkerung der Bereich zwischen der trockenen Talstufe und dem ewigen Schnee zur Verfügung, aber gerade in der Höhenstufe der wertvollsten Wälder findet sich die Bevölkerung am stärksten zusammengedrängt — kein Wunder deshalb, daß die Beanspruchung der Wälder vielseitig ist. Der Wald muß dem Kulturland weichen, er muß Holz für Bauten und Gerätschaften liefern, er muß Nadeln zur Streu und Laub zur Fütterung hergeben usw.; Weide für das Vieh ist an sich vorhanden — im Sommer stehen die alpinen Matten zur Verfügung, im Winter das trockene Buschwerk in der Talstufe; der Weg der Herden von einem Weidegebiet zum anderen geht natürlich auf Kosten des Waldes. Aufgelassene Terrassen geben Grund zu der Annahme, daß die Bevölkerung im Durchbruchstal des Sutlej in früheren Zeiten bedeutend größer gewesen ist GORRIE 1933, I, 14—15; SINGH 1934.

Zusammenfassung.

Das Durchbruchstal des Sutlej gibt uns eine hervorragende Möglichkeit, den allmählichen Übergang von der Vegetation des feuchten äußeren Himalaya zu der des tibetischen Hochlandes hinauf zu verfolgen. Wir können drei Zonen — feucht, trocken, arid (GORRIE 1933, I) — unterscheiden, die der horizontalen Gliederung des Nordwestens in äußeren, inneren und tibetischen Himalaya (Tibet i. w. S.) entsprechen. Die im feuchten äußeren Himalaya klar erkennbaren Höhengrenzen der einzelnen Vegetationsstufen verschwinden mit dem Fortschreiten gegen das tibetische Hochland, bis die alpine Steppe allein herrscht. An dieser Auflösung der Höhengrenzen ist die Exposition maßgeblich beteiligt, die überall im Durchbruchstal des Sutlej einen mächtigen Einfluß auf die Vegetationsverteilung ausübt.

„The barriers of the altitudinal zones so strictly observed by plant life in the outer hills tend to break down in this arid country and all the surviving plants congregate on the most sheltered sites irrespective of their previous habitat.“

GORRIE 1933, I, 60.

IV. Der westliche Zentral-Himalaya

Grenzen.

Unser nächster Abschnitt umfaßt das Gebiet zwischen Sutlej und Simla im W und der nepalesischen Grenze im E; d. h. politisch im wesentlichen Tehri Garhwal und Kumaon. Die Ostgrenze wird uns durch die mangelhafte Kenntnis der Vegetation im angrenzenden nepalesischen Gebiet diktiert; wir dürfen nach der Lage der Dinge vermuten, daß sich die Vegetationsstufung, wie wir sie im westlichen Zentral-Himalaya jetzt antreffen werden, auch noch weiter nach E, nach Nepal hinein, fortsetzt.

Grundzüge von Relief und Klima.

Unter dem Begriff „westlicher Zentral-Himalaya“ verstehen wir das Flußgebiet der Jumna (Yamuna) mit Giri und Tons, der Bhagirathi-Ganga mit Alaknanda, Mandakini, Bishanganga, (westlicher) Dhauliganga und Pindar; der Ramganga und Kosi und der Kali (Sarda) mit ihren westlichen und nördlichen Zuflüssen.

Die genannten Flüsse entspringen zum Teil auf dem S-Hang der Hauptkette, in der Mehrzahl aber weiter nördlich auf der Zaskar-Kette und durchbrechen dann in grandiosen Schluchten die Hauptkette des Himalaya, die hier in verschiedenen Massiven — Gangotri, Kedarnath und Badrinath, Kamet und Trisul, Nanda Devi, Nandakot und Dunagiri — bedeutende Höhen erreicht. Auch der wichtigste dieser Flüsse, die Bhagirathi-Ganga, entspringt nördlich der Hauptkette, nimmt bald nach dem Verlassen des Gletschers den Jahnvi auf, der von der Zaskar-Kette herabkommt, und durchbricht dann die Hauptkette. Nicht zuletzt durch die im Bereich des Garhwal-Himalaya deutlich werdende Abspaltung der Zaskar-Kette von der Hauptkette ist das Gebiet der gro-

ßen Erhebungen hier durch zahlreiche, isoliert erscheinende Massive besonders abwechslungsreich; die tief eingeschnittenen Täler zwischen den Massiven unterliegen besonderen klimatischen Verhältnissen. Nach S fällt die Hauptkette mit einem plötzlichen Abbruch aus 6500—7000 m Höhe auf 3000 m ab und breitet sich dann in dieser Höhe, zwischen 2500—3000 m, in einem ausgedehnten Vorgebirgsfeld nach S vorstoßender Kämme aus HESKE 1932, 497; 1937, 89.

Deutlicher noch als bisher ist das Klima jetzt von der Periodizität des Monsun bestimmt. Der Einfluß des Monsun ist aber im Gebirge — je nach der Höhe — verschieden, und eine Periodizität ist nur am Gebirgsrand klar ausgeprägt. Dehra Dun erhält 80—90% des jährlichen Niederschlags zwischen Juni und September, vom restlichen Betrag entfällt sicher ein bedeutender Anteil auf die nordindischen „Weihnachtsregen“ — letzte Ausläufer westlicher Depressionen, die noch Dehra Dun erreichen KREBS 1944 (KENOYER 1921 für Sat Tal: März — September 84% der Niederschläge; OSMASTON 1927, V für den Terai vor Kumaon: 7% des Niederschlags im Winter!). Die Seehöhe äußert sich in einem Ansteigen der Niederschläge, jedoch nur bis zu einem gewissen Maximum, das hier im westlichen Zentral-Himalaya in 2—3000 m Höhe liegen dürfte; dann sinkt die Niederschlagsmenge wieder ab. Auch ist die Umkehr im Verhältnis von Sommer- zu Winterniederschlag zu berücksichtigen; in den Hochregionen über 2700 m fällt schon ein ganz erheblicher Teil des Niederschlags im Winter als Schnee OSMASTON 1922, 138; DUDGEON & KENOYER 1925, 5—12; HESKE 1929, 4—8; 1930, I; 1932, 535; 1937, 219.

Die Reichweite des Monsun ist schwierig festzustellen; Beobachtungen von SMYTHE 1932, I aus dem obersten Bishanganga-Tal und dem Nebental der Arwa zeigen, wie sich die Kraft des Monsun zwischen den Massiven der Hauptkette bricht; trockene westliche Luftströmungen üben darüber hinaus einen starken Einfluß jenseits der Hauptkette aus; die Feuchtigkeit der Monsunwolken erreicht nicht mehr die Sohle der tief eingeschnittenen Täler.

Die regenbringenden Winde kommen aus S und SW; N-S-Täler stehen den Luftmassen somit als natürliche Wege offen, während innerhalb des Gebirges E-W verlaufende Täler wie abgeriegelt erscheinen müssen: das trifft im besonderen Maße für die E-W-Täler in und jenseits der Hauptkette zu. In einem solchen E-W-Tal empfängt der S-exponierte Hang wohl mehr Niederschlag als der im Regenschatten liegende N-Hang, aber die verstärkte Einstrahlung auf dem S-Hang verleiht den S-exponierten Hängen oft einen sehr trockenen Charakter, besonders dort, wo auch noch die natürliche Vegetation durch den Eingriff des Menschen zerstört ist. Die Talsohle und unteren Hänge wirken beinahe wüstenhaft, und Wald erscheint erst von einer bestimmten, bedeutenden Höhe ab. Demgegenüber zeichnet sich der N-exponierte Hang durch ein viel größeres Gleichmaß in den Feuchtigkeitsverhältnissen aus: er empfängt wohl weniger Niederschlag, aber er trocknet auch viel weniger stark aus. In unserem Abschnitt nun ist von W nach E ein Übergang zu weniger extremen Bedingungen auf den S-Hängen zu beobachten: westlich der Jumna sind nur die Gipfel der Berge und die N-Hänge wirklich bewaldet, östlich Landour werden

auch die S-Hänge mehr vom Wald eingenommen. Die Steilheit der Hänge läßt überdies das Wasser schnell und ohne nachhaltige Wirkung ablaufen — die Vegetation hat keinen großen Nutzen von noch so starken Monsunregen — hingegen steigt die Gefahr der Bergrutsche! OSMASTON 1922, 132; DUDGEON & KENOYER 1925, 13; HESKE 1929, 9—10; 1930, I; 1932, 546—547, 582.

Die Einstrahlung ist besonders stark in den hochgelegenen Tälern zwischen den Massiven; im Zusammenhang damit muß der starke, tagsüber das Tal aufwärts wehende Wind vermerkt werden, der aus fast allen oberen Tälern berichtet wird OSMASTON 1922, 136; 1927, VIII. Ein bedeutend schwächeres Gegenstück dazu finden wir im „Dadu“, der nachts aus den Tälern der großen Flüsse in die Ebene hinaus weht und dem OSMASTON 1927, VI mindestens Einfluß auf die Temperatur zuschreibt.

Zum Abschluß dieser einführenden Bemerkungen und zur weiteren Vorbereitung auf die Verhältnisse, die uns erwarten, lasse ich STRACHEY sprechen, der als einer der ersten diesen Teil des Himalaya und das angrenzende tibetische Hochland durchforscht hat.

„The peculiarities of the climate, which even in the higher parts of the mountains partakes of a certain share of the extreme heat and wet of the tropics, produce corresponding peculiarities in the features of the vegetation in these more elevated regions. We thus still find a palm (*Chamaerops*) reaching an elevation of upwards of 8000 feet, a little below which it grows to a height of more than 50 feet in a locality, where it is regularly covered with snow every winter“.

STRACHEY 1851, 75.

Pflanzengeographische Erforschung.

Die pflanzengeographische Forschung im westlichen Zentral-Himalaya ist sowohl mit den Namen von Forschungsreisenden, wie auch besonders mit denen von Forstmännern eng verbunden. HOFFMEISTER (1847), STRACHEY (1851, 1900), SCHLAGINTWEIT (1871) und besonders DUTHIE (1882, 1885, 1906) zählen zu den Reisenden, die uns über die Vegetation des Gebirges berichtet haben. Die Reisen von STRACHEY erstrecken sich weit auf das tibetische Hochland bis zum Manasarowar und Rakas-Tal. Die botanischen Ergebnisse der Expedition von HEIM und GANSSER sind durch SCHMID veröffentlicht worden 1938.

Unter den Forstmännern verdanken wir HESKE unsere ausgezeichnete Kenntnis von Tehri Garhwal, die den von DUDGEON & KENOYER 1925 auf ökologischer Grundlage gegebenen Rahmen vor allem auch unter Berücksichtigung des regionalen Gesichtspunktes erweitert und vertieft hat. Im Jahre 1928 konnte HESKE das Gebiet des damaligen Staates Tehri Garhwal zu einer forstlichen Bestandsaufnahme im Dienste des Maharadjas bereisen; HESKE berichtet darüber in zahlreichen Veröffentlichungen (1929, 1930, I, II; 1931; 1932; 1937).

Auch über die östlich an Tehri Garhwal angrenzenden Gebiete von Kumaon sind wir — vor allem durch Mitglieder des früheren britisch-indischen Forstdienstes — gut unterrichtet. WEBBER (1902), CHAMPION (1919, 1923, I, II, 1936) und OSMASTON (1922) müssen hier besonders erwähnt werden; OSMASTON bereicherte die Literatur auch um die Flora

von Kumaon (1927), STEWART (1865) und SMYTHIES (1921, 1930) geben uns Einblick in die Vegetationsverhältnisse im Vorland des Himalaya*).

Regionale Analyse.

1. Tehri Garhwal (Profil IV).

In einem Profil wollen wir uns die Vegetationsverhältnisse im westlichen Zentral-Himalaya klarzumachen versuchen. Wir legen dieses Profil von der indischen Ebene über die Siwaliks, durch das Dehra Dun und über die Mussooree-Kette in das Tal der Bhagirathi-Ganga, folgen dem Tal aufwärts durch die Durchbruchsschlucht und dem Jahnvi aufwärts bis Nilang.

In der Ebene stellen wir einen winterkahlen Monsunlaubwald fest, in dem die Salwälder (*Shorea robusta*), die den Typ der tropischen Fallaubwälder sehr gut repräsentieren, immer mehr an Verbreitung und Bedeutung gewinnen. CHAMPION 1936, 148, 150 erwähnt Beispiele aus den Saharapur Siwaliks, die das Dehra Dun gegen die Ebene abschließen, mit

Shorea robusta, *Anogeissus latifolia*, *Acacia catechu*, *Bauhinia variegata* u.a.

Besonders dort, wo die Erosion aktiv ist, ist dieser Typ gut entwickelt STEWART 1865; HESKE 1932, 546; 1937, 61.

Die Höhen der Siwaliks vor dem Dehra Dun sind bereits bei 6-700 m mit *Pinus Roxburghii*-Wäldern bestanden; dieses Vorkommen beruht aber auf Anpflanzung, die die besonders günstigen edaphischen Verhältnisse ausnutzt TROUP 1916; TROLL 1937.

Das Dehra Dun ist — wo nicht kultiviert — von dichtem „Terai-Dschungel“ bedeckt HESKE 1937, 88, in dem *Shorea robusta* eine bedeutende Rolle spielt. HESKE berichtet darüber von Raiwala und Munkireti (nördlich Rishikesh 1937, 39, 47). Flußschotter zeigen als edaphische Variante des Monsunwaldes *Dalbergia Sissoo* und *Acacia catechu*; auf Sumpfboden finden sich *Eugenia jambolana* und *Cedrela toona* HESKE 1930, 391. Auch der dem Dehra Dun zugekehrte S-Hang der Kette von Mussooree hat noch *Shorea robusta*-Bestände (Kalanga-Rücken; HESKE 1937, 275).

Der Salwald steigt hier bis 800—850 m hoch und geht dann in einen gemischten laubwerfenden Monsunwald über, der viele Species enthält, die wir vom Aufstieg nach Simla her kennen. Diese

* Lit. (Auswahl): BATTEN 1838; HOFFMEISTER 1847; MADDEN 1848; CLEGHORN 1864; STEWART 1865; STRACHEY 1851, 1900; SCHLAGINTWEIT 1869—1880 (1871); BRANDIS 1879, 1885; DUTHIE 1882, 1885, 1886, 1906; FERNANDEZ 1883; „DEODAR“ 1884; „VAGRANT“ 1887; DIENER 1893, 1894, 1895; GAMBLE 1898; WEBBER 1902; HEMSLEY 1902; LONGSTAFF 1907, 1908, 1928; CHAMPION 1919, 1923 I, II, 1936; SMYTHIES 1919, 1921, 1930; KENOYER 1921, 1925; OSMASTON 1922, 1927; PARKER 1924 II; DUDGEON & KENOYER 1925; GUPTA 1928; HALL 1929; HESKE 1929, 1930 I, II, 1931, 1932, 1937; TURNER 1929; FORD-ROBERTSON 1930; SMYTHE 1932 I, II, 1938; KASHYAP 1932; RAIZADA 1934; PALLIS 1934; PANT 1935; TROLL 1937; TICHY 1937; SHIPTON 1937 I, II; HEIM & GANSNER 1938; SCHMID 1938; SCHWARZGRUBER 1939; WEIR 1952; SAHAI 1953; GIBSON 1954; TYSON 1954; ferner Karte „Garhwal-Himalaya-Ost“, 1 : 150 000 — 1955.

gemischten Monsunwälder reichen bis 1500—1650 m aufwärts; wir finden sie am S-Hang der Mussooree-Kette, vor allem aber dringen diese Wälder in allen Flußtälern weit in das Gebirge hinein HESKE 1932, 550. In wenigen Resten, z. B. bei Tehri, ist dieser Typ auch im Ganga-Tal vorhanden; zwischen Dharasu (1000 m) und Maneri (1350 m) steigt der Fallaubwald im Ganga-Tal aufwärts, in der Höhe abgelöst durch *Pinus Roxburghii* SAHAI 1953. Auch im Tal der Bhilanganga und in allen Nebentälern finden sich Reste dieser Fallaubwälder, überall durch *Pinus Roxburghii* in der Höhe abgelöst HESKE 1937, 127.

Die wichtigsten Species des gemischten Monsunwaldes der Talstufe sind:

Butea frondosa, *Dalbergia Sissoo*, *Zanthoxylum alatum*, *Rhus continus*, *Rhus parviflora*, *Ougeinia Dalbergioides*, *Cassia fistula*, *Terminalia belerica*, *Terminalia tomentosa*, *Terminalia Chebula*, *Ficus* sp., *Bombax malabaricum*, *Cedrela toona*, *Bauhinia Wahlianii*, *Bauhinia retusa*, *Anogeissus latifolia*, *Albizzia Lebek*, *Erythrina suberosa*, *Adhatoda vasica*, *Colebrookia oppositifolia*, *Mallotus philippinensis*, *Euphorbia Royleana*.

HESKE 1929, 11—15.

In meiner Einteilung fasse ich diesen Monsun-Mischwald der Talstufe und die Salwälder des Vorlandes zum tropischen winterkahlen Fallaubwald zusammen (DUDGEON & KENOYER 1925, 16—18 „monsoon forest“). Der Hauptunterschied liegt in der Reinheit der Bestände bei *Shorea robusta* gegenüber dem Mischwald. Der Salwald steht dicht, hat spärlichen Unterwuchs und ist trotz des Laubwechsels niemals ganz kahl; im Mischwald überwiegen kleinere Bäume und dichter Unterwuchs von Gebüsch und Sträuchern, zumal wenn es sich um vom Menschen beeinflusste Bestände handelt; von Februar bis April ist der Mischwald — bis auf die wenigen Immergrünen (z. B. *Eugenia jambolana*) — unbelaubt. Während der Salwald von großer Bedeutung für die indische Volkswirtschaft allgemein ist, liegt die Bedeutung des Mischwaldes in seiner Funktion als „Versorgungswald“ der örtlichen Bevölkerung HESKE 1932, 550; 1930, II, 407; daher sind auch gerade die Bestände des Mischwaldes so stark reduziert. Es gibt nur wenige und auch dann meist degenerierte Bestände, nirgends zusammenhängende Wälder (Aufstieg nach Simla!). Die Hänge tragen stattdessen in dieser Höhe die Kulturen; kahle Hänge sind selten, da die einzelnen Species über eine erstaunliche Ausschlagskraft verfügen.

Der Weg von Mussooree nach dem Bhagirathi-Tal führt in der Höhenstufe des gemischten Monsunwaldes über sehr öde Hänge anstehenden Gesteins HESKE 1930, 393—398, 405; 1932, 544—545, Übersichtskarte; 1937, 62, 88—98, 217.

Während in Schluchten an Bachläufen überall noch der Fallaubwald verbreitet ist, erscheint bereits *Pinus Roxburghii* auf den Bergnasen HESKE 1930, II, 400. Bei 1500—1650 m haben die Fallaubwälder ihre obere Grenze erreicht, und die *Pinus Roxburghii*-Wälder übernehmen die Herrschaft. Ein erstes Vorkommen begegnete uns bereits auf den Siwaliks — doch handelte es sich da um angepflanzte Bestände TROUP 1916; TROLL 1937. Jetzt aber haben wir die Höhe erreicht, in der hier *Pinus Roxburghii* natürlicherweise vorkommt. Auch auf der Mussoree- und Nag Tibba-Kette, die wir mit unserem Profil queren, wird der Fallaubwald von *Pinus Roxburghii* abgelöst. Oft zeigt aber noch die S-Expo-

sition den Fallaubwald, während in gleicher Höhe die N-Exposition bereits die *Pinus Roxburghii*-Stufe zur Entwicklung bringt. Im Bhagirathi-Ganga-Tal liegen schöne Wälder dieser Kiefer oberhalb Tehri HESKE 1932, 561; im Gebiet der Muafi von Saklyana HESKE 1932, 573; 1937, 272; und auf der Wasserscheide zwischen Ganga und Huini HESKE 1937, 272. Auch im Bhillanganga-Tal steigt *Pinus Roxburghii* auf und zwar bis ca. 40 km an den Gletscher heran HESKE 1932, 560, 571 (für Paukhal). Oberhalb Dharasu verengt sich das Tal der Ganga zu einer steilen Schlucht, und hier reicht *Pinus Roxburghii* fast an das Flußbett herab. 10 km oberhalb Dharasu bei Odalak verbreitert sich das Tal wieder, der Anbau tritt in den Vordergrund und entsprechend die Kiefernbestände zurück HESKE 1937, 281. Die letzten Bestände von *Pinus Roxburghii* im Tal der Bhagirathi-Ganga finden wir zwischen Udara und Bhuki, wo auf N-exponierten Hängen in gleicher Höhe schon der immergrüne Eichen-Koniferen-Mischwald zu sehen ist HESKE 1937, 289.

Der *Pinus Roxburghii*-Wald ist sehr einförmig, der Baum selbst durchaus Alleinherrscher, die Bestände schütter und offen. Zur Trockenzeit ist der Boden von einer „seifenglatten“ Schicht abgefallener Nadeln bedeckt HESKE 1932, 551. Diese Waldstufe ist hier am stärksten vom Menschen mitgenommen worden und in ihrer natürlichen Verbreitung sehr stark eingeengt, doch erscheinen im allgemeinen an der Obergrenze des Anbaubereiches kleinere Bestände.

DUDGEON & KENOYER 1925, 23 betrachten den *Pinus Roxburghii*-Wald als edaphische Klimax; diesem Urteil aber steht die Ansicht fast aller anderen Autoren gegenüber, die den Typ als klimatische Klimax ansehen HESKE, CHAMPION, TROUP; NAKAO 1955 jedoch faßt die *Pinus Roxburghii*-Vorkommen in den inneren Tälern Zentral-Nepals ebenfalls als edaphische Klimax auf.

Gegen die Obergrenze von *Pinus Roxburghii* erscheint *Quercus incana* als Vertreter der untersten Lagen des Eichen-Koniferen-Mischwaldes. Wo *Quercus incana* unter Schneiteln zu leiden hat, bewahrt sich die Kiefer noch einige Zeit die Vorherrschaft; doch bei 2000 m wird die Kiefernstufe endgültig vom Eichen-Koniferen-Mischwald abgelöst, der in diesem Teil des Himalaya seine üppigste und schönste Entwicklung erfährt. 70—80% des jährlichen Niederschlags fallen in den Monsummonaten, Wolken und dichte Nebel hängen dann über diesen Wäldern, aber auch der Schneefall im Winter ist bedeutend DUDGEON & KENOYER 1925, 11; HESKE 1930, I. HESKE hat diesen Wald ausführlich und sehr anschaulich geschildert.

Wir passieren das erste Vorkommen dieses Mischwaldes auf der Höhe von Mussooree HESKE 1937, 218 (bis östlich Landour DUDGEON & KENOYER 1925, 28); Thauldar, Kaudyia und Partapnagar, nördlich Tehri, liegen im Bereich des Eichen-Koniferen-Mischwaldes HESKE 1937, 116, 119, 121, 276. Die Wasserscheide zur Jumna ebenso wie die Nag Tibba-Kette, der vom Gangotri nach S ausgesandte und im Adala gipfelnde Kamm, wie auch die Wasserscheiden zwischen Bhal Killa und Bhillanganga, sowie von dieser zur Alaknanda, also das „Vorgebirgsfeld“ nach HESKE, sind oberhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe vom Eichen-Koniferen-Mischwald bedeckt. In diesen Höhen ist so auch das Bhagirathi-Tal beiderseits von ausgedehnten Wäldern begleitet.

Im einzelnen gliedert sich dieser Typ — wie auch am Sutlej, nur hier noch klarer — in 3 U n t e r s t u f e n, die jeweils von einer immergrünen Eiche beherrscht werden.

<i>Quercus incana</i>	1800—2600 m;
<i>Quercus dilatata</i>	bis 2800 m;
<i>Quercus semecarpifolia</i>	bis 3500 m.

Alle drei haben steife, lederartige, unterseits behaarte Blätter. Daneben erscheinen jetzt auch *Quercus sp.*, die mehr für den Ost-Himalaya charakteristisch sind (*Quercus pachyphylla*, *Qu. lineata*, *Q. lamellosa*, *Qu. spicata*). Die drei oben genannten Eichen herrschen von 2000—3000 m vollkommen, Koniferen sind zwar schon vorhanden, treten aber erst über 3000 m deutlicher in Erscheinung, *Picea morinda* und *Abies Pindrow* schieben sich dann allmählich in den Vordergrund, ohne aber die Eichen gänzlich zu verdrängen. Noch bei 3300 m ist der Wald gleichermaßen durch Eichen und Koniferen bestimmt, und erst in noch höheren Lagen treten die Eichen weiter zurück HESKE 1932, 552, 581, 582; 1937, 127, 144—146, 288.

Dieser M i s c h w a l d ist dunkel und schattig, der Wuchsraum vom Boden bis zur Krone ausgefüllt mit mehreren Stockwerken von kleinen Bäumen, Sträuchern und Buschwerk, dazu Kletterpflanzen und Epiphyten. Diese sind in der Art der Besiedlung so charakteristisch, daß von „Epiphyten-Sukzessionen“ gesprochen wird, indem erst die Flechten sich einfinden, dann Moose, später Farne und schließlich Blütenpflanzen. In höheren Lagen kommt vielfach als „Wald im Walde“ ein üppiger Unterwuchs von Ringalbambus (*Arundinaria spathiflora*) zur Entwicklung HESKE 1929, 20, 24; 1932, 553, 589; BRANDIS 1885.

In der *Quercus incana*-S t u f e ist die Eiche mit 60—70%, *Rhododendron arboreum* mit 20—30%, *Pieris ovalifolia* mit 5—10% vertreten; wichtige Begleiter sind

Ilex dipyrrena, *Betula alnoides*, *Rhamnus procumbens*, *Pyrus Pashia*, *Deutzia corymbosa*, *Smilax vaginata*, *Viburnum cotinifolium*, *Carpinus viminea*, *Euonymus tinagens*, *Hedera helix* usw.

In den Schluchten sind besonders Lauraceen verbreitet:

Machilus Duthiei, *Machilus odoratissima*, *Litsaea umbrosa*, *Phoebe lanceolata* u. a.
HESKE 1929, 21; 1932, 588; 1937, 146—149.

Die mittlere Stufe der Mischwälder ist durch *Quercus dilatata* ausgezeichnet (auf der Nag Tibba-Kette von 2700—3000 m). Dies ist die größte und mächtigste der Eichen des westlichen Himalaya, und der von ihr beherrschte Wald ist noch mannigfacher, noch üppiger, noch schöner — wahrscheinlich weil die Feuchtigkeit noch größer als in der *Quercus incana*-Stufe ist. Lauraceen sind hier viel stärker vertreten, dazu auch *Alnus nepalensis*, *Salix elegans* und Ringalbambus; an frischen, kühlen Standorten findet sich eine besondere Vergesellschaftung von *Juglans*, *Acer*, *Carpinus*, *Aesculus indica*, *Alnus*, *Ulmus Wallichiana* und als Bodenpflanze unter *Juglans regia* häufig *Paeonia Emodi*. Gerade in diesen Höhenlagen verwandeln Epiphyten, Moose und Farne, jeden Stamm, jeden Ast „in einen kleinen botanischen Garten“, und verschieden alte Bäume tragen eine ganz verschiedene Epiphyten-Flora. In dieser Stufe finden sich nun auch *Picea morinda* und *Abies Pindrow* ein HESKE 1932, 591, 595; 1937, 148.

Die oberste Stufe im Eichen-Koniferen-Mischwald beherrscht *Quercus semecarpifolia* und zwar weit mehr (75%) als die beiden anderen Eichen die ihnen zugeordneten Höhenstufen. Bei dem sehr dichten Stand der Eichen tritt der Unterwuchs etwas zurück; der Ringalbam bus aber entwickelt sich hier erst zu vollster Üppigkeit und bildet undurchdringliche Dickichte. Im ganzen ist dieser Wald einförmiger, artenärmer, düsterer als die Eichenwälder der tieferen Lagen. *Taxus baccata* ist zu finden und je höher, desto häufiger auch *Picea morinda* und *Abies Pindrow*; allmählich erlangen die Koniferen Übergewicht. Nicht selten findet sich in diesen Höhen der Nadelwald in flachen Mulden und Depressionen, während *Quercus semecarpifolia* die Bergrücken besetzt hält; in den höchsten Teilen der meist amphitheatralisch aufgebauten Talkessel steht auf den Bergrücken und auf den Rippen zwischen den einzelnen fächerförmig in diesen Talkesseln angeordneten Bachtälern der *Quercus semecarpifolia*-Wald, in den Tälern selbst aber Nadelwald und weiter unten *Quercus dilatata*. Gelegentlich auch trägt der S-Hang noch Mischwald, der N-Hang in gleicher Höhe schon Nadelwald. Nie wird *Quercus semecarpifolia* jenseits der Hauptkette angetroffen. Wie am Sutlej bildet auch hier *Quercus semecarpifolia* gelegentlich die Waldgrenze DUDGEON & KENOYER 1925, 30, 39; HESKE 1932, 593—596.

Im Balkhilla-Tal, das in das Bhillanganga-Tal mündet, gibt es kleinere Bestände von *Cedrus Deodara* innerhalb des Eichen-Koniferen-Mischwaldes HESKE 1932, 624.

Die Mischwälder haben eine sehr große Bedeutung als „Schutzwälder“ im Sinne einer Regulierung des Wasserhaushaltes der großen Flüsse, die hier entspringen und deren Wasser so sehr wichtig für die Bevölkerung der indischen Ebene ist HESKE 1932, 555.

Auch im engen Durchbruchstal der Bhagirathi-Ganga, zwischen Bandar Punch und Gangotri-Massiv, sind die oberen Lagen des Eichen-Koniferen-Mischwaldes — je höher, desto mehr — von *Abies Pindrow* durchsetzt und beherrscht; bei 3400 m zieht sich *Quercus semecarpifolia* auf wärmere und trockenere Standorte zurück und bleibt zwischen 3500—3600 m ganz zurück. *Betula utilis* tritt auf, und während typische Wettertannen die letzten Ausläufer des Mischwaldes bilden, schließt sich *Betula utilis* zur subalpinen Waldstufe zusammen; im Unterwuchs finden wir *Rhododendron campanulatum* und *Rhododendron anthopogon*.

In der Form der Umlegbirken steigt *Betula utilis* weit aufwärts, muß aber dann dem *Rhododendron*-Gebüsch das Feld überlassen; *Rhododendron campanulatum*, *Rh. anthopogon* und *Juniperus recurva* bilden den Krummholzgürtel, der sich bei 3800—3900 m auflöst. Dann dehnt sich die alpine Matte aus — im Sommer mit Blumen und Kräutern reich geschmückt HESKE 1932, 556—557.

Der oberste Lauf des Bhagirathi-Ganga-Tales ist E-W gerichtet; dieser Talzug wird auf der linken Seite, nach S, von der Hauptkette mit Badrinath, Kedarnath und Gangotri in 6—7000 m Höhe von großartiger Geschlossenheit überragt. Für die von S kommenden regenbringenden Winde stellt die Hauptkette ein Hindernis dar, und wir

dürfen erwarten, daß die Vegetationsverhältnisse nördlich der Kette, also im obersten Ganga-Tal, besondere sind. Wer durch das Schlucht-Tal der Bhagirathi-Ganga hindurchgeklettert ist, staunt über die „neue Welt“, die sich vor ihm auftut HOFFMEISTER 1847, 227; „DEODAR“ 1884; DUDGEON & KENOYER 1925, 45; PALLIS 1934, 109; HESKE 1929, 28—29; 1932, 601; TYSON 1954, 88.

Wo Songad (Scheangead), Gumti und Harsil in die Ganga münden, beim Dörfchen Harsil, das bereits von tibetischen Schafhirten bewohnt wird, haben wir die Schlucht endgültig verlassen und stehen in einem Zedernwald (HOFFMEISTER 1847, 227 „jenseits Dschalla“): bandförmig säumen die Zedern den Lauf der Ganga zu beiden Seiten bis fast zur Quelle — dem Austritt aus dem Gletscher bei G a u m u k h.

Die Topographie des Tales aber läßt die Zedernwälder keine größere Ausdehnung gewinnen; denn schon bei Bhairongathi verengt sich das Tal wieder sehr. Eichen fehlen gänzlich, und auch deren wichtigste Begleiter sind verschwunden. Die Wälder im obersten Ganga-Tal bestehen aus *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Abies Pindrow*, *Picea morinda*; darüber bildet *Betula utilis* die subalpine Waldstufe.

Innerhalb des Talzuges setzt Differenzierung ein: die S-exponierten Hänge tragen reinen Zedernwald; hier bildet *Cedrus Deodara* lokal die oberste Waldgrenze. Auf der linken Seite des Tales, auf dem N-exponierten Hang, stehen dichte Mischbestände von *Cedrus Deodara*, *Picea morinda*, *Abies Pindrow* und *Pinus excelsa* — der Zusammensetzung nach also dem Koniferenwald des nordwestlichen Himalaya, des „inneren Himlaya“!, entsprechend HESKE 1932, 601, 603.

Der Zedernwald der rechten Seite des Tales ist schütter und offen. Verjüngung fehlt infolge Waldweide. In der Bodenvegetation sind bemerkenswert:

Indigofera, *Artemisia*, *Thymus*, *Astragalus*, *Tanacetum*, *Lonicera*, *Ribes grossularia*, *Epilobium*, *Berberis*, *Aster*, *Fragaria*, *Arenaria*, *Cannabis*, *Juniperus* usw.

HOFFMEISTER 1847, Bem. V, 5 : 1, 7, 8, 9 (für Dschalla, Bhairongathi und Gangotri); DUDGEON & KENOYER 1925, 33, 35; HESKE 1929, 28—29; 1932, 583—602, 604; 1937, 298, 300.

Auf der linken Seite des Tales ist der Wald wesentlich dichter, einmal auf Grund der Exposition, zum anderen weil auf dieser Seite die Siedlungen fehlen, der Wald daher vom Weidegang verschont bleibt. Dichter und schöner Mischbestand von *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* ist die Regel, in den höheren Lagen haben *Abies Pindrow* und *Picea morinda* größere Bedeutung. Die subalpine Waldstufe wird hier, wie auch auf der gegenüberliegenden Seite des Tales, von *Betula utilis* gebildet. Besonders ausgedehnt sind die Birkengehölze um Gangotri DUDGEON & KENOYER 1925, 39; HESKE 1932, 604, 606; 1937, 298, 300; PALLIS 1934, 111.

Ich erwähnte die Waldweide; diese macht sich in der Tat hier sehr bemerkbar, denn es ist nicht nur das Vieh der Bewohner des obersten Ganga-Tales selbst, das diese Weide in Anspruch nimmt, auch Schafe und Ziegen nomadisierender Tibeter kommen regelmäßig über den Paß von Nilang zur Weide in diese Wälder herüber. Auch führt über den Paß von Nilang und durch das Ganga-Tal ein uralter

H a n d e l s w e g zwischen dem tibetischen Hochland und den Ebenen Indiens, auf dem die Güter des Hochlandes — Salz, Wolle, Borax, Heilpflanzen — gegen die der Ebene — Reis und andere Körnerfrüchte und Gebrauchsgegenstände — ausgetauscht werden. Das einzig mögliche „Transportmittel“ für diesen langen und klimatisch so differenzierten Weg sind Schafe und auch Ziegen; in Herden von 200—300 Tieren sind sie auf Wanderschaft, legen Tag für Tag nur wenige Meilen zurück und „leben aus dem Lande“, das heißt: von der Waldweide. Hier, im obersten Tal der Ganga, ist insbesondere die S-exponierte Seite davon betroffen (DEODAR 1884; HESKE 1929, 29; 1932, 601, 607; 1937, 290. HOFFMEISTER 1847, 233 berichtet auch, daß der Wald gebrannt und Amaranth in die Asche gesät wird).

Eine ganze Reihe alpiner Täler münden im Verlauf des E-W-Tal-zuges in das Tal der Ganga ein. Von S her tritt unterhalb Gangotri das Rudugaira-Tal heran, in dem zwischen 3900—5000 m alpine Matten festgestellt wurden TYSON 1954, 88.

Der **B a n d a r P u n c h** flankiert die Durchbruchsschlucht der Ganga im W; der Aufstieg am E-Hang zeigt nochmals die vertikale Folge der Vegetation in diesem Abschnitt des Gebirges mit besonderer Klarheit: am Zusammenfluß von Songad und Dinargad, 2725 m, dehnt sich ein dichter Urwald von *Abies*, *Picea*, *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, ferner *Acer caudatum*, *Salix*, *Corylus*, *Prunus Padus*, *Betula utilis*, Ringalmbambus usw. Dieser üppige Wald ist aber nur in NE-Exposition zu finden, die SW-exponierten Hänge zeigen Grashalden mit verstreuten Gehölzen von *Pinus excelsa* und *Betula utilis*. In größerer Höhe bildet *Betula utilis* den subalpinen Waldgürtel, mit *Rhododendron campanulatum*, *Ribes* etc. Bei 3700 m bleibt auch die Birke zurück, und *Rhododendron* übernimmt mit *Juniperus recurva* die Herrschaft, der schließlich allein noch als ein „unscheinbares Sträuchlein“ die Gehölzvegetation vertritt. Ab 3750 m dehnen sich die alpinen **M a t t e n**, die im Sommer von großen Herden aufgesucht werden — eine Landschaft großzügigster Gestaltung und von unübersehbar weiter Ausdehnung zwischen oberer Waldgrenze und ewigem Schnee! — Gras, Kräuter, Blumen in unerschöpflicher Fülle und Farbenpracht, besonders auffallend ganze Wiesen von Enzian und Eisenhut (3950 m). Aber der Eindruck kann auch wieder ganz anders sein: „Das seltsame Gelbbraun und Kupferrot dieser Hochalmen verleiht ihren endlos weiten Hängen, Tälern, Bergrücken einen einförmigen, unendlich melancholischen Charakter, der durch das ruhige Treiben flaumleichter Schneeflocken in lautloser Windstille noch verstärkt wird“ HESKE 1937, 314.

Bei 4650 m war die **S c h n e e g r e n z e** noch nicht erreicht; HESKE vermutet sie bei 5000 m HESKE 1929, 29—30; 1932, 627—631; 1937, 312—314.

Das **G u m t i - T a l** zeigt über dem Zedernwald, der in den höchsten Lagen geringe Beimischungen von *Pinus excelsa* und *Picea morinda* aufweist, Birkenwald mit Haselnuß und Wacholder (*Juniperus squamata*); alpines Gebüsch von *Salix*, *Rhododendron campanulatum* und *Rhododendron anthopogon* leitet über zur alpinen Matte, die einen großen Reichtum an Blütenpflanzen enthält; auf dem **L a m a k a g a - P a ß**, der über die Wasserscheide in das Baspa-Tal (Sutlej-System) führt, sind noch Vertreter der feuchten alpinen Stufe vorhanden, aber auch im Geröll *Artemisia*, *Rheum*, *Rosa*, *Berberis* HOFFMEISTER 1847, Bem. VI, 2.

Auch in das Harsil-Tal reicht der Zedernwald hinein, *Pinus excelsa* und *Picea morinda* steigen noch ein paar Meter höher als die Zeder — dann folgen herrliche alpine Matten HOFFMEISTER 1847, Bem. VI, 1.

Schließlich muß das Tal des Jahnavi erwähnt werden, das unterhalb Bhairongathi in das Ganga-Tal mündet. Wir folgen dem Tal des Jahnavi nach N, noch begleitet uns die Zeder (bis 3300 m), dann setzt *Pinus excelsa* den Nadelwald noch einige Zeit allein fort, findet aber bei 3600 m das Ende ihrer Verbreitung, ebenso *Juniperus excelsa*. So verschwindet gegen Nilang zu alle Baumvegetation, und nur noch Krummholz steigt weiter im Tal aufwärts: *Juniperus communis* und *J. recurva* bis 3900 m; hier finden auch die Birkengehölze (*Betula utilis*) ihr Ende. Nun ist nur noch Gesträuch charakteristisch — *Lonicera*, *Rosa*, *Berberis*, *Viburnum cotinifolium*, *Ribes*, *Spiraea*, *Salix* etc., wie wir es im NW weithin nördlich der Hauptkette an günstigeren Standorten in der alpinen Steppe getroffen haben. „There being little or no rain in this part of the hills“ kennzeichnet „DEODAR“ 1884, 7 die Situation von Nilang am Jahnavi. Dazu weht tagtäglich ein durchdringender, kalter Wind talauf, während der Nacht, besonders aber am frühen Morgen, in entgegengesetzter Richtung „DEODAR“ 1884; TYSON 1954, 88. Die künstliche Bewässerung um Nilang ist ein weiterer Hinweis auf die klimatischen Verhältnisse „DEODAR“ 1884.

Noch stehen wir südlich der Zaskar-Kette, aber bereits nördlich der mächtigen Mauer der Hauptkette im Herzen des gewaltigen Gebirges. Die Bedingungen des tibetischen Hochlandes zeichnen sich in den Berichten von Nilang klar ab. Wir haben das Ende unseres Profils erreicht, das uns die Vegetationstypen des westlichen Zentral-Himalaya näherbringen sollte (vgl. Übersichtskarte HESKE 1932, 544—545).

Wir wenden uns nun zunächst nach W und betrachten die Verhältnisse im Gebiet von Giri, Tons und Jumna.

2. Das Flußgebiet des Giri.

Wenn wir von Simla nach E fortschreiten, ist das Tal des Giri, eines Nebenflusses der Jumna, zu erwähnen.

Aus dem Vorland wird über Bestände von *Shorea robusta* von Kalizar am S-Abfall der Siwaliks bei Nahan und auf dem rechten Ufer der Jumna in Ambala berichtet JUNG 1891. Das Giri-Tal selbst beschreibt CLEGHORN 1864, 3 als „warm und fruchtbar“ und erwähnt besonders die Kahlheit der Hänge. Wenn wir auf der linken Seite des Tales nach Daha aufsteigen, gelangen wir in verkrüppelten *Quercus incana*-Wald, bis wir bei Daha selbst bessere Bestände des Eichen-Koniferen-Mischwaldes erreichen. Der N-S verlaufende Kamm, der die Wasserscheide zwischen Giri und Tons trägt, ist mit diesem Mischwald bestanden, in dem *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*, *Abies* und *Quercus* auftreten und dessen höchste Teile in 3200 m durch *Quercus semecarpifolia* und *Taxus baccata* ausgezeichnet sind GAMBLE 1898.

3. Das Flußgebiet des Tons.

Nach E schließt sich das Tal des Tons an, der ebenfalls ein rechter Nebenfluß der Jumna ist. Wie zu erwarten, steigt im Tons-Tal der winterkahle tropische Fallaubwald ebenfalls weit aufwärts; Reste können bis 1400 m beobachtet werden, aber zum größten Teil ist dieser Wald hier der Ausbreitung der Anbauflächen zum Opfer gefallen. Im Pabur-Tal und Kothi Gad ist der Fallaubwald bis 1300 m festgestellt worden HESKE 1932, 610. Interessant und überraschend ist das Vorkommen von *Olea cuspidata* auf bloßem Fels bei Tuni CLEGHORN 1864, 8 und im Tons-Tal oberhalb Maindrot BRANDIS 1879, ferner im Shallee-Tal bei Piontra im Regenschatten des Chor-Berges: also geschützt vor der vollen Kraft des Monsun BRANDIS 1879 — auch *Euphorbia* ist im Tal des Shallee auffällig (bei Butchra; GAMBLE 1898). Es handelt sich offensichtlich um lokal begünstigte „Auslieger“ des Hartlaubwaldes, die aber gerade in ihrem begrenzten Vorkommen Rückschlüsse auf die örtlichen Verhältnisse gestatten.

Die Verbreitung von *Pinus Roxburghii* ist bedeutend. In S-Exposition erscheint sie bis 2100 m, in N-Exposition bis 1800—1850 m; vielfach ist *Euphorbia* im Bestand eingestreut und kennzeichnet die besonders heißen und trockenen Standorte (Sutlej!). Vorkommen von *Pinus Roxburghii* im Tons-Gebiet werden erwähnt: von Maindrot, aus dem Dara Gad bei Kathian und aus dem Chandri Gad; im Kuni Gad stehen die besten *Pinus Roxburghii*-Bestände des Tons-Gebietes überhaupt; im Kothi Gad erreicht die Kiefer 1900 m, und auch im Luna Gad ist sie vorhanden. Im Banal Gad wurde das Verhältnis zwischen *Pinus Roxburghii* und *Cedrus Deodara* beobachtet: überall lagen im *Pinus Roxburghii*-Wald kleine Zedernbestände eingestreut, und auf frischen, feuchteren Standorten setzte sich überall die Zeder gegenüber der Kiefer durch. Übrigens zeigte *Cedrus Deodara* auch im Eichenwald, wo *Quercus incana* durch Schneiteln geschwächt war, starke Ausbreitungstendenz HESKE 1932, 561, 572; 1937, 250—253, 258; auch GAMBLE 1898.

Damit sind wir schon beim Übergang zur nächsten Vegetationsstufe: die Höhen im Einzugsbereich des Tons sind überall mit Eichen-Koniferen-Mischwald bedeckt.

Bestimmend sind auch hier die Eichen: *Quercus incana*, *Qu. dilatata*, *Qu. semecarpifolia*. Wichtig ist im oberen Tons-Gebiet, in den Tälern von Pabur, Tons, Rupin etc., die große Verbreitung, die *Cedrus Deodara* innerhalb des Eichen-Koniferen-Mischwaldes besitzt. Es sind hier keine reinen Zedernbestände, wie im oberen Ganga-Tal, das Auftreten der Zeder entspricht vielmehr dem in der „feuchten Zone“ des Sutlej-Tales; ganz deutlich zieht auch hier die Zeder die wärmeren, trockeneren Standorte vor, sie erscheint mit Vorliebe auf SE- und W-exponierten Hängen, während NE-Hänge dem Mischwald mit *Quercus semecarpifolia*, *Abies Pindrow*, *Picea morinda* vorbehalten bleiben. So kann es vorkommen, daß man — in gleicher Höhe bleibend — innerhalb weniger Minuten aus dem Zedernwald der S-Exposition in den *Quercus semecarpifolia*-Wald der N-Exposition gelangt. Meist steht die Zeder in Gesellschaft von *Quercus dilatata*

und *Pinus excelsa*, und ganz vereinzelt gibt es auf steinig und felsigen Partien auch reinen Zedernbestand. Mit Vorliebe aber erscheint die Zeder auf den Kämmen („feathering the highest ridges“ CLEGHORN 1864, 8).

Im übrigen entspricht der Mischwald der Beschreibung, die wir oben gegeben haben — in großer Üppigkeit ist dieser Wald auch hier vom Boden bis zum Kronendach erfüllt mit kleineren Bäumen, Sträuchern und Büschen, Kletterpflanzen und Epiphyten und von Bambusdickichten in den höheren Lagen.

Im einzelnen wird das Vorkommen des Mischwaldes angegeben von oberhalb Chepal, Tharoche und Dadi (Pabur-Tal) GAMBLE 1898; vom S-Hang der Changri-Kette, die die Wasserscheide zum Sutlej trägt CLEGHORN 1864, 8; im oberen Dara Gad erscheint die Zeder im Mischwald bei 1750 m und bevorzugt von 2250—2700 m Bergkämme und trockene Hanglagen; bei 2850 m wird sie von *Quercus semecarpifolia* abgelöst FERNANDEZ 1883; GAMBLE 1898 (für Kathian).

Die Angaben von HESKE beziehen sich auf das von ihm bereiste Gebiet, in Sonderheit auf den Höhenzug zwischen Pabur und Tons: „Auf unserem Wege von Chiwan nach Pagi Dhar Lamba Thach, Deota, Baliha, Kulni nach Sandra, wo wir abermals den Tons kreuzten, und schließlich Jarmola, wo wir dann die Wasserscheiden zwischen Tons und Jamuna (Jumna) überschritten, umgab uns ständig dichter, geschlossener Urwald wunderbarster Gestaltung“ HESKE 1937, 247.

(Darüber hinaus finden sich noch folgende Angaben für das Vorkommen der Mischwälder im oberen Tons-Gebiet bei HESKE: Kothi Gad (bei Kalichgaon) 1937, 247—248; 1932, 613—615; Thunera 1932, 617; Luna Gad 1937, 251—252; Banal Gad 1932, 252—253).

HESKE 1929, 27—28; 1932, 561, 572, 608—617; 625; 1937, 245—253. Siehe auch Übersichtskarte HESKE 1932, 544—545. (Ferner MOBBS 1934, Ind. For. 61, 3).

Aus den hochgelegenen Gebieten im Einzugsbereich des Tons berichtet GIBSON 1954, 95, 97 vom Harki Doon über die subalpine Waldstufe mit *Betula* und *Rhododendron* und eine feuchte alpine Stufe, die durch großen floristischen Reichtum ausgezeichnet ist (vgl. auch Übersichtskarte HESKE 1932, 544—545).

Den großen klimatischen Gegensatz — mit seinen Auswirkungen — zwischen der feuchten S-Abdachung im Tons-Gebiet und der N-Abdachung nach dem Sutlej zu kennzeichnet der Bericht von BUCHANAN 1930 vom Rupin Paß, 4650 m:

„It was amazing to see the villagers reaping the beautiful dry barley (to the N of the pass) while all the amaranth and buckwheat on the Rupin side of the pass lay in sodden heaps ruined by rain.“
BUCHANAN 1930.

4. Das Flußgebiet der Jumna.

Die Jumna entspringt am Bandar Punch und nimmt vor dem Austritt in die Ebene von rechts Tons und Giri auf.

Am Austritt der Jumna aus dem Gebirge herrscht der tropische Falllaubwald mit *Shorea robusta*, *Anogeissus latifolia*, *Terminalia belerica*, *Bombax malabaricum*, *Acacia catechu*, *Kydia calycina*, *Dalbergia Sis-*

soo, *Garuga pinnata*, *Ougeinia Dalbergioides*, *Mallotus philippinensis* etc. (S. JASWANT SINGH: Working Plan for the Kalesar Forest of the Ambala Forest Division, 1949—1950 to 1964—1965).

Das Tal wird in seinem unteren Teil als „sehr heiß“ geschildert GAMBLE 1898; wir treffen in der Talstufe den *Monsunwald* an, der sich auch in die Nebentäler (Aglar-Tal z. B.) hinein fortsetzt. *Salwald* steigt bis 900 m auf HOPKINS 1930. Über dem Fallaubwald folgt die *Pinus Roxburghii*-Stufe bis ca. 1800 m, aber bis hinauf zur Mündung des Mamoli Gad gibt es keine nennenswerten Bestände, so stark zeigt sich die Einwirkung des Menschen. Oberhalb der Mündung des Mamoli Gad aber finden sich recht gute Vorkommen, im Kamoli Gad bis Purola und von der Mündung des Kamoli Gad bis 15 km unterhalb Jamnotri; hier ist *Pinus Roxburghii* in S-Exposition bis 2000 m zu finden HESKE 1932, 561; 1937, 325.

Über der *Pinus Roxburghii*-Stufe sind die Eichen-Koniferen-Mischwälder breit entwickelt, mögen auch die unteren Lagen durch Schneiteln etc. stark mitgenommen sein HESKE 1932, 568.

Die das Aglar Gad umfassenden Höhen sind mit dem Eichenmischwald gekrönt GAMBLE 1898; bei Deosari, südlich des Nag Tibba - Gipfels zeigt sich *Cedrus Deodara* im Eichen-Koniferen-Mischwald, mächtige Stümpfe von *Cedrus Deodara* erlauben den Rückschluß auf eine viel größere Ausdehnung der Zeder in früheren Zeiten. Der Nag Tibba - Gipfel selbst ist mit *Quercus semecarpifolia* bedeckt. Gelegentlich kommt *Cedrus Deodara* noch auf der linken Seite des Jumna-Tales im Eichen-Koniferen-Mischwald vor (im Barni Gad bei Deorana) HESKE 1932, 624; 1937, 222-223.

Der Weg nach Chakrata führt oberhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe zunächst durch stark gescheitelte *Quercus incana*-Bestände, die bei Chaurampani mit kahlen Hängen wechseln (S-Exposition?); häufig ist auch im Jumna-Tal und den Nebentälern die S-Exposition kahl, während gleichzeitig die N-Exposition von dichten, feuchten Wäldern bedeckt ist. Im übrigen sind die Höhen der Chakrata-Kette mit Eichen-Koniferen-Mischwald bestanden, oberhalb Chakrata finden wir *Quercus incana* und *Qu. dilatata*, darüber *Abies Webbiana*, *Picea morinda* und *Quercus semecarpifolia*; auch *Cedrus Deodara* kommt vor GAMBLE 1898.

Jamnotri, im Quellgebiet der Jumna, liegt in der Höhe des Eichen-Koniferen-Mischwaldes; bei 3250 m beherrscht *Quercus semecarpifolia* den Bestand und tritt erst in 3400 m Höhe gegenüber *Abies* und *Picea* zurück. *Betula* mit *Rhododendron campanulatum* und *Rh. anthopogon* bildet die subalpine Waldstufe — gemeinsam mit *Prunus Padus*, *Sorbus*, *Lonicera*, *Clematis* etc. Bei 3750 m dürfte die Waldgrenze liegen — bis hierher steigen Birken und gelegentlich auch eine Tanne auf. Darüber schiebt sich noch *Juniperus recurva* und *Rhododendron*-Gebüsch weit gegen die alpinen Matten vor HESKE 1932, 629—631; 1937, 223, 321.

5. Das Flußgebiet der Alaknanda.

Der wichtigste linke Nebenfluß der Bhagirathi-Ganga im Gebirge ist die Alaknanda mit ihren Zuflüssen Mandakini, Bishanganga (Sarasvati, Rishanganga, Vishnuganga), (westlicher) Dhauliganga und Pindar.

Der tropische winterkahle Fallaubwald steigt auch im Tal der Alaknanda als „gemischter Monsunwald“ aufwärts, bei Sindrigaon wird er durch *Bombax malabaricum*, *Cassia* und *Ficus* angezeigt HESKE 1937, 137; bis 10 Meilen aufwärts Srinagar ist *Anogeissus latifolia* verbreitet (bis 1200 m) OSMASTON 1922, 156. Der Monsunwald wurde ferner in den rechten Zuflüssen der Alaknanda — Lhasta Gad, Hilaun Gad, Bhardari Gad, Takoli Gad — festgestellt HESKE 1932, 560, und im Pindar-Tal erscheint der Wald der äußeren Hügel mit *Shorea robusta*, Acacien und Palmen WEBBER 1902, 180.

Überall wird der Monsunwald der Talstufe in der Höhe durch *Pinus Roxburghii* abgelöst — an Alaknanda, Mandakini, Dhauliganga und Pindar steigt *Pinus Roxburghii* bis 2000 m, in S-Exposition bis 2100 m auf HOFFMEISTER 1847, 350; WEBBER 1902, 184; OSMASTON 1922, 154; *Rhus parviflora* und *Woodfordia floribunda* sind im Unterwuchs verbreitet OSMASTON 1922, 165, 166.

Der Eichen-Koniferen-Mischwald bedeckt die Wasserscheide zwischen Bhilanganga und Mandakini (Kirri Dhar-Kette) HESKE 1932, 626; 1937, 143, 146—149. HOFFMEISTER 1847 (Bem. über Vegetation IV) gibt diesen Typ für alle südlichen Ausläufer des Badrinath-Massivs in der entsprechenden Höhe an und verfolgt die Vegetation im Mandakini-Tal aufwärts bis in die alpine Stufe der Umgebung von Kedarnath (HOFFMEISTER 1847, Bem. über Vegetation III, 1—4).

Südlich des Pindar ist der Eichen-Koniferen-Mischwald arm an Koniferen, dagegen zeigt sich unter den Eichen jetzt *Quercus lanuginosa* häufiger (östlich Landsdowne) OSMASTON 1922, 154.

Bemerkenswert sind die Vorkommen von *Cedrus Deodara* im Rahmen des Eichen-Koniferen-Mischwaldes südlich der Hauptkette des Garhwal-Himalaya, sie scheinen deutlich an besondere standörtliche Verhältnisse gebunden zu sein, denn die Vorkommen von *Cedrus Deodara*, zusammen mit *Pinus excelsa*, liegen sämtlich in NW-Exposition im Gebiet anstehenden Kalkgesteins zwischen Pipalkoti - Gona - Kanaul - Harmal, lokales Zusammenwirken von geringerem Niederschlag und spezifischer Bodenbeschaffenheit scheinen das Auftreten der Zeder hier zu ermöglichen OSMASTON 1922, 130.

Der Mischwald von Eichen und Koniferen setzt sich im Tal der Alaknanda auch noch oberhalb Joshimath in N-Exposition bis Tapoban fort; *Quercus semecarpifolia*, *Taxus baccata*, *Ulmus*, *Aesculus*, *Alnus*, *Populus* werden angegeben BATTEN 1838; DIENER 1895, 309. Im Aufstieg zum Kuaripab wurden *Abies*, *Picea morinda*, *Acer*, *Aesculus*, *Corylus colurna*, aber auch noch Eichen festgestellt, in der Höhe von der Birke mit *Rhododendron*-Unterwuchs abgelöst, weiter gebirgeinwärts im Abstieg nach dem Dhauliganga-Tal aber scheinen die Eichen zu fehlen HEIM & GANSSER 1938, 204; SCHMID 1938, 269.

Normalerweise findet der Eichen-Koniferen-Mischwald seinen Abschluß in der Höhe durch die subalpine Birkenwaldstufe; die Ausbildung dieser Stufe ist im N der Hauptkette deutlicher als im S; dagegen kann hier gelegentlich *Quercus semecarpifolia* unmittelbar in die alpine Matte übergehen. OSMASTON 1922, 137 meint, die Ursache dieser Erscheinung liege im besonders heftigen Weidegang der

Schafe und Ziegen an diesen Stellen, da die Herden nachts fast immer in S-Lagen in der Nähe der Waldgrenze (wegen des Feuerholzes!) gehalten würden OSMASTON 1922, 136, 137, 145.

Während wir so auch im Gebiet der Alaknanda in der Süd-Abdachung der Hauptkette die typische Vegetationsstufung des westlichen Zentral-Himalaya verfolgen konnten, erinnern wir uns der Verhältnisse im obersten Tal der Ganga und erwarten mit Spannung, welche Veränderungen wir in den Tälern der Quellflüsse der Alaknanda antreffen werden.

Von Joshimath aus gewinnen wir Zugang zum Bishanganga-Tal (Sarasvati). Auf beiden Hängen zeigt sich Nadelwald, der in den unteren Lagen mehr oder weniger rein von *Cedrus Deodara* gebildet wird, dann in *Pinus excelsa*-Bestände übergeht, die in den oberen Lagen auch *Abies Webbiana* enthalten. Gelegentlich finden sich auch Laubhölzer, *Ulmus Wallichiana*, *Corylus colurna*, *Aesculus indica*, *Acer caesium*; Eichen fehlen. So erinnert uns dieser Wald sehr an den Nadelwald des „inneren Himalaya“, wie wir ihn im NW verbreitet fanden. Der N-S-Verlauf des Tales läßt keine scharfen Expositionsunterschiede entstehen; eine Aufgliederung der Bestände nach der Exposition wie im obersten Bhagirathi-Ganga-Tal unterbleibt, nur in der Vertikalen deuten sich — auf beiden Seiten gleichmäßig — Differenzierungen an. (Aus Gründen des Maßstabes mußte auf der Karte eine getrennte Signierung unterbleiben; wir wählten die Signaturen des feuchten Nadelwaldes des NW-Himalaya und der Zedern). Auch der gemischte Nadelwald wird in der Höhe von *Betula utilis* abgelöst; *Abies Webbiana* steigt im Birkenwald nördlich der Hauptkette bis 3750 m! OSMASTON 1922, 144—146 und Karte.

Beim Ort Badrinath mündet von W das Satopnath-Tal, das vom Badrinath-Massiv herabkommt. Die Anwesenheit von *Juniperus Wallichiana* und *J. communis*, *Salix sp.*, besonders aber von *Ephedra Gerardiana* bei 3700 m sind Anzeichen für trockenere Verhältnisse, wenigstens in der Talstufe selbst. In größerer Höhe, 4600—4700 m, findet sich *Rhododendron*-Gebüsch (*Rhododendron anthopogon*) SCHMID 1938, 272—273.

Der Bishanganga aufwärts folgend erreichen wir bei Gastoli die Mündung des Arwa-Tales. Die grasbewachsenen Hänge scheinen hier nicht mehr dem Reichtum der alpinen Matten weiter südlich gleichzukommen: der höchste Standort von *Juniperus* wird mit 4200 m angegeben SMYTHE 1932, I.

Der Einfluß trockener westlicher Luftströmungen scheint stark zu sein: „It was interesting to watch the moisture-charged clouds blown up from the south pouring over the ridges and meeting annihilation from the dry westerly winds“ SMYTHE 1932, I, 8.

Aber auch im Bishanganga- (Vishnuganga-) Tal selbst wird der „tibetische Vegetationstyp“ gefunden KASHYAP 1932 (ohne genauere Standortsangaben).

Schließlich haben wir noch das Bhyundar-Tal zu erwähnen, das vom Kamet herabkommt und oberhalb Joshimath in das Haupttal mündet. Hier treten wieder Birken mit einem Unterwuchs von *Rhododendron* auf und darüber alpine Matten mit

Anemone, Potentilla, Nomocharis, Aster, Meconopsis, Myosotis, Geranium, Primula Moorcroftiana, Polemonium, Corydalis, Orchis usw.

OSMASTON 1922 (Karte); SMYTHE 1932, I; 1938, SINGH 1955/56, 7.

Der östliche Quellfluß der Alaknanda ist die Dhauliganga, die wir hier die westliche Dhauliganga nennen, um sie klar von dem rechten Nebenfluß der Kali (Sarda) gleichen Namens im nordöstlichen Kumaon zu unterscheiden. Durch das Tal der westlichen Dhauliganga führt der vielbenutzte Weg über den Niti-Paß nach Tibet. Wir erinnern uns, daß der Eichen-Koniferen-Mischwald oberhalb Joshimath in N-Exposition noch bis Tapoban reicht; auf dem S-exponierten Hang zeigt sich bereits der Nadelwald DIENER 1895, 309. In der folgenden N-S-Talstrecke von Rini aufwärts bis Malari sind beide Talseiten mit Nadelwäldern bestanden — die Zusammensetzung der Wälder entspricht der der Wälder des Bishanganga-Tales: auf beiden Seiten sind es zunächst schöne, reine Bestände von *Cedrus Deodara* (bis 3000 m, DIENER 1895, 307; bis 3350 m), dann folgten *Pinus excelsa* und *Picea morinda*, die besonders auf der linken Flanke des Tales in NW-Exposition mit *Abies Webbiana* vergesellschaftet sind; sie werden dort durch gut ausgebildete subalpine Waldbestände abgelöst LONGSTAFF 1908; OSMASTON 1922, 146; SHIPTON 1937, II, 103; WEIR 1952, 208 (Abb.). Gerühmt werden die Zedernwälder zwischen Jumagwar und Bampa DIENER 1895, 307; auch SINGH 1955/56, 5; nach LONGSTAFF 1908, 377 treten die Zedern schon bei Malari stark zurück — übereinstimmend ergibt sich jedoch aus den Berichten, daß sich der Nadelwald oberhalb Malari im Dhauliganga-Tal auf die N-Exposition zurückzieht; die Zeder hat ihren letzten Standort bei Bampa BATTEN 1838; DIENER 1895, 307; OSMASTON 1922, 146; 1927, XXIII; *Picea morinda* finden wir in einem letzten Vorkommen bei Gamsali in 3300 m OSMASTON 1922, 147, Exemplare von *Pinus excelsa* gehen noch auf der rechten Seite des Tales aufwärts bis Niti LONGSTAFF 1908, 377; OSMASTON 1922, 148; 1927, XXI. Gewöhnlich werden die *Pinus excelsa*-Bestände vom subalpinen Birkenwald abgelöst und zwar besonders in der N-Exposition OSMASTON 1927, XXI.

Rini- und Routi-Tal (aufwärts Rini) sind „gut bewaldet“ SHIPTON 1937, II, 103; SINGH 1955/56, 4; in der Trisuli Nallah finden sich Dickichte von Birken mit *Rhododendron*-Gebüsch LONGSTAFF 1908, 371; SHIPTON 1937, II, 103.

Von der N-Flanke des Dunagiri kommt das Bagini-Tal herab und mündet in das Dhauliganga-Tal. Hier steht die Birke auf der Moräne, eine Meile unterhalb des Gletschers. Die Exposition bewirkt eine klare Scheidung der Vegetation, N-exponierter Hang: *Betula* mit *Rhododendron*; S-exponierter Hang: *Juniperus* SHIPTON 1937, II, 103.

Im Kosa-Tal, das von W vom Hathi und Ghori Parbat kommend in das Tal der Dhauliganga einmündet, konnte SINGH 1955/56, 5 Birke und *Rhododendron* feststellen, darüber alpine Matte (ebenso im Seitentälchen von Tala).

Das nördlichste Vorkommen des subalpinen Birkenwaldes mit *Rhododendron*-Gebüsch im Dhauliganga-Tal wurde bei Goting beobachtet

LONGSTAFF 1908, 377: 3750 m; OSMASTON 1922, 145: 4000 m. Im Raihana Karak-Tal (NW Goting) fand LONGSTAFF 1908, 379 nur noch *Juniperus*.

Im subalpinen Wald sind *Pyrus foliolosa* und *P. microphylla* häufige Begleiter der Birke; *Rubus niveus* findet sich dort ein, wo Baum- und Strauchwuchs in der subalpinen Stufe durch allzu lang liegende Schneeanlagerungen behindert werden. Verschiedene *Rhododendron sp.*, wie *Rh. campanulatum*, *Rh. anthopogon*, *Rh. lepidotum*, sind gewöhnlich als Unterwuchs im Birkenwald verbreitet OSMASTON 1922, 144, 157.

Ab Jumagwar wird *Juniperus* in S-Exposition immer häufiger; *Fraxinus xanthoxyloides*, *Rosa Webbiana*, *R. sericea*, *Ribes grossularia* gesellen sich dazu. Von Jelam aufwärts nimmt *Artemisia maritima* in der Talsohle ebenfalls an Häufigkeit zu, bei Malari ist bereits die gesamte S-Exposition von diesen Species beherrscht; und nun finden wir die typischen Vertreter der alpinen Steppe, da ist *Caragana Gerardiana* und *C. pygmaea*, *Eurotia ceratoides*, *Juniperus communis* und *J. pseudosabina*; die Wasserläufe begleiten *Hippophae rhamnoides* und *Salix* BATTEN 1838; LONGSTAFF 1908, 377; OSMASTON 1922, 141—142, 147; GUPTA 1952.

Die alpine Steppe gewinnt an Ausbreitung, wenn wir dem von NE hereinkommenden Hoti-Tal von Malari aus aufwärts folgen, doch in den höheren Lagen hält sich hier noch eine üppigere feucht-alpine Stufe, die z. B. vom Suranska Dhura-Paß aus 4700 m berichtet wird WEIR 1952, 217. Im Tal und an den unteren Hängen sind aber überall die typischen Pflanzen des tibetischen Hochlandes verbreitet — in der Umgebung von Rimkim überrascht bei 4400 m ein isoliertes üppiges Buschwerk von *Betula* und *Salix* DIENER 1895, 302—33 und der hohe Anteil an *Lonicera sp.* (*L. glauca*, *L. rupicola*, *L. spinosa*) OSMASTON 1922, 142. Im übrigen hat diese nordöstliche Ecke von Garhwal — Hoti oder Chor Hoti genannt — durchaus tibetischen Landschaftscharakter, nur der Graswuchs ist im allgemeinen üppiger als auf dem eigentlichen tibetischen Hochland LONGSTAFF 1907; HAMOND 1942. Abgesehen von diesem allgemeinen Eindruck finden wir aber auch noch feuchte alpine Verhältnisse in hochgelegenen Tälern, so bei Laptal in 4200 m an einem linken Zufluß des Hoti SCHMID 1938, 274 und bei Topidhunga; diese Lokalität liegt in 4500 m nördlich des Unta Dhura-Passes am Girthi, der ebenfalls ein linker Zufluß des Hoti ist; *Gentiana*, *Veronica*, *Androsace*, *Anaphalis*, *Poa*, *Cystopteris fragilis* u. a. werden angegeben STRACHEY 1900, 164. Die Vegetation reicht am Unta Dhura-Paß (5300 m) bis 5100 m aufwärts HEMSLEY 1902.

Haben wir nun endlich den Niti-Paß durch das Dhauliganga-Tal und den Shalshal-Paß durch das Tal von Rimkim erreicht, so breitet sich jenseits der Paßhöhen das tibetische Hochland aus, bedeckt mit der charakteristischen Vegetation, der alpinen Steppe, deren Vorboten wir im Aufstieg zu den Pässen begegnet sind. Ganz charakteristisch sind auf dem Hochland auch wieder Buschwerk von *Hippophae rhamnoides*, *Salix* und *Myricaria elegans* an den Wasserläufen (am Manglam HAMOND 1942; am Sutlej STRACHEY 1900, 249; HEMSLEY 1900).

Bei Kyunglung am Sutlej ist die Halophytenflora mit *Triglochin maritima*, *Crambe maritima*, *Glaux maritima*, *Salsola Kali*, *Triglochin palustre* usw.

ein deutlicher Hinweis auf die extremen klimatischen und edaphischen Bedingungen STRACHEY 1900, 245, 249; HEMSLEY 1900.

6. Das Flußgebiet von Ramganga und Kosi.

Das Flußgebiet von Ramganga und Kosi, das die südlichen Teile von Kumaon umfaßt, also nicht in größere Höhen aufsteigt, soll uns nun zunächst beschäftigen, bevor wir an der Kali (Sarda) aufwärts wieder bis in den Bereich der Hauptkette vorstoßen.

In diesem Abschnitt ist es uns endlich möglich, Einblick in die Verhältnisse im Vorland des Gebirges zu erlangen. Wir stellten bereits am Sutlej im Vorland das Zurückbleiben vieler Pflanzen des Nordwestens fest, und je weiter wir nach E fortschritten, desto mehr Species erreichten die SE-Grenze ihrer Verbreitung — umgekehrt trafen wir aber auch fortlaufend auf neue Pflanzen, die — wie wir noch sehen werden — ihr Hauptverbreitungsgebiet weiter im E haben STEWART 1865. In W-E-Richtung ergibt sich also ein kontinuierlicher Übergang. Fragen wir dagegen nach der Verbreitung der einzelnen Species in N-S-Richtung, so ist damit gleichzeitig die Frage nach dem Zusammenhang der Vegetation des Vorlandes mit der Vegetation des Gebirges, d. h. nach der vegetationskundlichen Abgrenzung des Gebirges gegen die Ebene gestellt.

Zur Beantwortung dieser Frage wollen wir zunächst Klarheit über die geologischen Verhältnisse am Gebirgsrand gewinnen, die denen entsprechen, die wir im randlichen Bereich junger Faltengebirge anzutreffen pflegen.

Die Flüsse befördern eine enorme Menge von Gesteinsmaterial aus dem Gebirge heraus, das beim Austritt aus dem Gebirge abgelagert wird — das grobe Material unmittelbar am Gebirgsrand, das feinere weiter vom Gebirge entfernt. Die Zone des groben Materials setzt an der äußersten Gebirgskette in ungefähr 360 m Höhe an. Die Durchlässigkeit des Bodens — oder besser: des geologischen Untergrundes läßt den ganzen Landstrich unmittelbar am Gebirgsrand trocken erscheinen, kleinere Flüsse versickern, Anbau ist nur mit künstlicher Bewässerung möglich. Die Oberfläche der Ablagerungen dacht sich sehr sanft nach S bis auf etwa 240 m ab, wo die Schotterdecke ihr Ende erreicht. Dort treffen wir auf eine Quellenzone (WEBBER 1902, 196), die das versickerte Wasser wieder zutage fördert und neue Wasserläufe entstehen läßt, die bei ganz leichtem Gefälle aber nur allzu häufig bald in stehendem Gewässer enden. Ganz im Gegensatz zu dem oben geschilderten Bereich der groben Schotter, Konglomerate und Kiesablagerungen, finden wir hier feinsandige und lehmige Sedimente und vielfach Humusböden, und weithin ist das Gelände versumpft. Der landschaftliche Gegensatz ist also nicht zu übersehen.

Dies hat zur Unterscheidung in den Landschaftsbezeichnungen geführt, indem die Zone der groben Schotter und Kiese „Bhabar“ genannt wird,

die dem Gebirge fernere, sumpfige „Terai“. Diese Bezeichnungen sind für das Vorland von Kumaon gebräuchlich, unterliegen aber lokalen Schwankungen. Es ist jedoch nicht bei dieser reinlichen Scheidung geblieben, und vielfach wird heute unter „Terai“ das gesamte Vorland des Gebirges, auch in W-E-Richtung, verstanden, so daß wir die gebirgsferne Zone der feinen Ablagerungen als „Terai i. e. S.“ schärfer fassen müssen STEWART 1865; BRANDIS 1896; SMYTHIES 1921, 2, 4; HALL 1929. Die Breite der beiden Zonen ist unterschiedlich; SMYTHIES 1921, 2 gibt sie für das Vorland von Kumaon mit 5—25 km an.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen müssen wir hier im Vorland den tropischen winterkahlen Fallaubwald erwarten. Begegneten wir *Shorea robusta* vereinzelt bereits am Sutlej, so beherrscht dieser Baum von der Jumna ab bis nach Gawalpara in Assam die Wälder im Vorland des Gebirges; STEWART 1865: die Begleiter mögen wechseln, aber die Vorherrschaft von *Shorea robusta* ist unbestritten, wenn sie auch nach E allmählich zurücktritt — gelegentlich wurde schon von den wahrscheinlich ausgedehntesten, von einer Species beherrschten Wäldern der Welt gesprochen WEBBER 1902, 194.

Die Schotterzone des Bhabar, unmittelbar am Gebirgsrand, umfaßt einmal Kulturland, das von der Möglichkeit der Bewässerung abhängt und sich je nach Lage weit an den Flüssen vorschieben kann STEWART 1865, ferner in den tieferliegenden, schlecht entwässerten Teilen Grasflächen („Chaors“), die mit ihren Bodenverhältnissen schon stark an den eigentlichen Terai erinnern OSMASTON 1927, XIV und dann vor allem auf großen Strecken Waldland, denn der Bhabar ist von Natur aus ein Waldgebiet SMYTHIES 1921, 3.

Die Zusammensetzung der Wälder des Bhabar und ihre Verbreitung ist sehr charakteristisch. Auf Terrassen und höher gelegenen Partien zwischen den Flußläufen steht der beste Salwald (besonders z. B. südlich Haldwani SMYTHIES 1930); an den Flüssen auf jüngeren Flußablagerungen stockt ein Mischwald aus *Dalbergia Sissoo*, *Acacia catechu*, *Holoptelea integrifolia* u. a. SMYTHIES 1921, 11. Auf älteren Flußablagerungen herrschen Bestände mit *Lagerströmia parviflora*, *Adina cordifolia*, *Eugenia jambolana*, *Bombax malabaricum* — alle Übergänge zwischen beiden sind vorhanden, und wenn nur genug Zeit gegeben ist, so gehen auch diese Wälder in reine Salwälder über, denn *Shorea robusta* zeigt, wo die Bedingungen einigermaßen günstig sind, starke Ausbreitungstendenzen. SMYTHIES 1921 für den Bhabar zwischen Khaladhungi und Kali (Sarda); die Berichte von SMYTHIES 1919 und HALL 1929 für Ramnagar; FORD-ROBERTSON 1930 für Kalagarh und STEWART 1865 für Bijour bestätigen die geschilderten Verhältnisse für die weiter westlich gelegenen Teile des Vorlandes.

Wo die Schotterdecke gegen S ihr Ende erreicht, bringt ein Quellhorizont die versickerten Wasser wieder an die Oberfläche, und der eigentliche Terai mit völlig anderem landschaftlichen Charakter nimmt seinen Anfang. Wohl sind auch hier Salbestände vorhanden (Terai-Sal), doch sind sie viel kümmerlicher als im Bhabar, wo *Shorea robusta* zweifellos die ihr am meisten zusagenden Bedingungen gegeben findet OSMASTON

1927, XIV. Im Terai ist dagegen vor allem *Eugenia jambolana* und *Bombax malabaricum* verbreitet OSMASTON 1929, XV. Für die bereits erwähnten „Chaors“ sind *Saccharum spontaneum*, *S. narenga*, *Andropogon muricatus* und *Erianthus ravennae* charakteristisch. Die Zone des eigentlichen Terai ist aber gerade vor Kumaon nicht sehr breit entwickelt, und mit der Entwässerung der Sumpfgebiete rückt das Kulturland immer weiter von außen her vor, denn einmal entwässert, ist der Boden hier sehr fruchtbar STEWART 1865; OSMASTON 1927, XV.

Die Bedeutung des Terai i. w. S. für die Bevölkerung geht daraus hervor, daß viele Bewohner des Gebirges, gerade auch der hochgelegenen Täler, hier mit ihren Herden überwintern, andererseits aber auch aus der Ebene Holzfäller und Viehzüchter den Terai aufsuchen, der sowohl mit seinen Holzbeständen wichtig ist für zahlreiche Industrien, wie auch mit seinen Weidemöglichkeiten in futternappen Zeiten eine wichtige Reserve für das Vieh auch entfernterer Gebiete darstellt STEWART 1865; SMYTHIES 1921, 5-6, 15-16 (auch AHMAD 1941).

Nach E und nach dem Gebirge nimmt der Fallaubwald an Dichte und floristischer Reichhaltigkeit zu, Bambusdickichte stellen sich ein, und der Anteil der Kletterpflanzen wächst. Besonders die Duns zeichnen sich, wo nicht Kulturland vorwaltet, durch eine üppige Vegetation aus. In den Tälern steigt der Fallaubwald als „gemischter Monsunwald“ auf, bis der Frost den einzelnen Species eine obere Verbreitungsgrenze setzt. *Shorea robusta* erreicht in S-Exposition 750 m, in N-Exposition 900 m; *Anogeissus latifolia* steigt bis 1200 m — gelegentlich findet sich auch *Anogeissus latifolia* in S-Exposition, während *Shorea robusta* noch auf der N-Exposition erscheint (FORD - ROBERTSON 1930 für Kalagarh). Im Tal des Kosi steigt der Monsunwald bis 1200 m aufwärts HOFFMEISTER 1847, Bem. üb. Vgt. I und p. 201.

Oft ist es schwer, in diesen gemischten Beständen überhaupt eine dominierende Species zu finden; *Shorea robusta* ist zwar noch auf den niedrigeren Vorbergen (z. B. Jasparkette westlich des Dir HALL 1929) verbreitet, steigt aber nicht bis zur Obergrenze des Monsunwaldes auf; KENOYER 1921 (Sat Tal) hält das Vorhandensein der *Bauhinia sp.* im gemischten Monsunwald für besonders charakteristisch OSMASTON 1927 XIII, STEWART 1865.

SMYTHIES 1919, 241 weist darauf hin, daß die Grenze des Salwaldes mit der Grenze der tertiären Ablagerungen gegen die Purana-Schichten zusammenfällt (Siehe auch: MIDDLEMISS, C. G.: Mem. Geol. Survey of India, 24, 1890: „The physical Geology of the Sub-Himalayas of Garhwal and Kumaon“; Puri 1949, II).

Im ganzen ergibt sich, daß viele Species in der Bhabar- und Terai-Zone in E-W-Richtung verbreitet sind, daß sie aber weder über die eigentliche Terai-Zone hinaus auch in der Ebene vorkommen, noch in den angrenzenden Teilen des Gebirges; sie sind dem Terai i. w. S. eigentümlich, der deshalb von STEWART 1865 als eine „Region sui generis“ bezeichnet wird; für HOOKER aber beginnt mit dem Terai die Vegetation des Himalaya:

„Every feature, botanical, geological, and zoological, is new on entering this district. The change is sudden and immediate: sea and shore are hardly more conspicuously different; nor from the edge of the Terai to the limit of perpetual snow is any botanical region more clearly marked than this, which is the commencement of Himalayan vegetation.“

HOOKER 1891, 69.

Auch hier wird der Monsunwald in der Höhe durch *Pinus Roxburghii* abgelöst; die Kiefer erscheint bereits auf den Höhen bei Kalagarh FORD-ROBERTSON 1930 und steigt in den Tälern aufwärts; sie findet sich auf der Höhe von Dwarahatu im Kosi-Tal, wo sie von Bojan, Deoli und der Umgebung von Almora angegeben wird. Auch im Anstieg nach N a i n i T a l ist die *Pinus Roxburghii* - Stufe zu finden HOFFMEISTER 1847, 350; DIENER 1895; TROUP 1916; TURNER 1929.

Überall geht die *Pinus Roxburghii* - Stufe im Flußgebiet von Ramganga und Kosi in den E i c h e n - K o n i f e r e n - M i s c h w a l d über, der auch hier durch die drei Eichen — *Quercus incana*, *Qu. dilatata* und *Qu. semecarpifolia*, entsprechend den verschiedenen Höhenlagen — charakterisiert wird. Auf der Wasserscheide vom Kosi zum Sarju (Kali-System) erscheint bei Kausani *Cedrus Deodara* im Eichen-Koniferen-Mischwald HEIM und GANSSER 1938, B. 184.

Ein kleinerer Bestand von *Abies Pindrow* innerhalb des Mischwaldes östlich N a i n i T a l wird besonders erwähnt, denn im allgemeinen sind hier die Erhebungen noch nicht hoch genug, daß die Koniferen im Mischwald voll zur Entfaltung kommen können.

7. Das westliche und nördliche Einzugsgebiet der Kali (Sarda).

Die Kali (Sarda) ist der Grenzfluß zwischen Kumaon und Nepal. Da die Berichte über das westliche Nepal außerordentlich spärlich sind, ist die Untersuchung der Verhältnisse im östlichen Kumaon besonders wichtig.

Im Tal der Kali und der Goriganga reicht der tropische winterkahle Fallaubwald mit *Shorea robusta* und *Dalbergia Sissoo* bis 1200 m aufwärts PANT 1935, 37. Darüber liegt die *Pinus Roxburghii*-Stufe. Auf der Binsar-Kette, die die Wasserscheide zwischen Sarju und Kosi trägt, ist der *Pinus Roxburghii*-Wald breit entwickelt, ebenso im oberen Sarju-Tal und auf den Gipfeln der niederen Hügel bei Kinkola (*Pinus Roxburghii* bei Kanari Chhina, Sarju-Hang der Binsar-Kette HEIM und GANSSER 1938, B. 35; ebenso gegenüber bei Ganai DUTHIE 1885; WEBER 1902).

In der Höhe wird die *Pinus Roxburghii* - Stufe vom E i c h e n - K o n i f e r e n - M i s c h w a l d abgelöst. Querem wir die südlichen Ausläufer des N a n d a k o t - M a s s i v s, so treffen wir bei Sama und auf dem Wege zwischen Girgaon und Mansiari in 2400—2800 m auf Laubwälder mit *Quercus*, *Rhododendron* und *Pieris ovalifolia* etc. DUHTIE 1885; DIENER 1893; 1895, 279. Auch bei Askot, oberhalb des Zusammenflusses von Goriganga und Kali, ist dieser Laubwald zu finden; *Quercus lanuginosa* und *Castanopsis tribuloides* werden als Besonderheiten erwähnt DUTHIE 1885 — beide beginnen jetzt häufiger zu werden und weisen auf den floristischen Einfluß des Ostens hin. Auch für Relagarh, Sosa, Shankola gibt DUTHIE 1885 den Eichen-Koniferen-Mischwald an; die Zusammensetzung ist wechselnd, in unteren Lagen ist *Quercus lanuginosa* auffällig, in den höheren Regionen *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, *Acer caesium* und *A. caudatum*, *Pyrus* etc.

Wie weiter westlich im Quellgebiet der Alaknanda, dürfen wir auch hier, wo sich die Quellflüsse der Kali ihren Weg durch die Hauptkette bahnen, abweichende Verhältnisse erwarten.

Besonders das Tal der Goriganga, der (östlichen) Dhauliganga mit ihren Quellflüssen Lassar Yankti und Darmaganga und das Kuhti Yankti-Tal verdienen unsere Aufmerksamkeit.

Das Tal der Goriganga ist häufig besucht worden. Bis Mansiari konnten wir den Eichen-Koniferen-Mischwald sicher feststellen. Anscheinend zieht er sich aber noch etwas weiter talauf DIENER 1893; 1895, 297.

Wichtig sind uns die wenigen Angaben über den Nadelwald, *Pinus excelsa* und *Abies* wurden bei Tola beobachtet STRACHEY 1900, 152; SCHMID 1938, 269. Oberhalb Martoli treten diese Wälder zurück, nur noch einzelne Bäume halten auf N-exponierten Hängen aus DIENER 1893, 301; 1895, 280.

Betula utilis und *Rhododendron*-Unterwuchs bilden die subalpine Waldstufe, doch nur in N-Exposition ist diese Stufe gut entwickelt SCHMID 1938, 273. Bei Panchhu steht der letzte Birkenwald in 3550 m DIENER 1893, 301; 1895, 287, lokal hat die Birke aber noch bis 3600 m an N-exponierten Hängen in den Nebentälern einige Standorte, und das *Rhododendron*-Gebüsch steigt noch 300 m weiter auf LONGSTAFF 1907. Auch bei Milam wird verkrüppelte Birke gefunden STRACHEY 1900, 152.

Am Ralam- und am Dutuk Dhura-Paß sind Matten mit *Pedicularis*, *Gentiana*, *Geranium*, Orchideen u. v. a. vorhanden SCHMID 1938, 270, 274.

Doch schon von Tola ab und dann in immer größerer Ausdehnung auf den S-exponierten Hängen breitet sich trockenes Buschwerk aus mit *Juniperus communis*, *J. Wallichiana*, *Cotoneaster*, *Rosa Webbiana*, *Rosa sericea*, *Lonicera*; Gräser sind häufig (SCHMID 1938, 270), während der Wald lichter wird und schließlich das Ende seiner Verbreitung erreicht. In der Höhe ist weiterhin ein geschlossenes *Rhododendron*-Gebüsch vorhanden SCHMID 1938, 270—274; HEIM und GANSSER 1938.

Die Vegetation von Milam wird von der alpinen Steppe beherrscht, und zwischen 3300—3900 m kommen vor:

Caragana pygmaea (syn. *C. versicolor*), *C. crassicaulis*, *Astragalus*, *Artemisia*, *Tanacetum*, *Ephedra*, *Nepeta*, *Pedicularis*, *Polygonum*, *Potentilla*, *Rosa Webbiana*, *Rosa sericea*, *Ribes*, *Lonicera*, *Cotoneaster*, *Berberis*, *Juniperus pseudosabina*, *J. macropoda*, *J. communis*, *Hippophae rhamnoides*, *Rheum Webbiana*, *Androsace chamaejasme*, *Sedum*, *Draba*, *Arenaria*, *Erigeron*, *Ranunculus*, *Silene*, *Clematis*, *Cicer*.

HEMSLEY 1902, 137—138; STRACHEY 1900, 152, 157.

Am Gletscher oberhalb Milam findet sich Gebüsch von *Rosa Webbiana* und *R. sericea* STRACHEY 1900, 152; SCHLAGINTWEIT konnte hier noch in 4600 m *Juniperus* feststellen; 1871 (2. Band), 337. Auf dem Wege von Milam nach Shelong wird die Vegetation immer dürftiger, bis kurz vor Shelong in 3850 m auch der letzte Wacholder zurückbleibt HEMSLEY 1902; STRACHEY 1900, 160. Shelong selbst „tries to be green“ — aber die Anwesenheit der Schafe sorgt dafür, daß es beim Versuch bleibt; *Astragalus*, *Artemisia* und *Sedum* sind verbreitet STRACHEY 1900, 160.

Etwa parallel zum Tal der Goriganga verläuft das Tal der östlichen Dhauliganga in Richtung auf die Kali zu; Lassar Yankti und Darma-

ganga sind die beiden Quellflüsse, und gelegentlich findet auch der Name Darmaganga für den ganzen Fluß Verwendung WEIR 1952. Die Nachrichten über dieses Tal sind spärlich. OSMASTON 1927, XXI zufolge kommen *Pinus excelsa* und *Abies*-Wälder in diesem Tale vor, sie werden aber kaum über Sepu (am Lassar Yankti) aufsteigen, wo in 3500 m bereits der subalpine Birkenwald erscheint SCHMID 1938, 269; bei Tijang am Zusammenfluß der Quellflüsse wird eine „heilige Birke“ vermerkt SCHMID 1938, 269; HEIM und GANSSER 1938. Oberhalb Sepu bestimmen *Juniperus* und *Caraganga pygmaea* bzw. *C. crassicaulis* die Vegetation. Der Unterschied zwischen N- und S-Exposition ist deutlich. Shiala- und Lebong-Paß auf der Kette nach dem Kuhti Yankti-Tal tragen alpine Matten DUTHIE 1885; SCHMID 1938, 270, 273, 274.

In das Tal des Kuhti Yankti steigt aus dem Kali-Tal von Garbyang her ein Nadelwald auf, der zum größten Teil aus *Pinus excelsa* besteht (*Abies Webbiana* wurde unterhalb Garbyang festgestellt); oberhalb Gunji (3175 m) zeigt der Koniferen-Wald sich nur mehr in N-Exposition und erreicht dann bald das Ende seiner Verbreitung DUTHIE 1885; OSMASTON 1927, XXI, TICHY 1927, 114; HEIM und GANSSER 1938; SCHMID 1938, 269.

In der S-Exposition sind diese Wälder bald vollständig durch alpine Steppe ersetzt, wie wir das bereits im Dhauliganga- und Goriganga-Tal erlebten, nur im Kuhti Yankti-Tal umso deutlicher, da der Verlauf des Tales eine klarere N- und S-Auslage der Hänge ermöglicht. In der S-Exposition herrscht die alpine Steppe bald so vollständig, daß es kaum mehr zur Ausbildung einer feuchten alpinen Stufe in größerer Höhe kommt HEIM und GANSSER 1938. In der Talsohle ist der Übergang zur alpinen Steppe rasch und durch das Auftreten von *Astragalus*, *Oxytropis*, *Juniperus*, *Cotoneaster*, *Salix*, *Berberis*, *Ephedra*, *Rosa* ab Gunji deutlich SCHMID 1938, 272; HEIM und GANSSER 1938 (bei Kuti liefert *Juniperus Wallichiana* das „einzige verfügbare Feuerholz“ SCHMID 1938, 272). *Caragana pygmaea* und *C. crassicaulis* verstärken durch ihr Auftreten noch den tibetischen Vegetationscharakter DUTHIE 1885.

Die Gunst der Exposition ermöglicht auf der rechten Seite des Kuhti Yankti-Tales die Ausbildung einer subalpinen Waldstufe, in der *Betula* mit einem üppigen Unterwuchs verschiedener *Rhododendron sp.* den Nadelwald in der Höhe ablöst und oberhalb Gunji noch für einige Zeit die einzige Waldvegetation bildet DUTHIE 1885; SCHMID 1938, 269; bei Kuti erreicht die Birkenstufe 3900 m HEIM und GANSSER 1938; SCHMID 1938, 270. In 5000 m aber ist auch noch bei Kuti eine alpine Matte zu finden mit

Primula, *Corydalis*, *Delphinium*, *Anaphalis*, *Ranunculus*, *Aster*, *Geranium*, *Hierochloa*, *Polygonum*, *Anemone*, *Myosotis* etc. SCHMID 1938, 273—274.

Im Kali-Tal selbst, durch dessen Oberlauf der Weg von Garbyang über den Lipulek-Paß (5100 m) nach Taklakot führt, findet sich ebenfalls Nadelwald, der mit einzelnen Bäumen bis 3880 m aufsteigt; im offenen Kiefernwald bei Kali treffen wir auf *Astragalus aegacanthoi-*

des, charakteristische Halbkugelpolster bildend PARKER 1924, II; TICHY 1937, 117; HEIM und GANSSER 1938; SCHMID 1938, 269. Bei Kalapani breitet sich die alpine Matte aus SCHMID 1938, 274.

Auch in das Tal des T i n k a r, der den nordwestlichsten Zipfel von Nepal entwässert, reicht der Nadelwald — zunächst von *Pinus excelsa* mit *Picea*, bald nur noch von *Pinus excelsa* allein gebildet; darüber erscheinen die Birken. Aber auch hier steht der Nadelwald nur in N-Exposition, d. h. auf dem linken Ufer des Tinkar. In der Höhe ist eine feuchte alpine Stufe mit Matten vorhanden. Die S-exponierte Seite des Tinkar-Tales zeigt *Juniperus Wallichiana*, *Rosa*, *Berberis*, *Cotoneaster* SCHMID 1938, 269, 272.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich im Nampa-Tal LONGSTAFF 1907; SCHMID 1938, 274.

Der T i n k a r L i p u - P a ß ist in 4800 m Höhe sumpfig mit Species, die in der feuchten alpinen Stufe verbreitet sind, aber das Auftreten von *Ephedra Gerardiana* var. *Wallichiana*, *Stipa*, *Aster*, *Nepeta* u. a. erinnert an den Übergang zur alpinen Steppe SCHMID 1938, 275.

Überschreiten wir den U n t a D h u r a- oder K i n g r i B i n g r i - P a ß oder weiter im E L i p u L e k- oder T i n k a r L i p u - P a ß, so dehnt sich im N das tibetische Hochland aus. Der L a n d s c h a f t s w e c h s e l i s t m a r k a n t (z. B. TICHY 1937, 120: Lipu Lek). Die Ebene von G u g e, die sich zwischen den Gebirgsketten mit den Paßhöhen, dem Sutlej und den heiligen Seen M a n a s a r o w a r und R a k a s T a l hinzieht, ist dürrtig mit Vegetation bestanden, nur $\frac{1}{20}$ der Oberfläche wird von Vegetation eingenommen STRACHEY 1851, und was wir finden, ist auch nur eine kleine Auswahl typischer Vertreter der alpinen Steppe, wie *Caragana*, *Eurotia ceratoides*, *Artemisia*, *Potentilla*, *Arenaria* u. a. STRACHEY 1900, 170, 251, und diese wenigen Pflanzen werden noch von Schafen und Ziegen beweidet; *Caragana pygmaea* kann größere Flächen bedecken STRACHEY 1900, 258; LONGSTAFF 1907, 207; SINGH 1955/56, 15.

Sobald sich aber ein Rinnsal findet oder eine Schlucht eingeschnitten ist, stellt sich sofort eine üppigere Vegetation ein mit *Salix*, *Rheum* u. a. STRACHEY 1851, 77; HEMSLEY 1902 (Lingchepu). Auch Graswuchs ist ganz auf die flachen Mulden mit Grundwasser bzw. an die (periodischen) Wasserläufe gebunden SCHMID 1938, 275.

Das Gebiet um die großen Seen ist flächenhaft von dürrtiger alpiner Steppe bedeckt. STRACHEY 1900, 398 führt u. a. an

Caragana pygmaea, *Oxytropis Stracheya*, *Artemisia Stracheyi*, *Tanacetum*, *Lactuca*, *Thylacospermum*, *Aster molliusculus*, *Senecio coronopifolius*, *Draba lasiophylla*, *Delphinium coeruleum*, *Silene Moorcroftiana*, *Potentilla*, *Nepeta tibetica*, *Androsace villosa*, *Sedum fastigiatum* usw.

Die S c h n e e g r e n z e, die auf der S-Flanke der Hauptkette in diesem Abschnitt des Himalaya zwischen 4800 und 5000 m zu suchen ist (DIENER 1894, 146: Nanda Devi: S-Exposition: 4750 m, W-Exposition: 4690 m), liegt in den inneren Tälern bei 5300-5500 m, an der tibetischen Grenze in 5600 m HEIM und GANSSER 1938, SCHMID 1938, 275; an der Gurla Mandata — südlich der heiligen Seen — erreicht sie bereits 6000 m TICHY 1937, 123.

Mensch und Umwelt im westlichen Zentral-Himalaya.

Der Einfluß der Bevölkerung auf die Vegetation ist in diesem Abschnitt gut bekannt — nicht umsonst sind es hier auch gerade Forstleute, denen wir unsere Berichte verdanken.

Die Dichte der Bevölkerung, z. B. in Tehri Garhwal, ist sehr groß — auf den in der Hauptsache bewohnten S-Teil des Landes berechnet liegt sie über dem Durchschnitt in den Gebirgsländern Europas (Alpen) DUDGEON & KENOYER 1925, 41; HESKE 1930, I, II; 1932, 647; 1937, 102. Die Verhältnisse sind in den angrenzenden Gebieten ganz ähnlich. Die Folge dieser dichten Besiedlung ist natürlich ein starker Druck der Bevölkerung auf die Vegetation, der sich in mannigfacher Weise äußert: Rodung des Waldes zur Gewinnung neuen Ackerlandes, periodische (jährliche) oder auch gelegentliche Brände, Einschlag zur Gewinnung von Feuerholz, Bauholz oder auch zur Herstellung von Holzkohle; Schneiteln der Bäume zur Gewinnung von Viehfutter oder zur Düngung oder auch zum Dachdecken, Entnahme von Fallaub als Streu — alles das wird regellos und exzessiv betrieben, und so bilden sich von den Siedlungen aus konzentrische Kreise der Waldzerstörung OSMASTON 1922, 132; CHAMPION 1923, II; DUDGEON & KENOYER 1925, 42; HESKE 1930, I & II 1932, 648; 1937, 108—109.

Das Ergebnis ist, daß alle einigermaßen sanft geneigten Hänge waldfrei sind und terrassiert; eine Verwüstung der natürlichen Vegetation hat hier stattgefunden, wie wir sie ähnlich nur aus dem Mittelmeergebiet kennen CHAMPION 1923, II; HESKE 1930, I; 1932, 648. Die Auswirkungen dieser Verhältnisse in Verbindung mit der üblichen Realteilung auf die Bevölkerung zu untersuchen, kann hier nicht unsere Aufgabe sein; sie führen tief in die soziologische Struktur, bestimmen Sitten und Gebräuche und haben meist Abwanderung zur Folge HESKE 1930, I.

Am stärksten von der Waldverwüstung betroffen sind die Talstufe des Fallaubwaldes und die *Pinus Roxburghii*-Stufe, letztere ganz besonders, während vom Eichen-Koniferen-Mischwald nur die unteren Lagen stärker in Mitleidenschaft gezogen werden; in der Nähe der „hill stations“ hat der Anbau der Kartoffel sehr zur Waldverwüstung beigetragen WEBBER 1902, 180 f.; OSMASTON 1922, 132; CHAMPION 1923, II; HESKE 1930, I; 1937, 113; PANT 1935, 75, 86.

Wanderhackbau („shifting cultivation“) war noch vor nicht allzu langer Zeit üblich und wird sicher in entlegenen Bereichen auch heute noch geübt, besonders in den Höhenstufen von *Quercus incana* und *Qu. dilatata* HOFFMEISTER 1847, 215 für Kedarnath; CHAMPION 1923, II; HESKE 1930. In Tälern mit sorgfältig betriebenen Anbau hat die Waldverwüstung ein solches Ausmaß erreicht, daß das Fehlen geeigneter Bestände periodische Wanderungen zu weiter entfernt gelegenen Wäldern nötig gemacht hat PANT 1935, 86. Erst seit 1890 wird durch die Forstbehörden Ackerland vom Wald abgegrenzt HESKE 1930, I.

Die Terrassierung, also der menschliche Einfluß, hat zur Einwanderung einer bestimmten Strauchgesellschaft geführt, die überall im terrassierten Gebiet, besonders aber in den aufgelassenen Terrassen zu finden

ist: *Berberis*, *Rosa*, *Crataegus*, *Rubus*, *Pyrus*, *Carissa*, *Indigofera*, *Prinsepia*, *Rhus* gehören dazu CHAMPION 1923, II; HESKE 1930, II, 405; PANT 1935, 93.

Viele „Garhwali“ sind aber weit mehr Viehzüchter als Ackerbauer; sie halten sich den Winter über in tieferen Lagen auf, im Sommer in den kühleren, hochgelegenen Bereichen, wo sie durch Anlage temporärer Weiler im Urwald (Chauk = Sennhütte) oft den Beginn der Waldvernichtung einleiten, der Wald erscheint dann oft geradezu „durchlöchert“ CHAMPION 1923, II; HESKE 1930, I; 1937, 103.

Bis 2500 m wird in erster Linie Rindvieh gehalten, darüber das Schaf und in geringerem Umfange auch die Ziege. Im Weidegang macht das Vieh seinen Einfluß auf die Vegetation geltend. Das Schaf hat seine besondere Bedeutung als Transporttier, weniger die Ziege; nur das genügsame, schwierigem Gelände und unterschiedlichen klimatischen Bedingungen angepaßte Schaf ermöglicht den lebhaften Tauschverkehr, der über die Himalaya-Pässe hinweg die indische Ebene mit dem tibetischen Hochland verbindet. Der üppige Graswuchs der Hochalmen des Garhwal-Himalaya bietet den Schafherden auf ihren Wanderungen ausgezeichnete Weide während des Sommers; im Winter und auf ihrem Wege in die tieferen Lagen leben die Tiere von dem, was sie am Wege und in den Wäldern finden — die Hanglagen an diesen Handelspfaden zeigen deutlich die Spuren der Beweidung DUDGEON & KENOYER 1925, 46; HESKE 1930, I; 1937, 113—115.

Die Wanderungen der Bevölkerung sind gerade in diesem Abschnitt des Gebirges auffällig und interessant. PANT 1935 berichtet ausführlich über die Bhutias, und auch WEIR 1952 zeigt am Beispiel von Sepu im Tal der östlichen Dhauliganga, daß die Bhutias zu verschiedenen Jahreszeiten ihre verschiedenen Lebenszonen — oder besser: Höhenstufen haben; zum Teil verfügen sie über drei „Dörfer“, die sie im jahreszeitlichen Wechsel beziehen. Allgemein werden die hochgelegenen Dörfer während der kalten Jahreszeit aufgegeben — die Bewohner von Dunagiri z. B. wandern mit ihren Herden im Herbst im Tal der (westlichen) Dhauliganga abwärts bis Karnaprayang; das Hochtal bleibt den Winter über verlassen SHIPTON 1937; dasselbe ist von Sepu bekannt (3490 m) DUTHIE 1885; WEIR 1952; und für Kuti (3750 m) im oberen Tal des Kuhti Yankti SCHMID 1938, 271; hier sollen gelegentlich auch einige Familien überwintern (3 von 80!). Die Wanderungen führen bis in die Ebene hinaus; im November - Dezember treffen die Hirten von den Bergen im Bhabar und Terai ein, um erst im März - April wieder bergauf zu ziehen.

Die Bhutias erreichen auf ihren Wanderungen (maximal!) Cawnpore im S und Gar-tok im N SPATE 1954, 404, 405.

Unter Umständen kann sich der menschliche Einfluß auch förderlich, wenigstens für eine bestimmte Species, auswirken; das ist z. B. für *Shorea robusta* und zu einem geringeren Ausmaß auch für *Pinus Roxburghii* festgestellt worden CHAMPION 1923, II. Der Forstdienst, dessen Einfluß in diesem Teil des Himalaya bedeutend ist, wendet solche Erfahrungen planmäßig an.

Zusammenfassung.

Der westliche Zentral-Himalaya vom Sutlej bis zur Kali ist das größte zusammenhängende vegetationskundlich gut bekannte Gebiet im Himalaya. Die S-Abdachung der Hauptkette zeigt klar die Vegetationsstufung des feuchten äußeren Himalaya vom tropischen winterkahlen Falllaubwald über die *Pinus Roxburghii*-Stufe, den Eichen-Koniferen-Mischwald bis zur subalpinen Birkenwaldstufe und der alpinen Matte.

Die hochgelegenen inneren Täler des Gebirges beherbergen reine Nadelwälder; wir sehen hier die Verhältnisse des „inneren Himalaya“ auf schmalem Raum zusammengedrängt.

In den obersten Tälern des Gebirgsinneren, zumal in S-Exposition, erscheint die alpine Steppe, die jenseits der Paßhöhen das tibetische Hochland flächenhaft bedeckt.

V. Der zentrale Himalaya: Nepal.

Grenzen und Gliederung.

Nepal galt bis vor wenigen Jahren als das verschlossene Land im Himalaya. Bis vor kurzem noch war man gezwungen, auf Grund der Kenntnis der westlich und östlich angrenzenden Gebiete — Kumaon und Sikkim — Rückschlüsse über die pflanzengeographischen Verhältnisse in Nepal zu ziehen. Kumaon und Sikkim sind aber in ihrem floristischen Charakter so sehr voneinander verschieden, daß auf diesem Wege keine befriedigenden Ergebnisse zu erzielen waren und das Eingeständnis unserer Unkenntnis vagen Vermutungen unter allen Umständen vorzuziehen geraten schien. Seit 1947 ist ein Wandel eingetreten: die nepalesische Regierung gewährt Einreisegenehmigungen, die das Land der Forschung öffnen, und erst dieser noch ganz jungen Entwicklung verdanken wir im wesentlichen unsere heutige Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse im zentralen Teil des Himalaya*).

Über eine Länge von 800 km nimmt das Staatsgebiet von Nepal die S-Abdachung des Gebirges ein; im N entspricht der Verlauf der Staatsgrenze ungefähr der Linie der höchsten Erhebungen. Eine geeignete Gliederung des Landes ergibt sich durch die drei großen Fluß-Systeme, die wir auch unserer Betrachtung zugrunde legen:

das System der Karnali	West-Nepal,
das System der Kali Gandaki	= Zentral-Nepal,
das System des Sapt Kosi	= Ost-Nepal.

*) Die im ‚Focus‘, VI/10, June 1956 („Nepal“) veröffentlichte Übersichtskarte der ‚forest types‘ des Landes kann für uns nicht als Quelle dienen, da sie ihren Ursprung schematischen Überlegungen zu verdanken scheint und die darin angedeutete Vollständigkeit der heutigen Kenntnis der Tatsachen nicht entspricht.

Grundzüge von Relief und Klima.

Alle drei Ströme entspringen auf dem tibetischen Hochland und durchbrechen in gewaltigen Schluchten das Gebirge: im Verein mit ihren Zuflüssen lösen sie die Haupt- und Nebenketten in verschiedene Massive auf, die im einzelnen alle noch kaum erforscht und bekannt sind.

Im W liegen Api und Saipal-Himal zwischen Kali und Karnali, Sisne- und Kanjiroba-Himal — um nur diese zu nennen — zwischen den östlichen Zuflüssen der Karnali, während der Dhaulagiri die Wasserscheide zum System der Kali Gandaki trägt. Im zentralen Nepal ist das Annapurna-Massiv die imponierendste Erscheinung, an das sich nach E, durch tiefe Täler getrennt, der Manaslu anschließt und weiter Kutang-, Thaple- und Ganesch-Himal. Jenseits der Trisuli Gandaki markiert der Langthang-Himal und der Gosainthan im N die Grenze zum Einzugsbereich des Sapt Kosi, dem der Jugal-Himal und das gesamte Massiv des Everest angehören, vom Gaurisankar im W bis zum Makalu im E; tiefe, weit auf das tibetische Hochland hinaufgreifende Schluchten begrenzen diese höchste Gipfelgruppe der Erde, zu deren Füßen im E sich der Arun in einer der großartigsten Durchbruchsschluchten des ganzen Gebirges seinen Weg zur indischen Ebene bahnt. Der Tamur führt die Wasser der West-Flanke des Kangchendzönga dem Sapt Kosi zu (siehe auch HAGEN 1954; 1956).

Über das Klima Nepals ist kaum etwas bekannt. Die einzige Station, die über eine längere Beobachtungsreihe verfügt, ist in Kathmandu. Doch was besagt eine einzige Station auf 800 km W-E-Erstreckung! Gerade daher ist es hier auch so besonders reizvoll, auf Grund der Vegetation zu versuchen, zu klimatischen Einsichten zu gelangen. Die unterschiedlichen Verhältnisse in Kumaon und Sikkim sagen uns, daß innerhalb der Grenzen Nepals die Vegetation im Fortschreiten von W nach E einen grundsätzlich anderen Charakter annimmt; wie und wo der Übergang erfolgt, wird auch durch den vorliegenden Versuch nicht in allen Fällen zu klären sein, weil auch heute noch unsere Kenntnis viel zu gering ist. Aber die sorgfältige Berücksichtigung aller verfügbaren Berichte läßt uns heute schon ein viel klareres Bild gewinnen, als es noch vor wenigen Jahren möglich gewesen wäre, und läßt durch die noch weißen Felder unserer Karte die Lücken unserer Kenntnis klar hervortreten.

Pflanzengeographische Erforschung.

KIRKPATRICK's Bericht über Nepal (1811) enthält nur wenige, allgemeine Angaben über die Vegetation. HAMILTON (1819) vermittelt uns aber bereits eine klare Vorstellung über die Verhältnisse in den tieferen Lagen; auf Grund der Sammlungen HAMILTON's veröffentlichte DON 1825 den „*Prodromus Florae Nepalensis*“. WALLICH sammelte 1820/21 in der Umgebung der Hauptstadt Kathmandu und wußte sich darüber hinaus durch einheimische Helfer Pflanzen aus dem Gebiet des Gosainkund zu verschaffen („*Tentamen Florae Nepalensis*“, 1826). 1848 gelang HOOKER

von Sikkim aus die Einreise nach Ost-Nepal; unsere Kenntnis des östlichen und nordöstlichen Nepal verdanken wir im wesentlichen seinen hervorragenden Beobachtungen (1852, 1857, 1891). 1907 besuchte BURKILL Kathmandu und berichtet anschaulich und im Vergleich zu anderen Teilen des Himalaya über die Vegetation auf dem Wege bis zur Hauptstadt (1910; 1916). Das Werk LANDON's über Nepal (1928) bereicherte COLLIER durch einen Abschnitt über die Vegetation — entsprechend dem damaligen Stand der Kenntnis; doch beschränkt COLLIER sich im wesentlichen auf allgemeine Angaben.

Erst in jüngster Zeit beginnt sich dieses so interessante und für den Gesichtspunkt der Vegetationsverteilung im Himalaya so besonders wichtige Land zu entschleiern. BANERJI reist 1948 im Tamur-Gebiet, POLUNIN 1949 im Langthang-Himal. WILLIAMS und POLUNIN bringen erste Kunde über die Vegetationsverhältnisse in West-Nepal als Ergebnis ihres Aufenthaltes im Jahre 1952, und ZIMMERMANN (1952, 1953) berichtet über seine Forschungen im Gebiet des Everest-Massivs. Japanische Expeditionen gelten dem Manaslu und seiner weiteren Umgebung (NAKAO 1955, 1956; KAWAKITA 1954, 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956). 1954 ist WILLIAMS erneut in Nepal, an der S-Fanke der Annapurna. HEUBERGER verdanke ich Angaben über den Weg von Kathmandu zum Cho Oyu (1955; 1956) (siehe auch HAY 1934; POLUNIN 1952, 243).

Nochmals soll an dieser Stelle den Herren WILLIAMS und POLUNIN, NAKAO, KAWAKITA und HEUBERGER für ihre große Bereitwilligkeit und für ihr Entgegenkommen gedankt werden; nur dadurch, daß diese Reiseberichte frühzeitig zur Verfügung standen und weitere Fragen bereitwilligst beantwortet wurden, kann sich unsere Vorstellung von der Vegetationsverteilung in Nepal auf den neuesten Stand der Forschung gründen.

Regionale Analyse.

1. West-Nepal.

In diesem Abschnitt fasse ich das Gebiet der linken Nebenflüsse der Kali (Sarda) und das Stromgebiet der Karnali mit ihren rechten Nebenflüssen Seti und Buriganga und den linken Zuflüssen Mugu Karnali, Tila und Bheri zusammen; vereinigt verlassen alle als Girwa das Gebirge.

Unsere Kenntnis West-Nepals ist noch ganz jung. PARKER 1924, II gibt wohl schon einige Pflanzen aus dem oberen Kaligebiet an, HEIM und GANSSEER besuchten die äußerste NW-Ecke des Landes (SCHMID 1938), doch berichteten wir darüber bereits im Zusammenhang mit Kumaon. COLLIER gibt Nachricht vom Vorkommen von *Cedrus Deodara* 1924, 1928. Doch erst die britische Expedition des Jahres 1952 bringt uns genauere Kunde über die Vegetationsverhältnisse des Landes. 1953 querte TICHY das ganze westliche Nepal von E nach W*).

Über den *Salwald* des Vorlandes berichtet SMYTHIES 1930 im Zusammenhang mit den weiter westlich gelegenen Wäldern; er vergleicht die Verhältnisse auf indischem und nepalesischem Gebiet und findet den Unterschied der Wälder, die bei gleicher floristischer Zusammensetzung im Vorland Nepals unberührte Bestände sind, in der verschiedenartigen Einwirkung des Menschen.

* Lit.: PARKER 1924, II; 1932; COLLIER 1924, 1928; HEIM und GANSSEER 1938; SCHMID 1938; WILLIAMS 1953, I, II; 1955; POLUNIN 1954, 1955; TICHY 1954.

Mit vereinzelt Vorkommen, auch Dickichten von Palmen, findet sich der Fallaubwald im Tal der Karnali und im Tal des Bheri, wo der Fallaubwald bis nördlich Jajarkot hinaufsteigt WILLIAMS 1953, II. Alle Täler sind jedoch sehr stark kultiviert, so daß wohl auch aus diesem Grunde so wenig über Standorte dieses Typs berichtet wird.

Ganz besonders scheint hier — wie auch in Kumaon und Tehri Garhwal — die *Pinus Roxburghii* - Stufe die bevorzugte Höhenstufe der Kulturen zu sein. Am Seti, zwischen Talkot und Lokondo, wird Föhrenwald angegeben TICHY 1954, 209 — der Höhenlage und den sonstigen Verhältnissen entsprechend kann es sich hier nur um *Pinus Roxburghii* handeln. Im Karnali-Tal, zwischen Pulanto und Boldig, finden sich weitere kümmerliche Bestände der Kiefer POLUNIN 1955. Im Tal der Mugu Karnali steigt die Kiefer bis 2400—2700 m auf, säumt in entsprechender Höhe den Chankeli Lagna und reicht noch in das Tal des Thanke Khola hinein; schließlich sind Vorkommen unterhalb Simikot bekannt WILLIAMS 1953, II.

Auch die Eichen-Koniferen-Mischwälder finden wir in West-Nepal in ähnlicher Zusammensetzung entwickelt, wie im westlichen Zentral-Himalaya. Am Punga Lekh (im Tib Gad) tritt *Quercus incana* von 1800 m ab auf; mit *Pinus excelsa* zusammen ist sie charakteristisch bis 2400 m; um 2700 m beherrscht *Quercus dilatata* mit *Picea morinda* den Wald, darüber von 3000—3300 m *Quercus semecarpifolia* und *Abies*; *Betula* leitet zur subalpinen Waldstufe über, mit *Rhododendron campanulatum* und *Arundinaria* im Unterwuchs; diese subalpine Waldstufe setzt sich auch nach dem Malika Lekh hin fort POLUNIN 1955.

Desgleichen löst der Eichen-Koniferen-Mischwald die *Pinus Roxburghii*-Stufe am Chankeli Lagna ab; in S-Exposition sind hier besonders gute Bestände von *Quercus semecarpifolia* zu finden; *Arundinaria* sp. und *Piptanthus nepalensis* sind typisch für den Unterwuchs der tieferen Lagen, weiter oben *Syringa Emodi* und verschiedene *Rhododendron* sp. In der Höhe ist eine reiche alpine Stufe entwickelt WILLIAMS 1953, II.

Der Chakhure Lekh zeichnet sich durch sehr klare Unterschiede der Exposition aus. Auf der S-Exposition dieses SW-NE verlaufenden Kammes beginnt oberhalb Jajarkot auf den Hügelkuppen der Eichen-Koniferen-Mischwald mit *Quercus incana* und *Rhododendron arboreum* zu erscheinen, doch sind die Eichen sehr vom Scheiteln mitgenommen. Mit größerer Höhe entwickelt sich der Mischwald zu üppiger Entfaltung mit *Quercus semecarpifolia*, *Acer*, *Taxus*, vielen verschiedenen *Rhododendron* sp., *Viburnum*, *Skimmia*, Dickichten von *Arundaria* usw. Erstmalig treffen wir am S-Hang des Chakhure Lekh in 2600—3000 m auf dichte Bestände von *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*) — ein deutlicher Hinweis auf neue floristische Einflüsse. *Abies spectabilis*, die dazwischen ab 2800 m häufiger wird, bildet in den höheren Lagen mit *Betula utilis* gemeinsam Bestände, beide Species sind mit langen Flechten behangen; *Abies* steigt bis 3250 m auf, darüber besteht der subalpine Wald allein aus Birken. Obwohl der Chakhure Lekh nicht zu sehr großen Höhen aufsteigt, ist die alpine Vegetation doch durch Reichhaltigkeit ausgezeichnet; *Rhododendron*-Gebüsch, *Pedicularis*, *Meconopsis*, *Potentilla*, *Geranium*, *Ane-*

none und viele andere zieren die Höhen WILLIAMS 1953, I, II; POLUNIN 1954, II. Sobald die Kammhöhe überschritten ist und die alpine Stufe, sowie die gut entwickelte Birkenwaldstufe hinter uns liegt, zeigen sich plötzlich ganz andere Verhältnisse. Wir finden uns in einem Nadelwald, der in den höheren Lagen aus *Abies* besteht, weiter unten aus *Picea morinda* und *Pinus excelsa* (syn. *P. Wallichiana* bzw. *P. chylla*); *Pinus excelsa* bevorzugt die trockeneren, sonnigen Hänge zwischen 2100 bis 2900 m, *Picea morinda* die feuchten Schluchten, in denen *Arundinaria* einen dichten Unterwuchs bildet. *Tsuga dumosa* ist in diesem Nadelwald nördlich des Chakhure Lekh nicht vertreten. Der Nadelwald ist überall auf dem N-Hang verbreitet und steigt im Tila-Tal bis Munigaon aufwärts. In der Umgebung von Jumla (bis Kuari) und besonders in den Seitentälern finden sich verstreut kleine Bestände von *Cedrus Deodara* — oft auch nur einzelne Bäume. So zeigt sich der Chakhure Lekh, obwohl er nur 4800 m Höhe erreicht, als eine wichtige klimatische Scheide, die hier den „äußeren Himalaya“ vom „inneren Himalaya“ trennt, der auch hier wieder durch den gemischten Nadelwald ausgezeichnet ist, wie wir ihn vom Nord-Westen her kennen COLLIER 1924, 1928; WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1954, II; 1955. Auch im Sinja-Tal, einem rechten Seitental der Tila, breitet sich dieser Nadelwald des inneren Himalaya aus, vor der Mündung in das Haupttal durch *Cedrus Deodara* bereichert POLUNIN 1954, II; 1955.

Weiter im N ist uns der Nadelwald mit *Pinus excelsa* und *Juniperus*, unterbrochen von grasbewachsenen Hängen, aus der Umgebung des Rara Daha bekannt WILLIAMS 1953, II. Im Dozam Khola wird der Mischwald, der im sehr engen unteren Teil des Tales noch vorkommt, vom Nadelwald abgelöst, so bald sich das Tal weitet; zwischen 2700—3000 m bilden *Pinus excelsa* und *Picea* den Bestand, darüber verstreut *Abies*; im Unterwuchs des Nadelwaldes finden wir ein Gesträuch von *Rosa*, *Berberis*, *Cotoneaster*, *Deutzia* etc. WILLIAMS 1953, II; 1955. Die Nadelwälder (*Picea*) um Simikot sind häufig von *Cotoneaster*-Buschwerk unterbrochen WILLIAMS 1955.

Allgemein werden in fast allen Seitentälern der Karnali ausgedehnte Nadelwälder zwischen 1800—2700 m angetroffen, bevorzugt sind die S-exponierten Hänge; in diesen Wäldern besitzt *Pinus excelsa* die größte Verbreitung POLUNIN 1955.

Weiter im E wissen wir nur von *Quercus incana*- und *Rhododendron arboreum*-Wäldern auf den Höhen südlich des Bheri WILLIAMS 1953, II. Viel besser sind wir dann wieder über die inneren Täler unterrichtet, die durch den Dhaulagiri Himal vor allzu großen Niederschlägen geschützt werden; die Verhältnisse scheinen hier ganz denen im Gebiet um Jumla zu entsprechen. So ist auch um Rimi *Pinus excelsa*, *Picea* und in der Höhe *Abies* verbreitet — und sowohl im Aufstieg zum Babaria Lekh (nach W), wie auch zum Balangra-Paß (nach E) geht *Abies* in den subalpinen Birkenwald über POLUNIN 1955.

Folgen wir nun dem Barbung Khola aufwärts, so wird die Wirkung des Dhaulagiri Himal immer fühlbarer. Um Tibrikot ist *Cedrus*

Deodara bei 2700 m verstreut zu finden WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1954, II; 1955. Allmählich wird die Zeder durch *Pinus excelsa* abgelöst, und bei Dunaihi ist keine Zeder mehr zu sehen, desto mehr beherrscht *Pinus excelsa* das Vegetationsbild. In der Talsohle treten hier und da kleine Bestände von *Cupressus torulosa* auf, die bis Kakkotgaon verfolgt werden können; bei Kolagaon ist *Cupressus* häufig, in höheren Lagen *Pinus excelsa* und dann *Betula*. Bei Tachungaon sind die N-exponierten Hänge von einem Nadelwald aus *Pinus* und *Picea* zusammengesetzt; oberhalb des Ortes nimmt das Tal des Barbung Khola einen schluchtartigen Charakter an und wird noch trockener; *Cupressus*, *Populus* und vor allem *Pinus excelsa* sind in offenen Beständen vorhanden. Die Trockenheit nimmt weiter zu, von Bandar Phatkar bis K a k k o t g a o n werden nur noch kleinere Vorkommen von *Cupressus torulosa* in der Talsohle angegeben, sowie *Pinus excelsa*-Wälder bis zu einer Höhe von 3900 m. Oberhalb Kakkotgaon gibt es im Tal des Barbung Khola in der S-Exposition keine *Pinus excelsa*-Bestände mehr, in N-Exposition finden wir einige wenige Standorte noch kurz oberhalb des Ortes. In gut geschützten Lagen sind auch noch weiter oben im Bereich des Barbung Khola Standorte der Birke, aber auch diese scheinen bei Daragaon (ca. 6 Meilen nördlich Tarrangaon) ihre Verbreitungsgrenze erreicht zu haben (TICHY 1954, 152: Birkengehölze bis 4100 m Höhe) POLUNIN 1955; ROBERTS 1955/56, 102.

Verfolgen wir die s u b a l p i n e W a l d s t u f e in West-Nepal im Überblick, so zeigt sich, daß auch hier *Betula utilis* den Bestand trägt. Sie erscheint zwischen 3300—3900 m, steigt gelegentlich bis 4200 m auf, geht auch bis 3000 m herab, wo ihr die örtlichen Verhältnisse zusagen. Wo die Birke mit der Tanne zusammen vorkommt, zieht letztere exponierte Standorte vor, die Birke die geschützten Täler POLUNIN 1954, II. Wir fanden die Birke auf dem Punga und Malika Lekh, bei der Überquerung des Chakhure Lekh, sie wird ferner vom Ghat Khola, einem linken Nebenfluß des Seti im Saipal-Himal berichtet TICHY 1954, 214; im Dozam Khola bildet *Betula utilis* zusammen mit *Rhododendron campanulatum* die subalpine Waldstufe WILLIAMS 1953, II; 1955; oberhalb Simikot und vom Chankeli Lagna wird allerdings nur die feuchte alpine Matte erwähnt WILLIAMS 1953, I. Im Sisne-Himal fand TICHY die Birke bei Kaigaon (1954, 168), POLUNIN im Kanjiroba-Himal bei Nahure (Deokomuth Khola, Phoksumdo Tal) 1955. Auch in West-Nepal scheint die Birke die N-Exposition zu bevorzugen; stets ist sie dort besser entwickelt als auf der S-Exposition, sofern sie hier überhaupt erscheint. Auch im Barbung Khola hält die Birke in der N-Exposition bei weitem länger aus als auf der gegenüberliegenden S-exponierten Seite; aber der charakteristische Unterwuchs des Birkenwaldes feuchter Standorte — *Rhododendron campanulatum* — ist dann bereits von dem weniger anspruchsvollen *Rhododendron lepidotum* abgelöst POLUNIN 1954, II.

Juniperus - G e b ü s c h in der feuchten alpinen Stufe ist aus dem Garpung Khola (ENE Rimi, Sisne Himal) und aus dem Dojam Khola (*J. squamata*) bzw. Lulo Khola (*J. religiosa*) bei Pudamigaon (Kanjiroba-Himal) bekannt POLUNIN 1954, II.

In den Hochtälern, die zwischen den einzelnen Massiven eingeschaltet liegen, findet der Übergang zur Vegetation des tibetischen Hochlandes statt. Schon im Dozam Khola sind neben dem Nadelwald offene Hanglagen nur mit *Juniperus*, *Berberis*, *Lonicera* u. a. bestanden WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1954, II.

Im Mugu Karnali-Tal läßt uns das Auftreten von *Cupressus torulosa* bereits ein allmähliches „Trockener-Werden“ ahnen; wir wundern uns deshalb nicht, daß die Täler beider Quellflüsse der Mugu Karnali einen trockenen Eindruck machen — so zunächst das Mugu-Tal oberhalb Daura, während für das Panjang-Tal die alpine Steppe mit *Astragalus*, *Caragana*, *Juniperus* usw. angegeben wird WILLIAMS 1953, II; 1955.

Im Met Khola, das vom M a r e m L a herabkommt, liegt 10 Meilen nördlich Tingjegaon ein Standort von *Juniperus squamata* POLUNIN 1954, II.

Den Übergang zu den ariden Bedingungen scheint das Barbung Khola-Tal am besten zu zeigen. Mit dem letzten Birkenwald bei Daragaon haben wir die Wälder überhaupt zurückgelassen; nun zeigen sich — wie auf dem tibetischen Hochland — nur noch an den Wasserläufen hier und da Weiden, doch abgesehen von diesem Gesträuch herrscht die alpine Steppe mit *Caragana*, *Lonicera*, *Juniperus* etc. (*Juniperus religiosa* bei Tarangaon zwischen 3900—4500 m) POLUNIN 1954, II; auch ROBERTS 1955/56, 102.

Allgemein werden für die Vegetation der Gebiete im Regenschatten des Dhaulagiri-Himal folgende Species als besonders charakteristisch genannt: *Juniperus*, *Caragana*, *Lonicera*, in größeren Höhen Polster- und Schutzpflanzen wie *Saxifraga*, *Androsace*, *Potentilla*, Zwergweide usw. WILLIAMS 1953, I, II, alles Species, die wir auch sonst in der alpinen Steppe überall angetroffen haben.

Bevor wir West-Nepal verlassen, müssen wir noch auf eine besondere Erscheinung hinweisen, die wir wohl schon in anderen Teilen des Himalaya angedeutet fanden, die aber hier, wo die allgemeinen atmosphärischen Bedingungen im Fortschreiten nach E immer größerer Feuchtigkeit zu neigen, umso mehr erstaunen muß.

Die Vegetation des Karnali-Tales wird — abgesehen von einigen Vorkommen des Fallaubwaldes — als „xerophytisch“ bezeichnet; ganze Hangseiten sind hier mit baumförmigen *Euphorbien* bedeckt (*Euphorbia Royleana*), während die *Euphorbien* in den uns bisher bekannten Flußtälern (z. B. Ganga, Sutlej) nur hier und da die trockensten Standorte besetzt halten; fleischige *Asclepiadaceen* hängen von den Felsen herab, auf denen auch *Kalanchoë* zu finden ist, Agaven und *Opuntien* dienen zur Begrenzung der Ackerfluren. In größerer Höhe finden sich Reste der *Pinus Roxburghii*-Stufe, wie wir bereits oben erwähnten.

Neben diesen Angaben bezüglich der Vegetation, die — so dürftig sie auch sein mögen — doch viele wichtige Hinweise enthalten, interessiert uns alles, was über die klimatischen Verhältnisse bekannt geworden ist: das Tal der Karnali ist sehr heiß, vormittags herrscht ein heftiger Wind, der das Tal aufwärts gerichtet ist; am späten Nachmittag ist

ein Gewitter die Regel. Die außerordentliche Tiefe und der Verlauf des Tales sind weitere Faktoren, die zu berücksichtigen sind, und WILLIAMS schreibt:

„I conclude that this valley owes its dryness to its extreme depth (giving high temperatures) and to the comparative straightness of its course from the plains to the north allowing a free passage to the hot up-valley winds thus rendering their powers of desiccation much more effective.“

WILLIAMS 1953, I, II; 1955.

2. Zentral-Nepal.

Unter Zentral-Nepal verstehe ich das Flußgebiet der Kali Gandaki und des Baghmati.

Der Weg aus der Ebene nach Kathmandu ist am besten bekannt geworden, denn auch in der Zeit der „geschlossenen Grenzen“ gelang es doch hier und da, Einreisegenehmigungen wenigstens bis zur Hauptstadt des Landes zu erhalten. Über diese kurze Strecke liegen also Angaben vor, unter denen die von BURKILL 1910 besondere Aufmerksamkeit verdienen, denn BURKILL reiste als Botaniker und war mit den Verhältnissen in anderen Teilen des Himalaya vertraut, ihm war die Möglichkeit des Vergleichs gegeben, was hier umso wichtiger ist, da wir ja die Übergangsnatur des Landes bereits andeuteten.

Auch im Vorland des nepalesischen Himalaya ist eine Terai-Zone entwickelt. Sumpfiges Grasland, Wald und Anbauflächen wechseln sich ab. Der Terai i. e. S. ist gänzlich dem Kulturland gewichen BURKILL 1910; FILCHNER 1951; WILLIAMS 1954. Südlich der Staatsgrenze Nepals ist die Ebene nicht mehr durch Wald ausgezeichnet — im S, in der indischen Ebene, herrscht ein Dornbusch mit *Zizyphus jujuba* und *Acacia arabica*, der uns sehr an das Punjab erinnert DUDGEON 1920.

Der Terai-Wald beginnt mit scharfer Grenze, die durch die kultivierten Flächen gegeben ist, als eine W-E verlaufende Mauer etwa 8 Meilen nördlich Janikhpur bei Simulbasa (Simra); schon KIRKPATRICK (1811) fand hier im Jahre 1793 die Grenze des Waldes, und genau da wurde sie auch 1907 von BURKILL (1910) wiedergefunden. Die Breite des Waldes beträgt 30 km (HAMILTON 1819; SCHLAGINTWEIT 1871, 2. Band, p. 232; BURKILL 1916; FILCHNER 1951: 20—25 km).

Streng genommen sind die Wälder bei Simulbasa „Bhabar-Wälder“ — nicht allzu dicht und beherrscht von *Shorea robusta*, *Bombax malabaricum*, *Bauhinia*, *Ficus*, *Erythrina*, *Terminalia tomentosa*, *Dillenia pentagyna*, *Adina cordifolia*, *Mallotus philippinensis*, *Cedrela toona* — an den Wasserläufen *Dalbergia Sissoo*. Aber *Shorea robusta* herrscht durchaus. Gras bildet den Unterwuchs HAMILTON 1819; HOFFMEISTER 1847, 135; BURKILL 1910; COLLIER 1928; FILCHNER 1951, 165 (Amlekhganj).

Von der Kali Gandaki bis zur Teesta, „vor Sikkim“ und „vor Bhutan“ ist der Wald natürlicherweise der gleiche wie dieser hier — nämlich Salwald, und wenn BURKILL 1910 feststellt, der Salwald hier unterscheidet sich doch auch wieder von dem in Kheri (im W) und von dem in Sikkim, dann wird hier bereits der Übergangscharakter des vorliegenden Abschnittes deutlich SCHLAGINTWEIT 1871, 2. Bd., 232; HAMILTON 1819; BURKILL 1910, 1916.

Die erste Kette der Fußhügel — *Chorea Ghati* — trägt bereits *Pinus Roxburghii*-Wald, der in S-Exposition weiter verbreitet ist als in N-Exposition. *Pinus Roxburghii* steigt kaum am jenseitigen Hang (N-Exposition) herab! Im übrigen herrscht der Salwald. Im Rapti-Tal, nördlich des Chorea Ghati, sind wir wieder ganz im Fallaubwald, der aber hier einen viel üppigeren Charakter hat — wir stellen also genau dasselbe Verhalten fest wie in Kumaon: die Salwälder der Ebene und des Bhabar sind viel weniger dicht und üppig als die der Täler. Dieser Wald hier im Tal des Rapti gemahnt bereits sehr an Sikkim — aber wir dürfen nicht vergessen, daß der Grund zur Erhaltung dieses urwüchsigen Zustandes hier in den Weisungen der Landesherren zu suchen ist, die seit den Gurkha-Kriegen jeden Anbau in diesem Grenzstreifen untersagten, um dadurch eine Zone dichten „Fieberwaldes“ zu erhalten zum Schutze des dahinterliegenden Landes BURKILL 1910; HAMILTON 1819. Bei Hettaunda (Hिताुन्दा) im Tal des Rapti ist der Salwald durch Epiphyten ausgezeichnet; in der Schlucht von Bhainse Dobhan (FILCHNER 1951: Bhainsi Dahan) erscheint der Fallaubwald als ein dichter Urwald mit Kletterpflanzen und Epiphyten, und im tiefsten Teil der Schlucht tritt *Pandanus* auf: hier sieht der Wald ganz so aus wie in der entsprechenden Höhe in Sikkim, und BURKILL 1910, hebt die „markedly eastern nature“ der Vegetation der Schlucht von Bhainse Dobhan hervor. *Shorea robusta*, *Terminalia tomentosa*, *Duabanga sonneratioides*, *Dalbergia Sissoo* und *Schima Wallichii*, *Acer oblongum*, *Alnus nepalensis*, dazu große Farne und Kletterpflanzen — „wie am Austritt des Tista“ — fallen besonders auf BURKILL 1910.

Steigen wir aus dieser Schlucht heraus und verlassen das Rapti-Tal, so lassen wir auch den Fallaubwald zurück und stehen alsbald wieder in der *Pinus Roxburghii*-Stufe (BURKILL 1910 (Sisagarhi); HOFFMEISTER 1847, 140: Siswagori; POLUNIN 1954, I: *Pinus Roxburghii* auf trockenen Standorten bei Chisapani). Die obersten Lagen dieses Höhenrückens werden aber von einem feuchten Waldtyp eingenommen, der mit *Rhododendron arboreum* und *Quercus incana* beginnt, ferner *Quercus semecarpifolia* und *Pieris* enthält, in N-Exposition aber eine viel größere Mannigfaltigkeit entwickelt: Lauraceen, Moose auf den Bäumen, Kräuter unter dem Laubdach entfalten sich in großer Üppigkeit. Um Chitlong (Tschitlang) breiten sich Kulturen aus, und die wenigen vorhandenen Bäume zeigen die Spuren menschlicher Einwirkung. Der Fallaubwald ist überall weit zurückgedrängt. Der feuchte Waldtyp begegnet uns aber erneut auf der Höhe des Chandragiri-Rückens; *Quercus semecarpifolia*, *Rhododendron arboreum*, *Pyrus Pashia*, *Prunus Puddum* zeigen sich, aber — *Quercus semecarpifolia* meidet die feuchtesten Außenhänge: das ist ein ganz neues Verhalten dieser Eiche! Zudem sind in den obersten Lagen *Quercus glauca* und *Quercus lanuginosa* verbreitet, ferner *Alnus nepalensis*, *Daphne cannabina*, *Hedera helix*, *Pieris ovalifolia*, *Rhododendron arboreum*, *Viburnum*, *Euonymus*, *Smilax*, *Jasminum*, *Crataegus* etc. Die Vertreter des westlichen Himalaya sind zwar deutlich vorhanden, aber das Verhalten von *Quercus semecarpifolia* ist sehr aufschlußreich und weist — neben den Neuankömmlingen der Flora — auf veränderte Verhältnisse hin.

„The flora of these ridge tops, where clouds are apt to gather and trees to be festooned with mosses, is more eastern than western.“

Alles ähnelt vielmehr Darjeeling als dem NW-Himalaya BURKILL 1910; HOFFMEISTER 1847, 140.

Wir fassen zusammen:

der Salwald des Terai zeigt Übergangscharakter, tendiert aber deutlich nach E; die *Pinus Roxburghii*-Stufe hat ihre Hauptverbreitung im westlichen Himalaya; der Salwald des Rapti-Tales, besonders in der Schlucht von Bhainse Dobhan, entspricht dem östlichen Typ der Fallaubwälder; der feuchte Wald der oberen Lagen zeigt *Quercus semecarpifolia* im Rückzug und demgegenüber eine Reihe neuer Species, die im immergrünen Bergwald des Ost-Himalaya verbreitet sind.

So zeigt uns schon die erste Bekanntschaft mit den Vegetationsverhältnissen in Zentral-Nepal in jeder Vegetationsstufe das „In-einander-Greifen“ der floristischen Beziehungen zwischen West- und Ost-Himalaya.

Das Becken von Kathmandu weist nur hier und da kümmerliche Bestände von *Shorea robusta* auf; ebenso die Steilhänge des Sindure Khola bei Nawakot (Niakot); im übrigen ist das Becken Kulturlandschaft POLUNIN 1954, I.

Wir haben die Stufung und Zonierung der Vegetation von der Ebene bis in das Becken von Kathmandu hinein verfolgt. Jetzt wollen wir uns dem hohen Himalaya Zentral-Nepals zuwenden. Alle Angaben über die Vegetation sind erste Berichte — fast immer fehlen Beobachtungen anderer Forscher zum Vergleich; deshalb erwarten uns hier besondere Schwierigkeiten. Vom Durchbruch der Kali Gandaki bis zur Buri Gandaki dienen uns die Berichte der japanischen Manaslu-Expeditionen 1952 und 1953 als Unterlage (NAKAO 1955, 1956; KAWAKITA 1954, 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956); vom S-Abfall der Annapurna hat WILLIAMS 1954 berichtet. POLUNIN verdanke ich die Angaben über das Trisuli-Tal, einschließlich der verschiedenen Nebentäler, insbesondere des Langthang-Tales (1950 I, II; 1952; 1954 I, II; 1955). Daneben sind auch die allgemeiner gehaltenen Reiseberichte für dieses Gebiet von Bedeutung (TILMAN 1952; TICHY 1954; STEINMETZ 1956, 1957).

Hatten wir in West-Nepal noch den Eindruck, daß sich im wesentlichen die aus Kumaon bekannten Verhältnisse weiter nach E fortsetzen, so ändert sich das nunmehr deutlich. Entsprechende Erfahrungen haben wir bereits auf dem Wege von der Ebene nach Kathmandu gesammelt, und im Inneren des Gebirges zeigen — wie wir sehen werden — von der Kali Gandaki ab alle Vegetationstypen den floristischen Einfluß des Ostens. Natürlich sind auch die bekannten und gewohnten Species des westlichen Himalaya nicht schlagartig verschwunden, erfolgen doch die Übergänge von W nach E durchaus allmählich und ohne schroffen Wechsel. Dies aber erschwert die Typisierung, und wir bedürfen in allen diesen Fällen großen Taktgefühls, zumal — wie bereits erwähnt — in den wenigsten Fällen der Vergleich mit Angaben eines anderen Autoren möglich ist. Wir müssen

uns also auf ganz bestimmte Indizien — Charakterpflanzen in unserem Falle — stützen, in denen wir besondere Verhältnisse angedeutet sehen. Im Fallaubwald ist das Auftreten von *Pandanus* ein ebenso deutliches Signal, wie das Erscheinen der Baumfarne (*Alsophila*) in den höheren Lagen des Bergwaldes. Die erste Begegnung mit *Magnolia* in den Höhenwäldern an der Annapurna ist — auch bei unserer theoretischen Betrachtung am Schreibtisch — ein aufregendes Ereignis! *Tsuga*, schon in West-Nepal am Chakhure Lekh in dichten Beständen gefunden, vervollständigt jetzt die veränderte Vegetationsabstufung. *Pinus Roxburghii* tritt noch auf, aber sie wählt nur noch bestimmte Standorte. *Larix Griffithii* kündigt uns die veränderte floristische Zusammensetzung der Nadelwälder des inneren Himalaya an. In der subalpinen Waldstufe gesellt sich zur Birke baumförmiger *Rhododendron* — und wenn auch die alpine Stufe selbst über den ganzen Himalaya hin durch größere Gleichmäßigkeit der Verhältnisse ausgezeichnet ist, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß auch hier der floristische Einfluß des Ostens zunimmt.

Alle Täler, die von der Annapurna herab zur Kali Gandaki führen, beherbergen im unteren Bereich tropischen Fallaubwald. Im Seti Khola reicht dieser Wald aufwärts bis Pokhara (1000 m), im Madi Khola mindestens bis Sisagarh Bazar, im Marsyandi-Tal bis oberhalb Udbu (1000 m), und er steigt auch im Chepe Khola und im Darondi Khola aufwärts; im Buri Gandaki-Tal konnte der Salwald bis Majhgaon (1470 m) ermittelt werden, im Anku Khola und schließlich im Trisuli Gandaki-Tal mindestens bis Trisuli Bazar NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956; KAWAKITA 1954, 1956; STEINMETZ 1957.

Neben *Shorea robusta* sind *Duabanga*, *Terminalia*, *Bauhinia*, *Dalbergia* gewöhnlich, ferner *Ficus Benjamiana*, *Bombax malabaricum*, *Schima*, *Phönix humilis*, *Alsophila* und vor allem *Pandanus furcatus* (var. *indica*), aber auch Aroideen, epiphytische Farne usw. Dieser Fallaubwald der Täler leitet über vom Terai-Wald der Ebene zum „immergrünen Bergwald“ höherer Lagen; durch den Reichtum an Epiphyten und die Üppigkeit des Bestandes unterscheidet er sich deutlich von den Wäldern des Vorlandes NEPAL HIMALAYA 1955; 1956; NAKAO 1955; KAWAKITA 1954, 1956; WILLIAMS 1954.

Ab 900—1000 m Höhe tritt *Shorea robusta* zurück, ein anderer Vegetationstyp stellt sich ein und überzieht die Hänge — dieser scheint aber in Nepal in seinen unteren Lagen noch nicht so typisch entwickelt zu sein wie in Sikkim, wo dieser neue Typ in seiner ganzen vertikalen Ausdehnung durch *Castanopsis indica* charakterisiert wird. Die Ablösung von *Shorea robusta* durch *Castanopsis indica* in der Höhe mag in Nepal auch dadurch gewisse Einschränkungen erfahren, daß sich in dieser Höhenlage Kulturf lächen einschalten, die das Erkennen der natürlichen Verhältnisse — zumal wenn keine früheren Beobachtungen vorliegen — sehr erschweren. Hier hilft am ehesten der Vergleich mit anderen Teilen des Gebirges, und die Nachrichten über die Verhältnisse in Sikkim lassen uns hier jetzt auch den „immergrünen Bergwald“ erkennen; neben *Ca-*

stanopsis indica und *Schima Wallichii* sind *Engelhardtia* und *Lithocarpus* führend NAKAO 1955; KAWAKITA 1956; mit der Höhe aber stellen sich immer mehr immergrüne Species ein, wie *Rhododendron arboreum* — weniger charakteristisch für eine bestimmte Höhenstufe, da die Verbreitung dieses Baumes von 1500—3300 m hinaufreicht — *Litsaea lanuginosa*, *Cinnamomum glanduliferum*, *Symplocos chinensis*, *Camellia Kissi*, *Ilex excelsa*, *Fraxinus floribunda*, dazu die laubabwerfenden *Pyrus Pashia* und *P. cerasoides*, *Quercus lanuginosa*, *Alnus nepalensis*, *Myricaria esculenta*, *Photinia integrifolia*, *Eurya acuminata*, *Meliosma pungens*. Epiphyten sind reichlich vorhanden — Orchideen, Farne, Aroideen. Erst das Auftreten der immergrüne Eichen, — wie *Quercus semecarpifolia*, bei 2000 m — leitet einen neuen Typ ein.

Den immergrünen Bergwald mit den Leitpflanzen *Castanopsis indica*, *Schima Wallichii* und *Alsophila* in den unteren Lagen, *Rhododendron arboreum* in den oberen, stellen wir an der S-Flanke der Annapurna fest. Im Tal der Kali Gandaki reicht der immergrüne Bergwald aufwärts bis Dana, 1420 m. Auf dem linken Ufer bedeckt er bis in die Höhe von Lumley (2000 m) den südwestlichen Ausläufer des Annapurna-Massivs. Im Modi Khola ist der immergrüne Bergwald bis oberhalb Bhurumdi festgestellt worden, überzieht den Kamm zwischen Modi Khola und Seti Khola und reicht von Pokhara ab weit im Seti Khola aufwärts. Im Marsyandi-Tal ist der immergrüne Bergwald von 1000 m ab weit verbreitet und wird noch oberhalb Thonje, 2023 m, gefunden. Im Buri Gandaki-Tal sind Standorte des immergrünen Bergwaldes von Majhgaon aufwärts bis Lana bekannt. Auf den Höhen zwischen Buri und Trisuli Gandaki wird der immergrüne Bergwald von Katunje (1425 m) und Samri Bhanjyang (1365 m) angegeben. Oberhalb Thansing, zwischen Kathmandu und Nawakot, stellte schon BURKILL 1910 Bestände von *Castanopsis indica* fest, die den Salwald in der Höhe ablösen; auch ist der immergrüne Bergwald allgemein an den Hängen um das Becken von Kathmandu herum verbreitet, soweit er nicht Anbauflächen hat weichen müssen WILLIAMS 1954; KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

Standorte von *Pinus Roxburghii* befinden sich auf dem Wege von Kathmandu nach Kakani in S-Exposition in 1750 m; ferner bei Samri Bhanjyang (westlich Trisuli Bazar) in 1370 m und zwischen Bhurumdi und Ulleri auf dem westlichen Hang des Modi Khola-Tales in 1220 m KAWAKITA 1956, 35.

Wir haben den tropischen Fallaubwald und den immergrünen Bergwald in ihrer Verbreitung in Zentral-Nepal verfolgt; diese beiden Vegetationsstufen kommen regelmäßig in allen Tälern — so weit bekannt — zunächst vor. Von dieser Grundlage aus wollen wir nun in den verschiedenen Tälern tiefer in das Gebirge eindringen.

Das Tal der Kali Gandaki wird erstmalig durch die japanischen Berichte in seinen Vegetationsverhältnissen bekannt. Wir hatten bereits den immergrünen Bergwald bis Dana, 1420 m, verfolgt. Steigen wir nun weiter aufwärts, geraten wir bei Murali Bang, 1760 m, in einen feuchten Laubwald mit *Quercus semecarpifolia*, immergrünem Ahorn (*Acer oblongum*), *Litsaea* sp. etc. Durch die Schlucht von Ghasa („Ghasa gateway“ KA-

WAKITA 1956) gelangen wir weiter talauf und bemerken oberhalb dieser engen Talstrecke veränderte klimatische Verhältnisse; es ist trockener. Vor allem beherrschen jetzt Koniferen das Vegetationsbild. Bei Dhumpu, 2422 m, sind wir in einem Wald von *Pinus excelsa* (syn. *P. Griffithii*), *Tsuga dumosa*, *Picea Smithiana* (syn. *P. morinda*), *Taxus*, aber auch *Rhododendron arboreum* ist vorhanden. Im ganzen ist das noch ein recht feuchter Nadelwald. Das Vorkommen von *Tsuga dumosa* erinnert uns an unsere Begegnung mit dieser Species in der Koniferen-Stufe am S-Hang des Chakhure Lekh in W-Nepal. Die Wälder an den Hängen beiderseits des Kali Gandaki-Tales scheinen mehr den Charakter von Mischwäldern zu haben.

Oberhalb der Schlucht von Dhumpu („Dhumpu gateway“ KAWAKITA 1956) geht der feuchte Nadelwald in einenmäßig-feuchten Nadelwald über, in dem uns nicht nur *Pinus excelsa*, *Picea Smithiana*, *Tsuga dumosa*, *Taxus Wallichiana*, sondern nun auch *Juniperus Wallichiana* und *Cupressus torulosa* und vor allem eine Bodenvegetation auffällt, in der typische Vertreter der alpinen Steppe eine Rolle spielen, wie *Caragana brevispina*, *Berberis angulosa*, *Sophora Moorcroftiana* u. a. Bald lichten sich die Bestände dieses gemischten Nadelwaldes, und *Juniperus Wallichiana* übernimmt die Führung, an der Untergrenze von *Cupressus torulosa* gesäumt — wir erinnern uns des Vorkommens dieser Species in ganz ähnlicher Situation im Barbung Khola in W-Nepal und im Tal der Mugu Karnali. Schließlich bildet *Juniperus Wallichiana* allein einen lichten, offenen Steppenwald, der die unteren Hänge des Tales bedeckt, während in der Höhe auch noch weiterhin dichte Koniferenwälder zu sehen sind, abgelöst von der Birke als Träger der subalpinen Waldstufe. Tukucha liegt inmitten der Wacholder-Steppenwälder. Nach und nach bleiben auch die Wacholderbäume zurück — Jomosom macht bereits mit seiner Umgebung einen ganz „tibetischen“ Eindruck TICHY 1954, 111. Nur in N-Exposition finden sich noch hier und da einige hundert Meter über der Talsohle Bestände des Steppenwaldes. Ganz ähnlich wie wir es bereits im Durchbruchstal des Sutlej erlebt haben, gehen auch hier die Steppenwälder allmählich in die alpine Steppe über. Von Jomosom aufwärts wird der Vegetationscharakter des gesamten oberen Kali Gandaki-Tales durch die alpine Steppe bestimmt, doch an begünstigten Standorten mögen auch jetzt noch kleinere Vorkommen des Wacholderwaldes auftreten; westlich Kagbeni ist die Untergrenze dieser Bestände mit 3360 m beobachtet worden, die Obergrenze bei 3760 m (westlich Kho sogar in 4000 m KAWAKITA 1956, 42). TILMAN 1951, II; 1952, 191 erwähnt Vorkommen von ‚pines and juniper‘ in N-Exposition in 3900 m bei Muktinath. Gelegentlich ist auch in größeren Höhen Birkenwald, *Betula utilis*, als subalpine Waldstufe entwickelt, so im Aufstieg zum Thijela (westlich des Tales) und oberhalb des Tempels von Muktinath in 3620 m (KAWAKITA 1956, 42; darüber zieht sich die feuchte alpine Stufe zum Nisango La, 5150 m (Muktinath Himal), hinauf. Auf der rechten Seite des Kali Gandaki-Tales ist die feuchte alpine Stufe ebenfalls von 4000 m an bis zum Thijela, 5200 m, festgestellt worden KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

Vom oberen Kali Gandaki-Tal*) spricht TILMAN 1951, II allgemein als von einer Landschaft „baumloser Aridität“. Die Gegend macht auch tatsächlich einen wüstenhaften Eindruck (TILMAN 1952, Abb. Tafel 23; STEINMETZ 1956, Abb. 62 u.a., 1957, Abb. 29, 30); TILMAN schreibt (1952, 188, 191), unterhalb 4200 m, der Zone der Nebel, „höre die Vegetation praktisch auf“. Die neueren Berichte geben uns nun jedoch ein Bild der Vegetation auch dieser Gegend.

Die meisten Gewächse hier sind mit Dornen oder dornähnlichen Fortsätzen bewaffnet, z. B.:

Caragana brevispina, *Lonicera rupicola*, *Lonicera minutifolia*, *Berberis angulosa*, *Spiraea arcuata*, *Spiraea bella*, *Ribes orientalis*, *Artemisia sacrorum* etc.

Manche Species zeigen Tendenz zur Bestandbildung, so *Caragana Gerardiana*, *Sophora Moorcroftiana* var. *nepalensis*, *Lonicera*, *Berberis* und *Artemisia* — aber alle diese Pflanzen nehmen nie größere Flächen ein, sie sind linear oder fleckenhaft verbreitet, wahrscheinlich je nach dem, wie edaphische Bedingungen ihr Fortkommen gestatten KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956; vgl. auch STEINMETZ 1957, 134—135, 153—154.

Den kurzen Angaben über den Landschaftscharakter bei TICHY 1954, 79, 83, 97, 111 und STEINMETZ 1956; 1957; die am weitesten im oberen Kali Gandaki-Tal (Mustanghot) nach N — bis zur Grenze nach Tibet — vordringen, ist zu entnehmen, daß der Vegetationscharakter bis dorthin keine Änderung erfährt, wenn auch STEINMETZ 1957, 144 von einer etwas reicheren alpinen Vegetation auf dem Grenzkamm nach Tibet hin berichtet. Ganz allgemein ist die Feuchtigkeit in größeren Höhen auch hier über den trockeneren unteren Talbereichen größer — so berichten schon TILMAN 1952, 188, 191 und KAWAKITA 1956, 42; wir finden diese Beobachtung bestätigt durch STEINMETZ, der den Damodar-Himal, einen SW-NE verlaufenden Gebirgszug, der das obere Kali-Tal nordöstlich Muktinath begrenzt, besucht hat. Die Üppigkeit der Vegetation der alpinen Stufe auf den Höhen des Damodar-Himal war gerade im Gegensatz zu den tiefer gelegenen trockenen Bereichen des oberen Kali-Tales auffallend; wir gehen sicher nicht fehl, in ihr eine Folge des während der Monsunzeit in diesen Höhen ständig vorhandenen Wolkengürtels zu sehen STEINMETZ 1956, 74; 1957, 154—155.

Von besonderem Interesse sind für uns im Tal der Kali Gandaki die verschiedenen Nadelwald-Typen: wir haben einen sehr feuchten Typ kennengelernt, in dem *Tsuga dumosa*, die weiter im E mit *Abies* sp. den feuchten Koniferenwald des östlichen Himalaya beherrscht, eine wichtige Rolle spielt; wir sahen, daß dieser feuchte Typ in einen mäßig-feuchten Nadelwald übergeht, der uns an die gemischten Nadelwälder des inneren Himalaya erinnert, schließlich erlebten wir das Ausklingen der Wälder mit einem Steppenwald gegen die alpine Steppe des tibetischen Hochlandes hin.

*) STEINMETZ 1957, 134 weist darauf hin, daß die Quelle der Kali bei Muktinath läge, somit die Bezeichnung Mustangkhola der allgemein üblichen „oberen Kali Gandaki-Tal“ vorzuziehen sei; ich folge hier jedoch (mit TILMAN, TICHY, NAKAO, KAWAKITA) der bisher gebräuchlichen Benennung.

Zwischen dem Tal der Kali Gandaki und dem Modi Khola verläuft nach SW ein Sporn des Annapurna-Massivs, der in den Höhen über 2000 m von einem dichten, feuchten Wald bedeckt ist. Bei Deorali Bhanjyang treffen wir hier zum ersten Male auf unserem Wege von W nach E am Himalaya entlang auf *Magnolia Campbelli*, einen wichtigen Charakterbaum des Nebelwaldes des östlichen Himalaya. Daneben sind immergrüne Eichen verbreitet: *Quercus lamellosa* (bei Deorali Bhanjyang in 2760 m), *Qu. glauca*, *Qu. glauca* var. *Nakaoi*, *Qu. lanuginosa*, *Qu. acutissima*, aber auch *Qu. dilatata*, *Qu. semecarpifolia*; die letztere nimmt eine besondere Stellung ein, da sie von 2000—3800 m, häufig in reinen Beständen, vorkommt. Bei Deorali Bhanjyang wurde auch der Übergang von *Quercus lamellosa*-Wäldern zu reinen Beständen von *Rhododendron arboreum* festgestellt; zwischen den *Rhododendron* sp. findet sich *Magnolia Campbelli*, weniger auffällig durch die Menge der einzelnen Exemplare als gerade während der Blütezeit durch den reizvollen Gegensatz der weißen Magnolienblüten zu den roten Farbtönen der Rhododendren. Diese Verhältnisse sind bereits ganz typisch für die Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder des östlichen Himalaya KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956; WILLIAMS 1954.

Oberhalb des Deorali-Passes, 2760 m, konnten in 2900 m schon Koniferen beobachtet werden — die baumförmigen *Rhododendron* sp., zu denen sich *Tsuga dumosa* gesellt, leiten zur nächsten Höhenstufe, der Nadelwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder über, in der *Tsuga* und *Abies* herrschen, wo diese Stufe wirklich gut ausgebildet ist: dies ist aber an der S-Flanke der Annapurna noch nicht der Fall, die Koniferenwälder sind hier nur unzusammenhängend entwickelt, zeigen aber doch schon die führenden Species WILLIAMS 1954; KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

Das erste Auftreten des Nebelwaldes an der S-Flanke der Annapurna wird erklärlich durch die Berichte über die sehr hohen Niederschläge, die hier fallen. Die Wälder am Deorali-Paß sind dicht in Moos gehüllt WILLIAMS 1954; NAKAO 1955; KAWAKITA 1954, 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956; STEINMETZ 1957, 191 ff.

Auch aus dem Gebiet des Seti Khola oberhalb Pokhara liegen Angaben über das Vorkommen von *Magnolia* und *Rhododendron* vor (3000 m) GOODFELLOW 1954, 81; STEINMETZ 1957, 191, 193, 194, 197, 198 (oberhalb Siklis).

Der oberste Waldgürtel auf der S-Abdachung des Annapurna Himal ist der Birkenwald zwischen 3300—3600 m mit Unterwuchs von *Rhododendron campanulatum*. Darüber schließt sich die feuchte alpine Stufe an (alpine Matte im oberen Seti Khola-Gebiet und auf den Höhen zwischen Modi und Seti Khola) WILLIAMS 1954; GOODFELLOW 1954, 81.

Im Tal des Marsyandi hatten wir bis oberhalb Thonje den immergrünen Bergwald verfolgt. Darüber sind auch hier Höhenwälder entwickelt, deren Laubwaldstufe durch das dominierende Auftreten von *Quercus glauca* var. *Nakaoi* (um 2300 m) eine besondere Note erhält. *Litsea* sp. und *Ilex dipyrena* müssen als Begleiter erwähnt werden. Die große Verbreitung, die *Pinus excelsa* in dieser Höhenstufe auf steilen Hanglagen

hier findet und die oft zu beobachtenden Brände lassen auf Zusammenhänge schließen, die zwischen der Beeinflussung durch den Menschen und der Ausbreitung der Kiefer bestehen mögen. Im Tal des Marsyandi selbst reicht der feuchte Laubhöhenwald aufwärts bis unterhalb Timang, 2500 m.

Feuchte Koniferenhöhenwälder mit *Tsuga dumosa*, *Abies spectabilis*, *Taxus Wallichiana*, *Picea Smithiana*, *Pinus excelsa* lösen die Laubwaldstufe in der Höhe ab; neben den genannten Nadelhölzern sind hier vor allem Ahorne verbreitet: *Acer caudatum*, *A. Campbellei*, *A. cappadocicum*, *A. villosum*, *A. pectinatum*, *A. acuminatum*, aber auch *Prunus nepalensis*, *Jasminum humile*, *Syringa Emodi*, *Pieris* (syn. *Lyonia*) *ovalifolia*, die einen dichten Unterwuchs bilden; *Rhododendron* tritt in den unteren Lagen zurück, um weiter oben mit *Abies* sp. zusammen sich wieder kräftig auszubreiten NAKAO 1955. Die Koniferen bevorzugen die exponierteren Standorte, die Laubbäume Schluchten und Depressionen. Im Tal des Marsyandi steigt der feuchte Nadelhöhenwald aufwärts bis oberhalb Chame (‘Pisang gateway’ KAWAKITA 1956). Die subalpine Waldstufe schließt mit *Betula utilis* und einem Unterwuchs von *Rhododendron campanulatum* die vertikale Folge der Wälder in der Höhe ab KAWAKITA 1956.

Interessant sind gewisse Unterschiede im Verhältnis der Laub- und Nadelwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder zueinander beim Übergang von der reinen S-Exposition der S-Flanke der Annapurna nach dem Inneren des Gebirges zu — bis zur reinen N-Exposition; auf der S-Flanke des Annapurna Himal ist die Nadelwaldstufe zwar zwischen 3300—3600 m mit allen typischen Species vertreten, aber der Nadelwald ist doch nur dürrtig ausgebildet und kaum als zusammenhängender Gürtel vorhanden. Dagegen ist die Laubwaldstufe breit entwickelt. Im Übergang zur N-Abdachung kehrt sich das Verhältnis um, die Laubwaldstufe tritt bald ganz zurück, und dafür ist der feuchte Nadelwald schließlich allein herrschend WILLIAMS 1954; NAKAO 1955; KAWAKITA 1956. Ähnliche Beobachtungen können überall beim Übergang vom „äußeren“ zum „inneren“ Himalaya angestellt werden.

Thonje wird als der Ort bezeichnet, wo im Tal des Marsyandi ein deutlicher Wechsel von Vegetation und Landschaft auffällt LLOYD 1950; TILMAN 1951, II; TICHY 1954, 52; PACKARD 1956, 212; STEINMETZ 1957, 45, 85; das trifft insofern zu, als die tropische Vegetationsfülle hier ihr Ende findet. Folgen wir dem Tal des Marsyandi weiter aufwärts, scheint die Schlucht unterhalb Pisang (‘Pisang gateway’ KAWAKITA 1956) von nicht minder großem Einfluß auf den Landschaftscharakter zu sein: oberhalb der Schlucht von Pisang ist die Luft merklich trockener — aber erst die Topographie des Tales, das durch seinen W-E-Verlauf klar eine S- und eine N-exponierte Hangseite bietet, läßt die Trockenheit voll zur Auswirkung kommen.

Im oberen Marsyandi-Tal (Jargeng Khola) — oberhalb der Pisang-Schlucht — befinden wir uns ganz im Bereich der Nadelwälder. In N-Exposition (N-Hang des Annapurna Himal) geht der feuchte Koniferenwald allmählich in einen mäßig-feuchten Nadelwald über, der an die gemischten Nadelwälder des W-Himalaya erinnert; *Abies*, zunächst noch in den höheren Lagen verbreitet, bleibt nach dem Inneren des Gebirges zu immer mehr zurück, im gleichen Maße nimmt die Verbreitung von *Pinus excelsa* zu, die hier bis 4000 m aufsteigt. *Betula utilis* bildet mit klarer Grenze die subalpine Waldstufe — begleitet von *Rhododendron* sp.,

Juniperus und *Salix*; die Birke erreicht 4200 m NAKAO 1955; KAWAKITA 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

Ganz anders die gegenüberliegende S-exponierte Seite (S-Hang des Chulu); Unmittelbar oberhalb der Schlucht von Pisang wird *Abies* nicht mehr angetroffen, *Pinus excelsa* bildet vorübergehend einen mäßigfeuchten Nadelwald, gibt aber bald die Führung an *Juniperus Wallichiana* ab; dieser Baumwacholder setzt in der Talsohle unmittelbar oberhalb der Schlucht von Pisang ein und bestimmt bald allein mit einem lichten Steppenwald den Vegetationscharakter des S-exponierten Hanges. Sonne durchflutet den offenen Bestand, dessen Bodenvegetation schon zahlreiche Vertreter der alpinen Steppe einschließt, die besonders dort, wo die Wacholderbäume fehlen, das Vegetationsbild beherrschen. Wir finden *Juniperus communis* als Gebüsch, *Caragana* sp., *Rosa sericea*, *Myricaria germanica*, ferner *Stipa*, *Hordeum*, *Chrysanthemum*, *Androsace villosa*, *Leontopodium Stracheyi* u. a. Dieser Steppenwald reicht bis zum Ort Manangbhot, also etwa von 3000—3800 m, in welcher Höhe der Wald von der alpinen Stufe des Muktinath Himal abgelöst wird. Auch auf dem S-exponierten Hang bildet *Betula utilis* die subalpine Waldstufe und steigt hier sogar bis 4500 m auf, rund 300 m höher als auf der gegenüberliegenden N-Flanke des Annapurna Himal, bildet aber keinen so klar durchgehenden Gürtel. Die alpine Stufe oberhalb Manangbhot zum Nisango La hin weist durch das Vorkommen von *Caragana* sp. u. a. in 4000 m Höhe Anklänge an die alpine Steppe auf, scheint aber im ganzen mehr feucht-alpinen Charakters zu sein.

Wo am N-Hang des Annapurna Himal *Abies spectabilis* noch vorhanden ist, tritt sie in den unteren Lagen der subalpinen Waldstufe mit der Birke zusammen auf, und ihr dunkles Grün steht im lebhaften Kontrast zum lichten Grün der Birken. *Rhododendron barbatum* erscheint als Baum von mehreren Metern Höhe, während *Rhododendron campanulatum* und *Rh. Wightii* regelmäßig als Unterwuchs im subalpinen Wald zu finden sind; häufig sind ferner *Prunus Imanishii*, *Pr. himalaica*, *Sorbus foliolosa*, *Viburnum cotinifolium*, *Spiraea hypericifolia*. Auf Lichtungen des subalpinen Waldes stellen sich *Rosa macrophylla*, *Berberis aristata*, *Rhododendron campanulatum*, *Cotoneaster rotundifolia* ein NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; NEPAL HIMALAYA 1955.

Die alpine Stufe ist im Annapurna-Gebiet üppig entwickelt, unterliegt aber in der Zusammensetzung sehr lokalen Verhältnissen. Im allgemeinen ist die Folge so: zwischen 3900—4200 m Gebüsch von *Rhododendron setosum*, *Rh. anthopogon* und *Juniperus squamata*; *Juniperus* zieht trockenere sonnige Standorte vor, *Rhododendron* humusreichen, gut entwässerten, aber doch feuchten Boden. Dann bestimmen Kräuter die Vegetation — mehr als Gräser und Seggen. Bei 4500—4600 m hört die zusammenhängende Pflanzendecke auf, bei 5000 m ist alles kahl — außer Felsen mit S-Exposition, die lokal günstigere klimatische Verhältnisse gewähren. Ein Moos- und Flechtengürtel fehlt. Die Schneegrenze liegt bei 5000-5200 m (IMANISHI 1954 für Marsyandi-Tal 5500 m, Waldgrenze 4500 m; STEINMETZ 1957, 87: Schneegrenze in S-Exposition am Pisang Peak: 5500 m).

Am N-Hang der Annapurna dominieren zwischen 4000—4500 m Gräser in der alpinen Stufe, in Sonderheit beherrscht *Helictotrichon* sp. die Vegetation; diese Species wird kaum kniehoch und setzt unmittelbar über dem Birkenwald ein, in dessen Unterwuchs hier *Caragana Gerardiana* verbreitet ist; NAKAO 1955 folgert, diese Vegetationsabstufung sei ein Hinweis darauf, daß die alpinen Grasfluren eine obere Stufe der alpinen Steppen seien, also: lichter Kiefern- und *Juniperus*-Wald, darüber schütterer Birkenwald mit *Caragana*-Unterwuchs, dann alpine Grasflur mit *Helictotrichon* sp. Diese Ausbildung der alpinen Stufe wird ausdrücklich als Besonderheit der N-Flanke des Annapurna vermerkt NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; NEPAL HIMALAYA 1955.

Das obere Marsyandi-Tal (Jargeng Khola-Tal) repräsentiert somit in diesem Teil des Gebirges den mäßig-feuchten „inneren Himalaya“. Der Einfluß des Monsun ist durch die Wirkung des Annapurna-Massivs geschwächt; die stets in 4200 m an den Hängen des Marsyandi-Tales vorhandene Wolkenbank (TILMAN 1952, 136) kommt der Vegetation der alpinen Stufe zugute. TILMAN 1951, II; 1952, 135, 137, 147; TICHY 1954, 52; NAKAO 1955; KAWAKITA 1954, 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956; STEINMETZ 1957, 46—48, 119.

Im Naur Khola-Tal, einem linken Nebenfluß des Marsyandi, ist zunächst der feuchte Nadelwald vorhanden, aber wir wissen nicht, wie weit er hier im Tal aufsteigt. Das obere Naur Khola-Gebiet hat jedenfalls „tibetischen Charakter“, die Höhen um den T a p c h e L a, 4500 m, tragen jedoch eine feuchte alpine Vegetation TILMAN 1951, II; 1952, Tafel 22 a (Abb. Phugaon); STEINMETZ 1957, 108—109.

Bei Thonje mündet von NE der D u d h K h o l a, wir finden hier zunächst die Verhältnisse des Haupttales wieder. Der immergrüne Bergwald wird durch Laubhöhenwälder mit *Quercus glauca* var. *Nakaoi* (besonders in 2150 m verbreitet) abgelöst, *Betula cylindrostachys* fällt am Fluß auf. In S-Exposition breiten sich auch im Dudh Khola-Tal *Pinus excelsa*-Bestände aus, auch hier wahrscheinlich in ihrer Ausdehnung vom Menschen abhängig (Waldbrände wurden häufig beobachtet KAWAKITA 1956, 47). In N-Exposition, bei T i l c h e, künden *Abies spectabilis*, *Tsuga dumosa*, *Picea Smithiana*, *Taxus* den Übergang zu den feuchten Koniferenwäldern an, die ab K a r c h e, 2800 m, den Vegetationscharakter des Tales bestimmen. Zwischen den Koniferen finden sich verschiedene *Acer* sp., *Prunus nepalensis*, *Ribes acuminatum* etc. Zwischen Hangbu und B i m t a k o t h i endlich sind *Abies spectabilis* und *Betula utilis* bemerkenswert, die subalpine Waldstufe wird aber hier im sehr feuchten Dudh Khola-Tal von baumförmigen *Rhododendron* sp. getragen, auch *Juniperus* ist häufig. Die alpine Stufe am Wege zum Larkya La, 5200 m, zeichnet sich durch besonderen Reichtum alpiner Species aus. TILMAN 1952, 133; NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; 1956, 46—48; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

Ich habe versucht, die Vegetationsverhältnisse am und um den A n n a - p u r n a H i m a l in einem P r o f i l (V) zusammenzufassen. Der sehr steile S-Hang der Annapurna trägt die feuchte Vegetationsabstufung vom tropischen Fallaubwald der Täler über den immergrünen Bergwald, den Höhen- und Nebelwald mit Laub- und Nadelwaldstufe, den subalpinen Birkenwald zur feuchten alpinen Stufe; diese Folge entspricht den Verhältnissen im östlichen Himalaya; im oberen Tal des Marsyandi (Jargeng

Khola, Manangbhot) zwischen Annapurna und Chulu finden sich Nadelwälder, unterschiedlich durch die Wirkung der Exposition: in N-Exposition mäßig-feuchter Nadelwald, in S-Exposition trockener Nadelwald (Steppenwald); das Tal des Naur Khola zwischen Chulu und dem Gebirgszug, der die Grenze nach Tibet trägt, ist in seinen oberen Teilen bereits vom tibetischen Landschaftscharakter geprägt.

So sehen wir, daß auch in Zentral-Nepal, wo die S-Flanke des Gebirges bereits die Vegetationsfolge des östlichen Himalaya trägt, die inneren Täler abweichende Verhältnisse aufweisen; noch zeigen die inneren Täler stärkere Beziehungen zum westlichen Himalaya, während nach wie vor die alpine Steppe des tibetischen Hochlandes von N her ihren Einfluß auf das Vegetationsbild geltend macht.

Auch in diesem zentralen Teil des Himalaya ist — wenn auch auf engem Raum — die nordsüdliche Dreiteilung des Gebirges in feuchten „äußeren Himalaya“, mäßig-feuchten „inneren“ und trockenen „tibetischen Himalaya“ deutlich.

Über die Vegetationsverhältnisse im Tal der Buri Gandaki geben uns die Berichte der japanischen Expeditionen ebenfalls erste Aufklärung. Bis Majhgaon reicht der *Shorea robusta*-Wald, der vom immergrünen Bergwald abgelöst wird. Weit steigt dieser im Tal in das Innere des Gebirges hinauf und wird noch bis oberhalb Lana, 2100 m, angegeben. Doch hier liegen wieder ganz andere Verhältnisse vor als in den bisher besprochenen Tälern, und es zeigt sich einmal mehr, wie wenig eine schematische Bearbeitung den Tatsachen gerecht zu werden imstande wäre. Nur die sorgfältige regionale Analyse kann uns wirklich weiterhelfen.

Auf der Talstrecke Majhgaon - Halchok sind auf der linken Seite des Tales die wichtigsten Vertreter des immergrünen Bergwaldes — *Schima*, *Castanopsis*, *Musa* — zu finden, darüber breitet sich zwischen Kasigaon und Halchok ein feuchter Laubhöhenwald aus, dessen Charakter in 2300 m durch *Quercus lanuginosa*, *Qu. lamellosa*, *Qu. semecarpifolia*, *Qu. glauca*, *Michelia*, *Litsaea lanuginosa*, *Carpinus viminea*, *Betula cylindrostachys*, *Cinnamomum* u. v. a. bestimmt wird. Bei Philem, in 1700 m Höhe, tief im Inneren des Gebirges, wurden noch *Musa*, *Schima*, *Bombax*, *Euphorbia* angetroffen. Lokwa, das am Zusammenfluß der beiden Quellflüsse der Buri Gandaki liegt, ist durch üppige Laubwälder mit *Quercus glauca* var. *Nakaoi*, *Eurya*, *Betula cylindrostachys*, *Rhododendron arborescens*, *Alnus nepalensis*, *Litsaea*, *Pieris ovalifolia*, in größerer Höhe durch *Quercus dilatata* und verschiedene immergrüne *Acer* sp. ausgezeichnet.

Auf dieser Talstrecke muß auch noch das Auftreten von *Pinus Roxburghii* als Besonderheit vermerkt werden. Oberhalb Setibas erscheint die Kiefer über dem immergrünen Bergwald und zieht sich talauf am Hang entlang. In der Vertikalen tritt bei 2100 m ein scharfer Wechsel ein, und *Pinus excelsa* (syn. *P. Griffithii*) bestimmt die Kiefernwälder der höheren Lagen, so daß wir hier reine Kiefernwälder vor uns haben, gliedert nach zwei Höhenstufen. Diese Kiefernwälder finden sich stets an steilen Hängen, die nur unzureichende Ansammlungen guten Bodens gestatten. Den Unterwuchs der *Pinus excelsa*-Bestände bilden Gräser und

Seggen (*Chrysopogon Gryllus* und *Carex* sp.). NAKAO 1955, 289 hält diesen Kiefernwald — sowohl den von *Pinus Roxburghii* wie auch den von *Pinus excelsa* — für eine edaphische Klimax. Im Bereich der Buri-Gandaki ist der reine Kiefernwald an den E-Hängen des Himal Chuli bis Lana bekannt, auf der gegenüberliegenden Talseite an den Hängen des Sringi Himal und Ganesh Himal oberhalb Aga und Philem NAKAO 1955; KAWAKITA 1956; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

Folgen wir zunächst dem westlichen Quelltal der Buri Gandaki, das tief eingeschnitten mit steilen Hängen uns weit in das Innere des Gebirges hinein vordringen läßt. Oberhalb Lana sind die steilen Hänge wieder von *Pinus excelsa*-Beständen und Grasflächen bedeckt, aber das Vorhandensein von *Quercus semecarpifolia* erinnert an die Laubhöhenwälder, die wir hier eigentlich erwartet hätten, darüber — ab 3000 m — bestimmen *Tsuga dumosa* und *Abies spectabilis* die feuchte Koniferenstufe; *Betula utilis* tritt bemerkenswert zurück. Im Tal aufwärts, bis 2500—2600 m (Barchan - Lih Dhanra), ist ein üppiger feuchter Laubwald verbreitet, der dann auch im Tal wieder von Koniferen — *Tsuga dumosa*, *Picea Smithiana*, *Taxus Wallichiana*, bei Lho (2900 m) auch *Abies spectabilis* — abgelöst wird. Oberhalb Lho verläuft das Tal wieder klar in W-E-Richtung, und sofort fallen uns hier wieder Expositionsunterschiede auf: in der feuchten Koniferenstufe der N-exponierten Hanglagen erscheint erstmalig auf unserem Gang durch den Himalaya *Larix Griffithii*! Hier haben wir die westliche Verbreitungsgrenze dieser Species erreicht. Wir werden später sehen, daß *Larix Griffithii* der Charakterbaum der Koniferenwälder der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya ist, ihr Erscheinen zeigt uns den allmählichen Übergang zu weniger feuchten Verhältnissen in der Koniferenstufe an. Mit *Larix* zusammen finden wir zunächst noch *Picea Smithiana*, *Tsuga dumosa*, *Taxus Wallichiana*, *Pinus excelsa*, *Abies spectabilis* und auch *Juniperus Wallichiana* verbreitet. Die subalpine Waldstufe wird von *Betula utilis* getragen KAWAKITA 1956, 48—50; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

Die ebenfalls sehr steilen Hänge der S-exponierten Talseite sind — wenigstens in den unteren Bereichen — mit *Pinus excelsa*-Wäldern bedeckt — „it is unknown whether it is a natural forest or not“ KAWAKITA 1956, 49.

In der Umgebung von Sama bestimmen *Larix Griffithii* und *Juniperus Wallichiana* den Charakter der Wälder, es ist hier zum ersten Mal, daß wir einen mäßig-feuchten Nadelwald antreffen, in dem *Larix Griffithii* einen wichtigen Bestandteil bildet; damit haben sich auch in den mäßig-feuchten Nadelwäldern des inneren Himalaya die floristischen Einflüsse des Ostens durchgesetzt. Soweit uns bisher bekannt, sind um Sama die am weitesten nach W vorgeschobenen Standorte der Lärche, die hier überdies die sonnigen S-Expositionen bevorzugt. Im Aufstieg zum Larkya La, 5200 m, bildet *Betula utilis* mit *Juniperus*-Krummholz im Unterwuchs die subalpine Waldstufe, bis bei 3930 m die Waldgrenze von der Birke erreicht wird. Die alpine Stufe ist üppig mit Gebüsch, Kräutern und Grasmatten entwickelt NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; 1956; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

Bei Aga mündet von NE das Shiar Khola-Tal in das Tal der Buri Gandaki ein. In den unteren Bereichen ist auch in diesem Nebental die Vegetation stark vom Menschen beeinflusst. Bis 3300 m überziehen Kiefernwälder — wie im Buri Gandaki-Haupttal — die steilen Hänge: „it is difficult to judge, whether they are virgin forests or not“ KAWAKITA 1956, 50. An sich aber müssen in dieser Höhenstufe und unter den hier vorwaltenden klimatischen Bedingungen feuchte Höhenwälder erwartet werden. Das Vorkommen von *Quercus dilatata* bei Thomje in 2550 m deutet ohne Zweifel auf sehr feuchte Verhältnisse hin, auch *Quercus semecarpifolia* ist verbreitet und steigt lokal sogar bis 3500 m auf, *Rhododendron arboreum* bildet dichten Unterwuchs in diesen feuchten Laubwäldern. Ab 3000 m bestimmen *Tsuga sp.* und *Abies spectabilis* den Charakter der Höhenwälder, und von 3500 m ab können wir auch wieder die subalpine Waldstufe mit *Betula utilis*, *Rhododendron* und darüber alpine Matten verzeichnen.^{*)} Oberhalb Chhokang, 3150 m, erwartet uns dann als neue große Überraschung im oberen Shiar Khola-Tal ein richtiger Lärchenwald — reine Bestände von *Larix Griffithii*, in denen nur hier und da auch *Rhododendron barbatum* (baumförmig) einige Standorte hat. *Rhododendron barbatum* und *Betula utilis*, gelegentlich auch die Lärche selbst, bilden hier die Waldgrenze (3800 m), der subalpine Wald wird vorwiegend von *Rhododendron barbatum* gebildet. Darüber breitet sich die feuchte alpine Stufe bis zum Thaple La (4900 m), Mura Dajen La (4850 m) und zum Torogompa-Gletscher (Ganesh Himal) hin aus NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; 1956, 50-51; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956; MURAKI 1955, 141.

Nun bleibt uns noch, das Tal der Trisuli Gandaki zu besprechen, bevor wir Zentral-Nepal verlassen werden.

Bei Nawakot (Niakot) war Salwald an den Hängen des Trisulitales festgestellt worden mit

Shorea robusta, *Bombax malabaricum*, *Dillenia pentagyna*, *Sarauja nepaulensis*, *Anogeissus latifolia*, *Lagerströmia parviflora*, *Duabanga sonneratioides*, *Crotalaria prostrata*, *Zizyphus jujuba*, *Nyctanthes arbor tristis*, *Adhatoda vasica*, *Dalbergia Sissoo* usw.

und oberhalb Thansing der Übergang des Fallaubwaldes in den immergrünen Bergwald mit *Castanopsis indica*. *Euphorbia nerifolia*, *Zizyphus nummularia*, *Rubus ellipticus*, *Calotropis procera*, *Cassia fistula* u. a. finden auf den trockenen Konglomeratklippen über der Trisuli geeignete Standorte BURKILL 1910. Auch im Tadi Khola ist Fallaubwald mit *Shorea robusta* und darüber dann immergrüner Bergwald mit *Schima* — mindestens bis 1800 m — beobachtet worden KAWAKITA 1956, 39. Der Kakan Hill (2285 m), der das Becken von Kathmandu im N begrenzt, trägt auf der Höhe einen üppigen Laubwald mit immergrünen Eichen: *Quercus semecarpifolia*, *Qu. glauca*, *Qu. lanuginosa*, aber auch *Rhododendron arboreum*, *Castanopsis tribuloides*, *Eriobotrya elliptica*, *Myricaria esculenta*, *Eurya acuminata*, *Camellia Kissi*, *Maesa* etc. KAWAKITA 1956, 39.

^{*)} Vgl. GARDNER 1954, 38—39 (Tola Gompa, Torogompa), der u. a. besonders auf die „Primelwiesen“ mit *Primula Stewartii* aufmerksam macht.

Beginnen wir nun von Nawakot aus im Tal der Trisuli aufwärts zu wandern, so begegnet uns bald *Pinus Roxburghii*, die bei Thare aus der Talsohle bis zu 1500 m aufsteigt, bei Dunche bis 1800 m; die feuchteren Seitentäler beherbergen dagegen *Rhododendron arboreum*, *Pieris*, *Alnus* und andere Laubbäume. Hoch über der Mündung des Langthang Khola in die Trisuli steht *Pinus Roxburghii* auf trockenen, steilen Felshängen bis 2100 m Höhe; im Trisuli-Tal reicht sie über Birdim und Temure bis Rasua Garhi aufwärts und steigt dann auch noch in das Lende Khola-Tal hinein TILMAN 1952, 52; POLUNIN 1954 I, II.

Oberhalb der *Pinus Roxburghii*-Stufe liegt im Trisuli-Tal im allgemeinen Kulturland und zwar zwischen 1800—2400 m; auf der linken Seite des Tales (Gosainkund Lekh) tritt dann ein Eichen-Koniferen-Mischwald auf mit immergrünen Eichen, *Rhododendron arboreum* in den feuchteren Lagen und *Abies Webbiana* in der Höhe, der uns in den Berichten wieder mehr an die Wälder entsprechender Höhenstufe im westlichen Himalaya erinnert; die trockenen Hanglagen sind grasbewachsen und mit *Pinus excelsa* bestanden; hier löst *Pinus excelsa* gerade im sehr steilen Gelände, wo an Kulturen nicht zu denken ist, *Pinus Roxburghii* in der Höhe ab, was uns lebhaft an die Verhältnisse im Buri Gandaki-System erinnert. *Betula utilis* und *Rhododendron campanulatum* im Unterwuchs bilden die subalpine Waldstufe am Gosainkund Lekh und leiten zur feuchten alpinen Stufe über. Diese vertikale Gliederung ist ebenso von der Mündung des Langthang Khola und von Rasua Garhi (Weg nach Lirung) bekannt POLUNIN 1950, II; 1952, 244; 195, II.

Manches ließe darauf schließen, daß auch das Trisuli-Tal ein Trockental wie das der Karnali ist, aber die ausgesprochene Trockenvegetation scheint — ähnlich wie im Tal der Ganga z. B. — auf kleinere Vorkommen beschränkt zu sein. Der Wind, der tagsüber das Tal aufwärts streicht, hat offenbar auch viel mehr nur den Charakter einer warmen Brise; ein schmales Band blauen Himmels wird über der Schlucht freigehalten, während zu beiden Seiten an den Hängen dicke Wolkenbänke lagern; das Trisuli-Tal ist — nach den Angaben POLUNIN's 1954, II — nicht mit den Trockentälern (Karnali-Tal) gleichzusetzen; dennoch zeigt es Erscheinungen, die wir auch in den Trockentälern beobachten, nur scheint das Trisuli-Tal ganz einfach „zu klein“ zu sein, um die Phänomene, die die Trockentäler charakterisieren, in genügender Stärke entwickeln zu können. Ich will vorläufig auf das Problem der Trockentäler nicht weiter eingehen, bis wir weitere Beobachtungen dazu gesammelt haben. Zweifellos aber hilft der milde, tagsüber talaufwärts gerichtete Luftstrom der Verbreitung der Vegetation der tieferen Lagen soweit in das Gebirge hinein TILMAN 1951, II; POLUNIN 1952, 244; 1954, II.

Bei Rasua Garhi mündet — von NE kommend — das Tal des Lende Khola; in 2200 m wird hier *Pinus Roxburghii* von *Pinus excelsa* abgelöst, die dann bis 2700 m aufsteigt. In der Talsohle fand POLUNIN *Juglans* und *Populus* verbreitet POLUNIN 1954, I, II.

Folgen wir dem Haupttal aufwärts, so erreichen wir in 2774 m Höhe Kyerong; die Umgebung dieses Ortes ist durch wunderbare Wälder mit *Quercus*, *Rhododendron*, *Pinus* etc. ausgezeichnet; die Vegetation wird „tropisch“ und „wie in Sikkim“ genannt AUFSCHNAITER 1947; HARRER 1952, 1954. Ich sehe in diesen Wäldern die Laubwaldstufe der Nebelwälder des Osthimalaya. Nur AUFSCHNAITER

1947 und HARRER 1952, 1954 haben bisher über Kyerong berichtet; beide lernten den Ort während ihres langjährigen Aufenthaltes in Tibet kennen, beide kamen vom tibetischen Hochland und waren überrascht von der Üppigkeit der Vegetation, die ihnen hier — völlig unerwartet — begegnete. Auf unserem Wege nach E erleben wir hier zum ersten Male, daß die Entwicklung feuchter und sehr feuchter Waldtypen auch jenseits der Hauptkette möglich wird.

Als rechter Nebenfluß der Trisuli kommt der Chilime vom Ganes Himal herab. Oberhalb Thanget ist man plötzlich in einer „Welt von Wolken und Regen!“ *Quercus sp.*, dazu *Rhododendron arboreum*, *Pieris*, *Acer*, *Alnus* und *Arundinaria* sind charakteristisch für die Wälder um 2500 m; darüber finden wir eine deutlich ausgebildete Nadelwaldstufe, in der zunächst *Tsuga dumosa* mit *Arundinaria* bestimmend ist, bei 2700 m stellt sich auch *Abies spectabilis* ein — *Tsuga* und *Abies*, dazu *Rhododendron barbatum* und darunter *Arundinaria*-Dickichte bilden dann zusammen die feuchte Nadelwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes des östlichen Himalaya. Darüber erscheinen *Betula utilis* und *Sorbus microphylla* mit *Rhododendron campanulatum* im Unterwuchs als subalpine Waldstufe (bis 3900 m, aber in geschützten Lagen auch einzelne Vorkommen bis 4500 m). *Juniperus* bildet zwischen 3900—4200 m dichtes Gebüsch. In der Höhe folgen alpine Matten (diese Angaben gelten für das Chilime-Tal und alle Seitentäler) LLOYD 1950; POLUNIN 1950, II; 1954, I; 1955.

Viel genauer sind wir über die Vegetationsverhältnisse im Langthang-Tal unterrichtet, das bei Syabrubensi in das Trisuli-Tal mündet. Hier werden wir manche Überraschung erleben, die uns andeuten mag, was wir auch in anderen Tälern, über die wir weniger gut unterrichtet sind, zu gewärtigen hätten. In der Umgebung von Syabrubensi in 1500 m kommt noch *Euphorbia* vor, auch *Ficus* und die Banane gedeiht hier noch. Frost kommt niemals so tief in das Tal herunter. *Pinus Roxburghii* ist der Charakterbaum der warmen und steilen Hänge. In den feuchteren Schluchten finden wir *Quercus semecarpifolia*, *Alnus*, *Cornus capitata*, *Gaultheria* u. a. Bei 2100 m tritt der Eichen-Koniferen-Mischwald die Herrschaft an; auf den warmen, sonnigen Hanglagen ist der Mischwald durch *Pinus excelsa* vertreten mit einem Unterwuchs von *Berberis*, *Desmodium*, *Indigofera*; die feuchten Lagen werden von *Quercus semecarpifolia* und *Rhododendron arboreum* bevorzugt; die höchsten Lagen des Mischwaldes nimmt *Abies Webbiana* ein; bei 3300 m beginnt die subalpine Birkenstufe: *Betula utilis* steigt mit *Rhododendron campanulatum* bis 4200 m auf und geht dann in *Rhododendron*-Gebüsch über. Die Vegetationsstufung des Trisuli-Tales setzt sich also in das Langthang-Tal hinein fort POLUNIN 1950, II; 1952, 244, 245, 249.

Blickt man von der rechten Talseite nach S, so sieht man Kette um Kette mit *Abies* gekrönt, deren Verbreitung auch besonders durch die N-Exposition gefördert wird; in S-Exposition ist *Pinus excelsa* dominant, wo nicht die Hänge überhaupt nur von Gras bewachsen sind POLUNIN 1952, 246—247.

Scharfer Vegetationswechsel ist hier durchaus verbreitet:

„I noticed on more than one occasion that the monsoon clouds would remain poised day after day in certain folds of the hills“ POLUNIN 1952, 247, und es wundert uns nicht, daß an solchen Standorten dann immergrüner Eichenwald mit *Abies Webbiana* angetroffen wird.

„Cloud movements appeared to be fairly regular and were often restricted to certain parts of a valley system, so that they undoubtedly exerted a profound influence on the extent of plant communities“ POLUNIN 1952, 247.

Etwa eine Meile oberhalb Syarpagaon wird erneut ein scharfer Wechsel in der Vegetation deutlich; der Langthang Khola verläßt hier (2800 m) die Schlucht, in der er weiter oberhalb bei 3000 m eintritt. Innerhalb von weniger als 100 m gelangt man von grasbewachsenen, kiefernbestandenen sonnigen Hängen in einen von Feuchtigkeit tiefenden Urwald, der die Schlucht erfüllt; hier stehen *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*), *Abies Webbiana*, *Quercus semecarpifolia*, *Rhododendron barbatum*, *Acer* usw. Dickichte von *Arundinaria* erscheinen dazwischen besonders an den steilen Schluchtwänden, Flechten hängen in langen Strähnen von den Ästen, die mit epiphytischen Farnen, Orchideen und dicken Moospolstern bedeckt sind. Wolkenfetzen ziehen durch die Schlucht aufwärts, und alles ist wie mit einem nassen Schleier überzogen POLUNIN 1950, I, II; 1952, 249; 1954, I; TILMAN 1952, 33.

Ganz plötzlich aber haben wir bei 3000 m den oberen Rand der Schlucht erreicht, noch begleiten uns einige kleinere *Quercus semecarpifolia*-Bestände, und da stehen wir bereits in einem breiten, U-förmigen Hochtal, dem Tal von Langthang. Wieder öffnet sich vor uns eine ganz andere Landschaft, wenn auch der Einfluß des Monsun noch durchaus spürbar ist POLUNIN 1950, I; 1954, I.

Um den Ort Langthang breiten sich Anbauflächen aus, auch blumenreiche Wiesen; ein Strauchwerk von

Rosa macrophylla, *R. sericea*, *Spiraea bella*, *Cotoneaster microphylla*, *Clematis*, *Rhododendron*, *Elaeagnus*, *Lonicera rupicola*, *Deutzia*, *Berberis*, *Ephedra* u. a. besitzt große Verbreitung und an den Wasserläufen, besonders am Langthang Khola, Gebüsch von *Salix* und *Hippophae* LLOYD 1950; POLUNIN 1950, I, II; TILMAN 1952, 35.

Dieses Buschwerk erinnert uns an die edaphisch begünstigten Standorte auf dem tibetischen Hochland — und an ähnliche Situationen in den inneren Tälern, z. B. des westlichen Zentral-Himalayas.

In der S-Exposition reicht der Anbau ziemlich hoch hinauf, und der untere Rand des subalpinen Birkenwaldes ist hier — soweit nicht doch noch *Abies spectabilis* und *Arundinaria* erscheinen — ebenfalls durch *Berberis*, *Rosa*, *Cotoneaster* und *Caragana* ausgezeichnet. *Betula utilis* bildet die oberste Waldstufe mit *Sorbus microphylla* und *Acer* und mit einem Unterwuchs von *Rhododendron* und *Arundinaria*, bis nur noch *Rhododendron*-Gebüsch zur alpinen Stufe überleitet POLUNIN 1954, I.

In der N-Exposition ist zunächst ein Tannenwald (*Abies Webbiana*) gegenüber dem Ort Langthang vorhanden, darüber erscheint die Birke in 3750 m in einem sehr geschlossenen Gürtel und reicht mit *Sorbus microphylla* und *Rhododendron campanulatum* bis 4200 m, gelegentlich bis

4400 m. Auch am G a n g j a L a, südöstlich Langthang, ist Birkenwald festgestellt worden POLUNIN 1952, 250, 254; 1954, I; TILMAN 1952, 35.

Über dem Birkenwald wird der Einfluß der edaphischen Faktoren immer größer. *Rhododendron*-Gebüsch konnte bis 4800 m beobachtet werden, aber bereits bei 3900 m erreichen *Rhododendron*, *Spiraea* und *Potentilla* nicht mehr als 30 cm Höhe! Zwischen dem Buschwerk liegen Grasflecken, in denen z. B. *Pedicularis*, *Polygonum*, *Meconopsis*, *Primula sikkimensis* auftreten — diese letztere besonders an Rinnsalen oder wo sonst der Boden feuchter ist. Bei 4200 m nehmen Schuttkegel und Moränen immer mehr Raum ein, doch wo noch Vegetation gedeiht, behauptet *Rhododendron* bis 4800 m die Vorherrschaft; darüber folgen offene Gesellschaften alpiner Species mit *Saussurea gossypiphora*, *Eriophyton Wallichii*, *Delphinium Brunonianum*, *Cassiope fastigiata*, *Codonopsis thalictrifolia* u. v. a., doch ab 5000 m ist kaum mehr Vegetation anzutreffen. Der höchste Standort wurde bei 5700 m gefunden.

Besondere Standortbedingungen in der alpinen Stufe bieten die Ablations-täler in der Nähe der Gletscher, in denen hier *Potentilla*, *Cremanthodium*, *Primula*, *Carex*, *Gentiana* usw. verbreitet sind POLUNIN 1950 I; 1952, 252, 255.

Mit der Besprechung des Trisuli-Systems beenden wir die Behandlung Zentral-Nepals. Wir haben reichlich Erfahrungen gesammelt, wie verschiedenartig die Verhältnisse in den inneren Gebirgstälern sind — wir haben in jedem Tal Überraschungen erlebt. Überall sind wir neuen Species begegnet, von deren Bedeutung als Leitpflanzen im einzelnen uns aber erst noch der weitere Gang durch das Gebirge überzeugen soll.

Wollen wir überhaupt eine Grenzlinie ziehen (!), von der ab der floristische Einfluß des Ostens deutlich wird, so müssen wir sie — so weit wir es heute beurteilen können — durch das Durchbruchstal der Kali Gandaki legen, doch wir dürfen nicht vergessen, daß die S-Abdachung des Dhaulagiri Himal im W vegetationskundlich noch völlig unbekannt ist; es war nicht möglich, irgendwelche Angaben zu erhalten (SCHATZ 1954, 70 gibt lediglich die Baumgrenze an der West-Wand des Dhaulagiri bei 3600 m an)*).

3. Ost-Nepal.

Wir wenden uns Ost-Nepal, dem Flußgebiet des Sapt Kosi zu, das im Westen vom Gosainkund und Gosainthan (Shisha Pangma), im Osten von der Singalila-Kette und dem Kangchendzönga begrenzt wird.

Auch über diesen östlichen Teil des Landes sind die Nachrichten, die die Vegetation betreffen, spärlich. Die besten und eingehendsten Beobachtungen hat HOOKER im östlichsten Nepal angestellt, als er während seiner Reisen in Sikkim einen Abstecher nach Nepal unternahm. Das Massiv des Everest ist Ziel zahlreicher Expeditionen ge-

*) Lit.: Zentral-Nepal.

KIRKPATRICK 1811; HAMILTON 1819; DON 1825; WALLICH 1826; HOFFMEISTER 1847; SCHLAGINTWEIT 1869—1880 (1871); BURKILL 1910; LANDON 1928; COLLIER 1928; AUFSCHNAITER 1947; LLOYD 1950; POLUNIN 1950 I, II; 1952; 1954, I, II; 1955; TILMAN 1951, II; 1952; FILCHNER 1951; HARRER 1952, 1954; WILLIAMS 1954; GOODFELLOW 1954; TICHY 1954; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; 1956; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956; MURAKI 1955; STEINMETZ 1956, 1957.

wesen, aus deren Berichten sich auch einiges über die Vegetation erkennen läßt. Auch hier setzt sich das gewonnene Bild aus vielen kleinen, verstreuten Angaben zusammen, und es vermittelt noch in gar keiner Weise eine befriedigende Vorstellung der Vegetationsverhältnisse gerade im Umkreis dieses höchsten Massivs der Erde*).

Im Vorland des östlichen Nepal ist eine Terai-Zone entwickelt, die vom Austritt der Kali Gandaki aus dem Gebirge nach E keinen wesentlichen Änderungen in der floristischen Zusammensetzung unterliegt. *Shorea robusta* ist dominant. Über die Verteilung des Terai-Waldes geben die Karten bei FILCHNER 1951, p. 169, 183, 206 für das nepalesische Gebiet von Simra - Amlekhganj aus nach E Auskunft; FILCHNER verzeichnet die zur Zeit seiner Reise vorhandenen Bestände und läßt somit auch das Ausmaß des Rückganges der Terai-Wälder vermuten.

Auch in Ost-Nepal steigt der Fallaubwald in den Tälern aufwärts. Aus den westlichen Tälern liegen keine Angaben darüber vor, aber das muß wohl auch auf die Verbreitung des kultivierten Landes zurückgeführt werden, das in kunstvollen Terrassenanlagen überall an den Hängen bis zu einer gewissen Höhe hinaufsteigt; „macchienartige“ Bestände eines kümmerlichen Sekundärwaldes sind zu finden, während andersorts die Erosion die roten Lehmhänge aufreißt (Jhiku Khola, Sun Kosi zwischen Banepa und Dolalghat) HEUBERGER 1955. SHIPTON 1952, II berichtet über den Fallaubwald aus dem Dudh Kosi- und Arun-Tal, wo der Fallaubwald mit dichtem Unterwuchs mindestens bis Dingla aufwärts reicht. Im Tal des Tamur beobachtete HOOKER 1852; 1857, 101; 1891, 138 die Vertreter des Fallaubwaldes bis zu einer Höhe von 1500 m; am Pemmi *Cedrela*, *Bauhinia*, *Thunbergia*, am Zusammenfluß des Pemmi mit dem Kawa in 700 m Höhe *Shorea robusta* und viele andere Species des Terai. Auch bei Mywa Gola fand HOOKER das Tal des Tamur durch „tropische Vegetation“ bestimmt; S- und E-Exposition zeigten Graswuchs und waren im ganzen bedeutend trockener als die gegenüberliegenden gut bewaldeten Hänge HOOKER 1891, 135, 138, 140; 1857, 101, 104, 105.

Die Stufe des Fallaubwaldes wird in der Höhe in verschiedener Weise abgelöst. Den Verhältnissen im westlichen zentralen Himalaya entsprechend tritt *Pinus Roxburghii* über dem Salwald auf; allgemein wird von reinen Beständen größeren Umfangs zwischen Kathmandu und Darjeeling gesprochen HODGSON 1848; BANERJI 1948; 1952. Verfolgen wir die Berichte in einzelnen, so finden wir Vorkommen von *Pinus Roxburghii* im Charnawati Khola (im Gebiet von Karakoti, Kirantitschap und Namdu, 1100-1300 m), auf beiden Hängen des Tamba Kosi und am Khimti Khola bei Tose HEUBERGER 1955; 1956, 16. Dann hören wir erst wieder von Standorten der Kiefer bei Jubing (Dudh Kosi) HEUBERGER 1955 und im Tamur-Gebiet (HOOKER 1852; TILMAN 1952, 215: oberhalb Dhankuta). Geringe Vorkommen konnten in 900 m Höhe im Tawa-Tal festgestellt werden HOOKER 1857, 145; 1891, 195. Größere Ausdehnung haben erst wieder die Wälder der Kiefer auf den Höhen um Ilam im Myong-Tal, mit einem Un-

*) Lit.: HOOKER 1852; 1857; 1891; BEAUVERD 1909; BURKILL 1916; NOEL 1919; HOWARD-BURY 1922, I; II; WOLLASTON 1922, I; II; SHEBBEARE 1934; TILMAN 1938; 1951, II; 1952; BANERJI 1948; 1952; BAEHNI 1951; SHIPTON 1952, I; II; III; 1953; ZIMMERMANN 1952; 1953; HUNT 1954; HEUBERGER 1955; 1956; HARDIE 1957.

terwuchs von kümmerlichen Eichen, Bambus und Adlerfarn HOOKER 1857, 95; 1891, 127.

Aber nicht immer folgt auf den Fallaubwald die *Pinus Roxburghii*-Stufe — wie in den Tälern Zentral-Nepals erscheint an der W-Flanke der Singalila-Kette der immergrüne Bergwald in der Höhe über der tropischen Talstufe des Fallaubwaldes mit *Castanopsis indica*, *Schima Wallichii*, *Rhododendron arboreum* und verschiedenen *Quercus sp.* dieser Übergang wird aus dem Thare Khola berichtet und vom W-Hang des Kangchendzönga bei Taptiatok und Lungtung in 1800—2100 m und gilt ganz allgemein für die W-Abdachung der Singalila-Kette HOOKER 1857, 107; 1891, 143—144; BANERJI 1948.

Die weiteren Angaben über die Vegetationsverhältnisse im östlichen Nepal will ich auf regionaler Grundlage zusammenstellen.

KRUPARZ 1954, 123 vermerkt einen immergrünen Laubwald mit *Rhododendron sp.* in 2500 m am Fudschokki in der nördlichen Umrandung des Beckens von Kathmandu.

Aus dem Tal des Balephi Khola bei Tempathang (Jugal Himal) berichtet TILMAN 1952, 94 über „forests“, die der Höhenlage nach — über 3000 m — der Koniferenstufe des östlichen Himalaya angehören müssen.

Am Zusammenfluß von Indrawati und Sun Kosi sind die unteren steilen Hänge bewaldet; darüber dehnen sich bei geringerer Neigung der Hänge Kulturflächen, die in der Höhe wieder von Wald abgeschlossen werden HEUBERGER 1955. Folgen wir dem Sun Kosi-Tal aufwärts (= Bhote Kosi im Oberlauf und in Tibet: Pö Chu), so hören wir, daß die Schlucht oberhalb Khasa bis Choksum mit „Blautannen“ und niedrigem Bambus bestanden ist KRUPARZ 1954, 167. Steigen wir weiter im Tal aufwärts, so fehlen uns leider genauere Angaben über die Vegetation; die Landschaft ändert sich allmählich, kahle, abgerundete Gebirgsketten, ausgedehnte Schutthalden bestimmen den Charakter der Gegend; in 4000 m konnte KRUPARZ 1954, 169 „keine Vegetation“ mehr feststellen, zumindest war wohl die Vegetation in der „Wüstenlandschaft“ nicht sehr auffallend. Hier liegt Nyalam Dzong inmitten einer typisch tibetischen Umgebung (KRUPARZ 1954, Abb. VII, VIII, 91, 92, 94; WOLLASTON 1922, I, 9: ‚drab landscape‘); künstliche Bewässerung ermöglicht hier und weiter im N einigen Anbau. Ob das Tal, das vom Gosaintan (Shisha Pangma) herabkommt, mit der Höhe feucht-alpinen Charakter annimmt, ließe sich nach WOLLASTON 1922, I, 9 vermuten. Nach N aber dehnt sich die alpine Steppe im Pö Chu-Tal aufwärts über den Tong La, 5480 m, nach Tingri Dzong und Shekar Dzong aus; überall finden wir hier künstliche Bewässerung verbreitet WOLLASTON 1922, I, 8-9.

Alle Expeditionen ins Gebiet des Everest, die Kathmandu als Ausgangsort wählten, querten die N-S verlaufenden Täler und Kämme, bis sie über Tose, Junbesi und Jubing das Tal des Dudh Kosi erreichten. Die Angaben über die Vegetation in der Literatur sind spärlich. HEUBERGER 1955 verdanke ich die Kenntnis der *Pinus Roxburghii*-Vorkommen in den verschiedenen Tälern. Über dieser Stufe, etwa ab 2000 m, schließen sich feuchte Laubwälder mit *Rhododendron sp.* und Magnolien an (z. B. zwi-

schen Risingo und Manga Deorali, sowie oberhalb Yaksa), in denen ab Chyaubas auch die Blutegel immer häufiger werden HEUBERGER 1955 — ein sehr bezeichnendes Attribut der feuchten Höhen- und Nebelwälder des Ost-Himalaya! Oberhalb Tose folgt auf die *Pinus Roxburghii*-Stufe ebenfalls ein immergrüner Laubwald, der zwischen Deorali und Bhandar von einem feuchten Nadelwald (*Abies*) abgelöst wird; alle Bäume sind in Moos und Flechten gehüllt. Auch östlich des Likhu Khola zeigt sich diese feuchte Vegetationsfolge. *Rhododendron* und *Betula* bilden die subalpine Waldstufe, *Juniperus recurva* wird in den höheren Lagen häufig und bedeckt den Lamjura-Sattel zwischen Seta und Junbesi. Die Höhen um Junbesi tragen feuchte Nadelwälder, während sich unten im Tal des Solu Khola die Anbauflächen ausbreiten.

Oberhalb Ringmo setzt bei 2700 m erneut der feuchte Nadelwald ein, der mit der Höhe immer mehr in *Rhododendron*-Bestände übergeht; *Rhododendron*-Gebüsch reicht bis über 4000 m hoch. Bei Jubing haben wir das Tal des Dudh Kosi erreicht HEUBERGER 1955; 1956, 19; LOMBARD 1953, 121; HUNT 1954, 84—85.

Im Tal des Dudh Kosi dringen wir tief in das Innere des Gebirges ein. Von Jubing aufwärts finden wir in der Talstufe Anbau; oberhalb des Ortes darüber *Pinus Roxburghii*-Bestände, die von feuchten Wäldern mit *Magnolia*, *Rhododendron*, *Abies* (z. B. oberhalb Takhsindu) abgelöst werden HEUBERGER 1955; HUNT 1954, 90. Namche Bazar wird im Aufstieg durch den feuchten Nadelwald (2700—2850 m) erreicht PAREKH 1954, 152; HEUBERGER 1955.

Von großer floristischer Bedeutung sind die Vorkommen von *Cedrus Deodara* in 2000—3000 m im feuchten Höhen- und Nebelwald, die ZIMMERMANN 1953, 131 von Tose und Chaunrikharka angibt, bedeuten sie doch eine erneute Ausdehnung des Areals von *Cedrus Deodara* nach E.

Wenden wir uns zunächst von Namche Bazar nach W; *Abies Webbiana*, baumförmige *Rhododendron sp.*, *Juniperus recurva* — mit Moos und Flechten bedeckt — begleiten den Aufstieg von Namche Bazar nach Thami. *Juniperus recurva* ist zwischen 3600—3700 m besonders stark verbreitet. Die Waldgrenze liegt bei 3800 m, aber sie scheint durch die Beweidung herabgedrückt zu sein; Wacholdergebüsch konnte HEUBERGER noch bis 4200 m feststellen, bei 5000 m löst sich die Rasendecke auf. Der Nangpa La, 5500 m, gibt den Blick nach Tibet frei. In 6000 m Höhe beobachtete HEUBERGER noch *Arenaria musciformis*! HEUBERGER 1955, 1956, 21; 22.

Von Namche Bazar führt ein weiterer Anstieg von 600 m durch den feuchten Koniferenwald nach Thyangboche, der als Ausgangslager der Everest-Expeditionen oft erwähnten Klostersiedlung; selbst inmitten prächtiger Wiesen gelegen, ist die Siedlung rings von herrlichen Nadelwäldern umgeben, in denen immer wieder *Abies Webbiana*, *Pinus excelsa*, *Rhododendron* mit rotfilzigen Blattunterseiten, *Betula* und *Juniperus* genannt werden; Moose auf Stämmen und Ästen zeugen für die Feuchtigkeit TILMAN 1951, II, 270; 1952, 230; SHIPTON 1952, I, 182; II, 129; III, 78 (Abb.); ZIMMERMANN 1953, 132; HUNT 1954, 92; NOYCE 1954, 26; PAREKH 1954, 153; HEUBERGER 1955; WEIR 1955, 102; HARDIE 1957.

Nordwestlich Thyangboche liegt K h u m j u n g — umgeben von Wäldern mit *Abies*, *Pinus excelsa*, *Betula*, *Rhododendron* und *Juniperus recurva* SHIPTON 1952, I, 175; HEUBERGER 1955; HARDIE 1957.

Steigen wir von Thyangboche weiter auf, so wird vor P a n g b o c h e in 4200 m die Waldgrenze erreicht (SHIPTON 1952, I, 181; 1952, II; KURZ 1954, 192), nachdem *Abies Webbiana* bei 4000 m zurückgeblieben ist und nur *Pinus excelsa* noch ein Stück weiter aufwärts durchgehalten hat ZIMMERMANN 1953, 131. Im ganzen I m j a K h o l a - Tal ist das feuchte Monsun-Klima zu spüren SHIPTON 1952, II, 79. Von Pangboche aufwärts müssen wir die feuchte alpine Stufe rechnen.

Im oberen Bereich des H o n g u K h o l a - Tales, einem östlichen Seitental des Dudh Kosi, könnten vielleicht Verhältnisse der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya gegeben sein — den kurzen Hinweisen HARDIE's 1957, 164 zufolge, jedoch ist die Situation aus den Angaben nicht deutlich genug erkennbar.

Aus dem Westen des E v e r e s t - M a s s i v s, — wenn wir darunter die gesamte Gipfelgruppe vom Gaurisankar bis zum Makalu verstehen wollen — liegen noch folgende Angaben vor. WOLLASTON 1922, I, 10—11 fand bei Lapche Kang am K a n g C h u eine großartige Entwicklung der feuchten alpinen Stufe (*Primula burayana* bedeckt große Flächen in 4500 m), und alle Pässe um den G a u r i s a n k a r haben denselben feucht-alpinen Charakter.

Im unteren Bereich des R o n g s h a r C h u - Tales wurde von 3000 m ab aufwärts ein Koniferenwald festgestellt, der mit *Larix*, *Abies* und *Tsuga* dem Koniferenwald der inneren Täler des östlichen Himalaya entspricht; auf der W-Seite des Tales konnte ein geringer Anteil von Laubbäumen beobachtet werden, auf der E-Seite erscheinen ausschließlich Koniferen; *Abies* und *Larix* steigen bis 3700 m auf SHEB-BEARE 1934. Um Tazang finden wir *Betula*-Wald; *Juniperus* bevorzugt die S-exponierten Hänge und erreicht dort 4200 m; auch *Rosa*, *Berberis*, *Ribes*, *Rhododendron*, *Spiraea* und *Primula* sind häufig HOWARD-BURY 1922, II, 91.

An der Südwand des M t. E v e r e s t müssen die Standorte von *Androsace microphylla*, *Sedum* sp. und *Arenaria* sp. (?), die ZIMMERMANN in 6350 m fand, als äußerste Vorposten der alpinen Stufe und der Vegetation gelten. Die S c h n e e g r e n z e wird hier mit 5500—6000 m angegeben ZIMMERMANN 1953, 134, 136.

Als ob den größten Höhen auch stets die gewaltigsten Schluchten entsprechen müßten, durchbricht der A r u n — auf dem tibetischen Hochland Bhong Chu genannt — östlich des Everest-Massivs die Hauptkette des Himalaya. Bei Teng fällt der Bhong Chu - Arun plötzlich in die Schlucht hinab, die allseits von steilen Felswänden eingefast ist; wo nur immer möglich, tragen die Steilwände Wald; Bambus spielt hier eine große Rolle. Bei K y i m a t e n g hat der Fluß die Hauptkette durchbrochen — hier endet das eigentliche Durchbruchstal HOWARD-BURY 1922, I, 110; MORRIS 1923, 167. Wir haben zwar gehört, daß der tropische Falllaubwald bis Dingla (mindestens) aufsteigt, aber dann klafft erneut eine Lücke in unserer Kenntnis, und erst mit dem Eintritt in das Durchbruchstal bei Kyimateng liegen uns wieder Angaben vor.

Das Everest-Massiv, zumal der Makalu als dessen östlichste Bastion, scheint auf alle Stürme, in Sonderheit auf die feuchten Monsunströmungen, eine besondere Anziehungskraft auszuüben und sie in seine nach SE geöffneten Täler „hineinzuziehen“ (HOWARD-BURY 1922, I, 112; II, 95) — jedenfalls sind die Niederschläge hier bedeutend höher als in Solu Khombu auf der S-Abdachung des Everest-Massivs (SHIPTON 1953, 136) — und so rauschen von der Ostwand dieser Gruppe eine ganze Anzahl bemerkenswerter Wasserläufe in die Schlucht des Arun hinab. Beginnen wir im S!

Im Aufstieg vom Sanghku Khola zum Kemba La konnten *Rhododendron*-Wald und darüber alpine Matten beobachtet werden HARDIE 1957, 62—63.

Die Täler von Choyang Khola und Iswa Khola zeichnen sich durch *Rhododendron*- und Bambusdickicht aus LOWE 1955, 107, 108.

Im Barun (Barum) Khola reicht der Wald mit *Abies* und riesigen *Rhododendron* sp. (in 3600 m) bis an den Gletscher heran — gegen den Fuß des Makalu und Pethangtse hin löst er sich in kleinere Bestände auf SHIPTON 1953, 136.

An der Mündung des Kama in den Arun besteht der Wald aus *Rhododendron* von bedeutender Größe, Magnolien, *Alnus*, Bambus — im Haupttal auch aus *Pinus excelsa*; alle Bäume sind über und über mit Flechten (*Usnea*) behangen. Eine fast tropische Hitze („almost tropical heat“) herrscht hier in der Schlucht WOLLASTON 1922, I, 12; 1922, II, 300. Diese Laubwaldstufe des Nebelwaldes, die wir unschwer wiedererkennen, geht in die Koniferenstufe über, die hier typisch entwickelt ist mit *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*), *Abies Webbiana* und vor allem großen *Rhododendron* (*Rh. argenteum*, *Rh. Falconeri*); bei 3600 m (Saheding - Sakyeteng) treffen wir auf Wacholderbäume von enormen Dimensionen, dazwischen *Rhododendron* und *Pyrus*; zum Teil tritt eine gewisse Differenzierung nach der Hanglage ein. Bei 3900 m herrscht noch ein üppiger, sehr feuchter flechtenbehängener Wald von *Abies Webbiana*, *Juniperus*, *Pyrus*, *Betula*, *Salix*, großen *Rhododendron* etc. — wo der Wald offen ist, erscheinen alpine Blumen in Fülle — „the most beautiful valley in the world!“ HOWARD-BURY 1922, I, 112. Dieser Urwald reicht bis an den Gletscher heran, bis 4000 m steigen *Rhododendron*, *Betula* und *Juniperus* als subalpine Waldstufe auf. Überall schließt sich dann eine üppige feucht-alpine Stufe in der Höhe an — *Primula*, „acres of blue *Iris*“, *Gentiana*, *Meconopsis*, *Rheum nobile*, Farne, *Rhododendron*, *Juniperus* usw. usw. zieren den Weg zum Chog La WOLLASTON 1922, I, 11; 1922, II, 300; HOWARD-BURY 1922, I, 112 und Samcheng La MORRIS 1923, 162 — immer wieder wird alles vom Regen überschüttet, und die Morgen zeichnen sich besonders durch — „dem schottischen vergleichbaren“ — Nebel aus! HOWARD-BURY 1922, I, 119, 112; 1922, II, 95; WOLLASTON 1922, I, 12; 1922, II, 300; MORRIS 1923, 163.

Wenden wir uns dem nächsten Tal zu, das vom Everest herabkommt. Das Tal des Kharta Chu liegt offensichtlich schon zu hoch, um auch nur im Unterlauf Anteil an der Laubwaldstufe des Nebelwaldes zu haben, doch ist in ihm der Koniferen-Höhenwald wieder in großer Üp-

igkeit entwickelt. Dichter Wald von *Abies Wehiana* und *Rhododendron*, ferner *Betula*, *Salix*, *Juniperus* bedeckt die Hänge; die subalpine Waldstufe leitet zu den feuchten alpinen Matten über, die sich nach oben anschließen.

Für die ersten Forscher, die von N, vom tibetischen Hochland her, im Tal des *Kharta Chu* plötzlich vor dieser tropischen Vegetationsfülle standen, war dieser Wechsel eine große Überraschung — plötzlich waren sie in Gefilden, die sie eher „100 Meilen von Tibet entfernt“ vermutet hätten! HOWARD-BURY 1922, I, 110; (von ZAHN 1924); SHEBBEARE 1934.

Soweit der dauernde Regen reicht, so weit reichen auch die feuchten Wälder von *Abies* und *Betula* — so plötzlich wie wir den Bereich der Regen verlassen, so plötzlich hören auch die Wälder auf. Aus der engen Schlucht hinaussteigend breitet sich das weite, offene Tal des Arun - Bhong Chu vor uns aus — hier ein typisches Hochlandstal. Die Monsunwolken, die der Schlucht entsteigen, lösen sich auf. „Within a mile you pass from the dry climate of Tibet to the most steamy air of a nepalese character with its luxuriant vegetation“ WOLLASTON 1922, I, 11; das Kharta Chu-Tal liegt gerade an der Grenze der verschiedenen klimatischen Einflüsse: es empfängt zwar hohe Niederschläge, aber auch viel Sonnenschein (WAGER 1937, Abb. opp. p. 244).

Doch die Luft ist auch oberhalb, nördlich der Schlucht, noch feucht genug, um die Entwicklung der feuchten alpinen Stufe im Tal des Chongphu Chu bis zum *Doya La* hinauf, 5100 m, zu ermöglichen. Dieser Paß, genauer die nach E verlaufende, das Tal des Chongphu Chu nach N begrenzende Kette, bildet eine deutliche Barriere, die Grenze zwischen feuchtem und trockenem Landschaftstyp. Die N-Seite des *Doya La* ist trocken und nur spärlich bewachsen, von hier dehnt sich das tibetische Hochland nach N aus; im *Dzakar Chu*-Tal ist überall künstliche Bewässerung verbreitet WOLLASTON 1922, I, 8. Die S-Seite des Passes dagegen zeigt eine üppige feucht-alpine Vegetation mit *Rhododendron*, *Salix*, *Juniperus*, *Rosa*, *Clematis*, *Primula*, *Saxifraga*, *Mecconopsis*, *Ribes* usw. HOWARD-BURY 1922, II, 92—94; (von ZAHN 1924).

Bis jetzt haben wir nur die westlichen Zuflüsse des Arun gewürdigt, wie sieht es aber in den östlichen Seitentälern aus? Das Tal des *Tashirakh Chu* hat unterhalb *Tashirakh* „alpinen“ Charakter — mit „Bäumen und grünen Matten“; an den Bergen beiderseits des Tales hängen dauernd Wolken und Nebel NOEL 1919, 301; oberhalb *Tashirakh* und natürlich erst recht jenseits der Wasserscheide werden die Verhältnisse ungünstiger — das Tal des *Taya Sampo* (*Yaru Chu*) ist flach und sumpfig, umgeben von sandigen und steinigen Hängen, „niedrig wachsender Busch“ kommt vor — wir haben die typischen Verhältnisse des tibetischen Hochlandes vor uns NOEL 1919, 297.

Weiter im N liegt die *Nyönnori*-Kette; klimatisch steht diese Gebirgskette völlig unter dem Einfluß der feuchten Luft aus der Arun-Schlucht. Die Vegetation ist ganz verschieden von derjenigen, die wir auf den Bergen in E und W finden: hier im *Nyönnori*-Gebirge sind wundervolle alpine Blumen bis 5400 m zu finden, im westlichen Teil des Gebirges liegen gute Weidegründe, und Erkundigungen ergaben, daß diese Weideplätze als Winterweide genutzt werden TILMAN (SHIPTON) 1938, 488-489.

Wir sehen so auch auf der E-Seite der Arunschlucht den Einfluß der feuchten Luftmassen weit durch die Pforte des Durchbruchstales nach N reichen. Wo dieser Einfluß aber eine gewisse Stärke nicht mehr erreicht, treffen wir nur noch die alpine Steppe, den Vegetationstyp des tibetischen Hochlandes an. Tingkye Dzong und Khampa Dzong liegen auf dem Hochland im breiten Hochlandtal des Yaru Chu (Taya Sampo) zwischen Sanddünen und versumpftem Gebiet NOEL 1919, 297; HOWARD-BURY 1922, II, 87, 88.

Bis Lungtung haben wir bereits die Vegetation im Tal des Tamur (Tambur) verfolgen können. Aufwärts Lungtung geraten wir in eine tief eingeschnittene Schlucht; eine überaus üppige Vegetation tropischer und temperierter Species gedeiht hier in einer von Feuchtigkeit triefenden Atmosphäre. Flechten (*Usnea*) und Moose hängen von Ästen und Zweigen herab (1800—2100 m). Von 2400 m ab erscheint *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*), aber auch *Quercus*, *Taxus*, *Pinus*, *Alnus*, *Betula*, Farne und *Arundinaria* sind häufig; in 2700 m ist der *Rhododendron* der höheren Lagen bereits in Menge vorhanden HOOKER 1891, 143—144.

Dann erreichen wir den Zusammenfluß der beiden Quellflüsse des Tamur. Wir folgen zunächst in nordwestlicher Richtung dem Wallung aufwärts, an dem in 3100 m die Siedlung Wallungchung gelegen ist. In der Umgebung der Ortschaft ist nur Buschwerk von *Rhododendron* und *Juniperus*, *Rosa*, *Berberis* u. a. zu finden, doch oberhalb Wallungchung setzt bald wieder mit Flechten behangener Koniferenwald ein (*Abies Webbiana*, *Juniperus*); der Wald in der näheren Umgebung des Ortes ist dem eigenen Bedarf der Bevölkerung — und dem Export nach dem holzarmen tibetischen Hochland zum Opfer gefallen. Der sehr üppige Tannenwald des oberen Wallung-Tales wird durch *Rhododendron* abgelöst, die nun in unglaublicher Menge auftreten und keinen anderen Baum- oder Buschwuchs aufkommen lassen; ganz besonders die SE-exponierten Hänge sind ausschließlich vom feuchten *Rhododendron*-Gebüsch bedeckt, und nur ganz verstreut tritt hier und da *Spiraea* oder *Rosa*, *Lonicera* oder *Berberis*, *Juniperus*-Krummholz oder eine verkrüppelte Birke, Weide oder *Pyrus* auf. Erstaunlich ist vor allem die große Zahl verschiedener Species des Genus *Rhododendron* — in 3600 m sind hier *Rh. anthopogon* und *Rh. setosum* besonders auffällig. Auf dem Wallungchung-Paß fand HOOKER Compositen, *Saussurea*, *Arenaria*, Gras und noch manche andere alpine Species, doch war die Zeit seines Besuches — Ende November (1848) — für ein reicheres Pflanzenleben wenig günstig HOOKER 1857, 107, 109, 112, 115, 118; 1891, 145—146, 149, 152—153, 156.

Auch der Zutritt zum Tal des Yangma, des östlichen Quellflusses des Tamur, ist durch eine wilde Schlucht erschwert. *Pinus* und *Juniperus*, *Rhododendron*, *Pyrus*, *Acer*, *Betula* begleiten den Fluß; auf den Moränen im oberen Teil des Tales ist *Rhododendron*- und *Juniperus*-Gebüsch verbreitet. Die alpinen *Rhododendron* sp. steigen überhaupt ziemlich weit im Tal aufwärts, zusammen mit *Lonicera*, *Potentilla*, *Polygonum*, *Gentiana*, *Sedum*, *Arenaria*, *Silene*, etc. HOOKER 1857, 130—131; 1891, 159, 161, 162, 175—176.

Von der W-Flanke des Kangchendzönga kommt das Kambachen-Tal herab. Hier tritt in Flußnähe wieder *Larix Griffithii* auf. HOOKER's Angabe, nach Aussagen der einheimischen Bevölkerung sei dieser Baum nach W bis in das Quellgebiet des Kosi verbreitet, muß den neuesten Forschungen entsprechend noch bis nach dem Quellgebiet der Buri Gandaki hin erweitert werden. Im Kambachen-Tal erreicht die Lärche eine Höhe von 7—14 m, sie erscheint mit *Abies Webbiana*, baumförmigen *Rhododendron sp.* und baumförmigen Wacholder im Unterwuchs: in der Höhe wird dieser „Koniferenwald der inneren Täler“ von reinen *Abies*-Beständen abgeschlossen, die wiederum von *Rhododendron* und *Juniperus* abgelöst werden — beide erreichen 4100 m HOOKER 1857, 133; 1891, 178—179, 183.

Den W-Hang des Kangchendzönga zeichnen sehr feuchte alpine Matten aus BEAUVERD 1909, aber in den hochgelegenen Gebirgstteilen, zwischen Kambachen und Lhonak, liegt eine Moränenlandschaft, in der *Myricaria germanica var. prostrata*, *Rhododendron lepidotum* u. a. den Übergang zu trockenen, „tibetischen“ Verhältnissen andeuten, die im Tal des Char Chu, nördlich der Hauptkette, mit *Astragalus sp.* u. a. noch deutlicher werden BAEHNI 1951.

Den nepalesischen Anteil an der S-Flanke des Kangchendzönga entwässert der Yalung. Bei 3000 m erscheint im Tal des Yalung der feuchte Nadelwald des östlichen Himalaya mit *Tsuga dumosa* und großen *Rhododendron*-Bäumen (*Rh. Falconeri*, *Rh. Hodgsoni*, bis 13 m hoch), weiter oben tritt *Abies Webbiana* an die Stelle von *Tsuga*; im Unterwuchs des *Abies-Rhododendron*-Waldes spielt *Hydrangea* eine große Rolle, am Fluß kommen *Berberis*, *Cotoneaster*, *Spiraea* vor. Gegen Tseram klingt der Wald mit subalpinen *Rhododendron*-Beständen aus, die zur feuchten alpinen Stufe überleiten; *Gentiana*, Compositen, *Primula*, *Lamium*, *Meconopsis*, *Leontopodium*, *Arenaria*, *Saxifraga* u. v. a. finden sich ein. Die W-Flanke des Tales bedeckt *Juniperus*-Krummholz. *Delphinium glaciale* wurde noch bei 6200 m gefunden! BEAUVERD 1909. Verglichen mit den alpinen Matten der W-Flanke des Kangchendzönga wirkt die feuchte alpine Stufe hier „fast trocken“! BEAUVERD 1909; BAEHNI 1951; HOOKER 1891, 187, 190—192.

Vom Kangchendzönga nach S verläuft — die Grenze zwischen Nepal und Sikkim tragend — die Singalila-Kette.

Aus dem Tal des Kabili, eines linken Nebenflusses des Tamur, sind wir gut über die Vegetationsstufung unterrichtet. Ein undurchdringlicher „jungle“ von *Quercus sp.*, *Rhododendron arboreum*, *Eurya*, *Camellia*, *Castanopsis* etc. füllt bei 1500 m das Tal (BANERJI 1948: Thare Khola: *Quercus*, *Castanopsis*, *Schima*). Bei 1800 m ist alles in dichten Nebel gehüllt — „a heavy mist clung to the rank luxuriant foliage“ — *Magnolia*, *Rhododendron arboreum* und *Rh. barbatum*, *Quercus lamellosa* u. v. a. „in Darjeeling gewöhnliche“ Bäume und Sträucher setzen hier den Nebelwald zusammen (HOOKER 1891, 193: bei Khabang); *Tsuga dumosa* und *Taxus baccata* künden die Koniferenstufe des Höhen- und Nebelwaldes an, die in den höheren Lagen wieder von *Abies Webbiana*, *Rho-*

dodendron Falconeri und *Rh. Hodgsoni* gebildet wird HOOKER 1857, 142; 1891, 192—193.

Auch im Tal des Inwa Khola sind ab 1800 m die Vertreter des Nebel- und Höhenwaldes in großartigen Wäldern verbreitet, ab 2700 m beherrschen die baumförmigen *Rhododendron* sp. (*Rh. Falconeri*, *Rh. cinnabarinum* usw.) den Bestand; *Betula alnoides*, *Acer*, *Hydrangea* müssen ebenfalls erwähnt werden. Die feuchte Koniferenstufe kommt hier bis zur Höhe des Islumbo-Passes, 3300 m, nicht recht zur Entwicklung; die Paßhöhe selbst ist bedeckt mit Gräsern, einigem Gesträuch von *Berberis* und *Rosa*, niedrigem Bambusgestrüpp, Kräutern und Moosen HOOKER 1857, 144—145; 1891, 195—196; BANERJI 1948.

Der vom Phallut (Singalila-Kette) nach W verlaufende Höhenzug von Sakkia-Zung ist dagegen überall in den höchsten Lagen, von 3000 m an aufwärts, von feuchten Nadelwäldern (*Abies Webbiana* und *Taxus baccata*) gekrönt HOOKER 1857, 100; 1891, 129, 133.

BANERJI 1948, 1952 spricht für das Gebiet des Tamur stets von *Abies densa* (syn. *A. spectabilis*) HOOKER durchweg von *Abies Webbiana*; nach BRANDIS 1906, p. 692 ist die Unterscheidung der verschiedenen Species von *Abies* zweifelhaft, doch wird neuerdings allgemein die Species des östlichen Himalaya als *Abies densa* (syn. *A. spectabilis*) bezeichnet.

Diese Angaben lassen erkennen, daß im Tamur-Gebiet die für den östlichen Himalaya typische Vegetationsfolge verbreitet ist. Bei der kartographischen Festlegung der Typen wurde auch die nach den Angaben von HOOKER entworfene Karte von PETERMANN 1861 zu Rate gezogen, die allerdings auf eine genauere Differenzierung — entsprechend der von mir angestrebten — verzichtet.

Zusammenfassung.

Wir haben die Vegetationsverhältnisse im zentralen Himalaya, soweit uns das heute möglich ist, von Tal zu Tal verfolgt; große, wichtige Lücken bestehen noch in unserer Kenntnis des Landes.

Auf diesen 800 km — von der Kali (Sarda) im W bis zur Singalila-Kette im E — vollzieht sich der entscheidende Wechsel in der Flora des Himalaya in W-E-Richtung: „westliche“ Species und damit die Vegetationstypen des westlichen Himalaya werden von „östlichen“ Species, den Vegetationstypen des östlichen Himalaya, abgelöst.

In N-S-Richtung finden wir unsere Dreiteilung in äußeren, inneren und tibetischen Himalaya in West- und in Zentral-Nepal (Profil V!) wieder*); nach unserer heutigen Kenntnis des östlichen Nepal scheinen hier nur die Täler des Rongshar Chu und des Kambachen den Bedingungen des „inneren Himalaya“ zu entsprechen.

Bringen wir den west-östlichen Wechsel der Flora in Beziehung zu der nord-südlichen Dreiteilung des Gebirges, so erkennen wir, daß zuerst der floristische Übergang im feuchten äußeren Himalaya deutlich wird und auch hier zunächst in ganz bestimmter Höhenlage (Koniferenstufe des Höhen- und Nebelwaldes am Chakhure Lekh); der mäßig-feuchte innere Himalaya ist noch im Regenschatten der Annapurna (Ma-

*) Vgl. dazu KAWAKITA für Zentral-Nepal (1956, 2): (1) 'the warm and humid (or subhumid) lowlands, (2) the cool and humid highlands, (3) the cool arid highlands!

nanbhot) mit seinem Nadelmischwald nicht von gleichen Vorkommen im westlichen Himalaya verschieden — der typischen Zusammensetzung der Nadelwälder der inneren Täler des östlichen Himalaya begegnen wir zum ersten Male im Einzugsbereich der Buri Gandaki, ein beträchtliches Stück weiter im E; demgegenüber sind die Verhältnisse im tibetischen Himalaya von W nach E unverändert.

Denken wir an unseren Gang durch den zentralen Himalaya zurück, so waren es stets die unerwarteten lokalen Veränderungen, die Überraschungen, die jedes einzelne Tal zu bieten hatte, die unsere Aufmerksamkeit fesselten — im Erscheinen neuer, wichtiger Species fanden sie ihren floristischen Ausdruck. Doch nicht genug damit — gleichzeitig sind es die akzentuierten topographischen Verhältnisse, die in den Durchbruchstätern den klimatischen Einflüssen und damit in der Folge auch der Vegetation so erstaunlich unterschiedliche, in ihren Zusammenhängen noch wenig bekannte Möglichkeiten bieten: da ist das trocken-heiße Tal der Karnali im W — und dort das Tal der Kali Gandaki, das den Übergang von feuchtesten tropischen Bergwäldern zur alpinen Steppe vermittelt; da sind aber auch die Täler von Trisuli und Arun: mag tief unten im Tal der Trisuli auch Trockenheit herrschen, die feuchten Luftmassen finden hier — wie im Arun-Tal — den Weg frei, um durch die tief zertalte Hauptkette des Himalaya gegen das tibetische Hochland vorzustoßen, und gewähren hier, jenseits der Linie der höchsten Erhebungen, in den „Sackgassen“ des oberen Schluchtbereichs noch feuchten Wäldern Daseinsmöglichkeiten. Und so mannigfach und abwechslungsreich uns die Vegetationsverhältnisse auf der S-Abdachung des zentralen Himalaya auch entgegenreten, so großartig ist im Gegensatz dazu die Einförmigkeit, mit der die alpine Steppe das tibetische Hochland im N dieses ganzen Abschnittes bedeckt.

Mensch und Umwelt im zentralen Himalaya*).

Den starken Einfluß der Bevölkerung auf die natürliche Vegetation habe ich mehrfach erwähnt. Die Beckenlandschaften zwischen den bewaldeten Vorhügeln des Gebirges weisen nur noch Reste des ursprünglichen Pflanzenwuchses auf; hier ist hauptsächlich der Salwald von der Tätigkeit des Menschen zurückgedrängt worden, während er entlang der Südgrenze des Landes auf Anordnung der Landesherren erhalten blieb. In den tief eingeschnittenen unteren Tälern liegen die Anbauflächen überwiegend in 1000—1500 m, d.h. im Bereich des immergrünen Bergwaldes bzw. der *Pinus Roxburghii*-Stufe BURKILL 1910; NAKAO 1955: Reis und Zuckerrohr sind charakteristisch für den Anbau in der Talsohle in den tieferen Lagen (Wasserreis bis 1900 m, Trockenreis bis 2000 m); Mais (bis 2850 m) für die terrassierten Hänge HEUBERGER 1955; 1956, 12; KAWAKITA 1956, 69. Im Karnali-, Sun Kosi- und anderen Tälern werden die Anbauflächen häufig mit Agaven- und Euphorbien-Hecken umfriedet WILLIAMS 1953, II; HEUBERGER 1955; 1956, 12, 16; KAWAKITA 1956; NAKAO 1956.

*) für Zentral-Nepal siehe NEPAL HIMALAYA 1956!

Der gesamte untere Bereich (bis 1900—2000 m; HEUBERGER 1956, 27; KAWAKITA 1956, 85) zeigt in der Kulturlandschaft gemeinsame Züge — sie ist vom S, vom nepalesischen Kernraum her beeinflusst und geprägt worden. Oberhalb dieser Höhengrenze, vielfach betont durch tief eingeschnittene Schluchten und oft durch ausgedehnte Waldungen getrennt, liegt eine andere Welt, in der wir nicht mehr den Einflüssen des nepalesisch-indischen Elements begegnen, sondern den Ausstrahlungen des tibetischen Bereichs. Von unseren bisherigen Erfahrungen in den westlichen Teilen des Himalaya sind uns diese Verhältnisse wohl vertraut, doch nirgends sind sie uns bisher in so schneller vertikaler Folge begegnet — auch hierin zeigt sich die besondere Eigenart der Natur des zentralen Himalaya (vgl. z. B. KAWAKITA 1956: Philem-Aga, Buri Gandaki).

Künstliche Bewässerung ist für die hohen Lagen des tibetischen Himalaya charakteristisch; im oberen Kali Gandaki-Tal, wo Anbau und Siedlungen oasenartigen Charakter tragen, wird noch in Kho in 3990 m mit künstlicher Bewässerung Anbau betrieben KAWAKITA 1954; in Manangbhot, im Regenschatten der Annapurna, wird der Anbau nach TILMAN 1951, II; 1952, 137 mit, nach NAKAO 1955 noch ohne künstliche Bewässerung durchgeführt — für uns nur eine Bestätigung des Übergangscharakters dieses Teiles des inneren Himalaya (vgl. KAWAKITA 1956, 19). Angebaut werden Weizen, Gerste, Buchweizen etc.; im Annapurna-Gebiet erreicht *Fagopyrum tataricum* fast 3600 m NAKAO 1955, bei Kho 3950 m KAWAKITA 1956, 74; bei Langthang 3750 m POLUNIN 1952, 252; TILMAN 1952, 35 und im oberen Dudh Kosi-Tal mindestens 3700—3800 m HEUBERGER 1955. Gerstenanbau ist aus noch größeren Höhen bekannt FÜRER-HAIMENDORF 1955, I, 1309.

Die starken klimatischen Unterschiede in den tief eingeschnittenen Tälern deutet eine Beobachtung von WILLIAMS an, der im Karnali-Tal Ernte- und Drescharbeiten im vollen Gange sah, als im Tila-Becken bei Jumla das Getreide gerade erst Ähren ansetzte (WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1952, 245 für Trisuli-Tal).

Jahreszeitliche Wanderungen der Hirten und Herden zwischen den Winterquartieren in den Tälern und dem sommerlichen Aufenthalt auf den alpinen Matten sind auch im zentralen Himalaya Nepals gewöhnlich HAMILTON 1819, 75; WILLIAMS 1953, II; verbreitet finden wir hier den jahreszeitlichen Wechsel zwischen einer hochgelegenen Sommersiedlung und einem tiefer gelegenen Winterdorf; POLUNIN berichtet darüber am Beispiel von Chilimegaon (Ganesh Himal): während der größere Teil der Bewohner im Sommer die Herden in den höheren Lagen betreut und dort einen temporären Anbau von Weizen, Kartoffeln und Buchweizen betreibt, haben die im „Unterdorf“ verbliebenen älteren Leute den Anbau in der wärmeren Talstufe, Mais und Hirse, zu versehen; in Langthang verbringt die männliche Bevölkerung den Sommer mit dem Vieh auf den Almen, während die Frauen die Arbeit auf den Feldern um den Ort herum besorgen POLUNIN 1950, II. Die Bhotias von Wallungchung haben ihre Winterquartiere in Lungtung; Yakutang ist der winterliche Zufluchtsort der Bewohner von Yalung HOOKER 1891, 149, 190 (vgl. KAWAKITA 1956, 85 für Larkya).

Neben diesen Wanderungen begrenzten Ausmaßes finden wir überall auch im zentralen Himalaya lebhafteste Anteilnahme der Bevölkerung der hochgelegenen Täler mit ihren Schafherden am Warenaustausch zwischen Indien und Tibet (Reis - Salz!). Es ist klar, daß die Täler im Inneren des Gebirges nur begrenzten Lebensraum bieten, umso mehr müssen die Möglichkeiten des Handels genutzt werden, zumal die Nähe der Pässe gerade den Bewohnern der Hochtäler eine Schlüsselstellung in diesem Austausch gewährt, die z. B. die Sherpas des Everest-Gebietes geschickt zu nutzen wissen (SHIPTON 1952, I; FÜRER-HAIMENDORF 1955, I; HEUBERGER 1955; 1956, 20; HARDIE 1957, 117; ferner TILMAN 1952, 81 für oberes Trisuli-Gebiet; 1951, II für oberes Kali Gandaki-Tal). Die Bewohner Manangbhots betätigen sich saisonweise als Geschäftsleute, und manche von ihnen sind im Winter bis nach Delhi und Calcutta, ja Raangoon und Singapur zu finden! TILMAN 1952, 140*).

Zum Abschluß muß noch eine Beobachtung NAKAO's 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 97, 289—290 erwähnt werden, die die Einwirkung des Viehs auf die floristische Zusammensetzung der alpinen Matten betrifft. Es gibt einige Pflanzen, die diese Tiere — Rinder, Yaks, Zobs — stets unberührt lassen. Zu dieser Gruppe der vom Vieh verschmähten Pflanzen gehören *Rhododendron*, *Primula*, *Meconopsis*, *Iris* und *Berberis* — nicht zum Schaden der Blütenpracht der alpinen Stufe, denn natürlich sind diese Pflanzen denen, die vom Vieh bevorzugt werden, in ihrer Ausbreitungsfähigkeit überlegen (KAWAKITA 1956, 22; auch *Anemone* sp.) POLUNIN 1952, 252 teilt mit, daß gewisse Primeln — *Primula Stuartii* und *P. denticulata* — durch Nitratanhäufungen begünstigt werden, also „Lägerfluren“ bilden, in denen auch hier Kosmopoliten, wie das Hirtentäschel, auftreten. Ähnliche Beobachtungen liegen aus dem östlichen Himalaya vor, die ich zu gegebener Zeit anführen werde (WARD 1947).

VI. Der östliche Zentral-Himalaya: Sikkim (Profil VI)

Pflanzengeographische Erforschung.

Sikkim ist das klassische Land der Himalaya-Forschung! Seit den Reisen Sir Joseph Dalton HOOKER's 1848/49 ist uns dieser kleine, in sich geschlossene Abschnitt des Gebirges in seinen vegetationskundlichen Grundzügen — und mehr als in diesen! — bekannt und vertraut geworden. HOOKER's Reisewerk, die berühmten „Himalayan Journals“ (1857, 1891), sind auch heute noch Grundlage und Hauptquelle für jede physisch-geographische Betrachtung des Landes. Viele Forscher, Reisende und Bergsteiger sind HOOKER's Pfade gefolgt, und wenn auch nicht alle naturwissenschaftliche Schulung, Beobachtungsgabe und Kunst der Darstellung wie HOOKER vereinigten, so haben sie doch auf ihre Art dazu beigetragen, daß Sikkim — abgesehen vom Nanga Parbat-Massiv — das vegeta-

*) Vgl. auch STEINMETZ 1957, 169 über die Thakalis von Tukucha im Tal der Kali Gandaki; KAWAKITA 1956, 85 für Larkya.

tionskundlich am besten bekannte Gebiet des Himalaya ist. Hier werden wir tieferen Einblick in die Vegetationsverhältnisse des östlichen Himalaya gewinnen können; dadurch werden wir einmal die Stellung Nepals besser verstehen lernen, zum anderen eine Einführung für die weiter im E folgenden Gebiete erhalten, die sämtlich sehr viel weniger gut bekannt sind.

Der britisch-indische Forstdienst hat mit den Arbeiten GAMBLE's für Darjeeling 1875 und COWAN's für Kalimpong 1929 sehr zu unserer Kenntnis der Wälder beigetragen (ich habe den Teil des nördlichen Bengalen, der dem Staatsgebiet von Sikkim im S vorgelagert ist und der allein vom indischen Forstdienst betreut wird, aus naheliegenden Gründen in die Besprechung dieses Abschnittes mit einbezogen). SHEBBEARE 1934 berichtet über die Koniferen in Sikkim.

Das Reise-Tagebuch TROLL's 1937 war durch die Unmittelbarkeit der Aufzeichnungen, die eindrucksvollen Schilderungen der üppigen Pflanzenwelt und — nicht zuletzt — durch die immer wieder angeführten Vergleiche mit den Verhältnissen in den tropischen Anden nicht nur eine Fundgrube für die verschiedensten Angaben, sondern auch eine höchst anregende Lektüre, die sich an die Berichte des klassischen Erforschers von Sikkim, der manche Bemerkung dem Vergleich mit subantarktischen Gebieten widmet, anschließt*).

Grundzüge von Relief und Klima.

Die klare Umgrenzung des Landes erleichtert den Überblick. Die vom Kangchendzönga nach S verlaufende Singalila-Kette im W, die in verschiedene hohe Massive — Kangchendzönga mit Kabru, Pyramid-, Jongsang- und Lhonak-Peak, Chomo Yummo und Pauhunri mit Kangchengyao — aufgelöste Hauptkette des Himalaya im N und die vom Pauhunri nach S verlaufende Donkya- (Chola-) Kette im E geben dem Land Abgeschlossenheit in Form eines Hufeisens. Vielfältige Kammerung, durch tief eingeschnittene Wasserläufe betont, erreicht ihre stärkste Auswirkung in der Pforte von Chuntang (Tsumtang), die einen unteren, tropisch-feuchten Landesteil von einem oberen, weniger feuchten klar abgrenzt. Damit nicht genug: zwischen den Massiven der Hauptkette liegt als ein „Klein-Tibet“ des östlichen Himalaya das Hochland von Lhonak, durch die tiefe Schlucht des Lhonak Chu mit dem oberen Sikkim verbunden. Das Quellgebiet des Lachen mag starke Ähnlichkeit zu Lhonak aufweisen, doch übt das Tal des Flusses vermittelnde Funktionen aus, die uns hier die Unnahbarkeit Lhonak's vermissen lassen.

Während im W das Plateau von Chota Nagpur (Rajmahal Hills), im E das Khasia-Gebirge dem Himalaya vorgelagert sind, finden Luftmassen, die aus dem Golf von Bengalen nach N strömen, hier ungehindert

*) Lit. (Auswahl): HOOKER 1848; 1849; 1852, I; II; 1857; 1891; 1906; THOMSON 1854; PETERMANN 1861; ANDERSON 1871; SCOTT 1874; CLARKE 1875, 1885; GAMBLE 1875; 1878; MACAULEY 1885; GAMMIE, G. A. 1894, I; II; GAMMIE, J. 1894; KING & PANTLING 1898; BURKILL 1907; SMITH & CAVE 1911; SMITH 1913; LA-CAITA 1916; RONALDSHAY 1923; FORSTMANN 1926; COWAN 1929; SHEBBEARE 1934; DUNCAN 1935; WIEN 1937, I; II; TROLL 1937; GORER 1938; LOWNDES 1944; 1950; BANERJI, J. 1948; BANERJI, G. A. 1949; BAEHNI 1951; CHOUDHURY 1951; BAUER 1952; TURRILL 1953; KARTE „Sikkim“ - 1 : 150 000, 1951.

Zugang zum Gebirge. Erst im Himalaya selbst wirken die Gebirgsketten wie unüberwindliche Hindernisse, und die Wolken werden zur Abgabe ihrer Feuchtigkeit gezwungen. Im ewigen großartigen Kreislauf finden sich die Wasser wieder im Tista — zurück auf dem Wege zum Golf von Bengalen:

„Upon what a gigantic scale does nature here operate! Vapours, raised from an ocean whose nearest shore is more than 400 miles distant, are safely transported without the loss of one drop of water to support the rank luxuriance of this far distant region. This and other offices fulfilled, the waste waters are returned, by the Teesta, to the ocean, and again exhaled, exported, expended, re-collected, and returned.“
HOOKER 1891, 72. (HOOKER 1857, 53).

Fast das ganze Jahr hindurch herrscht S-Wind, der die feuchten Luftmassen in alle Täler hinein führt und damit der tropischen Vegetation den Aufstieg in das Innere des Gebirges ermöglicht. Das läßt hier im östlichen Himalaya eine vertikale Gliederung entstehen, die von den tropischen Wäldern der Talstufe bis zum ewigen Schnee reicht. Einen Blick auf diese einmalige Situation gewährt die Aussicht vom Kloster Pemayangtse auf den Kangchendzönga und die Täler zu seinen Füßen (Parek Chu, Rathong Chu; Profil VI) HOOKER 1857, 87, 167, 177; 1891, 74, 231, 244; THOMSON 1854; GAMMIE, G. A. 1894, II. An der Annapurna, im Durchbruch des Tsangpo und im nördlichsten Burma dürften vergleichbare Verhältnisse gegeben sein.

Der Südwind ist stark genug, die Pforte von Chuntang (Tsumtang) zu überwinden und in den Quelltälern des Tista — Lachen und Lachung — Koniferenwald zu ermöglichen. Wenn auch gelegentliche Schauer bis auf das tibetische Hochland gelangen, so ist die volle Kraft der südlichen Luftströmungen doch an der Klimascheide gebrochen, die durch den Kangchendzönga - Tent-Peak - nördliche Zemu-Kette - Kangra Lamo-Paß - Pauhunri - Donkya-Kette gegeben ist: jenseits dieser Klimascheide liegt „Tibet“ (i. w. S.), ist die alpine Steppe der alles beherrschende Vegetationstyp SMITH & CAVE 1911; NOEL 1919; WIEN 1937, I; II.

Die Trockenperiode der nordindischen Ebene scheint noch Einfluß auf die untersten Hanglagen der äußersten Vorberge zu haben; Species, die weiter im E (Abor Hills) viel tiefer herabkommen, halten sich hier in den Vorbergen des nördlichen Bengalen in bestimmten Höhen BURKILL 1924; während die Fallaubwälder des Terai Mitte April blattlos stehen, ist rings um Darjeeling ein Blütenmeer! SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 170. — Hier, auf der ersten Gebirgskette, fallen gewaltige Regenmengen; wenn auch im unteren Sikkim überall die Niederschläge außerordentlich hoch sind, so scheint doch die südliche Donkya-Kette (Chola-Kette) ein Zusammenwirken verschiedener Klimafaktoren zu noch gesteigerten Niederschlägen zu erfahren — nicht nur das feuchteste Gebiet von Sikkim, sondern des ganzen Himalaya wurde hier schon vermutet SMITH 1913; das Fehlen einer eigentlichen Sonnenscheinperiode erhöht die Wirkung der Niederschläge noch (SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 290: Darjeeling 3000 mm, Gangtok 3700 mm, Chuntang (Tsumtang) 2500 mm; WIEN 1937, II).

Jenseits der Pforte von Chuntang (Tsumtang) sind wir in einem anderen Land! Hier sind die Expositionsunterschiede so deutlich wie im

nordwestlichen Himalaya, hier sind die Sommer wärmer, die Winter kälter — das Klima kontinentaler. Nördliche Luftströmungen haben spürbaren Einfluß, wenn auch deren Auswirkungen weiter nach S die große Masse des Kangchendzönga entgegensteht HOOKER 1852, I; HOOKER & THOMSON 1855; GAMMIE, G. A. 1894; WIEN 1937, II.

Dieser Gliederung in ein tropisch-feuchtes Unter-Sikkim, ein kontinentaleres Ober-Sikkim und ein trockenes Hoch-Sikkim entspricht die Gliederung der Vegetation.

Dem Trockener-Werden nach N entspricht ein Ansteigen der Schneegrenze von 4650 m an der S-Flanke des Kangchendzönga auf 5700—6000 m auf der N-Flanke des Kangchengyao: die gewaltigen Niederschläge verbunden mit dauernden Nebeln lassen die Schneegrenze in Sikkim die tiefste Lage zwischen Kaschmir und dem oberen Assam erreichen HOOKER 1852, I; 1891, 553—554; PETERMANN 1861. Mit dem Ansteigen der Schneegrenze ist ein Ansteigen der Vegetationsstufen verbunden; klar zeigt dies die Obergrenze der Koniferenstufe: während in der Nähe des Islumbo-Passes (Singalila-Kette) die Baumgrenze bei 3600 m liegt, werden in Ober-Sikkim bei Tangu 3900 m von den Koniferen erreicht (die Baumgrenze selbst liegt erst bei 4200 m) PETERMANN 1861, 9. Die feuchte alpine Stufe ist auf der Chola-Kette (Changu) bei 4500 m bereits einer öden Felswüste gewichen, am Zemu-Gletscher dagegen oder in Lhonakh ist bei 4500 m noch eine prachtvolle Flora entwickelt; die gleichen Species erscheinen im nordwestlichen Sikkim bis 300 m höher hinauf als auf der Chola-Kette bei Changu SMITH 1913.

Regionale Analyse.

Das tropisch-feuchte untere Sikkim.

Im Vorland dieses Abschnittes sprechen wir nur noch allgemein vom „Terai“: die im Vorland des westlichen Zentral-Himalaya übliche Unterscheidung in den Landschaftsbezeichnungen scheint hier nicht gebräuchlich zu sein (ursprüngliche Bedeutung des Wortes „Terai“ (aus dem Persischen): „feucht“) HOOKER 1857, 51, 191, 192; 1891, 265—266; 1906, 15.

Shorea robusta, der Salbaum, ist auch hier die beherrschende Species der Fallaubwälder, reich ist oft der Unterwuchs; über weite Strecken hin kann auch der Salbaum ganz fehlen; dann bedecken sehr hohe, dicht stehende Gräser das Vorland, die hier und da von einzelnen Bäumen überragt werden — *Butea frondosa*, *Dillenia pentagyna*, *Eugenia obovata*, *Duabanga sonneratioides*, *Erythrina* sp. An den Wasserläufen, die zahlreich den Terai durchziehen, finden wir als edaphische Variante — wie im W — *Dalbergia Sissoo* zusammen mit *Acacia catechu*, *Garuga pinnata*, *Albizia elata*, *Bombax malabaricum* HOOKER 1848; 1891, 69, 72, 269, 278, 279, 282; PETERMANN 1861; GAMBLE 1875.

Die Salwälder sind besonders im W in Fortsetzung des nepalesischen „Morung“ (= Terai) verbreitet: auf den trockeneren, höher gelegenen Partien zwischen Mechi und Balasun, nördlich Siliguri zwischen Balasun und Mahanaddi; östlich des Mahanaddi setzen sie sich über den

Tista hinweg fort, finden aber dann am Chel ihr vorläufiges Ende. Hier ist auch die einzige Stelle zwischen Indus im W und Brahmakund im E, wo sich an den Gebirgsfuß keine tertiären Ablagerungen anschließen! Wir finden auf dem Alluvial-Plateau östlich des Chel keinen Salwald, nur dichtes, von Kletterpflanzen durchzogenes Buschwerk HOOKER 1857, 192, 200; 1891, 269; GAMBLE 1875, 81; COWAN 1929, 19; CHAMPION 1933.

Die Süd-Grenze, das heißt der Beginn der Salwälder (wenn man von S kommt), liegt nördlich von Siliguri bei Sukhna, wo das sumpfige Vorland — im W „Terai i. e. S.“ — sein Ende gegen die Ebene findet (Jailpaguri am Tista liegt „a good way south of the forest“ HOOKER 1891, 270). Nach N reicht der Salwald des Terai — so weit er noch vorhanden ist — bis an den Gebirgsfuß heran, klar abgegrenzt dadurch, daß das Gebirge sehr steil ansteigt — von 300 m unterhalb Punkhabari bis auf 2000 m (Darjeeling). Das Ende des Terai kann also mit 300 m Höhe angegeben werden. In den Tälern setzt sich aber der Salwald in sehr viel abwechslungsreicherer Vergesellschaftung noch weit in das Gebirge hinein fort HOOKER 1848; 1857, 51—52, 203; 1891, 69—71, 265, 276—277, 281; PETERMANN 1861; GAMBLE 1875; FORSTMANN 1926, 21; TROLL 1937; BAUER 1952, 35.

Somit ergibt sich für den Salwald im Terai von Sikkim eine sehr wechselnde Breite (= N-S-Ausdehnung) — mit 45 km im W an der Grenze von Nepal beginnend nimmt sie nach E hin ständig ab, bis der Salwald am Chel vorübergehend gar nicht mehr vorhanden ist. Es muß auch daran erinnert werden, daß die Salwälder dauernd menschlichem Einfluß unterliegen, der schon zu HOOKER's Zeiten sehr deutlich war; die Teegärten nördlich Siliguri sind im Bereich des tropischen Fallaubwaldes entstanden HOOKER 1857, 192; PETERMANN 1861; TROLL 1937. Wo der Fallaubwald häufig gebrannt wird, hat *Dendrocalamus Hamiltonii* große Verbreitung, da diese Species mit ihrem unterirdischen Wurzelstock ziemlich feuerhart ist und die Brände zu ihrer Ausbreitung beitragen COWAN 1929.

Eine grobe Übersicht über die tatsächlich noch vorhandenen Bestände des Falllaubwaldes (Salwaldes) vermitteln (für die Zeit der Bearbeitung) die Karten bei GAMBLE 1875 für den Distrikt von Darjeeling (westlich des Tista) und bei COWAN 1929 für den Distrikt von Kalimpong (östlich des Tista).

Aber der feuchte Salwald (Fallaubwald) steigt in viel üppigerer Zusammensetzung, entsprechend seinem Verhalten im westlichen Himalaya, weit in den tief eingeschnittenen Tälern in die Höhe.

Neben *Shorea robusta* erscheinen im feuchten Fallaubwald der Täler

Pandanus, Musa, Terminalia, Cedrela, Bauhinia, Ficus, Dillenia, Cassia, Symplocos, Gordonia Wallichii, Phoenix acaulis, Ph. rupicola, Areca gracilis, Caryota urens, Wallichia oblongifolia, Sterculia, Emblica usw.,

dazu riesige Bambusgewächse, Euphorbien, Orchideen, *Plathynerium, Pothos, Lycopodium*, Scitamineen, die mit vielen anderen zusammen einen dichten, dunklen tropischen Wald bilden, aber der Anteil der laubabwerfenden Species ist nach wie vor groß und bestimmend HOOKER 1848; HOOKER & THOMSON 1855; HOOKER 1857, 52, 55; 1891, 71, 73, 264, 276; PETERMANN 1861; GAMBLE 1875; TROLL 1937; CHOUDHURY 1951.

Standörtliche Differenzierungen zeigen sich insofern, als die Salbestände Sporne und Hanglagen vorziehen, Palmen und *Pandanus* die Täler füllen, in denen sie dann mit *Schima* und *Bauhinia* an der Obergrenze des vorwiegend laubabwerfenden Waldes zum immergrünen Bergwald überleiten; auch auf bestimmten Böden östlich des Chel kennzeichnen *Schima Wallichii* und *Bauhinia* die Übergangssituation; im W kündigt sich der Wechsel zur immergrünen Waldstufe insofern sehr charakteristisch an, als hier im Übergang die neuen Species zunächst nur in N-Exposition erscheinen, wo auch der weit stärkere Anteil an Epiphyten zu verzeichnen ist. Im Kalimpong District zeigt *Shorea robusta* auch besondere Vorliebe für die Standorte auf Nahans-Sandstein HOOKER 1857, 74; 1891, 99; GAMBLE 1875; COWAN 1929.

An den Außenhängen wird für den Übergang zum immergrünen Bergwald von GAMBLE 1875 900 m, CHOUDHURY 1951 800 m angegeben. Doch im Tista-Tal und seinen Nebentälern steigt der Fallaubwald bis 1200 m auf (TROLL 1937; CHOUDHURY 1951; FORSTMANN 1926, 331).

Im einzelnen liegen Angaben vor für das Große Rangit-Tal HOOKER 1891, 99—100, 104, 290; GAMBLE 1875; TROLL 1937; Tashiding (Tassiding) HOOKER 1857, 163; 1891, 221; das Kleine Rangit-Tal: Singla BAEHNI 1951, Ramman-Tal GAMBLE 1875; BAEHNI 1951; Kalet-Tal: FORSTMANN 1926, 187; Ratong- und Parek-Tal: Bakkim (Bahim) HOOKER 1857, 170, 175; 1891, 255; GAMMIE, J. 1894; BAEHNI 1951; Tendong - Ost-Hang (*Shorea robusta*): HOOKER 1857, 321; 1891, 292—294, 457; Ringpo-Tal HOOKER 1891, 207; Bhomsong HOOKER 1891, 208; Rumphiup-Tal HOOKER 1891, 211; Dikchu WIEN 1937, II; LOWNDES 1950; Talong Chu GORER 1938; Rangpo-Tal: GAMBLE 1875; CHOUDHURY 1951; Rongni-Tal: TROLL 1937; Ryott-Tal: HOOKER 1857, 298; 1891, 430.

In der tropisch-feuchten und heißen Talstufe ist die Vegetation weniger durch Kulturen beeinträchtigt, dafür reißen Erdbeben große Lücken in das Waldkleid, zeigen andererseits aber auch wieder den Gang der Neubesiedlung; *Duabanga sonneratioides*, weiter oben *Alnus nepalensis* und *Polygonum molle* sind typische Erstbesiedler auf solchen Standorten HOOKER 1891, 299; COWAN 1929.

Pinus Roxburghii erscheint in Sikkim nur vereinzelt; auf den Außenhängen kommt sie bis Punkhabari, 900 m, hier und da vor, im Innern des Gebirges nur auf bestimmten trockenen Felsvorsprüngen: oberhalb der Mündung des Großen Rangit in den Tista bei Pashkok, bei Badamtam im Großen Rangit-Tal und im Aufstieg zum Tendong; auch am Osthang des Tendong nach dem Tista-Tal hin erscheint *Pinus Roxburghii* zwischen Katong und Namten (bis 1200 m) HOOKER 1857, 74, 321; 1891, 99—100, 290, 457; HOOKER & THOMSON 1855; GAMBLE 1875; BURKILL 1910; SHEBBEARE 1934; CHOUDHURY 1951.

Schwierig ist es, an den Außenhängen des Gebirges die Vegetationsstufung zu erkennen. Die außerordentlich hohe Feuchtigkeit hat ein großes Gleichmaß des Klimas zur Folge, das tropischen Species ermöglicht, weit in die Höhe aufzusteigen, temperierten tiefer herabzukommen, so daß als Ergebnis eine Durchdringung der Bestände mit Species der verschiedensten Genera vorliegt. In der N-Exposition der ersten Kette, auf dem Wege von Darjeeling zum Großen Rangit hinab, sind die Vege-

tationsstufen wieder viel deutlicher abgegrenzt HOOKER 1857, 54—55, 74; 1891, 97—98; PETERMANN 1861.

Der Übergang zum immergrünen Bergwald, der sich durch eine große Zahl immergrüner Gewächse auszeichnet, wird, wie bereits erwähnt, durch das Auftreten von *Schima Wallichii*, *Castanopsis tribuloides* und *C. indica* eingeleitet, der Baumfarn *Alsophila* macht den Wechsel vollkommen, der auf dem Weg von Punkhabari nach Kurseong bei 1200 m erreicht wird HOOKER 1848; 1857, 55; 1891, 74; PETERMANN 1861; TROLL 1937.

In der floristischen Zusammensetzung des immergrünen Bergwaldes zeigt sich die Mischung tropischer und außertropischer Pflanzen:

Schima Wallichii, *Castanopsis indica*, *C. tribuloides*, *Alsophila gigantea*, *Hemitelia*, *Pieris ovalifolia*, *Erythrina arborescens*, *Engelhardtia spicata*, *Prunus Puddum*, *Betula cylindrostachys*, *Phoebe lanceolata*, *Terminalia myriocarpa*, *Bucklandia populnea*, *Juglans regia*, *Hydrangea*, *Quercus*, *Acer*, *Vaccinium*, *Aralia*, *Piper*, *Ficus*, *Pothos*, *Musa*, *Ostodes* usw.,

ferner Palmen und zahlreiche Epiphyten (*Orchis*, *Vaccinium*, Farne, Moose); an den Wasserläufen tritt *Alnus nepalensis* gesellig auf HOOKER 1857, 55; 1891, 74—75, 98; HOOKER & THOMSON 1855; PETERMANN 1861; GAMBLE 1875; GAMMIE, J. 1894; COWAN 1929; TROLL 1937; CHOUDHURY 1951; auch SCOTT 1874.

Diese Mischung tropischer und außertropischer Species beschreibt HOOKER aus dem Tal des Tista von Chakoong (unterhalb Chuntang) mit folgenden Worten:

„The elevation is 4,400 feet, and many European genera not found about Darjeeling, and belonging to the temperate Himalaya, grow intermixed with tropical plants that are found no further north. The birch, willow, alder, and walnut grow side by side with wild plantain, *Erythrina*, *Wallichia* palm, and gigantic bamboos; the *Cedrela Toona*, figs, *Melastoma*, *Scitamineae*, balsams, *Pothos*, peppers, and gigantic climbing vines, grow mixed with brambles, speedwell, *Paris*, forget-me-not, and nettles that sting like poisoned arrows. The wild English strawberry is common, but bears a tasteless fruit: its inferiority is, however, counterbalanced by the abundance of a grateful yellow raspberry. Parasitical orchids (*Dendrobium nobile*, and *densiflorum*, etc.) cover the trunks of oaks, while *Thalictrum* and *Geranium* grow under their shade. *Monotropa* and *Balanophora*, both parasites on the roots of trees (the one a native of north Europe and the other of a tropical climate), push their leafless stems and heads of flowers through the soil together; and lastly, tree-ferns grow associated with the *Pteris aquilina* (brake) and *Lycopodium clavatum* of our British moors; and amongst mosses, the superb Himalayan *Lyellia crispa*, with the English *Funaria hygrometrica*.“
HOOKER 1891, 300—301 (1857, 213—214).

Der immergrüne Bergwald ist im ganzen Bereich des Distriktes von Darjeeling verbreitet, vom Mechi nach E, oberhalb des Tista und am Großen Rangit und Ramman entlang, wie es auch auf der Karte von GAMBLE 1875 gezeigt wird; diese Karte zeigt auch deutlich, wie stark gerade dieser Wald unter dem Einfluß des Menschen gelitten hat, befinden sich doch die berühmten Teegärten von Darjeeling in dieser Höhenstufe, die bei ihrer bedeutenden Ausdehnung wenig vom immergrünen Bergwald übriggelassen haben, ja sogar noch bis in die Stufe des Höhen- und Nebelwaldes reichen, wo die edelsten Teesorten geerntet werden; ausgezeichnet gedeiht der Tee auch bei Libong nördlich Darjeeling

HOOKER 1857, 74; 1891, 98; GAMBLE 1875; SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 203; SPRECHER von BERNEGG 1936, 235.

Der immergrüne Bergwald ist ferner von der ganzen E-Abdachung der Singalila-Kette bekannt BANERJI 1948: vom Ratho- und Rishi-Tal BAEHNI 1951, vom Aufstieg zum Kloster Pemayangtse, von Tinglin (Tengling), wo noch *Alsophila* vorkommt HOOKER 1891, 259 und von Yoksan, wo der Bergwald bis zu einer Höhe von 1800 m aufsteigt GAMMIE, G. A. 1894, I.

Östlich des Tista im Bezirk von Kalimpong ist der Teeanbau durch Regierungsmaßnahmen eingeschränkt worden; die Rodungen im Bereich des Bergwaldes sind zwar nicht so ausgedehnt, aber das Wachstum der Bevölkerung im Kalimpong-District von 3500 im Jahre 1865 auf 41 000 1901 und 50 000 im Jahre 1929 (COWAN 1929) dürfte den Druck der Bevölkerung gegen das natürliche Waldkleid erkennen lassen. Aus dem Tal des Rongni Chu (im Aufstieg nach Gantok) wird der immergrüne Bergwald von TROLL 1937 eindrucksvoll geschildert. Kulturland ist um Gantok so sehr verbreitet, daß nur wenige Restbestände des ursprünglichen Waldkleides hier noch übrig geblieben sind. Als Sekundärformation auf verlassenem Kulturland ist *Maesa chisia* gewöhnlich, ebenso *Rhus semialata*, auch Adlerfarn und *Polygonum*, während *Macaranga denticulata* und *Dendrocalamus sikkimensis* auf Rodungen vorkommen SMITH & CAVE 1911; COWAN 1929; TROLL 1937.

Die Angaben von WIEN 1937, II weisen auf das Vorkommen des immergrünen Bergwaldes oberhalb Dikchu (im Tista-Tal) hin.

Wir steigen weiter auf, die Luftfeuchtigkeit nimmt noch zu und liegt zwischen 1800—3600 m das ganze Jahr hindurch nahe dem Sättigungsgrad. Bei 1800 m überschreiten wir die Frostgrenze — Schneefälle kommen vor, doch selten bleibt der Schnee liegen; die Temperatur geht zurück: die floristische Zusammensetzung des Waldkleides ändert sich. Die Vegetation ist von einer Üppigkeit, wie wir sie bisher noch nicht erlebt haben; schon den Dimensionen nach sind die Bäume gewaltig, viel mächtiger als bisher. Stämme, Äste, Zweige sind mit dicken Moospolstern überzogen, Flechten hängen in langen Strähnen von den Zweigen herab, und alles ist nicht nur zur Monsunzeit, sondern das ganze Jahr hindurch in Nebel gehüllt — „a shaggy appearance“! (COWAN 1929) - PETERMANN 1861; SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 305; HOOKER 1891, 263; GAMMIE, J. 1894; TROLL 1937.

Zu den wichtigsten Repräsentanten des Höhen- und Nebelwaldes, den wir zunächst in seiner unteren, der Laubwaldstufe, kennen lernen, gehören:

Magnolia Campbelli, *M. excelsa*, *Quercus pachyphylla*, *Qu. annulata*, *Qu. lanuginosa*, *Qu. lamellosa*, *Machilus edulis*, *Betula*, *Acer*, *Alnus*, *Ilex*, *Styrax*, *Berberis*, *Michelia excelsa*, *M. Cathartii*, *Rhododendron arboreum*, *Rh. Dalhousiae*, *Rh. barbatum*, *Rh. Falconeri*, *Rh. Campbelli*, *Rh. grande* etc.; *Prunus*, *Pyrus*, *Sorbus*, *Pieris*, *Symplocos*, *Gleichenia*, *Hydrangea*, *Buddleia*, *Aralia*, *Skimmia* usw.

Stauntonia ist als Kletterpflanze auffällig und wichtig, Farne schließen sich zu „Wedelteppichen“ (TROLL 1937) zusammen; HOOKER sam-

melte bei Pacheem allein von Farnen 60 Species! (1857, 56; 1891, 76). Baumfarne sind in dieser Höhe jedoch nicht mehr vertreten. Das Hauptmerkmal dieses Typs aber ist die enorme Zahl der Waldbäume HOOKER 1848; 1857, 56, 64; 1891, 76, 77, 85, 86, 115, 116; 1906, 16—17; HOOKER & THOMSON 1855; PETERMANN 1861; GAMBLE 1875; CLARKE 1875; COWAN 1929; TROLL 1937; BAEHNI 1951.

Die reiche Krautflora im Unterwuchs der Höhen- und Nebelwälder nimmt mit der Höhe mehr und mehr alpinen Charakter an — *Araecen*, *Impatiens*, große *Senecionen*, *Helichrysum*, *Epilobium*, *Pedicularis*, *Corydalis* — das sind einige wenige Namen aus der Fülle. Die märchenhafte Üppigkeit der Vegetation zeigt sich auch gerade in den sonst unscheinbaren Gewächsen, die nun durch ihr massenhaftes Auftreten die Aufmerksamkeit auf sich ziehen: Stämme, Äste, Felsen decken dichte Moospolster, Mooschwaden hüllen niederes Gesträuch ein. Hymenophyllaceen, die so sehr zarten Hautfarne, die bei uns nur an wenigen, ganz besonders geschützten Standorten vorkommen, treten massenhaft auf, feuchte Felswände sind über und über mit üppigen thallosen und foliosen Lebermoosen bedeckt, und in diesen tiefenden Moosrasen finden sich unzählige Utricularien, die — bei uns in stehenden Gewässern submers lebend — wohl am deutlichsten für die Feuchtigkeit im Nebelwalde Sikkims zeugen. Nadelhölzer fehlen. Das Üppigkeitsmaximum ist bei 2500 m erreicht TROLL 1937; PETERMANN 1861.

Die Frostgrenze, eine folgenschwere klimatische Cäsar, wählen wir als untere Begrenzung des Höhen- und Nebelwaldes; GAMBLE 1875 (Darjeeling) und COWAN 1929 (Kalimpong) geben sie mit 1800 m an, TROLL 1937 (Gangtok) mit 2000 m — es ist gut möglich, daß sich in dieser Differenz schon das Ansteigen der Frostgrenze ausdrückt. Nach der Höhe zu treten in der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes immer stärker die baumförmigen *Rhododendron* sp. hervor, bis sie den Bestand vollkommen beherrschen; der Wald nimmt dann oft den Charakter eines „Nebelbuschwaldes“ an (TROLL 1937), da die *Rhododendron* gewöhnlich nicht solche Ausmaße erreichen, wie die Bäume der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes. In diesen *Rhododendron*-Wäldern sind *Arundinaria*-Dickichte im Unterwuchs überall verbreitet. Allmählich erscheinen die ersten Koniferen: zuerst *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*) und auch *Taxus baccata*. Da das Auftreten der Koniferen sehr unregelmäßig und sehr unterschiedlich in den einzelnen Landesteilen ist, läßt sich die Untergrenze nur sehr schwer festlegen; CHAMPION 1936, 247 gibt 2700 m (Ramman Chu) an, TROLL 1937 oberhalb Gangtok bei Karponang 3100 m: *Bambus* (*Arundinaria*) steigt hier bis an die Untergrenze der Koniferen auf, aber nicht mehr in den Nadelwald hinein; auch die Beobachtung, daß an der Grenze zwischen Laub- und Nadelwaldstufe in N-Exposition noch Laubhöhenwald, in S-Exposition aber schon der Nadelwald auftritt, dürfte die Schwierigkeit der Abgrenzung andeuten TROLL 1937; gerade diese Schwierigkeiten aber stützen auch die Auffassung, daß es sich um zwei Stufen desselben Typs, um Laub- und Nadelwaldstufe des tropischen Höhen- und Nebelwaldes handelt; 2700 m (HOOKER 1906, 16; CHAMPION 1936,

247) — 3000 m (TROLL 1937) dürften als Höhenangabe den Übergang innerhalb der Nebel- und Höhenwälder hinreichend angeben.

An Versuchen, den Laubhöhen- und Nebelwald zu gliedern, hat es nicht gefehlt. Folgende Unterabteilungen wurden dabei herausgestellt:

1800—2100 m: *Magnolia*, *Machilus edulis*, *Michelia Cathcartii*;

2100—2400 m: *Quercus lamellosa*, *Magnolia excelsa*, *Magnolia Campbelli*;

2400—2700 m: *Quercus lamellosa*, *Qu. pachyphylla*, *Acer*, *Magnolia*, *Arundinaria*, *Rhododendron*; letztere werden ab 2700 m immer häufiger COWAN 1929; CHAMPION 1936; CHOUDHURY 1951.

Eine große Anzahl von Angaben über das Vorkommen der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes liegen aus Sikkim vor. Beim Anstieg von der Ebene setzt der Wechsel oberhalb Kurseong ein HOOKER 1857, 56; 1891, 75—76; bei Pacheem in 2000 m ist der Typ klar zu erkennen: der Wald besteht hier zu 50% aus *Quercus* sp., 25% *Magnolia* sp. und 25% Lauraceen HOOKER 1848. Die Höhen um Darjeeling sind von der Laubwaldstufe des Nebelwaldes bedeckt; da aber bis in diese Höhen Tee angebaut wird — gerade die besten und feinsten Erzeugnisse kommen aus den höchsten Lagen — ist der Umfang des Nebelwaldes eingeschränkt (GAMBLE 1875: Karte). Der Nebelwald steigt dann weiter zur Singalila-Kette auf, deren E-Flanke in der entsprechenden Höhenstufe ganz davon eingenommen wird; bei 2500 m beginnen die baumförmigen *Rhododendron* (*Rh. Falconeri*, *Rh. barbatum*, *Rh. Campbelli*!) sich stark auszubreiten; sie überziehen den Gipfel des Tanglu (3063 m), auf dem auch die ersten Exemplare von *Taxus baccata* angetroffen werden HOOKER 1852 II; 1857, 57, 64, 84, 86; 1891, 112, 115, 116; SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 217, 222; FORSTMANN 1926, 153; SPRECHER von BERNEGG 1936, 235; TROLL 1937.

Herrlichen Laubhöhenwald finden wir auf den Höhen zwischen Pema-yangtse und Sangacholing HOOKER 1857, 167, 187; 1891, 231; auch vom Kloster Kechoiperi wird die „Vegetation von Darjeeling“ berichtet, die sich an den Hängen des Rathong-Tales aufwärts fortsetzt bis zum Mön Leptscha — 60 verschiedene Species von Farnen, zumeist tropische, sammelte HOOKER hier (u. a. *Trichomanes*, *Marattia*, *Hymenophyllum*, *Pleopeltis* usw.) HOOKER 1857, 182; 1891, 239, 235, 251; RONALDSHAY 1923; BAEHNI 1951.

Der Gebirgszug zwischen Rangit (im W) und Tista ist, beginnend mit dem Tendong (2660 m) im S, über den Rabang La zum Moiam (Menam) mit dem Höhen- und Nebelwald bedeckt HOOKER 1891, 205, 215, 291.

Östlich des Tista ist auf den Höhen oberhalb Kalimpong der Laubhöhenwald verbreitet, in dem gegen Richi und Sathi La hin die *Rhododendron*-Bäume einen wachsenden Prozentsatz ausmachen; auf der Höhe des Richi La erscheinen in 2700 m die ersten Nadelhölzer COWAN 1929 (Karte), GAMBLE 1875.

Der Weg zum Jelep La führt zwischen Sedongchen und Gnatong durch den Laubhöhenwald HOWARD-BURY 1922 I; II, 88.

Die beste Schilderung des Höhen- und Nebelwaldes enthält das Tagebuch TROLL's 1937, die mit der Unmittelbarkeit, die wohl doch nur einem Tagebuch eignet, das Erlebnis der tropischen Höhenwälder in Sikkim fest-

hält; bei 2000 m ist oberhalb Gangtok der Übergang zum Laubhöhenwald vollzogen, die Stufe der Kulturen verlassen; ab 2500 m sind *Rhododendron* sp. außerordentlich häufig; ab Karponang (2937 m) geht die Führung an die Koniferen über TROLL 1937; SMITH 1913; WARD 1924—26, Band 75, 288—289.

Im Tal des Dikchu finden wir — als eine Besonderheit für Sikkim — im Laubhöhenwald *Quercus semecarpifolia* in einem völlig isolierten Vorkommen GAMMIE, G. A. 1894, I; SMITH 1913; CHOUDHURY 1951; auf dem Wege von Tumlong nach Phieunggong treten immer mehr die *Rhododendron* sp. in den Vordergrund HOOKER 1891, 431.

Nördlich Tumlong ist der Laubhöhenwald erneut in großer Üppigkeit entwickelt, und das massenhafte Vorkommen der Blutegel bei Samatek auf der N-Flanke des Mafila ist darüber hinaus ein sicheres Anzeichen für große Feuchtigkeit FORSTMANN 1926, 351. WIEN 1937, II gibt den Höhen- und Nebelwald allgemein für das Tista-Tal oberhalb Dikchu an.

Steigen wir weiter auf, so treffen wir im Rhododendron-Wald der oberen Lagen der Laubwaldstufe die ersten Koniferen, die die Koniferenstufe des Höhen- und Nebelwaldes ankündigen. Wir erinnern uns, daß die verstreuten Vorkommen von *Pinus Roxburghii*, bei 750, 900, 1200 m, die letzten Koniferen waren, denen wir begegnet sind — jetzt, von 2700 m ab, treffen wir zunächst auf *Taxus baccata* und *Tsuga dumosa*; *Taxus baccata* hat aber nur lokale Verbreitung. Gelegentlich finden sich im Koniferenwald einige Laubbäume, doch bleibt ihre Zahl gering. Am größten ist die Verbreitung von *Rhododendron*, dann von *Salix*, *Betula*, *Pyrus*, *Prunus*, *Acer*, *Alnus*, *Populus*; in den unteren Lagen kann gelegentlich auch noch *Magnolia* vorkommen. Als Sekundärbusch ist an Brandstellen *Piptanthus sikkimensis* verbreitet, *Elsholtzia*, *Pieris*, *Rosa sericea* und Dickichte von *Arundinaria aristata* HOOKER 1857, 87; 1906, 16; HOOKER & THOMSON 1855; SHEBBEARE 1934; TROLL 1937; CHOUDHURY 1951.

Die besonderen Schwierigkeiten für die Feststellung der Untergrenze der Koniferenstufe des Höhen- und Nebelwaldes sind bereits erörtert worden; HOOKER 1906, 16 gibt als Gesamtverbreitung der feuchten Koniferenwälder 2700—3600 m an.

Im SW des Landes erscheinen die Nadelhölzer zum ersten Male auf dem Tan glu (*Taxus baccata*), auf dem Wege zum Sandakphu gesellt sich *Abies densa* dazu, die dann von 3000—3900 m die Hänge bedeckt. Im Unterwuchs gedeihen *Rhododendron* und *Arundinaria*. Der Einfluß von Feuer und Beweidung ist entlang der Singalila-Kette bedeutend. *Tsuga dumosa* zieht im Ramman-Tal die N-Expositionen vor, um der vollen Kraft des Monsun zu entgehen GAMBLE 1875; CLARKE 1875; GAMMIE, G. A. 1894, I; GAMMIE, J. 1894; FORSTMANN 1926, 156; SHEBBEARE 1934. Zwischen Sandakphu (3680 m) und Phallut (3596 m) ist die Zusammensetzung der Nadelwälder etwas reichhaltiger, da wir neben *Abies densa* auch *Betula utilis*, *Pyrus foliolosa*, *Acer caudatum*, *Prunus* finden; am Phallut selbst bestehen die Wälder ab 3000 m aus *Abies densa* und *Tsuga dumosa* GAMMIE, G. A. 1894, I; GAMMIE, J. 1894; HOOKER & THOMSON 1855; BANERJI 1948. Auf dem Kamm der Singalila-Kette

erscheint *Juniperus pseudosabina* auf dem Wege nach Chiya Banjang und steigt als Krummholz bis 4500 m auf GAMMIE, G. A. 1894; I; II.

Folgen wir dem Tal des Rangit aufwärts, so beobachten wir hier wieder *Tsuga dumosa* als erste Konifere; am Zusammenfluß von Parek- und Rathong Chu ist auch *Abies densa* festgestellt worden. Wenden wir uns nach W, so finden wir den Nadelwald mit *Abies densa*, *Rhododendron campanulatum*, *Juniperus recurva* und *J. pseudosabina* überall von 3000 bis 3600 m an den Hängen der Singalila-Kette (Gambothan (Gopetang), Yangsap-Tal, Dzongri); *Juniperus* steigt als Baum oder Strauch weit gegen den Kang La (5084 m) auf. Auch die Höhen oberhalb des Klosters Dabde (Dubdi) tragen Nadelwald, und der Moenam (Menam, 3234 m) ist mit *Abies densa*-Beständen gekrönt HOOKER & THOMSON 1855; HOOKER 1857, 170; 1891, 207, 216, 235, 239; GAMMIE, G. A. 1894, I; RONALDSHAY 1923; SHEBBEARE 1934; BAEHNI 1951. WIEN 1937, II meldet die Koniferen aus dem Tista-Tal oberhalb Dikchu.

Östlich des Tista werden die ersten Standorte des feuchten Nadelwaldes in zwei kleinen Vorkommen am Richla (2960 m) angetroffen (*Abies densa* und *Tsuga dumosa*) COWAN 1929. Auf der W-Seite des Jelep La erreicht *Abies densa* 4000 m GAMMIE, G. A. 1894; I; II; SHEBBEARE 1934. Oberhalb Gangtok setzt bei Karponang (2937 m) der feuchte Nadelwald ein; zunächst bestimmt *Juniperus pseudosabina* zusammen mit *Rhododendron arboreum*, *Aralia*, Bambus und Hochstauden den Wald in 3100 m Höhe; bald aber setzt *Abies densa* ein und leitet zu der obersten Hochwaldstufe, dem feuchten Koniferenwald, über; dazu kommt ein dichter, aber wenig hoher Wald von *Rhododendron*, in dem wir *Acer*, *Hydrangea*, *Juniperus* eingestreut finden; *Abies* und *Juniperus* aber setzen sich nach der Höhe zu durch, die *Rhododendron* werden immer niedriger und sind zuletzt nur noch als Buschunterwuchs vorhanden. Auch der Moosbewuchs ist sehr dicht, aber es sind nun nicht mehr die schönen grünen Moose der Laubwaldstufe — graue Moose und Flechten überziehen jetzt überall Äste und Stämme und hängen in langen Streifen von den Zweigen herab. In der Krautflora ist der Einfluß der alpinen Matte bereits deutlich: *Senecio*, *Pedicularis*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Primula*, *Meconopsis*, *Saxifraga*, *Polygonum* u. v. a. treten auf. Am Tsomgo-See erreicht der Nadelwald seine Obergrenze in 3800 m; südöstlich des Sees aber steigt *Abies densa* noch bis 3900 m an den S-Hängen aufwärts und schließt dort an der Waldgrenze in geschlossener Front ab — auch hier ist alles mit langen, grauen Bartflechten behangen, im Unterwuchs sind *Rhododendron* und *Betula* eingestreut TROLL 1937; SMITH 1913. Weiter nördlich wurde bei Phieunggong („Kleiner Bambushügel“) in 3700 m der feuchte Nadelwald mit *Abies* und *Juniperus* beobachtet, der sich nach Chamanako hin fortsetzt HOOKER 1857, 299; 1891, 432; GAMMIE, G. A. 1894, II; SMITH 1913.

Das mäßig-feuchte obere Sikkim.

Chuntang (Tsumtang) behauptet eine einmalige topographische Situation in Sikkim: hier vereinigen sich die beiden Quellflüsse des Tista, Lachen und Lachung (Chuntang = „Hochzeitswiese zweier Flüsse“

FORSTMANN 1926, 357); mit vereinten Kräften durchbricht der Fluß dann das Gebirge und öffnet sich seinen Weg in das untere, tropisch-feuchte Sikkim. Die enge Pforte von Chuntang trennt zwei verschiedene Landesteile: oberhalb der Schlucht ändern sich Klima, Vegetation, der Gesamtcharakter des Landes schnell. Wir stellen einen gewissen Übergang in der Vegetation fest; viele Species des tropisch-feuchten Sikkim kommen hier zunächst noch vor, aber sie erreichen bei weitem nicht mehr die Höhen wie im S: *Rhododendron arboreum* ist um Darjeeling nicht unter 2200 m zu finden — hier, im oberen Sikkim, ist diese Species schon zwischen 1500—1800 m verbreitet; *Taxus baccata* — im S bei 2800—3000 m anzutreffen — tritt hier schon bei 2100 m auf; *Tsuga dumosa* ist in der Umgebung von Darjeeling unbekannt, kommt aber im oberen Sikkim bei 2400 m vor — d. h.: die Verbreitungsgrenzen der Species des tropisch-feuchten Gebietes senken sich HOOKER 1891, 305. In beiden Quelltälern steigen die Species aus dem S noch eine kurze Strecke aufwärts, aber insgesamt ist der Wechsel zwischen dem unteren, tropisch-feuchten und dem oberen, weniger feuchten Teil von Sikkim scharf HOOKER 1857, 294; 1891, 424; PETERMANN 1861; GAMMIE, G. A. 1894, I, II; SMITH & CAVE 1911; FORSTMANN 1926, 357.

Bereits der Hang oberhalb Chuntang läßt die veränderten Verhältnisse erkennen: dieser Hang ist kahl und grasbedeckt, und erst ganz oben am Kamm erscheinen einige Nadelbäume; die Erinnerung an den nordwestlichen Himalaya mit seinen ausgeprägten Expositionen unterschieden drängt sich auf HOOKER 1852, II; 1857, 215; 1891, 302; GAMMIE, G. A. 1894, I.

Folgen wir dem westlichen Quelltal, dem Lachen! Am Fluß finden wir *Larix Griffithii*, die bis 3300 m aufsteigt; *Tsuga dumosa* ist zwischen 2400—3000 m verbreitet; ab 2400 m gesellt sich auch *Picea morinda* (syn. *P. spinulosa* und *P. morindoides*, siehe BRANDIS 1906, 692—693, 721) dazu; *Taxus baccata* kommt vor, und natürlich fehlt auch *Juniperus* nicht: ein gemischter Nadelwald, der durch das verbreitete Auftreten der Lärche, dem wichtigsten Charakterbaum der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya, getragen wird. Einige Laubbäume erscheinen dazwischen — *Salix*, *Juglans*, *Fraxinus*, *Sorbus*, *Pyrus*, *Prunus*, *Alnus*, *Betula*, *Corylus*, *Acer* und ein Strauchwerk von *Rosa*, *Berberis*, *Sambucus*, *Rubus*, *Rhododendron*, *Lonicera*, *Ilex*, *Viburnum*, *Euonymus*, *Spiraea*, *Ribes*, *Gaultheria*, *Litsaea*, *Elaeagnus* ist verbreitet. Neben diesen, uns vertrauteren Species zeigen sich hier auch noch Pflanzen nordamerikanischer und ostasiatischer Verwandtschaft, so *Buddleia* und *Sassafras*, *Hydrangea*, auch noch *Magnolia*, *Aralia* und *Panax*, ferner *Camellia*, *Deutzia*, *Stauntonia*, *Skimmia* und *Enkianthus*; aus dem malaiischen Bereich kommen noch *Marlea*, *Engelhardtia*, verschiedene *Orchis* und Lauraceen vor. Der floristische Reichtum ist somit zunächst noch groß HOOKER 1857, 220—222; 233—235; 1891, 309, 311, 314; GAMMIE, G. A. 1894, II; SHEBBEARE 1934; BANERJI 1949. Das Klima, obwohl merklich weniger feucht, ist eben durchaus nicht trocken.

„Being now fairly behind most of the great snow and rain collecting mountains, I experienced a considerable change in climate, which characterises all

these rearward lofty valleys, where very little rain falls, and that chiefly drizzle; but this is so constant, that the wheather feels chilly, raw, and comfortless, and I never returned dry from botanizing.“ HOOKER 1891, 336 (1857, 237, 239).

Im gleichen Maß, wie diese so verschiedenartige Flora zurückbleibt, stellen sich auch die Pflanzen ein, die das K o n t i n e n t a l e r - W e r d e n des Klimas anzeigen (so z. B. *Hippophae*) HOOKER 1857, 224; 1891, 317.

Von W kommend mündet bei Zemu Samdong der Z e m u in den Lachen; steil sind hier die Hänge, Talboden und untere Hangpartien mit dichtem Nadelwald bestanden, *Larix Griffithii* muß immer wieder als der wichtigste Charakterbaum genannt werden SMITH & CAVE 1911; dieser Nadelwald reicht mit *Larix Griffithii* und *Juniperus* bis gegen 4000 m in das Zemu-Tal hinein zur Einmündung des Lhonak Chu; *Juniperus*-Krummholz wird aber noch bis 4500 m gefunden. Im T u m r a c h e n - T a l erreichen *Abies densa* und *Juniperus* 3900 m HOOKER 1891, 321, 324; SMITH & CAVE 1911; WIEN 1937, II.

Im Tal des L h o n a k C h u, der in ungewöhnlich steiler Schlucht vom Hochland von Lhonak herabkommt, sind sehr klare E x p o s i t i o n s - u n t e r s c h i e d e beobachtet worden: die S-Exposition, die den feuchten, warmen Luftströmungen aus dem S bzw. aus dem Lachen-Tal entgegensteht, trägt gemischten Nadelwald mit *Larix* und *Picea*; die N-exponierte Seite des Tales ist von *Rhododendron*-Gebüsch bedeckt HOOKER 1857, 227; 1891, 321 — das Verhältnis beider Hänge ist hier also gerade umgekehrt wie oberhalb Chuntang!

Der Hauptstrom der feuchten Luftmassen aus dem S folgt dem L a c h e n - T a l, und hier ist der Nadelwald ungefähr bis zur Mündung des J h a C h u (Lasha Chu), also bis T a n g g u verbreitet, wo die subalpine Waldstufe beginnt HOOKER 1857, 241; 1891, 342.

Die Gebirgskette, die in der östlichen Fortsetzung des Siniolchu das Zemu-Tal im S begrenzt, zeigt auf S- und N-Flanke in der veränderten Vegetation den Unterschied zwischen dem tropisch-feuchten unteren Sikkim und dem mäßig-feuchten oberen Sikkim (Y u m t s o L a) SMITH & CAVE 1911.

Auch im östlichen Quelltal, dem L a c h u n g - T a l, ist die Luft zunächst noch recht mild (z. B. bei Kedum). Kedum liegt in der gleichen Meereshöhe wie Darjeeling — doch Welch ein Unterschied in der Vegetation! Dort der feuchteste, üppigste Laubnebelwald — hier der K o n i f e r e n - w a l d der inneren Täler mit *Larix Griffithii*, *Picea spinulosa* (syn. *P. morinda*), *Tsuga dumosa* — ganz dem Koniferenwald des Lachen-Tales entsprechend; auch die hier angetroffenen Laubbäume entsprechen denen des Lachen-Tales HOOKER 1891, 360—361; GAMMIE 1894, I, II; FORSTMANN 1926, 362.

Dieser Nadelwald setzt sich auch in alle Seitentäler des Lachung hinein fort, so ins T a n k r a - T a l, wo der Talboden selbst von dichtem *Rhododendron*-Gestrüpp bedeckt ist HOOKER 1857, 254; 1891, 361, 364—365; GAMMIE, G. A. 1894, I. Im S e b u - T a l (Sebozung-Tal) steigen *Larix Griffithii*, *Picea spinulosa*, *Tsuga dumosa* bis 3200 m auf und werden dann von zu-

sammenhängenden Beständen von *Abies densa*, begleitet von *Prunus*, *Pyrus*, *Acer*, *Rhododendron* und ab 3300 m auch *Juniperus recurva*, abgelöst. Im G o r a - T a l trägt nur die S-Seite (?) Wald GAMMIE, G. A. 1894, II. Sebu ist als Viehlager bekannt und durch L ä g e r f l u r e n von *Aconitum Napellus* ausgezeichnet. Sonst ist der Talboden am Sebu Chu entlang sumpfig und mit einem dichten *Rhododendron*-Buschwerk überzogen GAMMIE, G. A. 1894, I; FORSTMANN 1926, 375.

Ausgedehnte Nadelwälder ziehen sich auch im oberen L a c h u n g - T a l aufwärts; auf den westlichen Hängen erscheinen die Bäume mit *Usnea barbata* behangen. Bei Yumtang finden wir *Hippophae salicifolia* im Tal, das im allgemeinen sumpfig und grasbedeckt ist. An den Hängen darüber, zumal nach dem Yumtang-Gletscher hin, sind die Nadelwaldbestände dicht; bei 3900 m erreichen sie im Lachung-Tal ihre Obergrenze HOOKER 1857, 257, 259; 1891, 369, 370; GAMMIE, G. A. 1894, I; II; DUNCAN 1935; LOWNDES 1950.

Die Berichte über die Wälder in den beiden Quelltälern des Tista zeigen uns klar die veränderte Zusammensetzung der Nadelwälder des oberen Sikkim, die durch die Pforte von Chuntang (Tsumtang) von den Koniferenwäldern des tropisch-feuchten unteren Sikkim getrennt sind. *Larix Griffithii* und *Picea spinulosa* sind die charakteristischen Species dieser gemischten Nadelwälder der inneren Täler. Als Grund für die Verschiedenheit der Wälder darf das Nachlassen der Niederschläge und die viel größere Sonnenscheindauer im oberen, inneren Sikkim angenommen werden (auch CHOUDHURY 1951).

Subalpine Waldstufe und feuchte alpine Stufe in Sikkim.

Beide Koniferenstufen, die tropisch-feuchte des unteren (äußeren) Sikkim und die mäßig-feuchte des oberen (inneren) Sikkim, werden in der Höhe durch die subalpine Waldstufe abgelöst bzw. gehen in diese über, sobald die entsprechende Höhe erreicht wird, die für Sikkim (allgemein) 3900 m betragen dürfte GAMMIE, J. 1894.

Auf der Singalila-Kette setzt nördlich des Islumbo-Passes die subalpine Waldstufe ein: *Rhododendron arboreum*, *Rh. Falconeri*, *Rh. cinnabarinum*, *Rh. barbatum*, *Rh. Hodgsoni* bestimmen das Vegetationsbild — „a waste of *Rhododendron*“! Das ist der Typ der subalpinen Waldstufe im östlichen Himalaya! Als Begleiter — aber auch nicht mehr als das — trifft man hier und da auf *Acer caudatum*, *Pieris ovalifolia*, *Juniperus pseudosabina*, *Prunus*, *Arundinaria spathiflora*; eine alpine Kräuterflur kommt kaum zur Entwicklung. *Rhododendron*, daneben *Betula* und *Prunus* sind auch oberhalb Gambothan (Gopetang) im Aufstieg zum K a n g L a verbreitet HOOKER 1857, 177; 1891, 240; GAMMIE, G. A. 1894, I; II; BANERJI 1948; BAEHNI 1951.

Die hier von der Singalila-Kette nach E und vom Kabru nach S führenden Täler, z. B. das Yangsap-Tal, sind mit subalpinem *Rhododendron*-Buschwald gefüllt; auch die Dzongri-Kette ist von 3800 m aufwärts mit dichtem *Rhododendron*-Wald bedeckt (*Rhododendron Wightii*, *Rh. camp-*

nulatum, *Rh. molle*, *Rh. Thomsoni*, *Rh. setosum*, *Rh. anthopogon*, *Rh. leptodotum* usw.) GAMMIE, G. A. 1894, I; II.

Die Chola- (Donkya-) Kette zeigt ganz ähnliche Verhältnisse, nur scheint dort die Alleinherrschaft von *Rhododendron* in der subalpinen Stufe noch ausgesprochener zu sein. Bei Kapup (Kupup) unterhalb des Jelep La und am Tsomgo-See findet sich über den feuchten Nadelwäldern ab 3900 m tiefendes *Rhododendron*-Gebüsch — zur Ausbildung einer subalpinen „Wald“-Stufe scheint es hier nicht mehr zu kommen. Die *Rhododendron* erreichen zunächst noch 3 m, werden dann aber immer niedriger; gelegentlich ragen einzelne Exemplare von *Sorbus* über das *Rhododendron*-Gestrüpp hinaus. Die niedrigen *Rhododendron*-Büsche sind von Mooschwaden überzogen (*Dicranum*, *Hypnum*, *Polytrichum*). In S-Exposition ist *Juniperus pseudosabina* beobachtet worden und stellenweise *Betula* TROLL 1937; SMITH 1913; LOWNDES 1944.

Von Phieunggong nach Chamanako ist alles unter üppig wucherndem *Rhododendron*-Gebüsch begraben (die Nadelwaldgrenze liegt hier bei 3800 m) HOOKER 1891, 433; GAMMIE, G. A. 1894, I; II.

Im oberen Sikkim wird die subalpine Waldstufe von *Juniperus*, *Betula*, *Salix*, *Pyrus aucuparia* und *Rhododendron* in 3900 m gebildet SHEBBEARE 1934. Von der Mündung des Lhonak in den Zemu wird ein subalpiner *Rhododendron*-Wald berichtet (*Rhododendron Hodgsoni*) mit dichtem Bambus-Unterswuchs. Gegen den Tumrachen hin ziehen sich die Bäume zurück und finden sich dann nur noch an geschützten Stellen SMITH & CAVE 1911; SMITH 1913.

Bei Tangu (Tangu) finden wir die letzten Standorte des subalpinen Waldes im Lachen-Tal, bestehend aus *Rhododendron*, *Betula*, *Lonicera*, *Sorbus* HOOKER 1857, 241; 1891, 342; DUNCAN 1935; BANERJI 1948.

Im Lachung-Gebiet bildet *Rhododendron* im oberen Tankra- und Sebu-Tal mit *Salix*, *Pyrus foliolosa* und *P. microphylla* ein undurchdringliches Dickicht GAMMIE, G. A. 1894, I; II. Im obersten Lachung-Tal bei 3900 m oberhalb Mome Samdong (Yume Samdong) sind *Rhododendron*, *Juniperus*, *Salix*, *Betula* in der subalpinen Waldstufe verbreitet, während im Tal *Ephedra*, *Lonicera* u. a. das Kontinentaler-Werden anzeigen HOOKER 1857, 259; 1891, 372, 373, 395; GAMMIE, G. A. 1894, I, II.

Die baumförmigen *Rhododendron* sind die Träger der subalpinen Waldstufe im östlichen Himalaya. Da die *Rhododendron* von 2000 m ab (*Rhododendron arboreum*) angetroffen werden und in allen Übergängen vorhanden sind bis zum kleinsten Sträuchlein (*Rhododendron nivale*, bis 5400 m), ist es oft schwer, die subalpine Waldstufe klar zu erkennen, während die Birke, der Charakterbaum der subalpinen Waldstufe des westlichen Himalaya, auch dem ungeübten Beobachter sofort klar erkennbar ist. Die Birke erscheint im östlichen Himalaya nur noch lokal — die Herrschaft der baumförmigen *Rhododendron* ist unbestritten.

Oberhalb der letzten Bäume beginnt die alpine Stufe. In Sikkim, d. h. allgemein im östlichen Himalaya, leiten die *Rhododendron* zur alpinen Stufe über. Horizontal bildet die feuchte alpine Stufe das „Bindeglied“

zwischen „Unter“- und „Ober-Sikkim“: in diesen Höhen — angedeutet bereits in der subalpinen Stufe — herrschen die *g e m e i n s a m e n* Züge vor. Allgemein trifft das auch für die feuchte alpine Stufe in der W-E-Verbreitung zu, und die Verwandtschaft der feuchten alpinen Stufe Sikkims zu der des westlichen Himalaya ist, wenigstens im Genus, überraschend (TROLL 1937; GAMMIE, J. 1894), mögen sich auch im einzelnen Differenzierungen ergeben, wie sie SMITH 1913 von der Donkya- (Chola-) Kette erwähnt; SMITH 1913 macht hier den breiten, alles erdrückenden *Rhododendron*-Gürtel für die Isolierung der Species verantwortlich.

Die enorme Verbreitung der *Rhododendron sp.*, die sich gerade in der östlichen Randkette Sikkims, der Donkya- (Chola) Kette noch steigert, ist der hervorstechendste Charakterzug der alpinen Stufe des östlichen Himalaya und der Sikkims im besonderen. Ab 3900 m überziehen die *Rhododendron* Tal und Hang — bis zum Ausschluß jeder anderen Vegetation. Das erklärt auch, warum die Krautflora in der feuchten alpinen Stufe Sikkims so sehr zurücktritt; doch nach N gegen das tibetische Hochland nimmt sie an Reichhaltigkeit zu, gleichzeitig geht die Verbreitung der *Rhododendron* zurück. Die Abgrenzung der feuchten alpinen Stufe gegen die alpine Steppe ist scharf ausgeprägt an den Pässen, während sich in den Tälern die Übergänge allmählich vollziehen (auch GAMMIE, G. A. 1894, I; II.).

S a n d a k h p u, der „Platz der Giftpflanzen“ (*Aconitum?*), zeigt das erste größere Auftreten alpiner Matten auf der Singalila-Kette FORSTMANN 1926, 159. Am Phallut ist erneut eine schöne alpine Krautflora vorhanden GAMMIE, G. A. 1894, II. Oberhalb Dzongri sind neben feuchtem *Rhododendron*-Gebüsch auch Vertreter der alpinen Krautflora zu finden, von denen *Rheum nobile* mit am weitesten aufwärts steigt GAMMIE, G. A. 1894, II; FORSTMANN 1926, 177; BOUSTEAD 1927. Oberhalb Yoksan bilden *Rhododendron* und *Juniperus* das alpine Krummholz HOOKER 1891, 240. Oberhalb Lamteng (Lachen) im oberen Sikkim wurde eine üppig ausgebildete alpine Vegetation beobachtet HOOKER 1891, 319.

Gut sind wir über die alpine Vegetation am Zemu-Gletscher unterrichtet. Das untere Zemu-Tal ist — im Vergleich zur Umgebung — noch recht feucht, doch im Zemu-Tal aufwärts macht sich immer stärker die Einwirkung des Regenschattens des Lama Anden (Lamo Angdang, 5868 m) bemerkbar SMITH & CAVE 1911; BAUER 1852, 130. Das Ausdauern von Schneebrücken bis Mitte Juli kann als Hinweis auf das Fehlen stärkerer Niederschläge zu dieser Jahreszeit gewertet werden SMITH & CAVE 1911, 151.

Die alpine Vegetation im oberen Zemu-Tal gliedern SMITH & CAVE 1911 regional in drei Abschnitte: Die N-exponierten und die S-exponierten Hänge und den Bereich in unmittelbarer Nähe des Gletschers.

Die S-exponierten Hänge — das sind die Hänge des Nache-goh (5085 m) und Tangchung La (5150 m) — sind früh schneefrei; die zahlreichen Rinnsale sind im Sommer bald ausgetrocknet; die in 3900 m typische Flora steigt weit an diesen Hängen hinauf und ist mit vielen Repräsentanten bis 5100 m zu finden, so z. B.:

Anemone, Corydalis, Draba, Saussurea, Anaphalis, Pedicularis, Potentilla, Saxifraga, Sedum, Leontopodium, Rheum, Salix, Gentiana, Primula, Nardostachys, Casiope, Sweetia etc.

Die N-exponierten Hänge haben bis in den Juli hinein in 4200 bis 4500 m Schneelagen; die ganze Vegetationsdecke ist viel einheitlicher und in keiner Weise mit der Mannigfaltigkeit der alpinen Flora der S-exponierten Hänge zu vergleichen: die N-exponierten Hänge sind fast ausschließlich von *Rhododendron*-Gebüsch bedeckt.

Der Bereich in unmittelbarer Gletschnähe ist demgegenüber öde — die Vegetationsgrenze wird schnell erreicht, schneller als auf den Hängen; die Vegetation selbst ist der der N-exponierten Hänge ähnlich, aber viel spärlicher. Unmittelbar am Gletscher kommen noch *Gentiana, Primula* und *Salix* vor HOOKER 1857, 231; 1891, 323; SMITH & CAVE 1911; WIEN 1937, I.

Horizontal gesehen bildet die alpine Stufe des oberen Zemu-Tales den Übergang zwischen der sehr feuchten und üppigen alpinen Stufe im S, etwa um Dzongri, und der trockenen alpinen Steppe des Hochlandes von Lhonak, nördlich des The La (Theu La), 5212 m. Floristische Verwandtschaft besteht überwiegend zu dem südlichen Gebiet, obwohl es im Zemu-Tal kaum Farne gibt und Moose und Flechten denen des trockenen Lhonak näher zu stehen scheinen. Die feuchte alpine Stufe im Zemu-Tal ist eine verarmte „Facies“ der alpinen Stufe des feuchten Südens, wohingegen Lhonak durchaus eigenen Charakters ist SMITH & CAVE 1911.

Im Tal des Lhonak Chu, der tiefen Schlucht, durch die das Hochland entwässert wird, ist oberhalb der Baumgrenze bei 3700 m *Rhododendron, Primula, Gentiana, Meconopsis, Rheum nobile* etc. vertreten HOOKER 1891, 328.

Im Lachen-Tal treffen wir zum ersten Mal auf Vertreter der alpinen Vegetation in der Talweitung bei Lachen HAHN 1949, 225; je weiter nach N, also im Lachen-Tal aufwärts, desto häufiger werden krautige Pflanzen, an denen die alpine Stufe in Sikkim sonst so arm ist; bei Talam (Tallam) wird nun auch der Einfluß der alpinen Steppe deutlicher: *Tamarix* und *Astragalus* erscheinen, der Vegetationswechsel kündigt sich allmählich an. Im N klare Sicht und blauer, wolkenloser Himmel — im S schwarze Wolken im Lachen-Tal, die sich über Talam auflösen: so kennzeichnete HOOKER die Situation HOOKER 1857, 236—237; 1891, 334—336. Bei Tangu, dem Standort der letzten Bäumchen auf dem Wege nach N, schlängelt sich der Fluß durch sumpfiges, blumenreiches Gelände; *Ephedra* finden wir überall auf freien Flächen. Der Jha Chu, der vom Kangchengyao kommend bei Tangu mündet, mäandriert in seinem breiten Tal und macht mit seinen mit *Juniperus* „gefleckten“ Hängen einen ganz „tibetischen“ Eindruck HOOKER 1857, 239, 269; 1891, 342; BANERJI 1949. Phalang, am obersten Jha Chu, empfängt äußerst selten Regen, dennoch ist alpine Matte entwickelt, *Juniperus*- und *Rhododendron*-Krummholz (*Rhododendron nivale* bis 5100 m) HOOKER 1857, 247; 1891, 351, 353; FORSTMANN 1926, 406. Vollends am Kongra Lama-Paß ist die Grenze zur alpinen Steppe klar und eindeutig; im S liegt das Lachen-Tal in Wolken gehüllt, im N wölbt sich blauer, wolkenloser Himmel. Der

Wechsel der Vegetation von der S- zur N-Seite des Passes ist plötzlich und scharf. Auf dem Paß waren vertreten:

Primula, Artemisia, Saxifraga, Potentilla, Sedum, Meconopsis, Cyananthus, Stellaria, Myosotis, Nardostachys, Draba, Parnassia und Gräser HOOKER 1857, 243; 1891, 345.

Die Chola (Donkya-) Kette gilt als Klimascheide zwischen dem feuchten Sikkim und dem Tal von Chumbi. Auf dem Jelep La finden sich *Rhododendron* und *Primula* HOWARD-BURY 1922, II. Am Natu La beginnen die alpinen Matten teilweise schon oberhalb Karpönang in 2700 m! In den Talböden sind *Ranunculus, Pedicularis* und *Primula* die Hauptträger dieser feuchten alpinen Vegetation, und sie sind viel zahlreicher als die Gräser. Die Hänge sind mit dichtem *Rhododendron*-Gebüsch bedeckt — das sind ganz die Verhältnisse des feuchtesten östlichen Himalaya! Ähnlich sieht es um den Tsomgo-See aus; die alpine Matte ist hier recht reichhaltig:

Pedicularis, Iris, Bupleurum, Corydalis, Helichrysum, Sibbaldia, Primula, Polygonum, Berberis, Aconitum, Campanula, Ranunculus, Saxifraga, Juncus, Rumex, Saussurea, Gräser und Farne

und immer wieder *Rhododendron!*

Im einzelnen können im Aufstieg zum Natu La folgende Ausbildungen der alpinen Stufe unterschieden werden:

Farnmatte mit Kräutern und Hochstauden;

Juniperus - Krummholz, nur 1 m hoch, *Rosa, Berberis*;

Rhododendron - Gebüsch, bis 4 m hoch, mit *Sorbus* und Hochstauden;

Blockfluren: *Rosa*, Zwergstrauch-*Polygonum*, Hochstauden, Farne, *Rhododendron*;

reine Hochstaudenfluren mit *Senecio, Rumex*, Umbelliferen, *Meconopsis, Pedicularis, Sweertia, Aconitum, Delphinium, Valeriana, Sedum, Saussurea* etc. auch Moospolster sind reichlich in der alpinen Stufe zu finden TROLL 1937; SMITH 1913.

Der Natu La (4310 m) ist fast bis zur Paßhöhe mit einem *Rhododendron*-Teppich bedeckt; *Rhododendron* wird einen halben Meter hoch. Auffallend sind hier die wollkerzigen Infloreszenzen hochalpiner Species, wie *Saussurea gossypiphora* und *Crepis Gillii*, die an die feuchte alpine Stufe anderer tropischer Hochgebirge (Kenia, Java) gemahnen, während unmittelbar daneben die arktische *Cassiope tetragona* zu finden ist. Dauernd peitscht der Wind die Paßhöhe, Nebel und Regen lassen nur ganz selten einmal die Sonne durchkommen, groß ist die immerwährende Feuchtigkeit TROLL 1937; 1947; SMITH 1913; BUCHANAN 1919; LOWNDES 1944.

Nördlich des Natu La im Aufstieg zum Cho La (4754 m) ist bei der starken Verbreitung von *Rhododendron* schon in der subalpinen Stufe der Beginn der alpinen Stufe selbst schwer festzustellen (bei Barfonchen?). Aber bis zum Cho La hinauf ist die Herrschaft von *Rhododendron* erdrückend. Die zwei vom Cho La nach E ausgesandten Kämmen sind vollkommen von *Rhododendron* bedeckt, dasselbe gilt für die Cho La-Kette nach N zum Chamana ko (Chumunko, Chumapu — 5278 m) GAMMIE, G. A. 1894, II; SMITH 1913.

Nebel, dauernder Regen, hohe Luftfeuchtigkeit, niedere Temperaturen, langliegende Schneedecke und saure Böden — all das scheint der Verbrei-

tung von *Rhododendron* nicht entgegenzustehen, vielmehr die Vorherrschaft dieses Genus zu unterstützen. Der Mangel an alpinen Kräutern, den wir schon für die Singalila-Kette vermerkten, ist der Fülle der *Rhododendron* gegenüber besonders auffallend. So ist die alpine Flora zwischen 3000—4500 m hier außerordentlich homogen: *Rhododendron* und *Primula* — beide ganz charakteristisch für den östlichen Himalaya — dazu *Senecio*, *Saxifraga*, *Meconopsis*, *Ranunculus* sind die vorherrschenden Genera. Die tiefeingeschnittenen Täler, der breite *Rhododendron*-Gürtel und die sterilen Kämme bewirken offensichtlich weitgehende Isolierung der Species PETERMANN 1861; GAMMIE, G. A. 1894, I; II; SMITH 1913.

Im Gegensatz zur Singalila-Kette kann auf der Donkya (Cho La-) - Kette ein allmählicher Übergang nach N zur alpinen Steppe des tibetischen Hochlandes festgestellt werden; am Chamanako tritt die erste *Caragana* sp. auf SMITH 1913.

Im Lachung-Gebiet finden wir alpine Vegetation zunächst in den Seitentälern, so im Tankra-Tal GAMMIE, G. A. 1894, I; II; die Zahl der alpinen Species nimmt natürlich auf dem Wege zum Tankra La (Tanka-, Tangkar La) hinauf zu. Die Berichte von diesem Paß lassen die klimatische Grenzsituation erkennen, die der Tankra La einnimmt; HOOKER fand die W-Flanke des Passes verschneit — auf der E-Flanke (nach dem Chumbi-Tal) war auch nicht ein Schneefleck zu sehen! Während der Wind weiter im S auf der Chola-Kette gleichmäßig dauernd von S weht, scheint er hier veränderlicher in der Herkunft zu sein; kam der Wind von Sikkim herauf, war er feucht und brachte Schnee — kam er aus dem Chumbi-Tal, so war er trocken! „Nothing can be more different than the two slopes of this pass“, bemerkt HOOKER 1891, 366; 1857, 255; PETERMANN 1861.

Durch das Sebu-Tal erreichen wir den Gora La, 5248 m, durch *Rhododendron*- und Weiden-Gebüsch von 3900—4500 m, aber ab 4200 m dominiert *Rhododendron*. Die Vegetation der Paßhöhe ist dürftig: *Rheum*, *Sedum*, *Saussurea*, *Rhododendron nivale*, *Saxifraga*, *Meconopsis*, *Gentiana* und — *Ephedra*, „its presence always a certain witness to the dry arid region of Tibet“ GAMMIE 1894, I; II.

Yumtang im oberen Lachung-Tal weist neben *Rhododendron* und *Juniperus* auch bereits reichlich alpine Vegetation auf; bei Yume (Mome) Samdong stellen wir unter den niederliegenden Holzgewächsen *Rhododendron*, *Salix*, *Juniperus* und *Ephedra* fest, in den Sumpfwiesen *Primula*, *Ranunculus*, Gräser und Seggen HOOKER 1857, 259; 1891, 373—374; GAMMIE, G. A. 1894, I; II. Oberhalb Yume Samdong erreichen wir auf dem Kamm zwischen Kangchengyao und Pauhunri den Donkya La, 5495 m; queren wir den Paß, so lassen wir das mäßig-feuchte obere Sikkim hinter uns und steigen auf der N-Flanke des Passes in das trockene „Hoch-Sikkim“ des obersten Lachen-Tales hinab. Der Unterschied in der Schneegrenze zwischen N- und S-Flanke beträgt allein 1500 m! Ab 5100 m finden wir Halbkugelpolster von *Arenaria*, *Astragalus*, *Saussurea*, *Saxifraga*, *Alsine*, *Sedum*, *Rheum nobile* und als einzige Holzpflanzen *Rhododendron nivale* und *Ephedra* HOOKER 1857, 263-264, 290; 1891, 376-377, 381; PETERMANN 1861; GAMMIE, G. A. 1894, I; II.

Zusammen mit den bereits angeführten Beobachtungen vom Kongra Lama-Paß ist uns nun die Grenze des mäßig-feuchten Teiles von Sikkim gegen den trockenen Teil des Landes („Hoch-Sikkim“) gegeben.

Das trockene Hoch-Sikkim.

Mit dem Erscheinen der alpinen Steppe künden sich die Bedingungen und die Nähe des tibetischen Hochlandes an. Im obersten Einzugsbereich des Tista liegen das Hochland von Lhona k und das Quellgebiet des Lachen als isolierte südliche Vorposten des tibetischen Hochlandes innerhalb der Hauptkette des Himalaya.

Tief eingeschnitten ist die Schlucht des Lhona k: „the descent in one thousand feet is more precipitous than that of any other river of its size with which I am acquainted in Sikkim“ HOOKER 1891, 327. Hier stehen in S-Exposition die letzten Ausläufer des Nadelwaldes, in N-Exposition dichtes feuchtes *Rhododendron*-Gebüsch. Bei 4350 m Höhe haben wir den oberen Rand der Schlucht erreicht — vor uns liegt ein sanft gewelltes Land, umgeben von hohen schneebedeckten Gipfeln: das Hochland von Lhona k! Mitten zwischen den einzelnen Berggruppen der Hauptkette des Himalaya eine solche „Hochebene“ anzutreffen, ist schon eine Überraschung! In die ebenen Teile haben sich die Flüsse tief eingeschnitten, in vielfach gewundenem Lauf bahnen sie sich ihren Weg durch kleine Cañons. Tagsüber herrscht bei N-Wind klare Sicht; gegen 14—15 Uhr schlägt der Wind um, kommt dann aus der Schlucht des Lhona k Chu herauf und bringt Wolken mit, die gelegentlich Veranlassung zu kleinen Schauern geben, Hagel oder Nebel.

Die Wirkung eines dauernden heftigen Windes ist der Vegetation anzusehen: der „Tussock-Typ“ zeigt sich in kleinen „Hügeln“ von *Juniperus* und *Rhododendron*, die mit krüppeligen Ästchen eng an den Boden angepreßt liegen und kleine Erhebungen über dem sonst so ebenen Gelände bilden. Im Schutze dieser kleinen „Unebenheiten“ findet manche Species ihr Fortkommen, die sich sonst hier oben nicht halten könnte, z. B. *Callianthemum* SMITH & CAVE 1911 (Abb.); NOEL 1919.

Im Haupttal von Lhona k liegt die Vegetationsgrenze bei 5400 m. Weite Strecken im Tal des Naku Chu sind sumpfig. Die Hänge unmittelbar über dem Fluß sind mit *Juniperus* und *Rhododendron*-Gebüsch wie gesprenkelt; dieses Buschwerk bedeckt etwa ein Sechstel des Gehänges, der Rest sind Moränen und Schuttkegel. Naku La (5270 m) und Chorten Nyima La (5819 m) führen über die Chorten Nyima-Kette auf das Hochland von Tibet.

Am Ghoraphu (Kora) Chu bleiben die *Rhododendron*-Sträucher bei 4200 m (?) zurück, und die Vegetation ist im ganzen noch spärlicher als im Haupttal von Lhona k.

Der Lungnak La, auf dem N-S verlaufenden Kamm zwischen Naku Chu und Lachen gelegen, macht den Wechsel zwischen der Vegetation

des Hochlandes von Lhonak und dem Lachen-Tal deutlich: das nach Tanggu hinabführende Chopta-Tal ist wieder bedeutend feuchter, und nichts erinnert mehr an die Verhältnisse in Lhonak.

Offene Flächen und Sumpfland, Moränen und Schuttkegel, hochalpiner Bereich — unter diesen drei Gesichtspunkten kann man die *Vegetation* des Hochlandes von Lhonak kurz charakterisieren, wenn dabei auch Überschneidungen nicht zu vermeiden sind.

Die *Vegetation* der *offenen Flächen* ist noch am reichsten; Bäume und Sträucher fehlen. *Juniperus* und *Rhododendron lepidotum* bzw. *Rh. anthopogon* sind in Krüppelform als „Halbkugelsträucher“ häufig, aber *Rhododendron* tritt *Juniperus* gegenüber zurück. Gelegentlich findet man *Berberis*, *Lonicera*, *Spiraea*, *Salix*, *Hippophae*, *Potentilla fruticosa* — sämtlich niederliegend, dem Boden angepreßt. Ganz typisch für Lhonak sind die *Halbkugelpolster* von *Arenaria*. Feuchtere Standorte, sumpfiges Gelände lassen *Primula tibetica*, *P. sikkimensis*, *Pedicularis*, *Ranunculus aquatilis*, *Caltha*, *Saxifraga callida*, *Glaux maritima*, *Dilophia salsa*, *Hippuris*, Gräser und Seggen gedeihen. Die trockeneren Lokalitäten sind ausgezeichnet durch *Delphinium*, *Lepidium*, *Arabis glandulosa*, *Viola kunawarensis*, *Stellaria decumbens*, *Stracheya*, *Astragalus*, *Oxytropis*, *Saxifraga flagellaris*, *Antennaria muscoides*, *Artemisia*, *Anaphalis*, *Saussurea*, *Androsace*, *Elsholtzia*.

Die Pflanzen der *Schuttkegel*, geschützt vom Wind durch große Felsblöcke, können gelegentlich bis 30 cm hoch werden, aber die schwierige Wasserversorgung schränkt die Zahl der Species erheblich ein. Neben *Juniperus* und *Rhododendron* sind *Anemone*, *Callianthemum*, *Draba*, *Saxifraga*, *Sedum*, *Onosma*, *Sweetia*, *Picrorhiza*, *Eriophyton*, *Polygonum* und *Allium* häufiger.

Die vorherrschenden Species des hochalpinen Bereichs des Hochlandes von Lhonak sind

Mecanopsis horridula, *Potentilla microphylla*, *P. fruticosa*, *Saxifraga imbricata*, *S. ramulosa*, *Primula muscoides*, *Androsace Selago*, *Myosotis Hookeri*, *Veronica lanuginosa*, *Polygonum nummularifolium*, *P. Hookeri*, *Rheum nobile*, *R. spiciforme*, *Draba*, *Braya*, *Thlaspi*, *Cochlearia*, *Cortia*, *Allardia*, *Saussurea* (wollig) etc. SMITH & CAVE 1911; auch BAEHNI 1951.

Im *Lachen-Tal* zeigt die *Vegetation* flüßaufwärts von Tanggu den Einfluß der *alpinen Steppe* immer deutlicher. Hier, im Lachen-Tal, vollzieht sich aber der *Übergang* von der feuchten alpinen Stufe zur trockenen alpinen Steppe ganz allmählich — das oberste Lachen-Tal ist bei weitem nicht so abgeschlossen wie das Hochland von Lhonak, obwohl es ungefähr in gleicher Höhe liegt. Über den „tibetischen“ Eindruck des Jha Chu-Tales haben wir schon berichtet (HOOKER 1857, 269; 1891, 347, 390; BANERJI 1949).

Überschreiten wir den *Kongra Lama-Paß*, so zeigt sich der Wechsel der Verhältnisse sehr klar: Klima, *Vegetation*, auch der geologische Bau ändern sich. Vor uns, im N des Passes, liegt das oberste *Lachen-Tal*, im S begrenzt von der im Kongra Lama- und Donkya-Paß gequerten Kette, im N von den Bhomtso- (Chomdo-) Bergen, als ein typisches Stück tibetischer Landschaft. Obwohl in gleicher Höhe gelegen wie die

Matten von Phalang im Einzugsbereich des Jha Chu, ist die Vegetation nun eine völlig andere. $\frac{9}{10}$ der Arten der S-Seite sind nicht mehr vertreten, und dieser Wechsel in der floristischen Zusammensetzung ist — durch die Gebirgskette — ganz plötzlich. Kümmerliche *Lonicera*, *Ephedra*, Halbkugelpolster von *Arenaria*, *Artemisia*, *Astragalus*, *Androsace*, *Rhododendron nivale*, *Rosa*, *Myosotis*, *Carex Moorcroftii* u. a. und in den Sumpfflächen *Zannichellia palustris* und *Ranunculus aquatilis* sind kennzeichnend für die Vegetation im obersten Lachen-Tal.

Der Gegensatz in der Höhe der Schneegrenze ist beachtlich: südlich der Kangchengyao-Kette liegt die Schneegrenze bei 5000 m, nördlich davon ist sie bei 5700 m noch nicht erreicht! HOOKER 1857, 278, 290; 1891, 399—401; PETERMANN 1861.

Am Chomomo Yummo (Tschomiomo, 6829 m) fand HOOKER in 5000 m einen großen Bestand von *Delphinium glaciale* und in den Bhomtso-(Chomdo-) Bergen bis 5400 m hoch *Gentiana*, *Artemisia*, *Oxytropis chiliphylla*, *Leontopodium*, *Androsace*, *Sedum*, *Nardostachys*, *Meconopsis horridula*, *Gnaphalium*, *Salvia*, *Draba*, *Pedicularis Sibbaldia* und *Erigeron*.

Erinnern wir uns der Angaben über die südliche Chola-Kette, auf der außer *Rhododendron* alpine Species in größerem Ausmaß wenig zur Entwicklung kamen, muß diese Üppigkeit — zumindest der floristischen Zusammensetzung und der Höhe nach — erstaunen. Wir haben bereits im Lachen-Tal (Tanggu) auf die zunehmende Reichhaltigkeit der alpinen Flora gegen N hin aufmerksam gemacht und sehen in diesen Beobachtungen eine weitere Bestätigung dafür PETERMANN 1861.

Eine Stufe der Flechten und Moose ist in den Bergen Sikkims nicht ausgebildet; HOOKER beobachtete nur am Donkya La in 5650 m einige Flechten, so

Cladonia vermicularis, *Lecidea oveina*, *L. atro-alba*, *L. miniata*, *L. geographica*, *L. elegans*, *Gyrophora*, *Lecanora ventosa*, *L. sordida*, *L. atra*, *L. chrysoleuca*, *L. candalaria*,

und in den Bhomtso-Bergen *Parmelia miniata* und *Borreria* HOOKER 1857, 249; 1891, 355, 381, 406, 417.

Zusammenfassung.

Sikkim zeigt uns die Vegetationsfolge des tropisch-feuchten östlichen Himalaya vom Fallaubwald (Salwald) des Vorlandes und der tropischen Täler über den immergrünen Bergwald, den Höhen- und Nebelwald mit der unteren Laubwaldstufe und der oberen Koniferenstufe und den subalpinen *Rhododendron*-Wald bis zur feuchten alpinen Stufe. In diesem äußeren, tropisch-feuchten Teil von Sikkim ist die große Mehrheit der Bäume und Sträucher immergrün; Koniferen treten zurück. Viele Genera, die im westlichen Himalaya und in Bhutan in gleicher Höhe vertreten sind, fehlen in Sikkim; andererseits finden hier tropische Species ihr Fortkommen, die nur unter den besonderen Bedingungen, die Sikkim bietet, gedeihen können; aber der Einfluß von Trockenheit und Winterkälte ist — gegenüber den Verhältnissen weiter im E — noch fühlbar genug, daß manche im E verbreitete Species noch fehlt (HOOKER 1852; 1857, 87; 1891, 117; HOOKER & THOMSON 1855, 180; PETERMANN 1861; CLARKE 1875; BURKILL 1924).

Die Wälder in den Quelltälern des Tista, Lachen und Lachung, repräsentieren den mäßig-feuchten Typ der Nadelwälder des inneren östlichen Himalaya.

Bereits innerhalb der Hauptkette ist die alpine Steppe in Lhonak und im obersten Lachen-Tal ausgedehnt verbreitet und bestimmt den Landschaftscharakter.

So ist hier, auf dem schmalen Raum, den Sikkim innerhalb des Himalaya beansprucht, selten klar und übersichtlich die horizontale Dreigliederung des Gebirges zu erkennen; die besonderen topographischen Verhältnisse lassen sowohl den äußeren und inneren, wie auch den tibetischen Himalaya in Sikkim klar umrissen hervortreten.

Das Profil (VI) vermittelt uns den Eindruck einer „Treppe“, auf der in drei Stufen — „Unter“- „Ober“- und „Hoch-Sikkim“ — das tibetische Hochland erreicht wird. Deutlich wird, daß in gleicher Höhenlage verschiedene klimatische Bedingungen auch verschiedene Vegetationstypen zur Folge haben.

Die weniger zusammenhängenden Angaben über Nepal gliedern sich nunmehr harmonisch in unser Gesamtbild des Himalaya ein, und wir haben eine feste Grundlage gewonnen, von der aus wir an die Klärung der Verhältnisse weiter im E herangehen können.

Mensch und Umwelt im Sikkim-Himalaya.

Die große Verschiedenheit der drei Landesteile findet selbstverständlich auch in der Nutzung des Landes durch den Menschen ihren Ausdruck. Doch der großen Vielfalt der natürlichen Vegetation gegenüber treten die Kulturgewächse in Sikkim zurück.

Im äußeren Himalaya Sikkims, dem tropisch-feuchten unteren Teil des Landes, ist vom Anbau weniger die ungesunde Talstufe betroffen als die Höhenstufe des immergrünen Bergwaldes, die in Gebieten größerer Bevölkerungsansammlung — Darjeeling, Kalimpong, Gangtok — ihres natürlichen Waldkleides zum großen Teil beraubt ist. In der Umgebung von Darjeeling hat vor allem der Tee-Anbau, der bis über 2000 m durchgeführt wird, die Vernichtung des Bergwaldes veranlaßt; aber auch Cinchona-Plantagen nehmen bei Darjeeling, wie in der Umgebung von Kalimpong größere Flächen in der Höhe des immergrünen Bergwaldes ein. Bei der Steilheit der Hänge und der tropischen Üppigkeit der Vegetation ist im Innern des Landes die Einwirkung des Menschen weniger auffällig als in anderen Teilen des Himalaya, obwohl noch zu HOOKER's Zeiten — und in entlegeneren Teilen sicher auch noch heute — in der Ausübung des Wanderhackbaus der Vegetation nicht gerade Schonung auferlegt wird (HOOKER 1891, 100, 426; GAMBLE 1875; COWAN 1929; TROLL 1937). Die Obergrenze des Maisanbaus — und damit die Obergrenze des Anbaus im unteren Sikkim überhaupt — wird von WIEN 1937, II mit 1500 m, von GAMBLE 1875 für Darjeeling, CLARKE 1875 und SMITH 1913 mit 1800 m und von TROLL 1937 für Gangtok mit 2000 m angegeben.

Chuntang (Tsumtang), am Zusammenfluß von Lachen und Lachung, ist der letzte Ort mit Reisanbau, hier „endet Indien“ (FORSTMANN 1926, 357) — und eine neue Welt, auch im Anbau, beginnt! Obstbäume wachsen und blühen im feuchten unteren Sikkim wohl, aber zur Reife der Früchte fehlt die Sonne — anders im mäßig-feuchten inneren Himalaya von Sikkim, wo gegen Ende September Äpfel, Aprikosen und Pfirsiche zur Reife gelangen. Kartoffeln, Weizen, Gerste, Bohnen und Buchweizen werden angebaut. Planken aus dem Holz von *Abies densa* werden aus dem walddreichen Ober-Sikkim nach dem holzarmen Tibet ausgeführt (Lachung, Yumtang) — wir erinnern uns der Berichte aus dem östlichen Nepal (Wallungchung) HOOKER 1852, II; 1857, 74, 107; 1891, 110, 318; PETERMANN 1861; GAMMIE, G. A. 1894, I.

In „Hoch-Sikkim“, auf den ebenen Flächen von Lhonak, finden Hirten aus Sikkim und Tibet Sommerweide für ihr Vieh, Schafe und Yaks. Dauersiedlungen und Anbau fehlen hier SMITH & CAVE 1911.

(Die Schreibweise der Ortsnamen folgt weitgehend der auf der Karte „Sikkim - Himalaya“ der Schweizerischen Stiftung für alpine Forschungen, 1951, angewandten).

VII. Chumbi, Bhutan und die östlichen Quelltäler des Manas.

Grenzen.

In diesem Abschnitt fassen wir die N-S verlaufenden Täler vom Chumbi-Tal (im W) bis zum Tal des Manas und seiner Quellflüsse (im E) zusammen. Politisch ist damit in der Hauptsache Bhutan berücksichtigt, ferner die beiden Keile tibetischen Territoriums — Chumbi im W und Mönjyul im E, die Bhutan an beiden Flanken umfassen und weit nach S, fast bis an den Rand des Gebirges, durchstoßen (so weit über die politischen Grenzen in diesem Teil des Himalaya Übereinstimmung herrscht).

Grundzüge von Relief und Klima.

Im Chomolhari, 7314 m, besitzt dieser Abschnitt im Bereich der Hauptkette des Himalaya die markanteste Erscheinung. Durch eine Reihe N-S verlaufender Gebirgskämme, die jeweils ein Fluß-System nach W bzw. E abgrenzen, ergibt sich eine klare Gliederung. Jedes dieser Täler hat einen eigenen Charakter, zumal die trennenden Gebirgskämme bis 3000, 3600, 3800 m aufragen. Teilweise entspringen die Flüsse auf dem tibetischen Hochland, dann durchbrechen sie die Hauptkette in tiefen Schluchten, und fast alle diese Flüsse sind gezwungen, vor ihrem Austritt in die Ebene die äußeren Ketten ebenfalls in tief eingeschnittenen Tälern zu überwinden.

Klimatisch ergeben sich alle Variationen, die sich in der Abstufung von tropisch-feuchten Wäldern am Fuß des Gebirges bis zum ewigen Schnee vermuten lassen. Ein besonderes Element stellen die Trockentäler, genauer: die trockenen Talstufen dar, die zwischen 900—1800 m

(LUDLOW 1937, 5) — je nach der Höhe des Flußbettes — in fast jedem der zu besprechenden Täler ausgebildet sind. Das regelmäßige Auftreten heftiger Winde wird zum mindesten einen starken Einfluß auf diese Erscheinung haben (GRIFFITH 1847; SCHLAGINTWEIT 1871, 2. Band, 136; LUDLOW 1937). Die Niederschläge sind sehr stark, aber regional sehr unterschiedlich verteilt. Die größten Regenmengen fallen sicher an der äußeren Kette; im Inneren des Gebirges kann uns nur die regionale Analyse der Vegetation einige Anhaltspunkte über die klimatischen Verhältnisse geben. Das Tal von Chumbi empfängt z. B. nur 25% der in Sikkim gewöhnlich fallenden Regenmenge. Doch sind die Niederschläge wohl in allen diesen Tälern verschieden; die Bemerkung von LUDLOW 1937, 5, ein Tag ohne Regen sei von ihm stets mit Dankbarkeit im Tagebuch aufgeführt worden, vermag uns dennoch einen Hinweis auf die allgemeinen Verhältnisse zu geben. In der alpinen Stufe zeichnen sich die Morgenstunden durch ungewöhnliche Klarheit aus LUDLOW 1937, 5.

Pflanzengeographische Erforschung.

Die pflanzengeographische Erforschung von Bhutan beginnt mit der Reise von William GRIFFITH, 1838; wir erwähnten bereits (Pflanzengeographische Erforschung, Abschnitt I), daß GRIFFITH's Aufzeichnungen nach seinem Tode, ohne Überarbeitung, herausgegeben wurden; dies bedeutet für uns gerade in diesem Abschnitt große Schwierigkeiten, da wir z. B. oft im Zweifel bleiben, ob die Notizen sich auf seltene Vorkommen oder dominierende Species beziehen; auch die floristischen Bezeichnungen sind oft mißverständlich (Beispiel: GRIFFITH 1847, 259; *Abies spinulosa* = BRANDIS 1906, 692—693: *Picea morinda* = BRANDIS 1906, 720, 721: *Picea morindoides*! GRIFFITH: Ic. Pl. As., 1847—1854, t. 363: *Pinus spinulosa*! CHAMPION 1936, 248: *Picea spinulosa*!!) Dennoch sind die Beobachtungen von GRIFFITH unbezahlbar, denn auf diesen beruht auch heute noch unsere Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse in Bhutan. GRIFFITH reiste von E nach W durch das Land, den wichtigeren Ortschaften folgend, und querte dabei ein Tal nach dem anderen.

WHITE 1909, 1910 verdanken wir allgemeine Angaben; MORRIS 1935 läßt uns Einblick in die Verhältnisse des „äußeren Himalaya“ gewinnen. Die Beobachtungen LUDLOW's, dessen Reisen in erster Linie der Erforschung der Vogelwelt galten, bestätigen und ergänzen manche Angaben von GRIFFITH (1937, 1938, 1954).

Über die Vegetationsverhältnisse in Chumbi erfahren wir hier und da durch Expeditionsberichte, führt doch der Handelsweg von Indien nach Lhasa durch dieses Tal BUCHANAN 1919; NOEL 1919; HOWARD-BURY 1922, I; II; WOLLASTON 1922, I; II; SHEBBEARE 1934; LUDLOW 1944; SCHÄFER 1950.

Die östlichen Quelltäler des Manas (Mönyul, Mago) wurden mehrfach für die Einreise nach Tibet gewählt, wodurch wir wertvolle

Anhaltspunkte über den Vegetationscharakter dieser Täler erhalten haben (BAILEY 1914, 1957; WARD 1926, I; 1935—1936; 1936, II; LUDLOW 1937, 1938, 1954; TAYLOR 1947)*).

Regionale Analyse.

1. Das Chumbi-Tal.

Kangphu und Tromo Chu bilden zusammen bei Yatung den Amochu, der einen zwischen Sikkim und Bhutan weit nach S vorstoßenden Keil tibetischen Gebietes entwässert, der gewöhnlich unter dem Namen „Chumbi“ bekannt ist (ursprünglich galt dieser Name nur für das Tal des Tromo Chu). Eine nördliche Begrenzung des Chumbi-Tales und damit eine Fortsetzung der Hauptkette vom Pauhunri nach E zum Chomolhari ist wohl gegeben, tritt aber wenig in Erscheinung, da sie für die Verhältnisse im Himalaya nur geringe Höhe erreicht. Diese Kette trägt die Wasserscheide, übt aber sonst wenig Einfluß auf die Landesnatur aus. Im W ist die Chola- (Donkya-) Kette eine scharfe klimatische und landschaftliche Grenze, wie wir schon früher (Sikkim) am Jelep La, Natu La, Cho La, Tankra La, Gora La immer wieder bestätigt fanden. Die Abgrenzung des Chumbi-Tales nach E durch einen vom Chomolhari nach SW vorstoßenden Kamm ist nicht weniger markant. Abwärts Pasha treten beide Ketten eng zusammen und zwingen den Amochu, sich in einem Engtal seinen Weg zur Ebene zu suchen; erst der Austritt aus dem Gebirge selbst bedeutet auch das Verlassen der Schlucht. In diesem unteren Teil trägt der Fluß den Namen Torsa. Diese Verhältnisse erklären die Abgeschlossenheit des Tales von Chumbi nach S.

Die Berichte über den unteren, äußeren Teil des Amochu- (Torsa-) Tales sind spärlich; wir kennen jedoch die Verhältnisse im Kalimpong-District sehr gut, und auch die Vegetationsfolge am Austritt des Wang Chu (Raidak) in die Ebene ist uns bekannt. Beide Gebiete zeigen gleichmäßig die Vegetationsstufung des tropisch-feuchten östlichen Himalaya, und es ist kein Grund ersichtlich, auch nicht aus der Topographie des Landes heraus, der nicht die gleiche Vegetationsfolge für die äußeren Hänge des Gebirges am Austritt des Amochu zulassen würde. Gewisse Anhaltspunkte geben uns CHAMPION's Angaben über die tropisch-feuchten Salwälder des Vorlandes CHAMPION 1933 und der Bericht von MORRIS 1935, der die Grenzkette zum Ha Chu- (Wang Chu-) Tal über den Sele La gequert hat. Auch hier, am Austritt des Amochu

*) Lit.: Chumbi: BUCHANAN 1919; NOEL 1919; 1927; HOWARD-BURY 1922, I; II; WOLLASTON 1922, I; II; WARD 1924—1926; YOUNGHUSBAND 1926, II; SHEBBEARE 1934; CHAMPION 1936; CHAPMAN 1938; LUDLOW 1944; SCHÄFER 1950.

Bhutan und die östlichen Quelltäler des Manas: TURNER 1800; GRIFFITH 1840; 1847; SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Bd); MARKHAM 1879; WHITE 1909; 1910; BAILEY 1914; 1924; 1957. WARD 1926, I; 1935—36; 1936, I; II; CHAMPION 1933; MORRIS 1935; LUDLOW 1937; 1938; 1954; COOPER 1942; TAYLOR 1947.

Das Kartenmaterial über den gesamten Abschnitt — mit Ausnahme vielleicht des Tales von Chumbi — ist unzureichend und gibt wenig mehr als ungefähre Anhaltspunkte.

(Torsa), ist ein Terai-Vorland mit Salwäldern vorhanden, in dem weithin die natürliche Vegetation den Teegärten hat weichen müssen; die tropischen Wälder steigen in den Tälern auf, abgelöst vom immergrünen Bergwald und dem Höhen- und Nebelwald in beiden Stufen; auf die subalpine Waldstufe folgt die feuchte alpine Stufe — Hochmatten liegen oberhalb Raplika auf dem Wege zum Sele La MORRIS 1935.

Verlassen wir das Engtal und steigen am Amo Chu entlang aufwärts, so treten oberhalb Pasha die Gebirgsketten rechts und links zurück, das Tal weitet sich. Der Wechsel der Landschaft muß ebenso eindrucksvoll sein, wie bei Chuntang in Sikkim — nur daß von Chuntang eine große Anzahl von Berichten vorliegt, während aus dem Chumbi-Tal darüber jede Angabe fehlt, sich diese besondere Situation zunächst nur aus der Karte ergibt.

Das obere Tal des Amo Chu, das eigentliche Chumbi-Tal, wird vom gemischten Koniferenwald der mäßig-feuchten inneren Täler des östlichen Himalaya beherrscht. In den unteren Partien, unmittelbar am Fluß, finden wir zwischen 2700 und 3000 m ein Strauchwerk von *Berberis*, *Cotoneaster*, *Spiraea*, *Rosa*, *Clematis* etc.; darüber breiten sich grasbewachsene Hänge aus, z. B. oberhalb Richingong und oberhalb Karju, in die kleinere Waldungen von *Pinus excelsa* eingestreut liegen (auch *Quercus* (?) und *Juglans*); nach der Höhe nehmen diese Wälder an Dichte zu, *Picea spinulosa* und *Juniperus pseudosabina*, *Larix Griffithii* (ab 3100 m) und *Abies densa* (ab 3400 m) erscheinen; die subalpine Waldstufe ist mit *Betula*, *Salix*, *Juniperus* und *Rhododendron* gut entwickelt. Darüber folgt die feuchte alpine Stufe. Die Baumgrenze liegt bei 3700 m und höher. Diese Vegetationsfolge ist auf dem westlichen Hang des Chumbi-Tales, zum Jelep La und Natu La hinauf, verbreitet SMITH 1913; BUCHANAN 1919, 406; HOWARD-BURY 1922, I; II; WOLLASTON 1922, I; II; WARD 1924—1926 (Bd. 75), 381; SHEBBEARE 1934; CHAMPION 1936, 248; CHAPMAN 1938; SCHÄFER 1950, 134 — und trifft für den Osthang (Sharithang — Chu La (Kyunka La) und Sur La) genauso zu WHITE 1910; LUDLOW 1937, 8; CHAPMAN 1937, 505.

Nach N werden im Tromo-Tal aufwärts Gautsa die letzten Bäume in 3800 m Höhe zurückgelassen NOEL 1919, 289; 1927, 127; YOUNGHUSBAND 1926, II, 248; SHEBBEARE 1934; CHAPMAN 1938; SCHÄFER 1950, 134 — und im steilen Anstieg das tibetische Hochland bei Kamparab erreicht BUCHANAN 1919, 408; der Tang La mit 4500 m bezeichnet den Rand des Hochlandes, auf dem Phari schon ganz im Bereich der alpinen Steppe liegt WARD 1924—1926, Bd. 75, 381; LUDLOW 1944, 52.

YOUNGHUSBAND 1905 berichtet über den Wind, der sich morgens zwischen 10—11 Uhr erhebt und dann den ganzen Tag über durch das Chumbi-Tal weht.

2. Das Tal des Wang Chu.

Nach E, nunmehr im bhutanesischen Gebiet, schließt sich das System des Timbu oder Wang Chu an, der mit seinen beiden wichtigsten Nebenflüssen — Ha Chu und Paro Chu — die S-Flanke des Chomolhari entwässert. Abwärts Chuka tritt der Fluß in ein Engtal ein, aus dem er

sich erst beim Austritt in die Ebene — dann R a i d a k genannt — befreien kann. Die Verhältnisse entsprechen denen des Amo Chu-Tales, nur ist der Abschluß nach N durch das mächtige Massiv des C h o m o l h a r i deutlich gekennzeichnet.

Vorgelagert ist dem Gebirge hier ein T e r a i, in dem wir feuchte S a l w ä l d e r (bei Buxa) mit *Shorea robusta*, *Schima Wallichii*, *Terminalia belerica*, *Sterculia villosa*, *Garuga pinnata*, *Lannea grandis*, *Gmelina arborea*, *Bridelia retusa*, *Stereospermum chelonoides* etc. finden CHAMPION 1933; 1936, 88, aber auch ausgedehnte Grasflächen, die nur hier und da noch von Waldbeständen geringeren Umfangs unterbrochen werden mit *Lagerströmia parviflora*, *Dioscorea*, *Dillenia*, *Dalbergia Sissoo*, *Cassia fistula* und *Cedrela toona* GRIFFITH 1847, 301.

Die tropische Talstufe steigt im Raidak-Tal aufwärts; *Pandanus*, *Musa*, *Cedrela toona*, *Elaeocarpus*, *Ficus*, *Dioscorea*, *Rhus* u. a. konnten bis Chuka beobachtet werden GRIFFITH 1847, 294, 297—298.

Wie schon in Sikkim angedeutet, ist der Übergang zum i m m e r g r ü n e n Bergwald nicht leicht festzulegen, doch bestimmen allmählich immer mehr *Quercus* und *Castanopsis* das Vegetationsbild, während Baumfarne mit *Engelhardtia*, *Gordonia*, *Aralia scandens* und das Auftreten vieler Lauraceen den Wechsel vollenden (bei Murichom z. B.) GRIFFITH 1847, 298—299. Oberhalb 1500 m leiten baumförmige *Rhododendron* sp. die Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes ein COOPER 1942, während die höchsten Lagen hier von *Abies densa* gehalten werden, womit die Koniferenstufe der Höhenwälder erreicht wird. Auch um Chuka sind die Höhen von *Abies densa* besetzt GRIFFITH 1847, 299, 294.

Oberhalb Chuka öffnet sich das Tal: ein schneller Wechsel des Klimas, der Vegetation, des gesamten Landschaftscharakters ruft uns die Verhältnisse von Chuntang in Sikkim und Pasha im Tal des Amo Chu in die Erinnerung zurück TURNER 1800; MARKHAM 1879, 20; GRIFFITH 1847, 294, 296. Das gesamte obere Wang Chu-Gebiet wird mit allen seinen Nebentälern von einem Koniferenwald beherrscht, der sich bald wieder als der Koniferenwald der inneren Täler erweist: überall ist *Picea spinulosa*, *Pinus excelsa*, *Larix Griffithii* verbreitet, in der Höhe tritt regelmäßig *Abies densa* auf, den Nadelwald in der Höhe abschließend. Die Expositionsunterschiede sind sehr auffällig mit einem Wechsel grasbewachsener S-exponierter Hänge gegenüber dicht bewaldeten N-exponierten Hanglagen; *Larix Griffithii* bevorzugt die S-Exposition GRIFFITH 1847, 292. In den unteren Lagen des Nadelwaldes finden sich gelegentlich *Quercus* sp. (in 2400 m), vor allem aber sehr viel Gesträuch mit *Rosa*, *Berberis*, *Jasminum*, *Indigofera*, *Plectranthus*, *Viburnum*, *Crataegus*, *Rhamnus*, *Thymus* und *Euphorbia* — das Erscheinen von *Euphorbia* läßt uns aufmerken!

Ein durchdringender W i n d weht durch das Wang Chu-Tal aufwärts, wie oberhalb Chupcha (Khyapcha) festgestellt wurde; die zwar schwer lokalisierbaren, darum aber nicht weniger interessanten, sehr eindeutigen Hinweise auf „naked hills“, Vorkommen von *Euphorbia* etc. mehren sich. Im ganzen Einzugsbereich des Wang Chu, auf der Ostabdachung der Masong Chung Dong-Kette WHITE 1910, LUDLOW 1937, 8, zwischen Paro

und Trashichö Dzong TURNER 1800; MARKHAM 1879, 52; WHITE 1910, 23 und auch um Trashichö Dzong selbst herrscht der gemischte Koniferenwald; verlassen wir aber das dicht bewaldete Tal von Pemithang und treten in das Haupttal des Wang Chu ein, finden wir die Umgebung völlig verändert. Kahle Hänge, hier und da spärlicher, kümmerlicher Baumwuchs, bestimmen den Charakter des Tales, der so bis Trashichö Dzong hinauf vorwaltet WHITE 1910, 23. Hier haben wir den trockenen Abschnitt des Wang Chu-Tales vor uns, über den leider nur allzu wenig bekannt ist — doch die wenigen Angaben, die wir haben, sollen uns weiter helfen im Vergleich mit den Verhältnissen, die wir in den anderen Tälern Bhutans antreffen werden GRIFFITH 1847, 288—290, 292; WHITE 1910, 23.

Steigen wir aus dem T r o c k e n t a l des Wang Chu unterhalb Trashichö Dzong auf den W-Hang der Dokyong-Kette, so befinden wir uns bald wieder im Koniferenwald, hier im wesentlichen von *Pinus excelsa* gebildet WHITE 1910, 23; in den unteren Lagen tritt *Quercus* auf, weiter oben *Rhododendron* und *Salix*.

Den Übergang vom Koniferenwald zur subalpinen *Rhododendron*-Stufe finden wir auf der Massong Chung Dong-Kette im W bei Damthang LUDLOW 1937, 8; auf den Kämmen zwischen Paro Dzong und Trashichö Dzong ist die subalpine Stufe mit *Betula* und *Salix* angedeutet TURNER 1800. Alpine Matten berichtet WHITE 1910, 27 von der Dokyong-Kette bei Simtoka.

3. Das Tal des Punakha Chu (Mo Chu).

Östlich der Dokyong-Kette sind wir im Tal des P u n a k h a C h u. Über den äußeren Himalaya im Gebiet des Punakha Chu, der beim Austritt aus dem Gebirge als S a n k o s h bekannt ist, liegen keine Angaben vor. Unsere Kenntnis der Vegetationsverhältnisse beschränkt sich auf einen Querschnitt durch das Tal zwischen P u n a k h a und W a n g d u P h o d r a n g (Wangdi Potrang). Auch das Land nördlich Punakha ist terra incognita. So bleibt uns keine Wahl als — dem Profil folgend — das Tal zu queren. Überschreiten wir den D o k y o n g L a, so überrascht zunächst beim Abstieg auf der E-Seite die hohe Luftfeuchtigkeit, die eher in Sikkim als hier in Bhutan erwartet worden wäre! WHITE 1910. Tannen sind auf den Höhen verbreitet und krönen die höchsten Lagen der Ketten im S. Interessant ist der dann folgende Wald, der sehr feucht ist, und in 3000 m mit *Rhododendron*, *Betula*, *Quercus*, *Taxus*, *Juniperus*, weiter unten mit *Lauraceae*, *Hedera*, *Ilex*, *Hydrangea*, *Gaultheria*, *Castanopsis*, *Arundinaria microphylla* und immer wieder *Rhododendron* und *Quercus* mit reichem Flechtenbehang sehr viel Ähnlichkeit mit dem H ö h e n - u n d N e b e l w a l d im äußeren Himalaya von Sikkim hat, wenn er auch an Üppigkeit der Vegetation zweifellos zurückstehen wird. Dieser sehr feuchte Höhenwald reicht bis 2000 m herab GRIFFITH 1847, 285—286; WHITE 1910; dann erscheint — *Pinus Roxburghii*! Diese uns so gut bekannte Kiefer, der wir erst kürzlich auf ähnlichen Standorten in Zentral-Nepal (Buri Gandaki, Trisuli Gandaki!) begegnet sind, leitet hier, stärker vertreten zwischen 1500—1200 m, über zu den t r o c k e n e n Verhältnissen im Tal des Pu-

nakha Chu GRIFFITH 1847, 284; TROUP 1916. In der Umgebung des Klosters Telagong wechseln dürftige Bestände von *Pinus Roxburghii* und *Punica* mit kahlen Hängen, schließlich bleiben die Kiefern ganz zurück. GRIFFITH beschreibt die Hänge als „the most barren conceivable“ und die Landschaft hier insgesamt als „a most barren dried up country“ — *Euphorbia*, *Nerium*, *Berberis* und Gras, das ist das Wenige, was über die Vegetation der kahlen Hänge berichtet wird GRIFFITH 1847, 279, 280, 284. Ein heißer, trockener Wind bläst tagsüber talauf LUDLOW 1937, 9 (28. 6. 1933). Die Verbreitung dieser trockenen und öden Talstufe ist von Wangdu Phodrang, 1350 m, aufwärts bis Punakha bekannt, sie zieht sich auch nach E ins Tal des T a n g C h u hinein bis nach Ritang. *Pinus Roxburghii* scheint zwischen Telagong auf der W-Seite und Wangdu Phodrang auf der E-Seite des Tales und dann aufwärts bis Punakha die trockene Talstufe in der Höhe abzuschließen; auf der E-Seite des Tales ist sie oberhalb Wangdu Phodrang bei Santegang und Thain bis 1900 m stark verbreitet, immer wieder von kahlen Hängen unterbrochen. Mit zunehmender Höhe überraschen uns an günstigen Standorten, feuchten Schluchten, erste Vertreter des Nebelwaldes — *Magnolia*, *Quercus*, *Rhododendron*, *Gaultheria*, *Ilex*, mit dichten Moospolstern und Flechten bedeckt GRIFFITH 1847, 278; WHITE 1910; schließlich sind wir oberhalb Santegang auf dem Weg nach Ritang mitten im Nebelwald des östlichen Himalaya — *Quercus*, *Bucklandia*, *Rhododendron*, *Gaultheria*, *Magnolia*, *Taxus*, *Acer*, verschiedene Lauraceen, *Ilex*, *Viburnum*, *Smilax*, *Gleichenia* und viele andere bekannte Species der Laubbwaldstufe des Nebelwaldes umgeben uns, Stämme, Äste und Zweige sind moosbedeckt — und auch die Blutegel, sehr charakteristische Vertreter dieses Biotops, lassen ihre Gegenwart spüren! GRIFFITH 1847, 278, 277, 276; LUDLOW 1937, 9. Bei 2700 m bleiben die Laubbäume zurück, *Taxus* gewinnt an Verbreitung, desgleichen die *Rhododendron* sp. und *Abies densa*. *Abies densa* hat die Führung im feuchten Koniferenwald über den Pele La (3300 m) hinweg, begleitet von *Rhododendron*, *Betula*, *Juniperus*, *Hydrangea* GRIFFITH 1847, 276. Wir stehen auf der Höhe der Black Mountain-Kette. Im Pele La erreicht diese Kette nicht die alpine Stufe.

Wir hören aus der näheren Umgebung von Punakha von schönen „Wiesen“ bei Talo und Norbugang WHITE 1910, sowie von der alpinen Stufe am Philey La auf der Hauptkette nord-östlich des Chomolhari COOPER 1942, 10.

4. Das Tal des Trongsa Chu.

Es ist doch eine gewisse Überraschung, daß wir aus dem feuchten Koniferenwald des Pele La, der auch auf der E-Seite des Passes von gleicher Zusammensetzung ist, im Abstieg in das Trongsa Chu-Tal erneut auf einen sehr feuchten Vegetationstyp treffen; hatten wir ähnliche Verhältnisse schon nach der Querung des Dokyong La im Tal des Punakha Chu erlebt, scheint die Feuchtigkeit hier eher noch gesteigert zu sein WHITE 1910, 26. Der feuchte Nadelwald reicht abwärts bis Chin-

dupji (Chendebi) GRIFFITH 1847, 276, 275, 274, dann treten wieder Laubbäume die Herrschaft in den Wäldern an, allen voran ganz auffällig *Magnolia*, *Quercus*, *Rhododendron*, dann *Eurya*, *Taxus*, *Acer*, Lauraceen, *Castanopsis*, *Stauntonia*, *Ilex dipyrrena*, *Gaultheria*, *Hydrangea*, *Sambucus*, *Arundinaria microphylla*, und auch *Marchantia* findet hier besondere Erwähnung GRIFFITH 1847, 273—272; LUDLOW 1937, 9; WHITE 1910, 26. Der Höhen- und Nebelwald begleitet uns in schönster Entwicklung abwärts bis Tashiling, 2300 m, dann zieht sich der feuchte Wald auf die Schluchten zurück, kann sich aber auch hier nicht mehr lange halten — die kahlen Hänge der trockenen Talstufe des Trongsa Chu-Tales empfangen uns, und wir wundern uns nur, ob der Übergang zwischen diesen beiden so gegensätzlichen Typen wirklich so kurz und plötzlich ist oder ob der Übergang uns nur so erscheint — aus Mangel an weiteren Angaben!

Den Beobachtungen von COOPER zufolge geht der feuchte Koniferenwald des Pele La auf der Black Mountain-Kette nach S in den mäßig-feuchten Typ der inneren Täler mit *Picea*, *Pinus* und später auch *Juniperus* über, während *Rhododendron* bemerkenswert zurücktritt; vielleicht übt die Exposition hier auch ihren Einfluß aus COOPER 1942.

Trongsa Dzong, der Hauptort dieses Tales, liegt in 2200 m umgeben von „generally very barren hills“ („barren to the extreme“!), die nur eine kümmerliche Strauchvegetation tragen: Hamamelidaceen, *Gaultheria*, *Indigofera*, *Rosa*, *Rubus*, *Berberis*, *Elaeagnus*, *Artemisia*, *Salix* kommen vor GRIFFITH 1847, 271, 268. Steigen wir am östlichen Hang wieder auf, so setzt bei 2200 m allmählich Baumwuchs ein, der bei 2400 m schon wieder mit *Castanopsis*, *Quercus*, *Hedera*, weiter oben *Taxus*, *Tsuga dumosa*, *Rhododendron* mit vielen Farnen und Moosen sehr feucht ist. Der Gesamtcharakter ist durchaus wieder der des Nebel- und Höhenwaldes, bei 2800 m finden wir *Abies densa*, um die Koniferenstufe einzuleiten. In 3000 m bilden *Abies densa*, *Rhododendron*, *Betula utilis*, *Juniperus* und im Unterwuchs *Arundinaria* und *Rosa microphylla* die Wälder bis zum Yuto La hinauf (3600 m) GRIFFITH 1847, 267, 266.

Weder aus den unteren, noch aus den oberen Bereichen des Trongsa Chu-Tales liegen weitere Angaben vor.

5. Das Tal des Bumthang Chu.

Wir queren den Yuto La; die Paßhöhe zeigt noch hier und da einige *Abies*-Bäume, wird aber sonst von der feuchten alpinen Stufe eingenommen: *Rhododendron*, *Gentiana*, *Rheum*, *Parnassia* usw. sind hier zu finden; *Betula* und *Rhododendron* bilden gemeinsam den subalpinen Wald; darunter folgt *Abies densa* mit *Hydrangea* und *Rhododendron* im Unterwuchs bis Gyatsa (3000 m) GRIFFITH 1847, 264, 265. Abwärts Gyatsa nimmt der Koniferenwald anderen Charakter an: *Picea spinulosa* und *Larix Griffithii* sind die Träger des Waldes, im Unterwuchs erscheinen *Rhododendron* und *Gaultheria* — nichts erinnert hier an den feuchten Nebelwald des Trongsa Chu-Tales GRIFFITH 1847, 264, 265 (was GRIFFITH mit *Pinus cedroides* meint, ist nicht ersichtlich, denn um Ce-

drus Deodara dürfte es sich kaum handeln können, und andere Berichte, die Klarheit schaffen könnten, existieren nicht). Durch diesen mäßigfeuchten Nadelwald der inneren Täler erreichen wir bald die trockene Talstufe, denn auch das Tal des Bumthang Chu weist diese besondere Erscheinung auf; die Umgebung von Bumthang (Byagur) wird als „bleak in the extreme“ geschildert GRIFFITH 1847, 262, „and here, as often on the western face of the Himalaya, at this season — (3. III. 1838) — a fierce diurnal wind rises directly the sun gets power, which always blows up the ravines or against the streams; draining these, it dies away towards evening, generally. It is cold in the extreme and must check vegetation extremely“ GRIFFITH 1847, 262.

Die Vegetation um Bumthang ist ärmlich: Gras und gelegentlich auch Nadelbäume, im wesentlichen *Picea spinulosa* und *Larix Griffithii* GRIFFITH 1847, 261.

Aus der Umgebung von Bumdangtang wird uns derselbe gemischte Nadelwald von *Picea spinulosa* und *Larix Griffithii* berichtet; ganz ähnlich wie im Wang Chu- und Chumbi-Tal ist ein Gesträuch von *Rosa*, *Berberis*, *Philadelphus*, *Arundinaria*, *Thymus* verbreitet. *Hippophae* und *Elaeagnus* sind sehr gewöhnlich, zumal auf Sandbänken am Fluß GRIFFITH 1847, 260—261. Dieser lichte Wald steigt, vielfach von Grashalden unterbrochen, von 2400—3000 m am östlichen Hang des Bumthang Chutales auf, dann wird *Abies densa* immer häufiger und herrscht über 3100 m in großen Beständen uneingeschränkt; *Rosa*, *Ribes*, *Acer* bilden den Unterwuchs. In größerer Höhe finden wir auch wieder *Rhododendron*, der am Rudo La (3600 m) die subalpine Waldstufe bildet GRIFFITH 1840; 1849; 258—259.

Dieses Tal des Bumthang Chu mit seinen lieblichen, lichten Nadelwäldern hat GRIFFITH begeistert: „the valley altogether is a beautiful one“, „certainly the prettiest place we have yet seen“ GRIFFITH 1847, 259.

Über das Tal oberhalb und unterhalb dieses Querschnittes liegen keine Angaben vor.

6. Das Tal des Kuru Chu.

Über den Rudo La steigen wir in das Tal des Kuru Chu hinab. Die Paßhöhe ist von *Rhododendron*-Gebüsch bis zum Ausschluß jeglicher anderer Vegetation bedeckt — Verhältnisse, die uns aus den feuchtesten Teilen des östlichen Himalaya geläufig sind. Einige wenige alpine Species — *Gentiana*, *Saxifraga*, *Pedicularis*, *Rheum*, Compositen — werden von GRIFFITH erwähnt GRIFFITH 1840; 1847, 258. *Rhododendron* beherrscht die Vegetation abwärts bis 3300 m, dann erst begegnen uns einige Exemplare von *Abies densa*, die in ihrem Vorkommen keinen Vergleich mit den enormen Wäldern auf der westlichen Seite des Rudo La zulassen. Hier treten jetzt viel mehr *Quercus*, *Taxus baccata*, *Hydrangea*, *Acer*, *Pyrus* und *Arundinaria* in den Vordergrund GRIFFITH 1840; 1847, 258. Bei Pimi in 2700 m ziehen sich dann die Koniferen ganz zurück, die Laubbäume bestimmen den Bestand, besonders wieder verschiedene Species von *Rhododendron*, *Quercus glauca*, auch *Eurya acuminata* ist sehr verbreitet; Flechten hängen an allen Stämmen, Ästen und Zweigen und ge-

ben dem Wald ganz das Aussehen der Nebelwälder, wie wir es nun schon gewohnt sind. Doch bei 1800 m wartet in den tiefeingeschnittenen feuchten Schluchten eine Überraschung auf uns: Baumfarne! Zusammen mit *Engelhardtia*, *Gaultheria*, über und über bedeckt mit Moosen (*Dicranum*, *Hypnum*, *Orthotrichum*) und Flechten, füllen sie hier die Schluchttäler in einer Vergesellschaftung, die dem immergrünen Bergwald des östlichen Himalaya zu entsprechen scheint GRIFFITH 1847, 256. Im weiteren Abstieg werden die Verhältnisse deutlich ungünstiger. *Quercus* hält sich noch in den Schluchten, aber viel auffallender werden nun die grasigen Hänge, auf denen *Pinus Roxburghii* verstreute Standorte hat (Tormoshangsa (1500 m) talauf bis Lengloon (1400 m)) GRIFFITH 1847, 254. Hier und da steigt die Kiefer auch tiefer in das Tal hinab, aber auch das Tal des Kuru Chu erweist sich als ein Trockental: die Hänge sind kahl, so weit sich nicht hier und da *Pinus Roxburghii* oder Graswuchs (meist *Andropogon*) zeigt, *Euphorbia antiquorum* — „a sure sign of aridity!“ — und einige Sträucher, wie *Indigofera*, *Desmodium*, *Rhus pendula*, *Elaeagnus*, *Viburnum*. Hier und da liegen auf den kahlen Hängen Kulturen, überhaupt scheint das Tal des Kuru Chu viel dichter besiedelt zu sein GRIFFITH 1847, 249—251. Hier drängt sich die Frage auf, ob nicht die Tätigkeit des Menschen auch eine bedeutende Rolle bei der Entwaldung der unteren Hänge gespielt haben könnte — vorausgesetzt, daß sie ursprünglich bewaldet waren; zu GRIFFITH's Zeiten waren die Hänge jedenfalls bis 300 m über dem Flußbett waldfrei.

Bei Lhuntsé (Lingtsi Dzong) durchheilt der Kuru Chu eine Schlucht, deren klimatische Verhältnisse mit „feucht-heiß“ beschrieben werden; wir können hier vielleicht erneut den immergrünen Bergwald vermuten (Höhe 1350 m); dagegen wird die Schlucht bei Singhi Dzong, die der bei Lhuntsé in den Kuru Chu mündende Fluß weiter oberhalb durchläuft, als „barren“ bezeichnet LUDLOW 1937, 9.

Steigen wir am Osthang des Kuru Chu-Tales zum Donga La auf, so fehlen zunächst alle Angaben — da GRIFFITH gezwungen war, den Abstieg (auf seinem Weg von E nach W!) sehr schnell und hastig vorzunehmen, fehlte ihm Zeit, Notizen zu machen GRIFFITH 1847, 249 — und neuere Beobachtungen liegen nicht vor. Doch scheint in 2700 m der Höhen- und Nebelwald sich aus den spärlichen Angaben anzudeuten mit *Quercus*, *Eurya acuminata*, *Buddleia*, *Gaultheria*, *Rhododendron* und ganz besonders durch die Angaben über das Auftreten von *Hymenophyllum* — denn diese zarten und empfindlichen Farne bedürfen, wie wir wissen, eines ganz besonders hohen Maßes an Luftfeuchtigkeit. *Hymenophyllum* tritt auch noch in der Koniferenstufe auf, die bei 1900—3000 m mit *Abies densa* einsetzt; *Rhododendron*, *Betula* und *Pyrus* bilden die Begleitung. Noch bei 3600 m fand GRIFFITH *Hymenophyllum* im feuchten Tannenwald verbreitet GRIFFITH 1847, 248, 249.

Die Angaben über die alpine Stufe sind bei GRIFFITH spärlich; dies hat seinen Grund wohl darin, daß seine Reise im Winter und zeitigen Frühjahr stattfand, also kein „alpiner Blütenflor“ auf den Höhen erwartet werden konnte.

Der Donga La wird bei 3800 m erreicht. Weiter im N wird uns vom Pang La Rhododendrongebüsch berichtet LUDLOW 1937, 10. Noch weiter im N ist auf der S-Flanke der Hauptkette oberhalb Narimthang in

4100 m dichtes feuchtes *Rhododendron*-Gebüsch über der Waldgrenze verbreitet LUDLOW 1937, 11.

Der Kuru Chu — im Oberlauf Lohbrak genannt — hat seine Quellen auf dem tibetischen Hochland; in einer tiefen Schlucht durchbricht er die Hauptkette des Himalaya. Dieser Durchbruch interessiert uns besonders: die Schlucht ist bewaldet LUDLOW 1937, 8, und da das Tal des Kuru Chu nach N zu feuchter wird, möchten wir hier noch den Höhen- und Nebelwald, auch in der unteren Stufe, vermuten, doch fehlen Angaben. Lakhang, nördlich der Hauptkette in 3000 m am oberen Eintritt in die Schlucht gelegen, erfährt ständig einen heftigen, feucht-kalten Wind aus der Schlucht heraus WHITE 1909, 201. Wald, und zwar die Koniferenstufe, eine andere Ausbildung ist der Höhenlage nach nicht möglich, findet sich auch noch nördlich der Hauptkette im Hamochu-Tal, einem östlichen Zufluß des Kuru Chu, der auf der N-Flanke der Hauptkette vom Kang La herabkommt LUDLOW 1937, 8. Einige Meilen vor der Mündung in den Kuru Chu (Lhobrak) tauchen plötzlich hinter bewaldeten Hängen die kahlen Flächen des tibetischen Hochlandes auf — „we seemed to have stepped into the dry zone without the slightest warning“ LUDLOW 1937, 11; WHITE 1910, 31. Nördlich Lakhang scheint die alpine Steppe die Landschaft zu beherrschen — die Wälder im Tal des Hamochu sind also nur ein lokal begünstigtes Vorkommen. Towadzong, 3800 m, am Oberlauf des Kuru Chu, liegt im Bereich der alpinen Steppe; Pappeln und Weiden an den Wasserläufen, künstliche Bewässerung sind typisch für die Oasen auf dem Hochland. Doch in der Höhe scheint auf der Hauptkette des Himalaya noch eine feuchte alpine Stufe ausgebildet zu sein BAILEY 1914, 295.

Über die unteren Partien des Kuru Chu-Tales ist nichts bekannt.

7. Das Tal des Manas (Dangme Chu) und der Einzugsbereich seiner östlichen Zuflüsse (Mönyul, Mago).

Bevor wir uns dem nach E anschließenden Tal des Kalong Chu (Trashiyangtzi Chu) widmen, wollen wir den Weg aus der Ebene über die Vorberge und durch das Manas-Tal antreten, um den Zusammenhang mit den Vegetationsverhältnissen des äußeren Himalaya hier, wo es wieder einmal möglich wird, herzustellen.

Wir wählen den Weg über die Vorberge, der aus der Ebene nach Diwangiri aufsteigt und erst bei Trashigong Dzong in das Tal des Manas (Dangme Chu) führt, da diese Route 1838 von GRIFFITH und 1934 von LUDLOW eingeschlagen worden ist.

Im Vorland reicht geschlossener Salwald (tropisch-feuchter Fallaubwald) bis zum Austritt des Manas aus dem Gebirge, östlich davon kommt er nur noch in einzelnen Beständen vor CHAMPION 1933, 10—11. Kulturland ist verbreitet, so daß über die natürliche Vegetation wenig berichtet wird; *Pandanus*, *Dillenia*, *Bauhinia*, *Cassia fistula*, *Butea*, *Croton*, *Caesalpinia*, Palmen, *Bambus*, *Ficus* werden gelegentlich genannt GRIFFITH 1847, 197—200.

Mit dem Anstieg zum Gebirge ändert sich die Situation sofort. Dichte, tropische Wälder erscheinen mit einer Fülle neuer, bisher nicht an-

getroffener Species, von denen nur wenige aus der Umgebung von Diwangiri, 650 m, aufgeführt seien:

Ulmus, *Quercus*, *Bombax*, *Panax*, *Croton*, *Adhatoda*, *Castanopsis*, *Erythrina*, *Engelhardtia*, *Clerodendron hastatum*, *Clerodendron colebrookianum*, *Laportea crenulata*, *Callicarpa vestita*, *Loxostigma Griffithii*, *Boehmeria Hamiltonia*, *Lygodium japonicum*, *Pandanus*, *Camellia*, *Calamus*, *Sambucus*, *Thunbergia*, *Ficus*, *Cinnamomum*, *Piper*, *Maesa*, *Eurya*, *Tetranthera*, *Rhus*, *Kydia*, *Coelogyne*, *Elaeocarpus*, *Convolvulus*, *Dendrobium heterocarpum*, *Cambidium longifolium*, *Vanda bicolor*, *Begonia megaptera*, *Reinwardtia trigyna*, *Clitoria acuminata*, *Merremia vitifolia* usw.

GRIFFITH 1847, 200—204; LUDLOW 1944, 45; 1954.

Bei 750 m wird der erste *B a u m f a r n* gemeldet! GRIFFITH 1847, 204, der Übergang zeichnet sich also bereits ab; wir wissen aus Sikkim, daß gerade der Übergang zum *i m m e r g r ü n e n B e r g w a l d* auf den äußeren Hängen sehr schwer festzulegen ist, deshalb rechnen wir mit LUDLOW 1954 die tropische Waldstufe der unteren Hanglagen aufwärts bis *S a t s a l o r*, 1200 m; auch GRIFFITH gibt den Wechsel mit 1200 m (unterhalb Rydang) an. Baumfarne, baumförmige *Rhododendron* sind nun wieder da, *Gaultheria*, *Quercus lamellosa*, *Castanopsis*, *Eugenia*, *Osbeckia nepalensis*, *Bucklandia*, *Gordonia*, *Panax*, *Hedera*, *Arundinaria microphylla* — viele alte Bekannte aus dem immergrünen Bergwald, aber auch manche neue Species. In der tropischen Feuchtigkeit gedeihen Moose und Epiphyten glänzend, und auch *Hymenophyllum* fällt durch große Verbreitung auf GRIFFITH 1847, 204, 208, 210. Die Beschreibung dieses Bergwaldes erinnert uns sehr an Sikkim, wo uns zuletzt gute Berichte über die Vegetationsfolge der äußeren Hänge zur Verfügung standen.

Auch der Übergang in den *H ö h e n - u n d N e b e l w a l d* ist schwierig festzustellen. Aber das Übergewicht, das *Quercus* und *Rhododendron* immer mehr gewinnen, der starke Anteil der Lauraceen, der Reichtum an Farnen und der mit der Höhe immer noch größer werdende Anteil der baumförmigen *Rhododendron* am Bestand zwingen doch, eine Unterscheidung zu treffen; oberhalb Balfai, 2100 m, läßt die angegebene Zusammensetzung des Waldes keinen Zweifel mehr zu: *Magnolia*, *Quercus*, *Rhododendron*, Lauraceen, *Gaultheria*, *Prunus*, *Acer*, *Betula*, *Pieris*, *Erythrina*, *Buddleia*, *Stauntonia* und *Ilex*, *Tetranthera*, *Smilax*, *Gleichenia* und viele andere Farne, *Arisaema*, *Maesa*, *Bergenia ligulata*, *Begonia*, Flechten und Moose, unter den Lebermoosen besonders *Marchantia*, repräsentieren die *Laubwaldstufe* des *H ö h e n - u n d N e b e l w a l d e s*. Bei 2400 m bereitet das Erscheinen von *Tsuga dumosa* den Übergang zur *K o n i f e r e n s t u f e* vor LUDLOW 1954; GRIFFITH 1847, 216, 220, 221, 224; BAILEY 1957, 266. In der entsprechenden Höhenlage scheint sich der Höhen- und Nebelwald auf dem Außenhang des Gebirges, im Manas-Tal über den *Y ö n P a L a* hinweg in das *G a m r i C h u - T a l* hinein fortzusetzen, das feuchter als das Haupttal ist, in seinen oberen Bereichen zumal „very wet indeed“ LUDLOW 1954.

Die Zusammensetzung der nach unten an den Nebelwald anschließenden Vegetationsstufe zeigt sich immer wieder in den Schluchten, die auf dem Wege passiert werden müssen; es ist der *i m m e r g r ü n e B e r g w a l d*, den wir auch in 1800 m im Abstieg in das Manas-Tal bei Rongdoong erleben GRIFFITH 1847, 224.

Damit ist aber über die Vegetationsverhältnisse im Manas-Tal selbst noch nichts gesagt — sie sind sehr viel komplizierter. Die Trockenheit des Tales, die wir gleich noch genauer kennenlernen werden, läßt in den unteren Hanglagen immer wieder Expositionsunterschiede deutlich werden; oft finden wir in feuchten Schluchten *Quercus*, *Rhododendron* und *Gaultheria*, also Species des immergrünen Bergwaldes, auf den exponierten, offenen Hanglagen *Pinus Roxburghii* — ein Wechsel, der Erinnerungen an den westlichen Himalaya bei uns weckt! Dann wieder steigen im Tal, ebenfalls an feuchten Standorten, *Pandanus*, *Dalbergia*, *Pothos* und Farne auf, die an die tropisch-feuchte Talstufe gemahnen; oft begegnen diese den ebenfalls lokal begünstigten Vertretern des immergrünen Bergwaldes, während die exponierten Lagen darüber nur mit Gras (*Andropogon*) bedeckt sind oder Gruppen von *Pinus Roxburghii* tragen GRIFFITH 1847, 216—218.

Pinus Roxburghii ist bereits weit unten im Tal des Manas zu sehen; auf dem Osthang des Tales steigt sie bis 1300 m auf, oft stark von *Loranthus* befallen, und wechselt immer wieder, wie eben geschildert, mit feuchteren Vegetationstypen in den Schluchten ab. Auf der gegenüberliegenden Seite des Tales wurden in S-exponierter Lage ausgezeichnete Bestände unterhalb Kanga festgestellt WHITE 1910, 30; GRIFFITH 1847, 212.

Bei Trashigong Dzong lernen wir nun die eigentliche Talstufe des Manas-Tales kennen; hier haben wir ein Trockental vor uns, wie wir es so schön bisher noch nicht erlebt haben. „Nothing could well exceed the barrenness of the road“, stellt GRIFFITH fest, 1847, 226 (228) — aber wir erinnern uns, daß GRIFFITH hier seine Reise erst begann, er ahnte noch nichts von den anderen Trockentälern Bhutans. LUDLOW 1937, 14 vergleicht die Umgebung von Trashigong Dzong mit der Situation von Wangdi Potrang (Wangdu Phodrang) im Tal des Punakha Chu. Auch im Manas-Tal wird ein ständiger, trockener, talauf wehender Wind beobachtet. Die Bevölkerung trägt dieser Naturgegebenheit Rechnung: die Bambusdächer sind sorgfältig gegen allzu heftige Windstöße befestigt GRIFFITH 1847, 219; LUDLOW 1954.

Die trockene Talstufe reicht am Manas bis 1200 m aufwärts; in der Höhe erscheinen überall *Pinus Roxburghii*-Bestände GRIFFITH 1847, 225, 229; LUDLOW 1954; BAILEY 1957, 262—263. Über die Vegetation der trockenen Talstufe wissen wir wenig genug, aber mehr als aus allen anderen Trockentälern. Um Trashigong Dzong kommen vor:

Euphorbia Griffithii, *Euphorbia neriifolia*, *Indigofera pulchella*, *Bauhinia variegata*, *Bauhinia purpurea*, *Jasminum officinalis*, *Pteris vittata*, *Kydia calycina*, *Vitex negundo*, *Cassia fistula*, *Adiantum caudatum*, *Zizyphus* sp., *Ficus* sp., *Kalanchoë* sp., *Artemisia* sp., *Cycas* sp., *Asparagus racemosus*, *Porana paniculata*, *Hamiltonia suaveolens*, *Holmskioides sanguinea*, *Leptodermis* sp. u. a.

LUDLOW 1954; GRIFFITH 1847, 225, 229.

Wir können diese Verhältnisse noch eine gewisse Strecke im Tal des Kalong Chu aufwärts verfolgen. Von Nulka wird nochmals der allgemeine Eindruck bestätigt: „a barren rocky, burnt up country“ GRIFFITH 1847, 228 und noch weiter aufwärts: „bleak, rocky, burnt up hills, without a blade of grass“ (bei Khumna) GRIFFITH 1847, 232, 235. Über

dieser öden trockenen Talstufe beginnen grasbewachsene Hänge (*Andropogon*) mit *Pinus Roxburghii*; bei Khumna steigt die Kiefer bis 1300 m auf GRIFFITH 1847, 232. Doch oberhalb Khumna, auf der W-Seite des Kalong Chu-Tales, bei 1500 m wird es feuchter, die Vegetation wird üppiger, die Bestände dichter; *Quercus*, *Castanopsis*, baumförmige *Rhododendron*, *Hydrangea* stellen sich ein, und unversehens sind wir im immergrünen Bergwald („saturated with moisture“); *Bucklandia*, *Prunus*, *Gaultheria*, *Ilex dipyrrena*, *Arundinaria microphylla* vervollständigen das Bild, nicht zu vergessen die Moose, die hier in vollendeter Mannigfaltigkeit auftreten — GRIFFITH zählt eine lange Reihe auf:

Polytrichum, *Neckera*, *Brachymenium*, *Dicranum*, *Weisia*, *Fissidens*, *Hypnum*, *Didymodon*, *Diastoma*, *Orthodon*.
GRIFFITH 1847, 234, 235, 237.

Talauflauf scheint *Pinus Roxburghii* von *Pinus excelsa* abgelöst zu werden, die zusammen mit *Larix Griffithii* im Tal des Kalong Chu oberhalb Trashiyangtse Dzong von 1500 m ab gemischte Nadelwälder des mäßig-feuchten Typs der inneren Täler bildet, insbesondere auch auf der E-Seite des Tales, soweit sich das den nicht ganz eindeutigen Berichten entnehmen läßt; vielleicht hilft auch der Hinweis auf vorherrschende kräftige SE-Winde zur Klärung der Situation GRIFFITH 1840; 1847, 236—240, 242.

Auf der W-Seite des Tales bringt jedenfalls der weitere Anstieg über Sanah zum Dongla eine immer üppiger werdende Vegetation zur Entwicklung. Bei Sanah in 2400 m bilden *Quercus glauca*, *Rhododendron*, *Ilex dipyrrena*, *Gaultheria*, später auch *Tsuga dumosa* und ab 2700 m die in enormer Menge auftretenden *Rhododendron* sp. einen dichten, üppigen, flechtenbehangenen und moosbedeckten Nebelwald! dieser schnelle Wechsel aus der Talstufe — „without a blade of grass“ — will uns kaum glaublich erscheinen! In 2900 m setzen sich die Koniferen durch, *Abies densa* bildet, moos- und flechtenbeladen, die oberste Waldstufe, *Betula*, *Rhododendron*, *Hydrangea*, *Spiraea* finden sich noch im subalpinen Wald zusammen. Auf der Höhe des Dongla, 3800 m, war kaum eine Blütenpflanze zu sehen — kein Wunder, GRIFFITH querte den Paß am 16. 2. (1838)! Auf den seitlichen Hängen fand sich *Rhododendron*-Gebüsch sehr stark verbreitet GRIFFITH 1847, 243, 245, 246, 249.

Oberhalb Trashiyangtse Dzong vermuten wir, wie erwähnt, einen mäßig-feuchten Koniferenwald im Tal des Kalong Chu. Jedoch im weiteren Aufsteigen wird das Tal sehr viel feuchter, so feucht, daß wir zwischen Tibrang (2400 m) und Lao (2800 m) wieder Nebelwald finden, der in der Höhe in *Abies densa*-Wälder übergeht (oberhalb Shingbe, 3800 m) LUDLOW 1937, 10; 1954.

Auch der Nyamjangchu, der nächste bedeutende Quellfluß des Manas nach E hin, entspringt nördlich der Hauptkette des Himalaya auf dem tibetischen Hochland.

Aus dem unteren Manas-Tal reicht die trockene Talstufe noch bis Sanglung (27°30' N) hinauf. Ein dünner Mischwald wird dann angegeben, dessen Hauptvertreter *Pinus excelsa* und *Quercus Griffithii* mit *Rhododendron arboreum* von 1500 m bis 1800 m, auch 2100 m im Tal aufsteigen; erst weiter im E werden wir diesem vergleichbare Wälder antref-

fen. Bei der Ortschaft Pangchen (in Mönnyul) herrscht vorübergehend („for a short distance“) eine fast tropische Üppigkeit mit epiphytischen Orchideen etc. Da von den Hängen in 2400 m Nebelwald mit *Magnolia Campbelli* und *Rhododendron Falconeri*, *Rh. grande* angegeben wird, sind wir versucht, diesen auch hier im Tal zu vermuten, wo der Nyam Jang Chu sich wohl wieder in einer Schlucht seinen Weg bahnt. Die Vermutung, daß es sich um besondere topographische Verhältnisse handelt, scheint dadurch gestützt, daß weiter oben im Tal der mächtig-feuchte Nadelwald der inneren Täler angetroffen wird mit *Larix Griffithii*, *Pinus excelsa*, auch *Tsuga dumosa* (2900 m); *Rhododendron*, *Berberis*, *Buxus*, *Daphne*, *Elaeagnus*, *Litsaea*, *Juniperus*, *Enkianthus*, *Buddleia*, *Hedera*, *Ilex*, *Sorbus*, *Cotoneaster* und *Colghania* sind in diesem Nadelwald verbreitet, Trimo liegt hier in 3000 m TAYLOR 1947. Wie weit darüber sich der erwähnte Laubhöhenwald noch fortsetzt, entzieht sich unserer Kenntnis. In der Höhe wird er jedenfalls von der Koniferenstufe mit *Abies densa*, *Tsuga dumosa* und *Picea* abgelöst, und wir zweifeln nicht, daß der feuchte Koniferenwald es ist, der den Durchbruch des Nyam Jang Chu durch die Hauptkette begleitet. Denn auch nördlich der Hauptkette ist noch im Rong Chu-Tal Wald zu finden; hier muß der Übergang zur alpinen Steppe vor sich gehen; wir erinnern uns der Situation im Einzugsbereich des Kuru Chu (Lhobrak) — dennoch müssen die klimatischen Bedingungen lokal (N-Exposition!) feuchte Wälder ermöglichen WARD 1926, I; 1935—36, 141, 152; 1936, II; LUDLOW 1937, 8, 16.

Das Gebiet um Dongkar ist tibetisches Hochland, wenigstens dem Vegetationscharakter nach LUDLOW 1937, 16 (und Tafel IV oben); BAILEY 1914. Das oberste Nyam Jang Chu-Tal ist durch Weidegründe, also wohl einigermaßen günstige Verhältnisse in der alpinen Stufe, ausgezeichnet BAILEY 1914. Der Pö La, der östlich Trimo über die Hauptkette führt, vermittelt einen Eindruck von der starken Wirkung, die hier die Hauptkette ausübt: in scharfem Wechsel erfolgt der Übergang von der feuchten alpinen Stufe zur alpinen Steppe jenseits der Hauptkette WARD 1926, I, 286; BAILEY 1957, 246.

Mago ist außerordentlich niederschlagsreich. Bei Tawang und Muktur ist noch der Laubhöhenwald zu finden, der mit der Höhe, wie üblich, in den feuchten Koniferenwald übergeht (auch oberhalb Muktur, Se La-Kette). Diese feuchten, dunklen Wälder sind kaum bekannt; *Abies* und *Rhododendron* sind in seltener Üppigkeit verbreitet. Auch der Aufstieg zum Chera La geht durch Wälder dieses Typs.

In der Höhe herrscht *Rhododendron* der verschiedenen Größen — entsprechend den sehr feuchten klimatischen Bedingungen.

Die feuchte alpine Stufe ist bei Shao in 4000 m (E-Hang der Dongkar-Kette) im Einzugsbereich des Tsona Chu mit „acres“ von *Primula sikkimensis* geschmückt und zieht sich dann weiter vom Tulung La bis zum Poshing La hin. Jenseits der Hauptkette liegt Tsona Dzong in 4300 m im Bereich der alpinen Steppe: die Hauptkette ist hier scharfe klimatische Grenze zwischen dem trockenen Hochland im N

und der sehr feuchten S-Abdachung — alle Pässe (Pö La, Tulung La etc.) zeigen diesen Gegensatz BAILEY 1914; 1957, 246; WARD 1926, I; 1935—36; 138; 1936, II, 405; LUDLOW 1937, 14—15; 1954; TAYLOR 1947.

Das Tal des G a m r i C h u ist — außer an der Mündung in das Manas-Tal — sehr feucht, besonders in den höheren Lagen, und schließt mit dichten Wäldern von *Abies densa* bis zum O r k a und N y u k s a n g L a hinauf ab LUDLOW 1954.

Z u s a m m e n f a s s u n g .

Auf unserem Gang durch den Himalaya haben wir einen Teil des Gebirges von faszinierender Vielfalt erlebt — der Mangel an Berichten muß uns hier ganz besonders schwerwiegend erscheinen. Jedes der Täler von Chumbi bis Mönyul erwies sich als eine Region eigenen Charakters, voller Überraschungen, dem Vergleich schwer zugänglich.

Der „ä u ß e r e H i m a l a y a“ zeigt auch hier eine klare vertikale Folge tropisch-feuchter Vegetationstypen; die Zunahme der Feuchtigkeit und der steigende Anteil neuer Species aus den östlichen Florenbereichen sind deutlich. Die Vegetationsstufung bei Diwangiri entspricht in den Grundzügen bereits der vertikalen Folge der Vegetation in den Mishmi Hills in Ober-Assam („Bhutan“ 1934; LUDLOW 1937; WHITE 1909, 1910).

Den „i n n e r e n H i m a l a y a“, wie wir ihn zuletzt in Sikkim klassisch entwickelt sahen, finden wir nochmals in Chumbi. Weiter im E läßt das Auftreten der trockenen Talstufen und die mit diesen offenbar verbundene besondere Dynamik der klimatischen Verhältnisse in den abgeschlossenen inneren Tälern ein neues Element sichtbar werden, je größer das Tal, umso klarer entwickelt: die gewohnte horizontale nord-südliche Zonierung von „feucht“ zu „mäßig-feucht“ in den inneren Tälern des Gebirges wird durch eine akzentuierte vertikale Stufung von sehr trockener Talstufe zu sehr feuchten Höhenwäldern abgelöst bzw. überdeckt (Täler des Punakha Chu, Trongsa Chu, Kuru Chu); ist die auslösende Kraft nicht zu voller Stärke entwickelt, scheint die klare Ausbildung der vertikalen Gegensätze nicht erreicht zu werden (Täler des Wang Chu, Bumthang Chu).

Im Kuru Chu-Tal endlich gelingt der wachsenden Kraft des Monsun der Einbruch in die Abgeschlossenheit des „inneren Tales“; hier sind die Verhältnisse besonders kompliziert durch die dem Tal eigene Dynamik, die wir auch hier in der vertikalen Gegensätzlichkeit ausgedrückt finden. Im oberen Kuru Chu-Tal dringen erstmalig, seit wir den Arun verlassen haben, f e u c h t e W ä l d e r aufwärts bis n ö r d l i c h d e r H a u p t k e t t e vor. Im E, im Tal des Nyam Jang Chu, ist der Einfluß feuchter Luftmassen von S noch spürbarer.

Der „t i b e t i s c h e H i m a l a y a“, das Hochland von Tibet i. w. S., bildet auch hier den Abschluß der Vegetationszonierung nach N. Doch gerade für den tibetischen Bereich muß der Einbruch feuchter Luftmassen von S in den Durchbruchstätern zu neuen Gesichtspunkten führen.

Ich will nicht vorgreifen; im weiteren regionalen Vorgehen werden wir auf diese Erscheinung mit besonderer Aufmerksamkeit achten. Im Abschnitt von Chumbi bis Mčnyul wird jedenfalls die nord-südliche Dreiteilung des Gebirges in äußeren, inneren und tibetischen Himalaya unter Einschaltung der Trockentäler mit ihrem eigenen klimatischen Regime durch die gesteigerte Kraft des Monsun, die größere allgemeine Feuchtigkeit aufgelöst; ein „innerer Himalaya“ ist immer noch vorhanden, aber der Begriff erfährt eine entschiedene Wandlung; die Gebirgsketten, zumal die Hauptkette, beginnen in ihrer beherrschenden klimatischen Wirkung nachzulassen. Die gewohnte Dreiteilung weicht einem stärkeren Prinzip, das veränderte Bedingungen schafft.

Mensch und Umwelt in Bhutan und den angrenzenden Gebieten.

Bhutan hat sich seine naturgegebene Abgeschlossenheit bis heute bewahrt.

Im Vorland säumt das Gebirge bis zum Manas eine Teraizone; in den West-Duars, bis zum Sankosh, hat der Tee-Anbau den Teraiwald verdrängt (Chamarchi, Buxa, Raidak); die Ost-Duars, vom Sankosh bis zum Manas, erinnern an den Terai im Vorland von Sikkim oder an den Morung Nepals: der tropisch-feuchte Typ der Fallaubwälder (feuchte Salwälder) ist hier im W verbreitet MARKHAM 1879, 18; MORRIS 1935; mag der Teraiwald auch durch große Rodungsinseln unterbrochen sein — das Areal unberührten Waldes ist dennoch bedeutend. Östlich Patgaon ist der Salwald besonders dicht; nach E zu wird er allmählich dünner; nördlich Gawalpara liegen noch Bestände des Terai-Salwaldes CHAMPION 1933, 10—11, aber nördlich Gauhati fehlt er bereits fast vollständig GRIFFITH 1840. Während der Monsunzeit ist die Teraizone unpassierbar; wir sehen, daß auch von der Ebene her das Gebirgsland nicht leicht zugänglich ist, und der geringe Kulturaustausch zwischen den Bewohnern Bhutans und der Bevölkerung der Ebene in Bengalen oder Assam wird erklärlich MORRIS 1935.

In den tropisch-feuchten Bergwäldern des äußeren Bhutan, z. B. am Sankosh, wird oder wurde noch bis vor kurzem Wanderhackbau (jhuming) getrieben; bedeutende Flächen sind dadurch entwaldet worden MORRIS 1935.

Im Inneren des Gebirges gilt Chumbi als „Kornkammer“ Tibets; hier sind, wie in Sikkim, die Verhältnisse des „inneren Himalaya“ nochmals klar entwickelt. In den nach E anschließenden Tälern des inneren Himalaya von Bhutan wird in den trockenen Talstufen Anbau auf terrasierten Hängen mit künstlicher Bewässerung durchgeführt. Reis, Mais, Weizen, Gerste, Buchweizen, Rüben, Erbsen — aber auch Pfirsiche, Birnen, Walnüsse, Mandeln werden angebaut SCHLAGINTWEIT 1871 (2. Band), 136; WHITE 1910, 33. GRIFFITH's Reisebericht enthält eine große Zahl interessanter Mitteilungen über die Anbauverhältnisse; aus

dem Bumthang Chu-Tal interessieren uns z. B. besonders seine Angaben über die Nutzung der Nadelstreu der Koniferenwälder zur Bereitung von Dünger für die künstlich bewässerten Felder GRIFFITH 1847, 262.

In den östlichen Tälern, die weniger nach S abgeschlossen sind, steigen mit den Vegetationstypen des äußeren Himalaya auch die tropischen Kulturpflanzen weiter in den Tälern aufwärts. Im Kuru Chu-Tal bei Lengloon wird noch Zuckerrohr angebaut GRIFFITH 1847, 251; im unteren Manas-Tal sind terrassierte Hänge und künstliche Bewässerung gewöhnlich GRIFFITH 1847, 221, 226 und werden im Nyam Jang Chu-Tal bis Pangchen angetroffen; Reis, Mais, Bananen und Apfelsinen finden wir hier noch angebaut WARD 1926, I.

Die Matten der alpinen Stufe werden als Viehweide genutzt.

Auf dem tibetischen Hochland gehören künstliche Bewässerung und der Anbau von Pappeln und Weiden zur Oasenkultur.

Der Austausch zwischen Ebene und Hochland benutzt in erster Linie das Chumbi-Tal, den Handelsweg zwischen Kalimpong und Lhasa. Aber auch das Manas-Tal scheint dem Warenverkehr zu dienen; GRIFFITH bemerkte mit Salzladungen bepackte Esel, geführt von Tibetern, im unteren Tal des Manas GRIFFITH 1847, 223; BAILEY 1957, 246, während aus Bhutan über Warenaustausch mit Tibet oder Indien keine Angaben vorliegen.

VIII. Der Assam-Himalaya

Grenzen.

„Assam-Himalaya“ bedeutet hier das Flußgebiet des Bhoreli, das die S-Abdachung der Se La-Kette umfaßt, und das Flußgebiet des Subansiri, der mit seinen Quellflüssen weit auf das tibetische Hochland zurückgreift; alle Quellflüsse des Subansiri durchbrechen die Hauptkette des Himalaya in tiefen Schluchten.

Das Durchbruchstal des Tsangpo-Brahmaputra werden wir gesondert betrachten und dort den östlichen Teil des Assam-Himalaya berücksichtigen.

Pflanzengeographische Erforschung.

Unsere Kenntnis des Gebirges in diesem Abschnitt ist gering. Wir werden uns zunächst mit der S-Flanke der Se La-Kette befassen; hier ist die ausgezeichnete Arbeit von BOR 1938 über die Aka Hills unsere Grundlage, die aus der Praxis des britisch-indischen Forstdienstes entstanden ist und zunächst nur eine „Skizze“ der Vegetation sein will; tatsächlich aber enthält diese Arbeit eine Fülle interessanter Beobachtungen, die ihr fast den Charakter einer Landeskunde geben, und verdient um so mehr Beachtung, als unsere Kenntnis dieses Teiles des Himalaya so außerordentlich dürftig ist (siehe auch BISWAS 1940: Flora der Aka Hills). Ferner sind Berichte von WARD zu erwähnen, der die S-Abdachung der Se La-Kette verschiedentlich besucht hat 1936, II; 1940, I, II.

Für die S-Abdachung des Himalaya im Flußgebiet des Subansiri entnehmen wir wertvolle Hinweise den Angaben bei von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II; 1956 und GRAHAM BOWER 1953. Die Quelltäler des Subansiri sind vor dem Durchbruch durch die Hauptkette in ihren Grundzügen bekannt. Wir verdanken die Kenntnis dieses Gebietes britischen Forschern BAILEY 1914; 1957; WARD 1926, I, II; LUDLOW 1938; 1944 und TAYLOR 1947.*)

Grundzüge von Relief und Klima.

Parallele, SW-NE streichende Ketten bilden den Assam-Himalaya. Diese Richtung bestimmt den Verlauf des Gebirges bis zum Namcha Barwa. In dem von uns zunächst gewählten Abschnitt ist das SeLa-Massiv mit den „Siebentausendern“ Gorichen, Kangdu, Chumo und Nyegi Kansang der beherrschende Gebirgsteil. Hier ist nochmals starke Vergletscherung bekannt, bevor sie nach E entsprechend der abnehmenden Höhe der Hauptkette zurückgeht.

Wichtig für uns ist, daß im Bereich der Aka-Hills, nördlich Charduar, bereits die erste Kette (Piri) bis fast 3600 m unvermittelt aus der Ebene aufsteigt, aber nur hier solche Höhe erreicht BOR 1938, 104; WARD 1940, I.

Die klimatischen Verhältnisse im Bereich der Aka Hills sind kurz, wie folgt, charakterisiert:

Oktober bis März herrscht in der Ebene vorwiegend sonniges, warmes Wetter, die Nächte sind kühl, der Niederschlag gering, die Luftfeuchtigkeit ist dennoch hoch, Tau und Nebel häufig. März, April, Mai sind heiß und trocken; die Nächte während dieser Monate kühl. Heiße und trockene Winde aus NE sind gewöhnlich, üben aber auf den immergrünen Regenwald keine große Wirkung aus, doch trocknet das Gras vollständig, und die Monsunwälder verlieren das Laub. Juni bis Oktober bzw. November bestimmt der Monsun das Wetter. Tage und Nächte sind heiß und schwül, die Luftfeuchtigkeit beträgt 90% und mehr.

In den Bergen (Piri-Massiv) steigt die Luftfeuchtigkeit im Sommer bis 100% und liegt im übrigen Jahr nur wenig darunter; im Winter tritt in N-Lagen häufig Frost auf.

Im Regenschatten der ersten Gebirgskette liegt das Tenga-Tal, klimatisch von seiner Umgebung völlig verschieden. Regen fällt zwischen Juni und August, Mitte Oktober war der allgemeine Eindruck, daß es seit Wochen nicht geregnet habe! WARD 1936, II. Nebel sind häufig, Schneefall im Winter reichlich; der Schnee bleibt auf N-Hängen in 3000—3300 m 1—2 Monate liegen. Zwischen Shergya und Rupraigya ist das Tenga-Tal ein ausgesprochenes „Frostloch“, wodurch z. B. der Anbau von Obstbäumen verhindert wird. Im ganzen wird das Klima des Tenga-Tales angenehm empfunden.

*) Lit.: GAMMIE 1895; BAILEY 1914, 1957; WARD 1926, I, II; 1935-1936; 1936; I, II; 1940 I, II; 1947; CHAMPION 1933; BOR 1938; LUDLOW 1938; 1944; BISWAS 1940; FÜRER-HAIMENDORF 1946; 1952; 1955, II; 1956; TAYLOR 1947; GRAHAM BOWER 1953.

Drei Viertel des Niederschlags in den Aka Hills bringt der SW-Monsun; der trockene NE-Monsun verteilt den Regen zwischen November und April. Am Piri-Hang selbst fällt etwa doppelt so viel Niederschlag wie in der vorgelagerten Ebene. Während das Tenga-Tal sich durch Trockenheit auszeichnet, erhält der dahinter liegende Manda-Kamm wieder hohe Niederschläge. Interessant und lokal wichtig ist auch die Beobachtung, daß der SW-Monsun über den östlich anschließenden Dafla-Hills nach W abgelenkt wird und dem östlichen (unteren) Tenga-Tal, vor dem Austritt ins Tal des Bhoreli, starke Niederschläge bringt.

Die folgenden Niederschlagswerte mögen eine Vorstellung von den Verhältnissen im Gebiet der Aka Hills vermitteln (BOR 1938, 116):

Doimara	(320 m)	4970 mm,
„Pestiferous“ Camp	(1310 m)	5250 mm,
Piri La	(3100 m)	6150 mm,
Rupraigya (Tenga-Tal)	(1700 m)	1070 mm.

Der Wechsel zwischen Berg- und Talwind, einschließlich der dazwischenliegenden Windstille von einer Stunde, ist gewöhnlich.

Klimatische Angaben aus dem Subansiri-Gebiet liegen kaum vor. Die Vegetation muß uns zur Klärung der Verhältnisse helfen. Die Durchbruchschluchten sind durch hohe Niederschläge ausgezeichnet; jenseits der Schluchten nimmt in fast allen Tälern der Niederschlag rasch ab und weicht den klimatischen Bedingungen des Hochlandes; nur das Tsari-Tal ist feucht. Heftige trockene, talauf gerichtete Winde werden aus den westlichen Quelltälern berichtet. Der Wechsel zwischen feuchten und trockenen Verhältnissen ist schroff.

„Looking down the valley, one can stand beneath a blue sky and see the cloud bank where the rainy gorge and forested slopes begin, 2 or 3 miles distant. It is as though a solid barrier were holding back the rain; the barrier being in fact the dry (and possibly high pressure) atmosphere behind the Himalayan rain screen“ WARD 1947, 65; LUDLOW 1938: Raprang (oberhalb Lung) im Tal des Subansiri.

Regionale Analyse.

1. Das Flußgebiet des Bhoreli.

Den letzten Aufstieg aus der Ebene haben wir bei Diwangiri gewagt; inzwischen sind wir weiter nach E vorgerückt und stehen vor dem Gebirge zwischen Dhansiri und Bhoreli; die Vorberge werden hier unter dem Namen „Aka Hills“ zusammengefaßt. Einer Mauer gleich steigt die erste Kette des Gebirges im Piri bereits bis 3600 m aus der Ebene auf.

Im Vorland dieses Gebirgsabschnittes sind Grasbestände herrschend; Reisanbau und Teegärten sind nördlich Charduar verbreitet WARD 1940, I. Dazwischen finden wir überall Wald und kleinere Baumgruppen. Nördlich Charduar gibt es in 200—300 m größere Waldungen von *Shorea robusta*, die sich durch besondere Reinheit der Bestände auszeichnen (*Shorea robusta* 80—100%!). Neben Sal sind

Schima, *Stereospermum*, *Phyllanthus emblica*, *Sterculia villosa*, *Bombax malabaricum*, *Mallotus philippinensis*, *Garuga pinnata*, *Dillenia pentagyna*

am stärksten verbreitet. Der Salwald nördlich Charduar ist vom letzten Salbestand im W 150 km entfernt; östlich Charduar gibt es keinen natürlichen Salwald mehr in Assam, doch findet sich der Salbaum noch angebaut BOR 1938, 170—171; CHAMPION 1933, 10—11.

Auf Alluvialböden zwischen Dhansiri und Sapoy-Fluß, sowie am Bholeli bei Potali ist ein laubabwerfender Wald häufig, in dem *Bombax malabaricum* neben *Albizzia procera*, *Cedrela toona*, *Albizzia odoratissima*, *Dillenia indica*, *Lagerströmia parviflora*, *Sterculia villosa*, *Duabanga sonneratioides* eine führende Rolle spielt. Bor hält die Vergesellschaftung für ein den Flußalluvionen eigentümliches Übergangsstadium zum immergrünen Regenwald BOR 1938, 173, 175.

Beiderseits des Bholeli, aufwärts bis Painjuli (400 m), d. h. hauptsächlich bereits innerhalb der äußeren Gebirgspartien, bilden

Duabanga sonneratioides, ferner *Morus laevigata*,
Terminalia myriocarpa, *Garuga pinnata*,
Pterospermum acerifolium, *Bombax malabaricum*

einen charakteristischen Bestand, in dem Kletterpflanzen die untere Baumschicht bereichern. *Terminalia myriocarpa* zeichnet sich durch sehr lange (bis 40 m), oberflächliche Wurzeln aus BOR 1938, 177—178.

Sehr feuchte sumpfige Standorte in der Ebene, zwischen 150—200 m, sind mit einem undurchdringlichen, dichten Wald bestanden; *Magnolia Griffithii*, *Litsaea*, *Quercus*, *Vatica*, *Drimycarpus*, *Machilus*, *Syzygium*, *Jambosa*, *Altingia* usw., Palmen und eine Unmenge von Kletterpflanzen sind typisch BOR 1938, 179—180.

Neben dem Salwald nördlich Charduar, der Sandboden vorzieht, gedeiht auf lehmigen Standorten ein offenes „Parkland“, ausgezeichnet durch *Syzygium operculatum* und *S. jambolanum* neben einer großen Menge Gräser, unter denen *Imperata cylindrica* der Verbreitung nach besonders wichtig ist. Nach Beginn der Monsunregen breiten sich Kräuter aus BOR 1938, 181.

Altingia excelsa (70%), *Machilus Gamblei* (25%) und *Syzygium jambolanum* sind die Leitspecies einer heute weniger verbreiteten Gesellschaft, die zwischen Lokra und Charduar, sowie zwischen Charduar und Bhalukpung zu finden ist. Der Reichtum an *Calamus* sp. macht diesen Wald fast undurchdringlich. *Alsophila glauca* ist — neben anderen Farnen — eine weitere wichtige Komponente des Bestandes BOR 1938, 183—184.

Westlich des Belsiri sind ansehnliche Flächen, zumal in alten, noch gelegentlich überfluteten Flußbetten, von *Bombax malabaricum* zusammen mit *Bauhinia purpurea* bedeckt. BOR vermutet in diesem Bestand ein Übergangsstadium zwischen Grasgesellschaften und feuchtem Fallaubwald BOR 1938, 185.

An den Ufern des Dhansiri tritt *Acacia catechu*, gelegentlich in der Begleitung von *Dalbergia Sissoo*, als eine nur hier vorkommende edaphische Variante auf BOR 1938, 186.

Cephalanthus occidentalis und *Glochidion hirsutum* bilden eine sehr markante, für sumpfige Standorte bemerkenswerte Gesellschaft, die in Assam große Verbreitung besitzt BOR 1938, 187.

Grasland ist, wie bereits erwähnt, im Vorland des Gebirges sehr verbreitet. Auch hier lassen sich verschiedene Vergesellschaftungen unterscheiden:

„Hohes Grasland“ (‘high savannah’) mit *Imperata*, *Saccharum*, *Themeda* auf alluvialen Böden;

„Niederes Grasland“ (‘low savannah’) mit *Alpinia*, *Phragmites* auf sumpfigen Standorten.

Die häufige Verlagerung der Flußläufe hat wesentlich zur Ausdehnung der Grasflächen beigetragen. Aber es ist außer Zweifel, daß darüber hinaus nur die Wirkung des Feuers und des Weidenganges der Tiere die Vegetation hier auf der Entwicklungsstufe des Graslandes halten kann. Natürlicherweise drängt die Entwicklung zum immergrünen tropischen Regenwald hin BOR 1938, 193—196, 199, 201.

Den immergrünen tropischen Regenwald finden wir, wenn wir die Ebene verlassen und uns dem Gebirge nähern, und durchdringlich scheint er in der Fülle pflanzlichen Lebens! In der obersten Baumschicht kommen noch laubabwerfende Species vor, aber Unterholz und Unterwuchs sind immergrün.

Die herrschenden Familien sind Lauraceen und Meliaceen. Eine Aufzählung der floristischen Zusammensetzung kann nur die allerwichtigsten Vertreter bringen:

Lauraceen: *Phoebe*, *Cinnamomum*, *Machilus*, *Beilschmiedia*, *Alseodaphne*.
Meliaceen: *Amoora*, *Cedrela*, *Dysoxylon*;

ferner: *Tetrameles nudiflora*, *Michelia champaca*, *Ailanthus grandis*, *Schima Wallichii*, *Manglietina insignis*, *Castanopsis tribuloides*, *Eleaocarpus aristatus*, *Morus laevigata* usw.

Alle erreichen eine Durchschnittshöhe von 30 m. Unter diesem Kronendach der größten Vertreter erscheinen in einem tieferen Stockwerk

Quercus sp., *Litsaea*, *Vatica*, *Wrightia*, *Talauma*, *Meliosma*, *Croton*, *Amoora*, *Garcinia*, *Camellia*, *Eriobotrya*, *Actinodaphne* usw.

Auch in der Kraut- und Strauchschicht herrscht große Vielfalt der verschiedensten Species:

Sambucus javanica, *Clerodendron hastatum*, *Clerodendron squamatum*, *Dracaena ensifolia*, *Gomphostemma parviflorum*, *Amomum aromaticum*, *Urtica parviflora*, *Coffea bengalensis*, *Strobilanthes* sp., *Calamus* sp. usw.

Aroideen, wie *Amorphophallus* und *Arisaema*, sind häufig.

Farne, Kletterpflanzen, Epiphyten erscheinen in Menge, aber Epiphyten sind nicht ganz so zahlreich wie in den höher gelegenen Bergwäldern, doch sind auch hier epiphytische Farne und Orchideen (*Cymbidium*, *Vanda*, *Dendrobium*, *Hoya*) zu finden.

Gräser treten kaum in Erscheinung. *Selaginella* bildet oft allein die Bodenflora, wo der Kronenschluß locker ist.

Als besondere Ausbildung verdienen die von *Mesua ferrea* gebildeten Bestände Erwähnung, die auf porösen Böden große Flächen der unteren Hanglagen, von 200 m aufwärts, in den Tälern bis 800 m aufsteigend, einnehmen (z. B. bei Bhalukpung). *Mesua ferrea* beherrscht den Bestand bis zu 80% und hat als wichtigste Begleiter

Ailanthus grandis, *Echinocarpus sterculiaceus*, *Engelhardtia spicata*, *Michelia excelsa*, *Quercus lamellosa*, *Tetrameles nudiflora*, *Premna bengalensis*, *Beilschmiedia Roxburghiana*, *Beilschmiedia assamica*, *Castanopsis tribuloides* usw.

Dendrocalamus Hamiltonii ist gerade in den Wäldern von *Mesua ferrea* sehr häufig BOR 1938, 134, 136—143.

Alle diese Bäume erreichen 30 m Höhe und haben fast alle als gemeinsames Charakteristikum **Stützwurzeln**.

Der **Unterswuchs** dieser Bestände erreicht 17 m Höhe.

Quercus lamellosa und *Michelia excelsa* haben wir übrigens bei Darjeeling in 2000 m Höhe angetroffen, nirgendwo darunter — hier aber sind diese Species bereits in 250—350 m allgemein verbreitet.

Die ausführlichere Erwähnung des immergrünen Regenwaldes ist uns im Gebiet der Aka Hills durch die Arbeit von BOR 1938 möglich und findet auch darin ihre Rechtfertigung, daß uns ähnlich eingehende Nachrichten über diesen Typ aus den östlichen Gebieten fehlen.

Auf den **Außenhängen** rechnen wir den immergrünen Regenwald bis 1000 m aufwärts BOR 1938, 136; im **Tal des Bhoreli** steigt er weiter auf und kommt auch noch in dem sehr feuchten unteren Bereich des Tenga-Tales vor WARD 1936, II, und so ist auch der Höhenzug, der als östliche Verlängerung des Piri-Massivs den Bhoreli zu seinem großen Bogen zwingt, aufwärts bis **Jamiri im Tenga-Tal** in den unteren Lagen mit tropischem immergrünen Regenwald bedeckt WARD 1940, I.

Bei 1200 m wird ein Waldtyp deutlich, in dem Lauraceen, *Quercus sp.* und *Castanopsis sp.* bestimmend sind — der immergrüne **Bergwald**, bereichert um neue Species aus dem Osten! — ein üppiger Hochwald mit geschlossenem Kronendach in 30 m Höhe und einem unteren Stockwerk von 10—20 m Höhe.

Die herrschenden Species des obersten Stockwerkes sind

Phoebe paniculata, *Phoebe attenuata*, *Engelhardtia spicata*, *Nyssa sessiliflora*, *Drymycarpus racemosus*, *Cinnamomum cecidodaphne*, *Echinocarpus dasycarpus*, *Quercus fenestrata*, *Wightia gigantea*, *Beilschmiedia Roxburghiana*, *Castanopsis tribuloides*, *Schima Wallichii*, *Eriobotrya bengalensis*, *Morus laevigata*, *Syzygium jambolanum*, *Ostodes paniculata*, *Machilus sp.*

Eine große Menge kleinerer Bäume füllt das untere Stockwerk, so z. B.:

Talauma Hodgsoni, *Cinnamomum obtusifolium*, *Pentapanax*, *Elaeocarpus lanceaefolius*, *Gynocardia odorata*, *Nyssa javanica*, *Garcinia paniculata*, usw.

Pandanus furcatus ist im Unterswuchs wichtig. Kletterpflanzen sind in Mengen vorhanden, ebenso Sträucher und Kräuter und ganz besonders eine bemerkenswerte epiphytische Flora mit Orchideen, Farnen und Moosen, als Parasit *Sapria himalayana* auf *Vitis (Cissus) elongata*. *Lastraea dissecta var. ingens*, ein mächtiger Farn, bedeckt ausgedehnte Hangpartien gegen die **Obergrenze des Bergwaldes** hin. Bis 2000 m ist dieser Wald auf der S-Flanke des Piri verbreitet und reicht bis in das untere, feuchte Tenga-Tal hinein (abwärts der Kalkfelsschlucht) BOR 1938, 134—135, 146—150; WARD 1940, I.

Oberhalb 2000 m erleben wir eine weitere **Steigerung der Üppigkeit** der Wälder. Eine Entwicklung des Baumwuchses zu enormen Exemplaren setzt ein und geht schließlich in größerer Höhe in einen Bestand baumförmiger *Rhododendron* von nur 10 m Höhe über. Hier sind die Niederschläge am stärksten, über 5000 mm im Jahr, Tage und Nächte sind während des Sommers kühl, im Winter sind Nachtfröste gewöhnlich; tagsüber ist ständig alles in **Nebel gehüllt** („swaithed in mist“). Die di-

rekte Sonneneinstrahlung ist gering. Auch edaphische Differenzierungen scheinen hier kaum zur Auswirkung zu kommen, da der enorme Niederschlag, die außerordentliche Luftfeuchtigkeit so gleichmäßige Verhältnisse schaffen.

In den Lagen über 2800 m sind Nebel während der Regenzeit ständig, während der Kaltwetterperiode aber auch recht häufig vorhanden. Im November und Dezember treten Schneefälle auf, und auf N-Hängen bleibt der Schnee bis in den Januar hinein liegen.

Der Wald erreicht eine Höhe von 30 m und bildet ein geschlossenes Kronendach.

Das oberste Stockwerk der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes in den Aka Hills bilden

Quercus lamellosa, *Qu. pachyphylla*, *Qu. fenestrata*, *Qu. spicata*, *Qu. lineata*, *Michelia Cathcartii*, *M. lanuginosa*, *M. manipurensis*, *Echinocarpus dasycarpus*, *Bucklandia populnea*, *Castanopsis hystrix*, *Betula cylindrostachys*, *Acer Campbellei* (laubwerfend) usw.

In einem unteren Stockwerk, in dem die Bäume — vorwiegend immergrüne — noch beachtliche Höhe erreichen, finden wir

Acer Hookeri, *A. laevigatum*, *A. pectinatum*, *Rhododendron grande*, *Pyrus cuspidata*, *Litsaea elongata*, *Machilus edulis*, *Prunus nepalensis*, *Alnus nepalensis* usw.

Auch ein Stockwerk von Sträuchern und kleineren Bäumen ist vorhanden, in dem die folgenden Species große Verbreitung besitzen:

Ribes glacialis, *Euonymus echinatus*, *Viburnum cordifolium*, *Daphne papyracea*, *Skimmia laureola*, *Polygala arillata*, *Illicium Griffithii*, *Aucuba himalaica*, *Neillia thyrsiflora*, *Pentapanax Leschenaultii*, *Dendropanax listeri* etc.

Die Krautschicht enthält eine Fülle verschiedener Species, und es erscheint hoffnungslos, eine Aufzählung zu versuchen; ganz besonders häufig werden angetroffen

Aconitum laeve, *Polygonum rude*, *Lilium giganteum*, *Impatiens urticifolia*, *Artemisia vulgaris*, *Pedicularis gracilis*, *Sweetia tetragona*, *Saussurea deltoidea*, *Gleichenia glauca* usw.

Die Epiphyten der Höhen- und Nebelwälder sind sehr charakteristisch, Baumstämme und Oberseiten der Äste sind zentimeterhoch mit Moos bedeckt; in diesen Moosen oder in Stammritzen, die mit Humus gefüllt sind, wachsen eine erstaunliche Zahl von Species; vor allem sind die Vaccinien unter den Epiphyten zu nennen:

Vaccinium serratum, *V. venulosum*, *V. nummularia*, *V. retusum*, ferner *Pentapterygium serpens*, *Rhododendron Dalhousiae*.

Epiphytische Orchideen sind ebenfalls sehr zahlreich, z. B.

Otochilus porrecta, *Coelogyne ochracea*, *Coelogyne occultata*, *Coelogyne praecox*, ferner *Dendrobium*, *Cirrhopetalum* etc.

Kletterpflanzen sind dagegen weniger verbreitet.

Nicht vergessen werden darf *Arundinaria Griffithiana*, die über weite Flächen so dichte Bestände bildet, daß keine andere Bodenflora gedeihen kann; auch *A. maling* wächst gesellig in dieser Höhenstufe, aber weniger in großen Beständen BOR 1938, 135, 150—155.

Die oberen Lagen der Laubwaldstufe werden von *Rhododendron* beherrscht, insbesondere

Rhododendron grande, *Rh. Falconeri*, *Rh. barbatum*, *Rh. Keysii*, *Rh. Hodgsoni*, *Rh. cinnabarinum*.

Die *Rhododendron* sp. werden etwa 10 m hoch und bilden ein sehr geschlossenes Kronendach. Gelegentlich ragen *Quercus pachyphylla*, *Magnolia Campbelli*, *Castanopsis hystrix*, *Litsaea sericea*, *Prunus nepalensis*, *Pyrus insignis* noch darüber hinaus. Pankim La und der Piri-Gipfel sind reich an baumförmigen *Rhododendron* sp.

Über 3000 m wird *Tsuga dumosa* (*Ts. Brunoniana*) auf den S-Hängen häufiger. *Abies* erscheint am Piri erst in 3500 m, ist also gerade noch um den Gipfel herum zu finden, die höchsten Exemplare windgeschert! Wir treffen hier zum ersten Male *Abies Delavayi*: die am weitesten nach W vorgeschobenen, bekannten Standorte dieser Species.

In dieser Koniferenstufe der Höhen- und Nebelwälder ist auch *Taxus baccata* vertreten (N-Hänge, 3000—3200 m); von den *Rhododendron* sp. ist *Rh. barbatum* am häufigsten, während *Rh. Hodgsoni* als kleines Bäumchen auch unter *Abies Delavayi* zu finden ist.

Wichtige Begleiter der Koniferen sind ferner *Acer Hookeri*, *A. laevigatum*, *A. sikkimense*, *Pieris ovalifolia*, *Gamblea ciliata* und *Illicium Griffithii*, in den unteren Lagen der Koniferenstufe sind auch noch Sträucher verbreitet, wie

Ribes Griffithii, *Berberis nepalensis*, *Berberis insignis*, *Cotoneaster frigida*, *Rhododendron lepidotum* u. a.

Rhododendron campanulatum ist von 3300 m ab auf Lichtungen im Koniferenwald häufig. In den Höhen der Koniferenstufe sind auch die Bambusgewächse ein wichtiger Bestandteil des Unterwuchses der Wälder, am Piri vorwiegend *Arundinaria racemosa* und *A. aristata*, auf dem Pankim La *A. Falconeri* und *A. Griffithiana*.

Über 3000 m sind beträchtliche Flächen von *Sphagnum acutifolioides* bedeckt. Auch als Epiphyten sind Moose, zusammen mit Flechten auffällig — jedoch nicht auf den *Rhododendron*-Bäumen, da diese durch das Abschälen der Rinde vor Epiphytenbewuchs geschützt sind BOR 1938, 105, 122, 156—159.

Die Vegetationsstufung des östlichen Himalaya ist somit auf der feuchten S-Abdachung des Piri-Massivs bis zur Koniferenstufe klar entwickelt; am Pankim La (2700 m) wird die Koniferenstufe noch nicht erreicht WARD 1940, I; II. Die Manda La- (Bomdi La-) Kette zwischen dem Tenga-Tal und dem Tal von Dirang Dzong ist ebenfalls sehr feucht und ab 3000 m mit der Koniferenstufe — *Abies Delavayi* und *Rhododendron* sp. — bedeckt WARD 1940, I. Auch oberhalb Dirang Dzong im Aufstieg zum Orka La sind Koniferenwälder mit *Rhododendron*-Unterwuchs zu finden WARD 1940, I, 8; vgl. auch GRAHAM BOWER 1953, 142; 145—146; 157.

Auch von der S-Abdachung der Se La-Kette ist die feuchte Vegetationsfolge des östlichen Himalaya bekannt. Lagam, 2800 m, liegt noch im Bereich der Laubwaldstufe, aber die Koniferen kündigen sich bereits

an: ab 3100 m ist *Abies Delavayi* gegen den P o s h i n g L a hinauf verbreitet, oberhalb 3300 m beherrschen baumförmige *Rhododendron* die Hänge. Von Dongri wird der Wechsel von der Laub- zur Koniferenwaldstufe angegeben. Die Niederschläge sind auf der S-Abdachung der Se La-Kette, wenn nicht heftiger, so doch noch dauerhafter als auf der S-Flanke des Piri-Massivs WARD 1936, II; 1940, I; 1940, II; GRAHAM BOWER 1953, 148—149: Aufstieg Dirang Dzong-Se La.

Die alpine Stufe wird auf dem Piri-Massiv noch nicht erreicht, anders auf der Se La-Kette und auf der nach SW verlaufenden Orka La-Kette. Die floristischen Beziehungen zum E werden auch in der alpinen Stufe (über 3900 m) deutlicher. *Rhododendron* sp. und *Primula* sp. finden sich zahlreicher und vielfältiger noch als bisher ein, zumal auf dem hier häufig vermoorten Gelände, ferner *Cremanthodium*, *Meconopsis*, *Omphalogramma*, *Nomocharis* u. a. (Tembang - Poshing La). Undurchdringliche Dickichte von *Rhododendron*, *Arundinaria* und Farnen erschweren überall das Vorwärtsskommen.

Ständig ist die Se La-Kette in Wolken gehüllt; in ihr bildet die Hauptkette vorübergehend nochmals klar die klimatische Scheide zwischen der feuchten S-Flanke und dem trockenen tibetischen Hochland, das sich jenseits des P e n L a erstreckt WARD 1936, II; 1940, I; II — keiner der Flüsse der S-Abdachung hat hier bisher die Kraft entwickelt, die geschlossene Front des Se La-Massivs rückschreitend aufzulockern.

Die bisher erwähnten Vegetationstypen entsprechen der normalen vertikalen Folge der Vegetation im östlichen Himalaya. Aber auch hier gibt es lokale Abweichungen. Wir sahen bereits, daß die Piri-Kette, die so unvermittelt aus der Ebene aufsteigt, einen großen Einfluß auf Klima und Vegetation hat. Das trifft jedoch nicht nur für die S-Flanke zu, wo wir eine Steigerung der Niederschläge infolge des plötzlichen Anstiegs erleben, sondern viel mehr noch für die N-Flanke des Piri bzw. das nördlich des Piri-Massivs gelegene T e n g a - T a l. Alle, die über Piri La oder Pankim La von der S-Flanke kommend in das Tenga-Tal abgestiegen sind, begrüßen dieses kleine Tal im Inneren des Assam-Himalaya als eine neue, unerwartet andersartige Welt, ist doch das Klima hier — gemessen an den Verhältnissen, die sonst in Assam herrschen — unverhältnismäßig trocken. Aus den dichten, von Feuchtigkeit triefenden und mit Moos und Flechten behangenen Wäldern der S-Flanke und des Piri-Gipfels selbst, steigt man nun durch offene, parkartige lichte Wälder ab, deren Zusammensetzung von *Pinus excelsa*, *Quercus incana* und *Qu. Griffithii* bestimmt wird. Im Tenga-Tal kommt dieser Wald von 1700—2700 m vor und steigt überall an den trockenen, steilen Hängen auf; *Quercus incana* zieht N-Hänge vor, *Qu. Griffithii* S-Hänge, letztere bildet um Shergya (Shergaon) auch reine Bestände. Mit der Höhe läßt *Pinus excelsa* die Eichen zurück und bildet allein den Bestand. Kalkgestein scheint überwiegend oder doch wenigstens lokal den geologischen Untergrund zu bilden BOR 1938; WARD 1935—1936; 1936, II; 1940, I; II; GRAHAM BOWER 1953, 142—143.

Wir erinnern uns, daß aus dem N y ə m J a n g C h u - Tal bereits dieser oder ein diesem Typ sehr nahestehender Wald erwähnt worden ist, den wir aber mangels weiterer Mitteilungen nicht mit dem Vorkommen im Tenga-Tal vergleichen können.

Die drei dominierenden Species erreichen 10, 15, gelegentlich auch 20 bis 25 m Höhe. Alle anderen Bäume, die in dem Laubnadelmischwald des Tenga-Tales vorkommen, treten diesen dreien gegenüber zurück, so

Rhododendron arboreum, *Prunus Puddum*, *Albizzia julibrissin*, *Photinia Griffithii*, *Euonymus hamiltonianus*, *Cornus capitata*, etc.

Sträucher sind an den Hängen selten, bilden aber im Tal oft ein undurchdringliches Dickicht; besonders genannt zu werden verdienen

Cotoneaster frigida, *Woodfordia fruticosa*, *Coriaria nepalensis*, *Stachyurus himalaiensis*, *Berberis Wallichianus* var. *microcarpa*, *Rubus lasiocarpus*, *Indigofera sesquipedalis*, *Gaultheria fragrantissima*, *Smilax minutiflora*, *Leptodermis Griffithii*, *Deutzia corymbosa* usw.

Die Krautflora erscheint vorwiegend zur Monsunzeit und ist dann vielfältig.

Verbascum thapsus, *Rumex hastatus*, *Campanula* sp., *Cardamine macrophylla*, *Verbena officinalis*, *Sonchus arvensis*, *Galinsoga breviflora*, *Impatiens arguta*, *Iris decora*, *Salvia japonica* u. v. a.

kommen vor. *Bergenia ligulata* und *Sedum trifidum* sind auf Felsen zu finden. Farne sind seltener, aber *Pteris aquilina*, *Pt. cretica* und *Cheilanthes farinosa* sind gesellige Species.

Die Gräser trocknen im November ab und geben im März — oder früher — den alljährlichen Bränden beste Nahrung.

Arceuthobium minutissimum (Loranthac.) wird gelegentlich auf *Pinus excelsa* gefunden.

Besondere Aufmerksamkeit darf das Vorkommen reiner Bestände von *Cupressus torulosa* im Lunbe-Tal, einem N-S verlaufenden Tale im Gebiet zwischen Shergya und Rupraigya beanspruchen. Das Vorkommen ist klein und nur auf dieses Tal beschränkt. Der Boden besitzt — entsprechend seinem Ausgangsmaterial — die besonderen Eigenschaften der Kalkböden, die *Cupressus torulosa* anscheinend bevorzugt: wir erinnern uns an die Standorte von *Cupressus torulosa* am Shali bei Simla; doch ist die Species nicht an Kalkböden gebunden.

Im Lunbe-Tal bildet *Cupressus torulosa* reine Bestände, vereinzelt erscheint *Pinus excelsa*. Im ganzen ist es ein offener, lichter Wald mit wenig Unterwuchs. An der Obergrenze des Bestandes in N-Exposition erscheinen *Populus ciliata*, *Alnus nepalensis* und *Albizzia julibrissin*, sowie verschiedene Eichen in der Begleitung von *Cupressus torulosa*; die höhere Feuchtigkeit der oberen Lagen ermöglicht diese üppigere Baumflora.

An Sträuchern und kleineren Bäumen besitzen *Symplocos theaefolia*, *Rhododendron arboreum*, *Quercus Griffithii*, *Myrsine semi-serrata* u. a. größere Verbreitung.

Die Krautflora entspricht der des Laubnadelmischwaldes im Tenga-Tal. Auf Kalkfels stellen sich *Dendrobium nobile* und *Bergenia ligulata*, *Lilium Wallichianum* und *Cypripedium* ein.

Eine weitere Variante an edaphisch begünstigten Standorten innerhalb des mäßig-feuchten Laubnadelmischwaldes im Tenga-Tal sind die Bestände von *Populus ciliata* und *Alnus nepalensis* entlang der Wasserläufe (bei Shergya 1800—2000 m) auf tiefgründigen, feuchten Bö-

den. *Fraxinus floribunda*, *Albizia julibrissin*, *Machilus edulis* kommen hier ebenfalls vor, an kleineren Bäumen und Sträuchern

Corylopsis himalayana, *Polygala arillata*, *Rhododendron arboreum*, *Pyrus cuspidata* etc.

Kräuter sind reichlich vertreten, Gräser treten zurück; F a r n e bilden den Hauptanteil an der Krautschicht mit

Lomaria glauca, *Pteris cretica*, *Nephrodium extensum*, *Polypodium juglandifolium* usw.

BOR 1938, 114—123, 128, 135, 159—162, 187—192; WARD 1935—36, 153; 1936, II; 1940, I, II.

Abwärts R u p r a i g y a bahnt sich der Tenga-Fluß seinen Weg durch eine Kalkfelschlucht; hier erscheinen nochmals alle Species, die die Standorte auf Kalkgestein bevorzugen, in besonders charakteristischer Entwicklung.

Flußabwärts erfolgt bald der Übergang in den tropisch-feuchten Bereich des unteren Tenga-Tales. „Within a space of a few miles pine-oak forest gave place to thick evergreen jungle. We had crossed an invisible line beyond which the rainfall suddenly increased“ WARD 1940, I; 1936, II. Bei Jamiri sind wir bereits wieder ganz im Bereich des tropisch-feuchten Bergwaldes bzw. Regenwaldes.

Das mäßig-feuchte Tenga-Tal wird im N von der Manda La-Kette begrenzt, die in der Höhe wieder sehr feuchte Vegetationstypen trägt. Jenseits des Manda La liegt — im Regenschatten dieser Kette — das Tal von Dirang Dzong, dessen Verhältnisse in manchem an das Tenga-Tal erinnern GRAHAM BOWER 1953, 146. Hier gibt es einige Standorte von *Larix*, *Tsuga* und baumförmigem *Juniperus* sp. — eine Zusammensetzung, die uns an den Koniferenwald der inneren Täler des östlichen Himalaya erinnert; verbreitet ist zwischen 2400—2700 m Gesträuch von *Cotoneaster*, *Cinnamomum*, *Litsaea*, *Buddleia*, *Neillia*, *Rhododendron*, *Spiraea*, *Viburnum*, *Salix*. Die klimatische Situation im September beschreibt WARD 1940, I mit „drying up fast“ WARD 1940, I, 8-9; 1940, II (auch WARD 1936, II, Abb. opp. 394 unten: Dirang Dzong).

2. Das Flußgebiet des Subansiri.

Das Flußgebiet des Subansiri stellt uns wieder vor eine neue Situation. Aus dem Vorland liegt nur der Bericht von GAMMIE 1895 vor, der ganz allgemein gehalten ist; wir können ihm entnehmen, daß sich die großen Züge der Vegetationsverteilung auf den Außenhängen des Gebirges von den Aka Hills nach E fortsetzen.

Im Vorland des Himalaya im Bereich von L a k h i m p u r breitet sich G r a s l a n d flächenhaft aus, hier und da finden sich *Bombax malabaricum*, *Dalbergia Sissoo*, *Acacia catechu*, *Sterculia villosa*, *Albizia procera*, *Dillenia pentagyna*, *Careya arborea*, *Lagerströmia parviflora* u. a. eingestreut. R e i s a n b a u und T e e g ä r t e n haben die natürliche Vegetation zurückgedrängt GAMMIE 1895. Aber auch der immergrüne Bergwald mit *Quercus* und *Castanopsis*, und der Höhen- und Nebelwald mit *Magnolia*, *Michelia*, *Mesua ferrea*, *Machilus* wird von GAMMIE 1895 erwähnt.

Über die Vegetationsverhältnisse im Subansiri-Gebiet südlich der Hauptkette erhalten wir noch genaueren Aufschluß durch einige Angaben bei von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II; 1956 und GRAHAM BOWER 1953, die uns gerade im Vergleich zu den im Bhoreli-Gebiet gemachten Erfahrungen wertvoll sind.

Die tropisch-feuchte Vegetationsstufung des östlichen Himalaya scheint für das Gebiet um den Austritt des Panior aus dem Gebirge gesichert; *Pandanus*, Baumfarne, *Rhododendron* u. a. werden angegeben von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 12, 15, 16, 18; 1956, 24—35; GRAHAM BOWER 1953, 10—12, 16. Wir dürfen vermuten, daß sich diese Vegetationsfolge entsprechend in das Innere des Gebirges hinein fortsetzt. Auf dem Weg ins Tal der Apa Tani hinauf gilt Yazali (Kale-Tal) als „an der Grenze zum trockeneren Bereich gelegen“ GRAHAM BOWER 1953, 161.

Das Tal der Apa Tani, in rund 1500 m Höhe, bereitet dem Besucher eine ähnliche Überraschung wie das Tenga-Tal der Aka Hills; bei näherer Betrachtung jedoch treten hier, wo sich mit den Apa Tanis eine von den umgebenden Stämmen abweichende Bevölkerung findet, die Eigentümlichkeiten dieses Tales im Inneren des Assam-Himalaya unvergleichlich viel klarer hervor.

Das Tal der Apa Tanis wird rings auf den Höhen, die bis 2700 m ansteigen, von feuchten Wäldern eingeschlossen, das Tal selbst ist in hohem Maße von Kulturflächen, besonders Reisfeldern, bedeckt. *Pinus excelsa* ist der Charakterbaum des Tales und tritt in reinen Beständen auf, findet sich auch hier und da auf den mit Adlerfarn bedeckten Hängen. Der Kontrast zu den feuchten Höhenwäldern der umgebenden Berge ist auffallend. *Pinus excelsa* wird aber auch überall — neben Bambus — angepflanzt, und so ist es schwierig, auf Grund der vorliegenden Angaben — weder von FÜRER-HAIMENDORF, noch GRAHAM BOWER weilten zum Studium der Vegetation im Tal der Apa Tani — zu einem gültigen Schluß über die Vegetation des Tales zu gelangen, zumal im Tal selbst bei der sorgfältigen Bebauung aller geeigneten Flächen die natürliche Vegetation zurückgedrängt worden ist (von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 18, 38, 54, 62—63; 1956, 35, 57, 82; GRAHAM BOWER 1953, 31, 32, 38, 58, 65, 235).

Dennoch vermag ich nicht zu glauben, daß alle geschilderten *Pinus excelsa*-Bestände (z. B. von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 18; 1956, 35) nur Anpflanzungen ihr Vorhandensein verdanken — denken wir doch an das Tenga-Tal und das Tal des Dirang Chu, deren Situation recht gut vergleichbar ist. Ich möchte auch im Tal der Apa Tani ein „inneres Tal“ des Assam-Himalaya sehen, in dem *Pinus excelsa* durchaus natürlicherweise vorkommen kann. Verfolgen wir die Verbreitung von *Pinus excelsa* durch den Himalaya von W nach E — wir haben dazu schon oft Gelegenheit gehabt und werden auch weiter im E darauf achten — so ist ihr Auftreten im Apa Tani-Tal vom floristischen Standpunkt aus keine Überraschung (vgl. auch GRAHAM BOWER 1953, 146); dem brauchen auch nicht die Angaben der Apa Tanis zu widersprechen (die von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 62—63; 1956, 82 anführt). Aber es ist sicher das Ver-

dienst dieses bemerkenswerten Völkchens, daß *Pinus excelsa* in ihrem Tal noch so gut erhalten ist und dem Fremden sofort auffällt (vgl. auch den frühen, wichtigen Hinweis bei BOR 1938, 125).

Die klimatische Situation schildert GRAHAM BOWER 1953, 119 kurz mit den Worten:

„The Apa Tani valley ... lay in the lee of the high ranges to the south. Day after day we saw it streaming down on Tasser Putu and the Panior gorge thirty miles away, but we had only hot, steamy weather and showers“.

Im Winter ist auch das Apa Tani-Tal ein „Frostloch“ GRAHAM BOWER 1953, 35 (vgl. BOR 1938: Tenga-Tal).

Vielfach werden im Subansiri-Gebiet Hänge angetroffen, die mit Gras und Adlerfarn bedeckt sind, während nur die tief eingeschnittenen Schluchten eine üppigere Vegetation beherbergen. Man kann hierfür den überall außerhalb des Apa Tani-Tales geübten Wanderrackbau verantwortlich machen, jedoch kommen auch im Tal der Apa Tanis selbst solche Hanglagen vor. Im Kamla-Tal sind oft die S-exponierten Hänge nur mit Gras bedeckt, während die N-Expositionen feuchte kühle Wälder tragen (GRAHAM BOWER 1953, 207, 210: bei Rakhe) GRAHAM BOWER 1953, 20—21: Panior-Becken, 30 (Apa Tani-Tal), 200, 208, 226—228; von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 130: oberes Khru-Gebiet; 1956; 105, 156.

In den höheren Lagen sind die Kämme, zumal in der Umgebung des Apa Tani-Tales, überall von undurchdringlichen, feuchten Wäldern bedeckt, die den Verkehr zwischen den einzelnen Tälern behindern, wenn nicht gar unmöglich machen und so zur Isolierung der Talschaften beitragen. *Rhododendron*-Bäume werden immer wieder erwähnt. Sehr wichtig ist in diesem Zusammenhange die Beobachtung, daß man oberhalb 2000 m, auch wenn über dem Apa Tani-Tal heller Sonnenschein liegt, in der Stufe der feuchten Wälder in dichten Nebel gerät („Nebelwälder“!) von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 121; 1956, 145.

Im einzelnen finden sich Hinweise bei GRAHAM BOWER 1953, 30, 38, 58, 83, 200—201, 211, 218; von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 104, 105, 113, 114, 130, 136, 148, 156, 164—165, 174; 1956, 126 (oberhalb Jorum), 128, 136 (oberhalb Mai), 137, 156 (zwischen Talo und Jorum), 163 (oberhalb Nielom), 177, 178 (jenseits des Khru), 186 (zwischen Kiyi und oberem Panior), 196, 197, 208.

Auffallend sind im Apa Tani-Tal auch noch die Primelwiesen (von FÜRER-HAIMENDORF 1956, 35; 1955, II, 18); GRAHAM BOWER 1953, 218 berichtet ausführlich, daß diese Primeln, mauvefarben und etwa einen Fuß hoch, auf allen Weideplätzen, entlang der kleinen Bächlein und größeren Wasserläufe, entlang der Pfade und in moosigen Tälchen überall im Apa Tani-Tal zu finden sind; „in the main valley they grew in millions“. Wir werden später im Zusammenhang auf diese Beobachtungen zurückkommen.

Fassen wir kurz zusammen, so sind für das Apa Tani-Tal neben den Kulturflächen charakteristisch: das Vorhandensein von *Pinus excelsa* — in größeren und kleineren Beständen, die Bambushaine, die mit Gras und Adlerfarn bedeckten Hänge, die Primelwiesen und der feuchte, undurchdringliche Höhenwald, der das Tal rings in der Höhe (über 2000 m) umgibt (von FÜRER-HAIMENDORF 1955, II, 173; 1956, 207).

Leider beschränken sich die verfügbaren Angaben auf das Apa Tani-Tal und seine nähere Umgebung; wir wissen heute noch nichts über die Vegetation im oberen Subansiri-System südlich der Hauptkette — erst für die Quelltäler des Subansiri nördlich der Hauptkette stehen uns wieder Beobachtungen zur Verfügung.

Versetzen wir uns deshalb an den Durchbruch des vereinigten Chayul und Char Chu nach Lung! Die ganze Durchbruchsschlucht durch die Hauptkette ist mit dichten Wäldern bedeckt, die „tropisch anmuten“ BAILEY 1914; der Höhenlage nach dürfen wir annehmen, daß die Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes bis nach Lung hinaufreicht; darüber steht der feuchte Koniferenwald des östlichen Himalaya in immer wieder betonter Üppigkeit LUDLOW 1938. Im W überragt der Kashong La die Schlucht; Gipfel und S-Hang sind dauernd in dichte Regenwolken gehüllt — aber 200 m abwärts auf der N-Seite gaukeln Schmetterlinge im Sonnenschein! (LUDLOW 1938). Wir steigen im Tal des Chayul weiter auf. Feuchter Koniferenwald mit dichtem Strauchunterwuchs (vor allem *Rhododendron!*) reicht bis zum Fluß herab LUDLOW 1938. In der Höhe (oberhalb Trön WARD 1936, II) ist die feuchte alpine Stufe entwickelt. Flußaufwärts Trön, auf dem Wege nach Chayul Dzong, vollzieht sich ein schneller und geradezu dramatischer Wechsel: wir verlassen den feuchten Wald und sind „mit einem Schlage“ in der alpinen Steppe WARD 1935—1936, 142; 1936, II; LUDLOW 1938; 1944, 46. Chayul Dzong liegt ganz im Trockengebiet, wenn auch oben an den Hängen noch Koniferenwälder zu sehen sind. Wir erinnern uns der Situation im oberen Kuru Chu- und Nyam Jang Chu-Gebiet!

Das Tal des Loro Chu ist trocken. Ein immerwährender, sehr heftiger Wind fegt das Tal des Loro Chu aufwärts, und die damit verbundene bzw. verstärkte Trockenheit läßt nur wenige Species auf den trocken-heißen Felsen um Chayul Dzong gedeihen. Der Anbau um Chayul Dzong und im Loro Chu-Tal beruht auf künstlicher Bewässerung, Dickichte von *Hippophae rhamnoides* säumen den Fluß. Die Berge im E erscheinen als hohe bewaldete Ketten „muffled in clouds day after day“. Der Gegensatz der trockenen Täler und der so nahen tropisch-feuchten Höhen- und Nebelwälder ist erstaunlich WARD 1935—1936, 141; 1936, II; LUDLOW 1938; 1944, 45; TAYLOR 1947.

Auch die Täler der beiden Quellflüsse des Loro Chu — Loro Nakpo Chu und Loro Karmo Chu, die sich bei Trashi Tongme Gompa vereinigen — sind im Gesamtcharakter trocken; Bäume, *Populus* und *Salix*, gedeihen nur in windgeschützter Lage, so bei Karta, im Tal des Loro Nakpo Chu; Gesträuch von *Hippophae rhamnoides* ist am Fluß verbreitet, Gebüsch von *Lonicera*, *Clematis tangutica* u. a. findet sich im Aufstieg zum Pen La. Kulturen sind nur mit künstlicher Bewässerung möglich WARD 1935—1936, 144; 1936, II.

Die Verhältnisse im Tal des Loro Karmo Chu sind ganz ähnlich; fast das gesamte Wasser wird dem Fluß zur Bewässerung entzogen, so daß er bei Loro tö zeitweise ausgetrocknet erscheint. In größerer Höhe ist gutes Weideland vorhanden BAILEY 1914; LUDLOW 1938; 1944, 45.

Unterhalb Chayul Dzong mündet von N her das Tal des Nye Chu, ein typisches baumloses Hochlandstal, von Bewässerungskanälen durchzogen; auch die Seitentäler, wie das von Dikiling, haben Teil an dem trockenen Gesamtcharakter, der diesen Hochlandstälern eigentümlich ist. Hier und da findet man Gesträuch von *Juniperus*, *Ribes* u. a. In den obersten Talzügen scheinen die Verhältnisse günstiger und Weideland vorhanden zu sein BAILEY 1914; WARD 1935—1936, 141; 1936, II; LUDLOW 1938.

Kurz vor dem Durchbruch durch die Hauptkette bei Lung vereinigt der Char Chu seine Wasser mit denen des Chayul Chu. Folgen wir dem Tal des Char Chu aufwärts, erreichen wir schnell trockeneres Gebiet. Bei Charme finden wir in S-Exposition *Cotoneaster*-Gebüsch, das weiter oben durch andere Sträucher üppigeres Aussehen annimmt. In N-Exposition ist *Juniperus* verbreitet, und diese Wacholder-Bestände gehen nach der Höhe in einen gemischten Nadelwald über mit *Abies*, *Larix* und *Picea* TAYLOR 1947; Kyimpu, unterhalb des Le La, in dem bei Charme mündenden Seitental, ist von Nadelwald umgeben (3800 m) LUDLOW 1944, 48.

Im Haupttal des Char Chu halten sich die Koniferen noch weiter talauf — das bei Bung mündende Tal gilt als „well wooded“ WARD 1936, II, 404, und auch südlich des Cha La werden in den Schluchten noch Nadelbäume (z. B. *Picea likiangensis*) angetroffen, in der Höhe bald von einer feuchten alpinen Stufe abgelöst, die durch herrliche Blütenpflanzen ausgezeichnet und oberhalb (nördlich) Sanga Chöling wieder besonders reich an *Rhododendron* sp. ist WARD 1936, II; LUDLOW 1944, 48; TAYLOR 1947. Der Traken La auf der nördlich des Char Chu-Tales gelegenen Kette liegt dagegen ganz im Bereich der alpinen Steppe. Im Char Chu-Tal selbst werden noch vom Aufstieg nach Kye Kye Vorkommen von *Rhododendron*, *Betula*, *Salix*, *Juniperus* und sogar einige „firs“ (*Abies*) gemeldet. Dieses Tal scheint demnach dem Pflanzenleben im ganzen günstigere Bedingungen zu gewähren als die vorher erwähnten BAILEY 1914; WARD 1935—1936, 141; LUDLOW 1944, 48.

Eine Überraschung erwartet uns im Tal des Tsari Chu! Bei Mygytun durchbricht der Fluß die Hauptkette. In diese Durchbruchsschlucht reichen die tropisch-feuchten Höhenwälder von S herauf, der Höhenlage nach noch die Laubwaldstufe, die dann bald — auf beiden Seiten des Tales — von einer außerordentlich feuchten Koniferenwaldstufe mit *Abies* und *Juniperus* abgelöst wird. Dichter Wald steigt im Tal aufwärts bis oberhalb Chikchar. Bei Totsen und Chösam entfaltet sich im Tal selbst die Blütenpracht des Assam-Himalaya mit *Primula* und *Iris*, die hier in den feuchten Wiesen besonders auffallend sind. Von der das Tsari-Tal im S begrenzenden Kette berichtet BAILEY 1957, 206 über *Rhododendron*-Krummholz bei Mipa, während auf dem S-Hang des Takpa Shiri bei Taktsang wieder dichte Koniferenwälder angetroffen wurden BAILEY 1957, 208.

Das Tal des Tsari scheint sehr viel mehr Regen zu empfangen als alle anderen Quelltäler des Subansiri — um so bemerkenswerter, weil nicht nur diese, sondern auch alle Täler, die nach N, zum Tsangpo entwässern, trocken sind und künstliche Bewässerung zum Anbau benötigen. So nimmt

das Tal des Tsari eine wichtige und interessante Ausnahmestellung ein. Nur der oberste Bereich, zum Cha La hinauf, zeigt dann den Übergang zur alpinen Steppe BAILEY 1914; 1957; 199, 202; WARD 1935—1936, 141, 151, 152; 1936, II; 1941; LUDLOW 1938; 1944, 46—48; TAYLOR 1947.

Zusammenfassung.

Wir verließen Bhutan und Mönyul in gespannter Erwartung, wie sich die angedeutete Entwicklung im Fortschreiten nach E auswirken wird. Inzwischen haben wir eine klarere Vorstellung von dem gewonnen, was den grundsätzlichen Wechsel in diesem östlichen Teil des Gebirges ausmacht.

Im äußeren Himalaya, auf der S-Abdachung der Hauptkette, setzt sich die tropisch-feuchte Vegetationsstufung des östlichen Himalaya fort. Der Anteil der Elemente aus den östlichen Florenbereichen steigt. *Abies Delavayi*, deren Hauptverbreitungsgebiet in Setschwan liegt, wird erstmalig am Piri in den Aka Hills festgestellt. Die Moose der Aka Hills zeigen verwandtschaftliche Beziehungen zu den Moosen in China, Japan und Malaya BOR 1938, 103. Der Anteil der *Rhododendron* sp. ist noch ständig im Wachsen: der Assam-Himalaya beherbergt mehr Species von *Rhododendron* als Sikkim und Bhutan zusammen! WARD 1940, I, 7; 1940, II. *Primula* erreicht in der feuchten alpinen Stufe des Assam-Himalaya außergewöhnliche Verbreitung.

Aber: können wir hier noch von einem „inneren Himalaya“ als dem vermittelnden Übergangsgebiet der nordsüdlichen Dreiteilung sprechen? Die Täler von Tenga und Dirang Chu und das Tal der Apa Tani erinnern ohne Zweifel an die Verhältnisse im „inneren Himalaya“, sie stellen aber hier nur noch lokale Abweichungen innerhalb der feuchten S-Abdachung des „äußeren Himalaya“ dar, von einer nordsüdlichen Dreiteilung kann nicht gesprochen werden.

Das bestätigen die Beobachtungen aus dem oberen Subansiri-Gebiet; der feuchte „äußere Himalaya“ stößt nach N gegen das Hochland vor, tiefe Durchbruchsschluchten und die niedriger werdende Hauptkette begünstigen das Vordringen feuchter Vegetationstypen. Wo diese ihr Ende finden, beginnt die alpine Steppe — feuchte Schluchten und trockenes Hochland stoßen unmittelbar aneinander und lassen keinen Raum mehr für ein Übergangsgebiet.

Vielleicht könnte man im Tal des Char Chu Reste — besser vielleicht Ansätze zu einem neuen Typ einer nordsüdlichen Übergangszone finden, die nun allerdings nördlich der Hauptkette gelegen ist — geringe Vorkommen eines gemischten Nadelwaldes scheinen hier verbreitet zu sein; das von TAYLOR 1947 berichtete Vorkommen von *Picea likiangensis* unterhalb des Cha La findet unser besonderes Interesse, weil es der westlichste bekannte Standort dieser Species ist.

Auch der „tibetische Himalaya“ wird von dieser Entwicklung beeinflusst. Das Hochland ist zerfurcht von den oberen Talzügen der Durchbruchflüsse, die im W trocken sind und sich in ihrer Vegetation kaum vom

Hochland selbst unterscheiden; im E (Tsari!) ist der feuchte „äußere Himalaya“ schon tief eingebrochen und das Hochland noch weiter zurückgedrängt.

Härter und unvermittelter denn je stehen sich die gegensätzlichen Lebensräume gegenüber — eine Vorstellung, die sich mit dem allmählichen Schwinden der vermittelnden „inneren Zone“ bis zu dieser schroffen Gegenüberstellung gebildet hat. Es gibt keinen „inneren Himalaya“ mehr, die Hauptkette hat ihre Funktion als Klimascheide verloren — die Durchbruchstäler bestimmen die Verteilung der Vegetationstypen.

Mensch und Umwelt im Assam-Himalaya.

Den Einfluß des Menschen auf die natürliche Vegetation haben wir schon oft in diesem Abschnitt erwähnt. Schon die weiten Grasflächen in der Ebene Assams im Vorland des Gebirges sind nicht nur aus den Laufänderungen der Flüsse zu erklären, der Mensch mit seinem Vieh und dem Feuer übt hier den größten Einfluß aus. Reiskulturen und Teegärten nehmen bedeutende Flächen im Vorland des Gebirges ein, wobei die Teegärten vorzüglich auf den mit „Red bank“ bezeichneten Böden zu finden sind BOR 1938, 122.

In den Gebirgswäldern der S-Abdachung beeinflußt der Mensch die natürliche Vegetation sonderlich durch den Wanderhackbau (shifting cultivation, jhuming); SW-, S- und SE-exponierte Hänge zwischen 1300 bis 2000 m zeigen die Narben dieser Methode. Feuer ist in den feuchten Lagen von geringer Wirkung (S-Flanke des Piri), desto mehr haben die Wälder im weniger feuchten Tenga-Tal darunter zu leiden. Im oberen Bereich des Tales, wo die Sherdukpen im Sommer Wanderhackbau treiben, hält sich die Vernichtung der natürlichen Vegetation noch in Grenzen — anders bei den Akas und Khoas im unteren, feuchten Tenga-Tal oder gar bei den östlich des Bholeli und im Subansiri-Gebiet heimischen Daflas: hier sind — bei großer Bevölkerungsdichte — ausgedehnte Waldgebiete durch Gras ersetzt, z. B. am Panior (Panyer)-Fluß, und zwangsläufig mußten sich die Stämme dort auf bewässerte Terrassenkulturen umstellen. Auch für Hausbau, Schindeldächer etc. muß — im Stammesgebiet der Sherdukpen — der Wald (*Pinus excelsa*) erhalten.

Wichtig ist der Hinweis, daß bei den Apa Tanis Bambushaine und Kiefernwälder angebaut werden und jede Pflege genießen BOR 1938, 125; GRAHAM BOWER 1953; von FÜRER-HAIMENDORF 1955; II; 1956.

Jahreszeitliche Wanderungen zwischen den höher gelegenen inneren Tälern und den wärmeren Bereichen am Fuß des Gebirges sind üblich; die Sherdukpen halten sich im Sommer im oberen Tenga-Tal auf; im Dezember wandern sie mit Sack und Pack und allem Vieh über den Piri La und beziehen in Doimara am Südfuß des Piri-Massivs ihre Winterquartiere, bis sie sich im März wieder gebirgseinwärts aufmachen BOR 1938, 109; WARD 1940, I, 11.

Auch die Tiere üben natürlich Einfluß auf die Vegetation aus, zumal wenn es sich, wie in den Aka Hills, um Elefanten handelt! Zur vollen Auswirkung aber kommt dieser Einfluß erst, wenn der Mensch mit im Spiel ist, d. h. wenn es sich um mehr oder weniger planmäßige Beweidung handelt. Gerade darüber liegen aus der alpinen Stufe des Assam-Himalaya interessante Berichte vor.

Immer wieder fallen in der alpinen Stufe des feuchten Assam-Himalaya — aber nicht nur dort — die enormen Mengen von Primeln auf, die oft in zusammenhängenden Beständen ganze Talstrecken bedecken. Zwar nimmt — aus floristischen Gründen — die Zahl der Primeln (ebenso wie die der *Rhododendron* sp.) nach E hin zu, wahrscheinlich mit einem Maximum im Gebiet des Tsangpo-Durchbruchs, das kann aber kaum ausreichen zur Erklärung der lokalen Massierungen dieser Species. WARD hat dieser Erscheinung bei seinen zahlreichen Reisen im Assam-Himalaya und dem südöstlichen Tibet besondere Aufmerksamkeit geschenkt; er kam zu Folgerungen, die er selbst durch Beobachtungen bestätigt fand und für die auch die von NAKAO 1955 aus dem zentralen Nepal-Himalaya mitgeteilten Beobachtungen eine neue Bestätigung bringen.

Zwischen 2700—3600 m ist die Gesamtzahl des Weideviehs im Assam-Himalaya erstaunlich hoch; Rindvieh, Schafe, Ziegen, Ponies, Yaks beleben die Hochweiden. Die Anstrengungen des Menschen, das Weideland in der Nadelwaldstufe, wo es natürlicherweise nicht vorhanden ist, aber benötigt wird, da das Vieh im Winter abzustiegen gezwungen ist, durch Rodungen zu schaffen bzw. immer wieder zu vergrößern, sind im Grunde vergeblich, da sie doch nur vorübergehend Graswuchs aufkommen lassen; wegen der bedeutenden Niederschläge ist die Gefahr der Versumpfung bzw. Vermoorung nach der Vernichtung des Waldes groß — und damit ergeben sich günstige Lebensbedingungen für die Primeln. Da die Primeln noch den Vorzug genießen, vom Vieh verschmäht zu werden, sind ihren Ausbreitungstendenzen bis zur Alleinherrschaft über bedeutende Flächen kaum Grenzen gesetzt, werden sie doch vom Weidevieh durch das „Kurzhalten“ möglicher Konkurrenz noch weiter unterstützt. Die Berichte von WARD geben Beispiele für solche Primelwiesen, auch aus der Höhenstufe des Koniferenwaldes; Mitte Juni fand WARD gelegentlich in 3000 m „Myriaden“ von Primeln einer einzigen Species (*Primula Kingii*, andernorts *Primula Dickieana*), eine Pflanze neben der anderen, alle in Blüte — zweifellos ein Anblick, der manche Schwierigkeit des Reisens in diesem Teil des Gebirges vergessen macht! Aber WARD hält auch nicht mit dem Bedenken zurück, ob nicht auf diese Weise im Laufe der Zeit weite Flächen für die Beweidung ganz ausfallen könnten WARD 1940, I; 1946, III; 1947, 73—74; vgl. GRAHAM BOWER 1953, 218.

Entlang der vom Vieh häufig benutzten Pfade fand WARD *Primula strumosa* und *Pr. Gambleiana* dicht bei dicht in auffälliger Versammlung stehen — während sie abseits der Pfade (3600 m) nur verstreut vorkommen; vgl. GRAHAM BOWER 1953, 218.

Die Veränderung der Vegetation im Umkreis der regelmäßig benutzten Viehlagertätten ist uns unter dem Begriff der „Lägerflur“ bekannt — doch ist interessant, daß neben den an diesen Standorten allgegenwärtigen Kosmopoliten, wie *Urtica*, *Rumex*, *Polygonum*, *Hyoscyamus niger* etc., *Primula Roylei* und *Pr. strumosa* den Lägerfluren des Assam-Himalaya und der angrenzenden Gebiete zur besonderen Zierde gereichen; *Scopolia lurida* ist darüber hinaus eine charakteristische Species der Yak-Lägerfluren. *Meconopsis grandis*, eine sonst sehr seltene Species, erscheint auf Lägerfluren und in gebranntem *Rhododendron*-Gebüsch. Das Roden und Brennen des *Rhododendron*-Gebüsches führt aber oft auch überhaupt nicht zur Grasnarbe, sondern zum massenhaften Auftreten von *Arundinaria* sp. und von Farnen, die sich zu undurchdringlichen Dickichten verfilzen (z. B. oberhalb Liu zum Orka La in 4100 m) WARD 1940, I, 8; 1947, 73—74.

Ein „innerer Himalaya“ fehlt — und auch der Bereich, den wir bisher den „tibetischen Himalaya“ bezeichnet haben, das Gebiet der alpinen Steppe, beginnt sich unter der Einwirkung des Monsun von der Hauptkette zu lösen. Von den Quelltälern des Subansiri sind die westlichen im Oberlauf als typische Hochlandstäler durch Trockenheit und künstliche Bewässerung ausgezeichnet, während das östlichste Quelltal (Tsari) feucht ist und mit Wald und üppigem Weideland eine besondere Stellung einnimmt.

Alle diese Täler, die die Hauptkette durchbrechen, geben zwar den Vegetationstypen die Möglichkeiten gegen das Hochland aufzusteigen — in der Besiedlung aber ist die Kontinuität zwischen den Niederlassungen der Stämme (tribes) der S-Flanke des Assam-Himalaya und den ersten tibetischen Siedlungen unterbrochen, weil die Tibeter nicht unter 3000 m, die Stämme aber nicht so hoch zu leben gewohnt sind BAILEY 1914, 356. Klar wird dadurch gezeigt, daß vermittelnde Übergänge in diesem Teil des Gebirges fehlen; so schroff, wie sich die physisch-geographischen Gegensätze hier gegenüberstehen, so deutlich ist auch die Trennung der Lebensbereiche und der diesen eigentümlichen Bewohner.

Die Gegensätzlichkeit der hier unvermittelt aneinandergrenzenden Räume findet ihren Ausdruck in den Erzeugnissen und führt im Tauschhandel die Stämme der S-Abdachung mit den Tibetern über die niedrigen Pässe in Chayul Dzong und Sanga Chöling gelegentlich zusammen: der Süden bietet Zuckerrohr, Gewürze, Reis im Austausch gegen das lebensnotwendige Salz des tibetischen Hochlandes WARD 1936, II, 389; LUDLOW 1938; FÜRER-HAIMENDORF 1946, 54; 1952; 1955, II; 1956; GRAHAM BOWER 1953; BAILEY 1957.

IX. Das Durchbruchstal des Tsangpo-Dihang-Brahmaputra.

Die Durchbruchsschlucht des Tsangpo - Dihang - Brahmaputra führt uns aus dem tropischen Regenwald Assams in die alpine Steppe des tibetischen Hochlandes hinauf. Vielleicht ist dieses Durchbruchstal das großartigste Phänomen, das im Himalaya zu finden ist.

Pflanzengeographische Erforschung.

Das Gebiet der Durchbruchsschlucht ist auch heute noch nicht vollständig erforscht. Vom oberen Assam (Sadiya) aus konnte die *A b o r - E x p e d i t i o n* erstmalig ein gewisses Gebiet stromauf der Kenntnis näherbringen BENTICK 1913; BURKILL 1924. BAILEY war der erste, der sichere Kunde über den eigentlichen Durchbruch des Tsangpo brachte 1914 (1957) — wenn wir von den Berichten der einheimischen Kundschafter des Indian Survey absehen. Später hat dann Francis Kingdon WARD das Gebiet des Tsangpo-Durchbruchs so gründlich erforscht, daß wir in großen Zügen über die Vegetationsverteilung unterrichtet sind (1926, I, II, etc.). WARD hat selbst den größten Teil der Durchbruchsschlucht begangen, so weit das überhaupt möglich zu sein scheint. Die Schwierigkeiten, die den Forscher in der eigentlichen Durchbruchsschlucht erwarten, sind ungeahnt, denn Wildheit und Unzugänglichkeit des Gebirges werden noch erhöht durch enorme Niederschläge und tropisch-üppige Vegetation. LUDLOW 1938, 1940, 1944, 1951 und TAYLOR 1947 haben ebenfalls vieles beigetragen, unsere Kenntnis über die Vegetationsverhältnisse in diesem Abschnitt des Gebirges zu mehren und zu vertiefen.

Im ganzen ist unser Bild lückenhaft, aber die großen Züge der Pflanzenverteilung zeichnen sich klar ab (SCHWEINFURTH 1957).^{o)}

Grundzüge von Relief und Klima.

Die Hauptkette des Himalaya wird im östlichen Teil des Assam-Himalaya immer niedriger, an einigen Stellen werden gerade noch 3600 m Höhe erreicht, so daß hier die Wälder beider Seiten — der S- und N-Abdachung — miteinander in Verbindung treten. Am Ostende der Kette steigt der Himalaya im Namcha Barwa nochmals zu der gewaltigen Höhe von 7755 m auf und überragt damit majestätisch den vielfach gewundenen Lauf, den der Tsangpo in seinem Durchbruchstal zu Füßen des Berges einschlägt. Nordwestlich davon erreicht der Gyala Peri 7150 m, so daß sich der Strom zwischen diesen beiden Riesen hindurchzwängen muß; bei Gyala liegt das Flußbett in 2835 m, während die Entfernung von Gipfel zu Gipfel rund 20 km beträgt WARD 1926, I, 144; bei Pe, vor dem Eintritt in die eigentliche Schlucht, liegt das Flußbett noch in 2900 m, von hier über den Doshong La hinweg sind es nur 25 Meilen (Luftlinie), bis wir den Strom unterhalb des Durchbruchs durch die Hauptkette bei Yortong wieder erreichen — dort aber fließt der Strom bereits nur noch in 750 m Höhe! WARD 1926, I, 126.

^{o)} Lit. (Auswahl):

Das Durchbruchstal des Tsangpo:

BENTICK 1913; BAILEY 1914, 1925, 1957; BURKILL 1924; WARD 1924-1926; 1926; I, II; 1927; 1930, I, II; 1931; 1933-1934; 1934, I, II; 1935; I, II; 1935-1936; 1936, II; 1941, I; 1942; 1946, III; 1955; NOUGEREDE 1934; LUDLOW 1938; 1940; 1944; 1951; TAYLOR 1947; SCHWEINFURTH 1957.

Das tibetische Hochland:

GRISEBACH 1872; YOUNGHUSBAND 1905; WARD 1930, I; 1935, II; 1935-1936; CHAPMAN 1938; FLOHN 1947; HARRER 1952; 1953.

Es kann hier nicht unsere Absicht sein, einen Beitrag zur Frage der östlichen Begrenzung des Himalaya zu liefern, und so wollen wir auch nicht auf die Frage der Fortsetzung der Hauptkette nach E, jenseits des Durchbruchs des Tsangpo eingehen, zumal ich die für unser Problem gewählte Begrenzung schon früher begründet habe.

Das wichtigste klimatische Kennzeichen des äußeren südöstlichen Himalaya ist: Niederschläge zu allen Jahreszeiten (WARD 1930, I). Das Klima der Abor Hills, am Austritt des Tsangpo in die Ebene, ist von viel größerer gleichmäßiger Feuchtigkeit als in jedem anderen Teil des Himalaya BURKILL 1924, 163, und nach allen Berichten trifft das für die höhergelegenen Vegetationsstufen nicht minder — eher noch verstärkt — zu. In der alpinen Stufe des Assam-Himalaya fällt 5 Monate lang Regen — „incessant, merciless“ — und 7 Monate lang Schnee! WARD 1926, I, 96.

Die Tsangpo-Schlucht bietet den regenschweren Winden eine geeignete Aufstiegsmöglichkeit, ebenso wird der niedrige Assam-Himalaya leicht überwunden. Die regionale Analyse der Vegetation wird uns zeigen, daß die regenfeuchten Winde weit auf das tibetische Hochland hinauf wirksam sind. In den Schluchttälern nördlich der Hauptkette sind die Regen im Sommer ausreichend (Monsun!); während die alpinen Bereiche des Assam-Himalaya noch von Dauerregen heimgesucht werden, erreichen die Niederschläge höchst selten die Talsohle des Tsangpo (WARD 1941, I; LUDLOW 1944, 53). Die Winter sind hier lang und trocken und in den Bezirken von Kongbo und Pome von überraschender Milde (zahlreiche Zugvögel wählen dies Gebiet als Winteraufenthalt!) LUDLOW 1951, 550—551. Hef-tige Winde sind ein Charakteristikum der oberen Durchbruchstäler.

Regionale Analyse.

1. Das Durchbruchstal des Tsangpo (Profil VII):

a) die tropisch-feuchte untere Durchbruchsschlucht:

Ganzjährige, hohe Luftfeuchtigkeit, das Fehlen jahreszeitlicher Kontraste in Niederschlag und Temperatur sind Charakteristika für das Klima in Assam, insbesondere in Ober-Assam. Der Monsun herrscht von Mai bis Oktober; während der Monate März und April sind die Regen unregelmäßiger, in der kalten Jahreszeit kommen häufig dichte Nebel vor. Vorherrschend sind die Winde aus SW, die zunächst in Ober-Assam wie in einer Sackgasse festgehalten werden (ROBINSON 1841; KANJILAL, U. N. etc. 1935—1940, Flora von Assam).

Für ein solches Klima ist immergrüner tropischer Regenwald der natürliche Vegetationstyp. Wir finden den tropischen Regenwald in Fortsetzung der westlichen Vorkommen (BOR 1938, GAMBLE 1895) am Austritt des Brahmaputra-Dihang aus dem Gebirge. Die trockene Jahreszeit, die noch in Sikkim spürbar war, macht sich hier nicht mehr bemerkbar; Pflanzen, die in Sikkim nicht unter 2000 m herabsteigen, erscheinen hier — wie in den Aka Hills — bereits viel tiefer (BOR 1938). Die Vegetationsstufen, die klimatischen Grenzen, liegen wesentlich niedriger als weiter westlich BURKILL 1924.

Um S a d i y a, in der Assam-Ebene, sind große Flächen von G r a s l a n d bedeckt; wir müssen auch hier Mensch und Vieh für die Grasbedeckung und vor allem für die Fortdauer dieses Zwischenstadiums verantwortlich machen. Wo die Beweidung besonders stark ist, beherrschen *Artemisia vulgaris* und *Plectranthus rugosus* die Vegetation, da beide vom Vieh nicht angenommen werden BURKILL 1924; NOUGEREDE 1934. Dazwischen finden wir überall größere und kleinere Waldbestände, deren Zusammensetzung sehr verschieden ist — entsprechend den standörtlichen Bedingungen.

Auf sandigen Alluvionen („Chapris“) finden wir häufig *Tamarix dioica* mit *Bombax malabaricum*, *Dalbergia Sissoo*, *Grewia nana*, *Elaeagnus pyriformis*, *Eugenia*, *Sterculia urens*, *Bauhinia*, *Anthocephalus*, doch ist dieser Bestand noch so wenig fest verwurzelt, daß er oft von den Fluten wieder weggespült wird ROWBOTHAM 1929; NOUGEREDE 1934.

Der „K h a d a r“, ein Überschwemmungswald, der am Austritt des Dihang in die Ebene bei K o b o verbreitet ist, ist durch *Terminalia myriocarpa*, ferner *Alstonia calophylla*, *Cedrela febrifuga*, *Bombax malabaricum*, zahlreiche Lianen usw. ausgezeichnet BURKILL 1924. In abflußlosen Depressionen auf sumpfigen Böden erscheinen *Duabanga sonneratioides*, *Terminalia myriocarpa*, *Lagerströmia flos reginae*, *Dillenia indica*, Kletterpflanzen etc. NOUGEREDE 1934; KANJILAL u. a., Flora 1935—1940.

Terminalia myriocarpa ist bis 1200 m wohl der am weitesten verbreitete Baum. Die große Ausdehnung, die diese Species hier gefunden hat, erklärt sich aus den idealen Bedingungen, die ihrer Entwicklung hier gegeben sind. Erdbeben und im Zusammenhang damit das Abdämmen von Wasserläufen ereignen sich dauernd, Überschwemmungen und Ablagerungen dünner Lagen von Sand und Schlamm, Humus und Ton sind die Folge. Diese Ablagerungen aber sind die gegebenen Saatbeete für die Samen von *Terminalia myriocarpa*. Samenreife und das Lösen der Samen von der Mutterpflanze erfolgt zwischen Januar und März, so daß die Jungpflanzen vor Beginn der Regenzeit schon Wurzel fassen können. Überall, besonders auf dem höher gelegenen Gelände, ist *Terminalia myriocarpa* verbreitet, oft zusammen mit *T. belerica* und *T. Chebula*, *Duabanga sonneratioides*, *Cedrela toona*, *Pterospermum acerifolium* etc. Der nächtliche, talabwärts gerichtete Wind sorgt für die Samenverbreitung NOUGEREDE 1934.

In den feuchtwarmen Schluchten sind Musaceen (*M. parasidiaca* und *M. pruinosa*) anzutreffen, auf offenen Hängen *Alsophila glauca*, *Pandanus*, *Styrax lacei*, *Dysoxylon procerum* usw. Reiche Bestände von *Vatica Shinkeng* finden wir auf den N-exponierten Hängen der äußeren Hügel BURKILL 1924; WARD 1930, I.

Auf allen L i c h t u n g e n und R o d u n g e n ist immergrüner Regenwald stets das Endstadium der pflanzlichen Besiedlung. Nur an den steilsten Stellen hält sich Bambusdickicht als Sekundärwuchs (*Dendrocalamus* sp.), gelegentlich mit *Pteris aquilina*. Gramineen treten sonst in der Verbreitung zurück. Weiter im E ist *Dendrocalamus* als Sekundärformation viel weiter verbreitet BURKILL 1924.

Der Übergang vom tropischen immergrünen Regenwald der unteren Lagen zum tropischen immergrünen Bergwald ist schwieriger denn je festzustellen, stehen uns doch für den unteren Teil des Dihang- (Tsangpo-) Laufes im Gebirge nur die Berichte der Abor-Expedi-

tion zur Verfügung. In 450—500 m Höhe treten *Quercus* und *Castanopsis* massiert auf, während gleichzeitig wichtige Familien der Wälder der tiefen Lagen die Obergrenze ihrer Verbreitung finden, z. B. Meliaceen, Anacardiaceen, Apocynaceen, Scitamineen etc., so daß der Wandel in der floristischen Zusammensetzung doch deutlich spürbar ist. Im Tal des Dihang reicht so der tropische Regenwald etwa bis Singing aufwärts (450 m, 29° N) WARD 1920; 1930, I; BURKILL 1924.

Die Niederschläge sind in der Höhenstufe des immergrünen Bergwaldes sehr regelmäßig, im Winter ist dichter Nebel und starker Tau häufig, eine Trockenperiode ist in dieser Höhe natürlich erst recht nicht zu gewärtigen BURKILL 1924.

Die stärkste Verbreitung haben *Quercus* und *Castanopsis* im immergrünen Bergwald, beide sind von Moospolstern bedeckt;

Elaeocarpus, *Engelhardtia*, *Sterculia*, *Musa*, *Acer caudatum*, *Acer laevigatum*, *Carpinus viminea*, *Maesa mertiana*, *Meliosma simplicifolia*, *Combretum dasystachyum*, *Strobilanthes*, *Schima*, *Garcinia*, *Pterospermum*, *Altingia*, *Fraxinus*, *Rhododendron arboreum*, *Cedrela*, *Talauma*, *Illicium*, *Juglans*, *Ilex dipyrena*, *Ilex odorata*, *Coriaria terminalis*, *Buddleia*, *Ficus*, *Pandanus*,

Baumfarne und Araliaceen (*A. foliolosa*; *Schefflera Wardii* in Schluchten) kommen vor. Von den Koniferen ist hier nur *Podocarpus* bekannt und auch diese nicht häufig. An Kletterpflanzen sind *Schizandra*, *Aristolochia*, *Clematis*, *Lonicera*, *Caesalpinia*, *Thunbergia*, *Smilax*, u. a. verbreitet. Epiphytische Farne (besonders Hautfarne), Orchideen, Zingiberaceen, kleine *Rhododendron* sp., Moose sind sehr charakteristisch für den Bergwald, ebenso wie ein dichter Unterwuchs von *Bambus* BURKILL 1924; WARD 1930, I.

Noch in der Nähe von Payi wurden *Ficus*, *Dalbergia*, *Skimmia* und Araliaceen festgestellt WARD 1926, I, 239. Der Übergang zur nächsthöheren Stufe, der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes, wird mit 1500 m angegeben BAILEY 1914; WARD 1930, I, 16; 1942 — d. h. daß im Tal des Dihang-Tsangpo der immergrüne Bergwald tief in das Innere des Gebirges eindringt.

Als untere Grenze des Höhen- und Nebelwaldes gilt die Frostgrenze und als Obergrenze die Höhe, wo der Schnee längere Zeit auf den S-Hängen liegenbleibt. Bei 1800 m ist die Laubwaldstufe in voller Üppigkeit entwickelt. In dieser Höhenstufe regnet es das ganze Jahr hindurch. Die Reichhaltigkeit der Flora ist erstaunlich und die Üppigkeit der Wälder so groß, daß sie noch weniger durchdringlich sind als der immergrüne Bergwald. Die Bäume sind teils immergrün, teils laubwerfend; Koniferen kommen nur gelegentlich vor (*Tsuga dumosa*, *Pinus excelsa*); Epiphyten haben große Verbreitung, weniger Lianen. Im Unterwuchs sind *Arundinaria*, *Phyllostachys*, aber auch Araliaceen und *Rhododendron* gewöhnlich.

Im einzelnen seien aus der Laubwaldstufe des Tsangpo-Durchbruchs genannt:

Magnolia Campbelli, *M. rostrata*, *Quercus semiserrata*, *Qu. incana*, *Acer Wardii*, *A. Campbelli*, *A. Forrestii*, *A. sikkimense*, *Michelia Wardii*, *Bucklandia populnea*, *Alnus nepalensis*, *Erythrina*, *Eriobotrya*, *Castanopsis* (lokal an offeneren Stellen), *Pyrus*, *Ilex*, *Mahonia*, *Corylopsis*, *Berberis*, *Enkianthus*, *Rosa*, *Ribes*, *Daphne*, *Lonicera*, *Euonymus*, *Rubus*.

Unter den Kletterpflanzen sind *Schizandra*, *Stauntonia*, *Clematis*, *Holboellia* häufig. Epiphyten, von denen allein *Rhododendron* 50% stellt, sind sehr verbreitet; vor allem aber ist dieser Wald über und über mit Moosen beladen! WARD 1930, I; 1941, I.

S - H ä n g e zeigen gelegentlich eine besondere Ausbildung; hier erscheint oft *Pinus excelsa* mit *Juniperus recurva*, *Rhododendron*, *Berberis*, *Daphniphyllum*, *Machilus Kurzii*, in offener Lage ist *Quercus* mit *Alnus* häufig, zusammen mit einem dichten Gesträuch von *Gaultheria*, *Piptanthus*, *Buddleia*, *Pieris ovalifolia* etc.

Als Variante auf offenen, felsigen Standorten mit steiler, unregelmäßiger Oberfläche finden wir in 2700 m verkrüppelte Bäume und Sträucher — *Rhododendron*, *Acer*, *Ilex*, *Hydrangea*, *Enkianthus*, *Clematis*, *Berberis*, *Bambus* — in dichtem Wuchs, über und über mit Mooschwaden bedeckt WARD 1930, I.

Die Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes reicht im Tal des Tsangpo aufwärts bis P e m a k ö c h u n g BAILEY 1914; WARD 1926, II, 112; 1935—1936, 141, 156; LUDLOW 1951, 551—552.

Aber genau wie in den Teilen des östlichen Himalaya, die wir bereits kennengelernt haben, breiten sich die im Unterwuchs schon lange vorhandenen *Rhododendron* sp. nun immer mehr auf Kosten der anderen Bäume aus, schließlich übernehmen die baumförmigen *Rhododendron* die Führung und beherrschen die oberen Lagen der Laubwaldstufe: der Charakter des Waldes ändert sich dadurch vollkommen. Die *Rhododendron* erreichen nur 12—18 m Höhe. Die wichtigsten Species sind *Rh. sinogrande*, *Rh. arizelum*, *Rh. lanigerum*. Allmählich werden mit der Höhe auch die Koniferen häufiger, insonderheit *Tsuga dumosa*, und leiten die Koniferenstufe der Höhenwälder ein. Im Übergang zwischen den beiden verschiedenen „Facies“ der Nebel- und Höhenwälder finden wir ausgedehnte Bestände von *Tsuga dumosa* und baumförmigen *Rhododendron* sp., die von ferne oft den Eindruck reiner *Tsuga*-Wälder hervorrufen und erst in größerer Nähe offenbaren, daß sie „im Inneren“ fast ausschließlich aus baumförmigen *Rhododendron* sp. bestehen. Begleiter von *Tsuga* und *Rhododendron* sind *Juniperus recurva*, *Quercus*, *Carpinus*, *Acer*, *Viburnum*, *Ilex*, hier und da auch *Larix Griffithii*. Kletterpflanzen treten ganz zurück. In dieser Höhenstufe sind im Tsangpo-Durchbruch gelegentlich auch reine *Pinus excelsa*-Wälder zu finden WARD 1930, I; 1941.

In der Höhe des *Rhododendron*-Waldes, 2500—2800 m, liegt im Winter (November/Dezember — März) viel S c h n e e; während des Sommers ist der Wald — nur durch kurze Schönwetterperioden unterbrochen — in N e b e l gehüllt WARD 1930, I.

In der Durchbruchsschlucht des Tsangpo reicht der *Rhododendron*-Wald aufwärts bis unterhalb Gyala: die ganze Schlucht ist damit angefüllt, und die Üppigkeit der Vegetation macht einen „fast tropischen“ Eindruck BAILEY 1914; 1957, 153; der unerhört dichte, verfilzte, undurchdringliche *Rhododendron*-Buschwald erschwert das Vorwärtskommen außerordentlich BAILEY 1914; 1957; WARD 1926, II; 1935—1936, 156—157; LUDLOW 1944, 55.

Wir stehen hier vor einer besonderen Situation: folgen wir dem Strom weiter aufwärts, so verlassen wir schnell die eigentliche Schlucht und haben den äußeren Rand des tibetischen Hochlandes, seine tiefste Stelle im Tal des Tsangpo erreicht: das ist die besondere Lage von Gyala in 2835 m. Mit dem „Schritt aus der Schlucht heraus“ ist ein

vollkommener klimatischer, pflanzengeographischer und landschaftlicher Wechsel verbunden (siehe Profil VII) WARD 1924—26 (1925, Bd. 78, p. 90—91); LUDLOW 1944, 55; BAILEY 1957; 153.

Die Koniferenstufe der Höhen- und Nebelwälder löst die Laubwaldstufe ab. Überwiegend reine Bestände von *Abies densa* und *Abies Delavayi* zeichnen die Nadelwaldstufe im Bereich des Tsangpo-Durchbruchs aus. *Picea* und *Juniperus* kommen gelegentlich vor, auch *Larix Griffithii*, *Sorbus*, *Prunus*. *Rhododendron* bleibt im Unterwuchs dominierend, die einzelnen Species sind sehr gesellig. Kletterpflanzen fehlen, Epiphyten gibt es nur noch wenige. Lokal geraten wir in undurchdringliche Bambusdickichte — doch im allgemeinen, wo nicht Bambus oder *Rhododendron* besonders stark verbreitet sind, ist der Tannenwald leicht zu durchwandern WARD 1930, I; 1935—1936, 141, 157.

In der vertikalen Folge finden wir hier — wie gewöhnlich — die subalpine *Rhododendron*-Waldstufe und die feuchte alpine Stufe mit dem *Rhododendron*-Gebüsch und der feuchten alpinen Matte, die sich durch floristischen Reichtum auszeichnet.

Diese uns bekannte Vegetationsstufung des östlichen Himalaya vom tropischen immergrünen Regenwald bis zur feuchten alpinen Stufe dürfen wir auf der ganzen S-Abdachung des Himalaya im Bereich des Tsangpo-Durchbruchs vermuten; auch auf der linken, östlichen Seite des Durchbruchstaes zeichnet sich die bekannte Folge aus den spärlichen Berichten ab.

Im Anschluß an unsere Erfahrungen aus dem westlichen Assam-Himalaya liegen einige Angaben aus dem Bezirk von Pachakshiri vor, im Quellgebiet des Siyom. Wir können die Bedeutung dieser kurzen Notizen, die wir LUDLOW verdanken, gar nicht hoch genug einschätzen, da sie die einzigen Angaben aus den höheren Lagen der S-Abdachung des Assam-Himalaya von den Aka Hills im W bis zum Tsangpo im E sind. Der Bezirk Pachakshiri steht in einer gewissen Abhängigkeit von Lhasa, und nur dadurch war es LUDLOW möglich, von N über die Hauptkette in dieses Fremden so ganz und gar unzugängliche Gebiet vorzudringen. Immergrüner Bergwald, der der Höhenlage nach vorhanden sein müßte, wird nicht erwähnt — wohl weil in der entsprechenden Höhenlage aller Wald zugunsten von Weideland gerodet worden ist; die Hänge sind vielfach von Adlerfarn bedeckt. Lalung, der Hauptort des Bezirks, liegt in 1900 m inmitten üppigster, undurchdringlicher Laubnebelwälder, die nach oben zu durch nicht weniger feuchte Koniferenwälder oberhalb des Karong La (2700 m) und über den Nyug La (3300 m) hinweg zum Lo La abgelöst werden; Regen fiel „unaufhörlich und erbarmungslos“ LUDLOW 1944, 47, 53.

Am Namcha Barwa ist die feuchte Vegetationsfolge des östlichen Himalaya vom E-Hang des Sanglung und ebenso vom Hang des Sechen La zum Tsangpo hin bekannt WARD 1926, I, 223, 239; 1931, 13.

Über das linke, östliche Ufer des Tsangpo im Durchbruch durch die Hauptkette liegen nur sehr wenige Angaben vor. Vor allem fehlen Angaben über den unteren Lauf des Dihang vor dem Austritt aus dem

Gebirge. 15 Meilen östlich des Bapu (rechts des Dihang gelegen) werden zwei Erhebungen von über 3000 m erwähnt, die nach der Karte nur östlich des Stromes liegen können; sie tragen in den höheren Lagen moosbedeckte Bäume, ab 2800 m vielfach Bambusdickichte, während die Gipfel von Koniferen und Dickichten von *Arundinaria* bedeckt sind BURKILL 1924 (nach Angaben von OATES); wir gehen gewiß nicht fehl, darin die Vegetationsfolge des östlichen Himalaya wiederzuerkennen.

Das Flußgebiet des Dibang, östlich an den Tsangpo-Durchbruch anschließend, ist kaum bekannt. Oberhalb Nizamghat, das am Austritt des Dibang aus dem Gebirge liegt, dehnen sich „ungeheure, noch unerforschte Wälder“ WARD 1930, I; nach den Angaben, die WARD 1955 macht, werden wir hier im allgemeinen (!) mit der feuchten Vegetationsfolge des östlichen Himalaya rechnen müssen.

Der Yonggyap La, 3952 m, auf der Wasserscheide zwischen Dihang und Dibang, trägt Koniferenwald BAILEY 1914, 343; 1957, 59; weiteren Angaben bei BAILEY können wir entnehmen, daß sich dieser Koniferenwald noch weiter nach E ins obere Dibang-Gebiet (oberhalb Mipi) erstreckt. Klimatisch zeichnet sich das Dibang-Flußgebiet durch „Dauerregen“ aus BAILEY 1914 (Jahreszeit: Mitte Mai!); 1957.

Doch zurück an den Dihang-Tsangpo! Im Durchbruchstal mündet bei Kapu der Chindru Chu; die üppigen tropischen Wälder des Dihang-Tales ziehen sich noch ein Stück weit in dieses Seitental hinauf, erscheinen dann aber über steilen Hängen nur noch in der Höhe als Koniferenstufe; im obersten Chindru-Tal bei Shingki Gompa wurde „dichter Wald“ festgestellt, voller Blutegel, also sehr feucht. Im unteren Chindru-Tal ist Anbau verbreitet BAILEY 1914, 343—345; 1957, 71. KAULBACK 1938, II, 105.

Am Dihang aufwärts gelangen wir oberhalb Lagung über den Sü La, 4098 m, und den Karma La, 2507 m, in das Tal des Po Tsangpo. Beim Aufstieg aus dem Dihang-Tal zum Sü La finden wir auf den Rodungsinseln im Koniferenwald eine herrliche subalpine Mattenflora BAILEY 1914; jenseits dieser Kette im Po Tsangpo-Tal ist es bedeutend trockener WARD 1926, I.

Auch auf den Hängen des Gyala Peri konnten feuchte Höhen- und Nebelwälder mit *Rhododendron* sp. und *Tsuga dumosa* festgestellt werden WARD 1926, II.

Fassen wir unsere bisherigen Ergebnisse zusammen: wir haben die tropisch-feuchte Vegetationsfolge des äußeren östlichen Himalaya auf der S-Abdachung des Assam-Himalaya, beiderseits des eigentlichen Durchbruchstaes und im Tal selbst verfolgt; mit dem *Rhododendron*-Wald als oberster Stufe des Laubhöhenwaldes haben wir das obere Ende der feuchten Durchbruchsschlucht des Tsangpo erreicht. Mit ganzer Wucht steigen die feuchten Luftmassen im Tal des Tsangpo aufwärts und bestimmen den Vegetationscharakter. Sobald wir aber das tief eingeschnittene Tal verlassen, stehen wir auch bereits auf dem tibetischen Hochland — vielleicht ist nirgendwo sonst im Himalaya, der doch reich an dramatischen Situationen ist, der Wechsel von Klima, Vegetation und Land-

schaft so eindrucksvoll wie hier! — das vor uns liegende Tal selbst ist trocken, trockene Steppenwälder kennzeichnen die Talsohle, feuchte Vegetationstypen die Hänge darüber zu beiden Seiten.

Anbetracht der Größe des Gebietes sind die Berichte nur dünn gesät; desto mehr lohnt sich immer wieder eine genaue Beachtung aller Mitteilungen, die uns weiterhelfen können zur Erkenntnis der einmaligen Situation, die uns das Tsangpo-Tal bietet.

b) Das mäßig-feuchte obere Durchbruchstal des Tsangpo.

Treten wir denn in die neue Welt ein! Das Tal des Tsangpo bei Gyal und von da an aufwärts ist trocken — vorbei ist die Herrschaft des tiefendnassen *Rhododendron*-Waldes, lockere, lichte Kiefernbestände, Steppenwälder, bilden im Tal (bis 3000 m) die unterste Waldstufe; verschiedene *Pinus* sp. werden angegeben — teils wird *Pinus sinensis*, teils *P. tabulaeformis* erwähnt, dann auch wieder *P. Armandi*; manches läßt uns an den *Pinus Gerardiana*-Wald im nordwestlichen Himalaya denken.

Häufig mit diesen Kiefern zusammen, aber auch in reinen Beständen von ihnen gesondert, tritt eine immergrüne Eiche auf, — *Quercus* aff. *Ilex* — über deren systematische Stellung noch keine Klarheit zu herrschen scheint. Ist es ein Wunder, daß angesichts dieser Steppenwälder aus Kiefern und Eichen die Erinnerung an den nordwestlichen Himalaya noch stärker wird?

Neben diesen Steppenwäldern ist in der trockenen Talstufe des Tsangpo-Tales noch ein Strauch- und Buschwerk sehr verbreitet, das auch weiter aufwärts uns immer wieder begegnen wird, in ähnlicher Zusammensetzung kennen wir diese Sträucher bereits von den günstigeren Standorten auf dem tibetischen Hochland, obwohl rein floristisch die Zusammensetzung hier im Tsangpo-Tal viel reichhaltiger ist.

Berberis, *Lonicera*, *Rosa sericea*, *Deutzia*, *Ceratostigma*, *Buddleia tibetica* var. *grandiflora*, *B. tsetangensis*, *B. Wardii*, *Caragana jubata*, *Clematis*, *Leptodermis*, *Jasminum*, *Ribes*, *Desmodium*, *Cotoneaster*, *Sophora viciifolia*, *S. Moorcroftiana*, *Elaeagnus*, *Rhamnus*, *Rhododendron*, *Caragana crassispina*, *Spiraea*, *Potentilla fruticosa*, *Smilax*, *Euonymus*, *Pieris*, *Daphne*, *Hydrangea* *Hypericum* usw.

bilden den Hauptanteil an diesem Gebüsch. *Hippophae* ist sehr charakteristisch. Kletterpflanzen sind durch *Schizandra* und *Vitis* vertreten. Sanddünen mit *Oxytropis sericopetala*, *Onosma Waddelli*, *Tamarix Wardii* sind in dem nun breiter werdenden Tal des Tsangpo keine Seltenheit. Anbau wird mit künstlicher Bewässerung durchgeführt, überall sind bereits die charakteristischen Kulturpflanzen des Hochlandes verbreitet — so erinnert hier unten im Tal nichts mehr an den tropisch-feuchten *Rhododendron*-Buschwald, den wir eben unterhalb Gyal verlassen haben!

Wie aber sieht es an den Hängen oben aus? In 3900 m herrscht *Abies* mit *Rhododendron* im Unterwuchs uneingeschränkt — genau wie auf der S-Abdachung der Hauptkette! An den Hängen oberhalb Gyal muß man sich den Weg durch den feuchten Nadelwald und das *Rhododendron*-Gestrüpp schlagen! — und in der Höhe wird der feuchte Nadelwald von einer

sehr feuchten alpinen Stufe abgelöst. Zwischen dem trockenen Kiefern- und Eichenwald der Talsohle und dem feuchten Koniferenwald der oberen Lagen finden wir als Übergangstyp einen Mischwald aus Laub- und Nadelbäumen mit

Picea likiangensis, *Larix Griffithii*, *Acer caudatum* var. *ukurunduense*, *A. stachyophyllum*, *Betula*, *Populus*, *Salix*, *Ilex aquifolium* u. a.

BAILEY 1914; 1957, 122; WARD 1924—1926 (1925, 78. Bd., 90—91; 77. Bd., 434—436; 76. Bd., 214—215); 1926, I, 96, 126; 1930, I; 1935—1936, 141, 144.

Im Tal oberhalb Gyala tritt bei Trube (Tripe) der trockene Kiefern- und Eichenwald des Tales stärker in Erscheinung, ebenso bei Kyikar WARD 1926, I; LUDLOW 1951, 571. Der Eichenwald ist mit Flechten behangen; Moosüberzüge zeichnen dagegen Bambusdickicht und *Juniperus*-Wald aus, die beide auf dem linken Hang in die Höhe führen WARD 1926, I — gerade der Wechsel zwischen Flechten- und Moosbehang ist ein deutliches Merkmal für das „Feuchterwerden“ in der Höhe.

Von Trube (Tripe) nach dem Doshong La (rechts des Tsangpo) folgen auf die Steppenwälder der Talsohle *Picea*, *Juniperus* etc., bis bei 3800 m der feuchte *Abies*-Wald mit *Rhododendron*-Unterwuchs herrscht; Nam La Tso und Temu Tso liegen im dichten, feuchten Koniferenwald. Der Paß (Doshong La) ist ständig in Nebel und Regen gehüllt. Die reiche alpine Flora weist mit ihren verwandtschaftlichen Beziehungen vielmehr nach dem westlichen China als nach Sikkim WARD 1926, I; II; TAYLOR 1947. Auch bei Pe kommt *Larix* vor LUDLOW 1951, 553.

Von N, aus dem Tal des Rong Chu kommend, erscheint das Tsangpo-Tal bei Timpa sehr trocken BAILEY 1914; 1957, 119 — für uns eine Angabe mehr, die trockene Talstufe in ihrer Verbreitung stromaufwärts zu verfolgen.

Wichtig ist die Vegetationsfolge auf dem Weg von Sang zum Sang La (links des Tsangpo): aus dem trockenen immergrünen Eichenwald gelangen wir durch den Laubnadelmischwald in den Tannenwald der Höhe, mit dichtem *Rhododendron*-Unterwuchs, der durch die feuchte alpine Stufe abgelöst wird, in der *Rhododendron* und offenes Moorland weite Gebiete auf und um den Sang La einnehmen; die alpine Stufe des Temu La, auf demselben Kamm weiter im W, wird in gleicher Weise geschildert WARD 1926, I.

Der Aufstieg von Lusha zum Lusha La (rechts des Tsangpo) führt aus dem Steppenwald von *Quercus* aff. *Ilex* und *Pinus* sp. durch den Mischwald von *Picea* und *Larix*, mit *Populus* und *Betula*, durch die feuchte Koniferenstufe (bis 3600 m) auf die Höhe der Hauptkette, wo die feuchte alpine Stufe sich mit üppigen Matten und Moorland ausbreitet, während die Täler mit *Rhododendron* gefüllt sind LUDLOW 1940; TAYLOR 1947.

Über den Shoka La, 3600 m, und Tum La (etwa gleiche Höhe) hinweg besteht Zusammenhang zwischen der feuchten Koniferenstufe nördlich und südlich der Hauptkette LUDLOW 1944, 62 (Fußnote, Angabe n. SHERRIFF) — hier erreicht die Hauptkette des Himalaya nicht einmal mehr die obere Baumgrenze! Das bezeugt in der Tat „veränderte Verhältnisse“, wenn wir an die Gipfelhöhen zurückdenken, denen wir auf unserem Gang durch den Himalaya schon begegnet sind!

Tsela Dzong liegt an der Mündung des Gyamda Chu in den Tsangpo in einem besonders trockenen Abschnitt des Tales. Sanddünen und Dornbusch-Dickichte sind verbreitet. Die untere Grenze — eine solche ist hier also klar vorhanden — der Kiefern-Eichen-Steppenwälder liegt bei 3000 m; die Eichen haben hier wieder blaugrünen Flechtenbehang. Heftige Winde — als täglich wiederkehrende Erscheinung — sind sehr charakteristisch; dadurch erklärt sich auch, daß der Wald zunächst nur an geschützten Standorten auftritt WARD 1926, I; II.^o)

Weiter stromauf ist das Tal besser bewaldet, bei Tse kommt der Wald nahe an den Strom heran (bis auf wenige Hundert Fuß LUDLOW 1944, 54), aber Sanddünen und Dornbusch sind auch hier weit verbreitet. *Rhododendron vellereum* und *Rh. triflorum* sind häufig auf den Hängen WARD 1935, II; 1935—1936, 146, 151; TAYLOR 1947. Von Tse aufwärts scheint die Vegetationsfolge vom trockenen Kiefernwald bis zum feuchten Nadelwald der Höhe hinaufzureichen, die mäßig-feuchte Übergangsstufe ist hier vorwiegend durch Koniferen gekennzeichnet (*Picea*) LUDLOW 1951, 548.

Bei Lilung treten die Kiefern im Tsangpo-Tal bis an die Ufer des Stromes heran; die Bestände sind ziemlich rein (*Pinus tabulaeformis*), nach der Höhe zu stellt sich auch *Quercus aff. Ilex* ein. Im Mischwald ist *Picea likiangensis* und, besonders im oberen Teil des Lilung-Tales, *Larix Griffithii* verbreitet. Von Molo aufwärts herrscht der feuchte Koniferenwald (*Abies*) bis zum N-Hang des Lo La hinauf; Lagong, westlich unterhalb des Tse La, ist als Viehlagerplatz bekannt, so daß alpine Matten im Umkreis der Lokalität angenommen werden dürfen. Allgemein ist die alpine Stufe reich in der floristischen Zusammensetzung; Weideland ist verbreitet. Der N-Hang des Lang La ist von sehr ausgedehnten *Abies*-Wäldern bedeckt WARD 1935—36, 143; 1936, II; LUDLOW 1938; 1940; 1944, 47; TAYLOR 1947; auch BAILEY 1957, 162.

Einen Blick auch auf die gegenüberliegende Seite des Tsangpo-Tales, über die so sehr viel weniger Angaben vorliegen! Die von N, von der Tsangpo-Gyamda-Kette herab mündenden Täler sind alle ganz gut bewaldet WARD 1935—1936, 152; wir finden hier *Betula*, *Quercus*, *Juniperus* und *Pinus* — einen gemischten, lockeren Bestand, den wir noch im oberen Gyamda-Tal wiedersehen werden. Die alpine Stufe scheint bereits mehr der alpinen Steppe zu entsprechen. Das Klima ist hier sehr rauh.

Im Tsangpo-Tal wird bei 93°30' E (Tewa) der letzte Kiefernwald im Tal selbst festgestellt LUDLOW 1944, 54. Oberhalb Kyimdong Dzong steht noch hier und da baumförmiger Wacholder im Tal (Steppenwald) LUDLOW 1944, pl. IV; WARD 1930, I; 1935, II; 1946, II, doch schon bei Nyé ist auch *Juniperus* aus dem Tal verschwunden und steht nur noch

^o) BAILEY 1957, 157—158 bemerkt aus dieser Gegend, daß die Namen Temo Gompa (Temo Chamkar) und Temo Chamna (auf dem gegenüberliegenden Ufer des Tsangpo) einen Hinweis auf den landschaftlichen Gegensatz zwischen einem dunklen, bewaldeten, feuchten Hang und einem trockenen, nur mit Strauchwerk bestandenen Hang enthalten — ein interessanter Hinweis auf die auch von der Bevölkerung empfundenen Gegensätze der Landesnatur.

oben am Hang; das Tsangpo-Tal selbst wird immer trockener, aber die Wacholder-Vorkommen an den Hängen sind doch ein Hinweis auf feuchtere Verhältnisse in größerer Höhe WARD 1924—1926, 76. Bd., 214—215; 78. Bd., 50—52; 1935—1936, 140, 151; LUDLOW 1940, 3; BAILEY 1957, 166.

Das Klima in der Umgebung von *Kyimdong Dzong* wird auch durchaus als feucht empfunden (wenigstens während des Sommers) — „it rained every day“ — und ebenso in dem Tal, das zum Lang La hinaufführt; überhaupt empfangen alle Täler, die von der Hauptkette zum Tsangpo herabführen, reichliche Niederschläge im Sommer. Besonders zeichnet sich die alpine Stufe durch große Feuchtigkeit aus WARD 1924—1926, 76. Bd., 214—215; 1936, II. Allmählich aber scheinen wir uns dem Ende des wirklichen Einflusses der feuchten Luftströmungen zu nähern. Das enge und trockene Tal von *Sumbatse* kann sich nur weniger Bäume rühmen, Sukkulenten und Rosettenpflanzen, vor allem aber dorniges Gesträuch und viele andere Charakterpflanzen des tibetischen Hochlandes sind verbreitet. Am Fuß des *Bimbi La* finden wir *Rosa* und *Berberis* WARD 1935, II; TAYLOR 1947.

Dichte Wälder, vorwiegend von Lärche und Birke, mit *Rhododendron* und mit Rosendickichten im Unterwuchs begleiten den Aufstieg von Nge am Tsangpo zum Kongbo Nga La BAILEY 1957, 168 — noch einmal läßt sich hier also der Laubnadelmischwald klar feststellen („it rained the whole time we were crossing“ — 17. 8. 1913 — „and from the state of the country it seemed a very rainy spot“).

In der Schlucht des Tsangpo, vor dem Ort *Nang Dzong*, beobachten wir wieder — oder noch? — Wacholder an den Hängen, aber die Abnahme des Baumwuchses wird immer deutlicher. Sanddünen sind im Flußbett keine Seltenheit, und ein heftiger Wind weht tagsüber im Tsangpo-Tal aufwärts WARD 1926, II; 1935, II; 1935—1936, 150.

Verlassen wir das Tsangpo-Tal mit seiner Trockenheit und seinen Sanddünen bei *Nang Dzong* für einen kurzen Abstecher gegen die Hauptkette hin, so finden wir zu unserer Überraschung die vier Seen von *Tso Bunang* inmitten des feuchten Koniferenwaldes, in dem auch *Rhododendron* wieder stark verbreitet ist WARD 1926, II; 1935, II; LDULOW 1938, 1944, 47—48. Der *Kongmo La* bildet den Abschluß des Tales: jenseits — südlich des Passes — liegt das feuchte *Tsari-Tal*; vielleicht ist es der Einfluß aus dem *Tsari-Tal* über den Paß hinweg, der das Vorkommen der feuchten Wälder in der Umgebung der Seen ermöglicht. Diese Standorte des feuchten Koniferenwaldes an den Seen von *Tso Bunang* sind die letzten gegen W hin, die uns auf der N-Abdachung der Hauptkette bekannt geworden sind.

Bei *Tromda* ist die Trockenheit im Tsangpo-Tal vollkommen. Kurz oberhalb der Ortschaft mündet von N das Tal des *Nye Chu*; in der Gegend von Sham sind hier noch Kiefern auf felsigen Standorten beobachtet worden WARD 1936, II, 402; bei Nye, weiter oben im Tal, konnte noch Baumwuchs festgestellt werden, vermutlich handelt es sich aber nur noch um *Juniperus sp.* Im übrigen ist das Hochtal nur hier und da mit Gesträuch bedeckt WARD 1935—1936, 143, 151; 1936, II, 402.

Bei Trap ist der Dornbusch im Tal des Tsangpo noch weit verbreitet; meist finden wir ihn an den Hängen an geschützten Standorten, während *Juniperus* in großen Mengen in exponierten Lagen vorkommt. Auch *Rhododendron sp.* finden wir noch hier und da WARD 1924—1926, 76. Bd., 214—215; 1926, I, 31. Der Putrang La (5020 m), südöstlich Trap, läßt den Vegetationswechsel noch einmal sehr deutlich werden: die E-Flanke des Passes bedecken dichte Bestände von *Rhododendron vellereum*, *Juniperus* und *Betula* — die W-Flanke dagegen ist kahl und öde („bare and barren“) LUDLOW 1940; 1944, 53; vgl. auch BAILEY 1957, 175—176.

Beide Beobachtungen, die von Trap und die vom Putrang La, sind für uns sehr wichtig, denn nun scheinen sich die Verhältnisse des Hochlandes immer deutlicher und ungeschwächt von fremden Einflüssen durchzusetzen. Die Wacholder, die sich bisher noch oben an den Hängen in Schneenähe gehalten haben, verschwinden, ebenso die gelegentlich am Strom noch vorhanden gewesenen kümmerlichen Sträucher WARD 1924—1926, 76. Bd., 214—215. In dem bei Rong mündenden Tal konnte das letzte *Rhododendron*-Gebüsch in 3600 m beobachtet werden WARD 1926, II.

Bei Tsetang ist das Tsangpo-Tal voller Sanddünen, doch finden sich immer noch einige Exemplare von *Salix* BAILEY 1925; LUDLOW 1940. Das von Chonggye Dzong herabkommende Tal ist trocken und steinig, sogar der Wasserlauf selbst ist oberflächlich zeitweise verschwunden, hier und da stehen einige *Hippophae*-Sträucher. Doch dann breitet sich um Chonggyechenyap ein Paradies in dieser Ödnis aus — Menschenhand hat eine Oase geschaffen, die besonders durch die angebauten Bäume, Weiden, Pappeln und Obstbäume, die kahle Landschaft belebt WARD 1926, II.

Durch ein trostloses Meer von Sanddünen erreichen wir stromauf Samye am Tsangpo; hier mündet ein Tal von N, vom Gökara La. BAILEY 1925 berichtet, die „Bewaldung“ habe beim Abstieg vom Paß in diesem Tale ständig zugenommen. Ich vermute, daß es sich um *Juniperus*-Bestände handelt. Wahrscheinlich erhalten alle diese Seitentäler doch noch mehr Niederschlag als das Tsangpo-Haupttal, auf jeden Fall aber ist in den seitlichen Tälern der Wind nicht von solcher Heftigkeit — wir erinnern uns auch an die Beobachtungen, die über das Nye Chu-Tal mitgeteilt wurden BAILEY 1925. Während bei Tra im Tsangpo-Tal hier und da ein paar *Salix sp.* zu sehen sind, soll auch das hier von N mündende Tal „bewaldet“ sein — oder wenigstens Baumwuchs zeigen BAILEY 1925. In diesem Teil des Tsangpo-Tales ist alles trostlos kahl und öde — nur vereinzelt finden sich noch *Betula japonica*, *Salix amygdalina*, *S. babylonica* oder *S. opaca* (z. B. Chitishö BAILEY 1925) WARD 1930, I.

Südlich des Tsangpo markiert der Kampa La die Grenze zwischen dem tiefgelegenen, warmen Tsangpo-Tal und dem tibetischen Hochland um den Yamdrok Tso SCHÄFER 1950, 197; nur an geschützten Standorten kann in der Umgebung des Yamdrok Tso bis 4200 m noch Dornesträucher oder *Juniperus*-Gebüsch gedeihen WARD 1930, I.

Noch weiter im W liegt an einem südlichen Nebenfluß des Tsangpo Gyantse; Sanddünen mit *Sophora viciifolia*, nicht über 2 Fuß hoch,

Halbkugelsträucher von *Astragalus*, *Caragana*, *Androsace*, *Aster*, *Draba* — ein wenig höher Buschwerk von *Rosa sericea*, an den Wasserläufen *Hippophae*, *Salix* und *Clematis* zeigen uns ganz typisch die Vegetationsverhältnisse des tibetischen Hochlandes an, wie wir sie schon oft gesehen haben. Wind und Trockenheit sind während dreier Viertel des Jahres die wichtigsten klimatischen Faktoren WARD 1924—1926, 76. Bd., 97—98, 148; WARD 1930, I.

Ähnlich wie Gyantse ist auch Shigatse am Tsangpo eine Oase, umgeben von der alpinen Steppe; GRISEBACH (1872, 1. Bd., p. 432—433, 588, Anm. 75) weist bereits auf die Ähnlichkeit zum Indus-Tal hin. Für uns, die wir auf unserem Gang durch den Himalaya immer wieder bis zur alpinen Steppe des Hochlandes durchgestoßen sind, ist das nur eine Bestätigung bekannter Tatsachen.

Lhasa liegt nördlich vom Tsangpo am Gya Chu und ist die größte und bedeutendste aller der Oasen Tibets. Der Anbau ist gerade bei Lhasa reich und mannigfaltig; viele Obstsorten, aber auch Cyressen und Kiefern, Weiden, Pappeln und Bambus werden angepflanzt YOUNGHUSBAND 1905; CHAPMAN 1938; HARRER 1952, 1953. Ringsum aber dehnt sich nun schier endlos die alpine Steppe des tibetischen Hochlandes.

2. Das tibetische Hochland.

Es ist nicht meine Aufgabe, hier in größerer Ausführlichkeit auf die Verhältnisse des tibetischen Hochlandes einzugehen, haben wir doch nur immer wieder randlich dieses gewaltige und in seiner Eigenart einzigartige Gebiet zu berühren; wie schon früher angedeutet, sah ich meine Aufgabe jeweils dann erfüllt, wenn wir die abwechslungsreiche Vegetationsfolge der S-Abdachung des Himalaya bis zum flächenhaften Einsetzen der alpinen Steppe des tibetischen Hochlandes verfolgt hatten. Auf diese Weise haben wir bereits eine ganz gute Vorstellung von der Ausdehnung der alpinen Steppe in W-E-Richtung erhalten. Jetzt sind wir im Tal des Tsangpo weit gegen das tibetische Hochland aufgestiegen; wir haben einen Begriff vom differenzierenden Einfluß der Durchbruchstäler bekommen und haben jetzt im Tal des Tsangpo die Vegetationsfolge vom tropischen Regenwald bis zur alpinen Steppe hinauf verfolgt. Einige zusammenfassende Worte seien abschließend über das Hochland erlaubt.

Im Gegensatz zur S-Abdachung des Himalaya imponiert die Vegetation des tibetischen Hochlandes durch ihre großartige Einförmigkeit — und diese hängt natürlich von den gleichmäßigen Bedingungen ab, die dem Pflanzenleben auf dem Hochland geboten werden.

Das Hochland i. e. S. wird von schuttbedeckten Gebirgszügen und schutterfüllten Tälern durchzogen. Zahlreiche Flüsse, darunter einige der mächtigsten Ströme der Erde, entspringen hier — doch sobald diese sich stärker einzuschneiden beginnen, ist der eigentliche Charakter des Hochlandes gestört und das Hochland (i. e. S.) beginnt sich aufzulösen; wir müßten dann genauer vom „Land der Schluchten“ oder der Schluchttäler sprechen (WARD 1935, II).

Das Klima des Hochlandes von Tibet wird vom Monsun bestimmt. Die Niederschläge sind im Winter stärker im W, im Sommer stärker im E! In Lhasa fallen z. B. etwa 500 mm während der Monate Mai bis September, das sind ungefähr 98% — der Rest verteilt sich auf 7 Monate, was die Notwendigkeit künstlicher Bewässerung erklärt. Der Winter im E ist wolkenlos und niederschlagsfrei. Die Temperaturen liegen infolge der Massenerhebung unerwartet hoch. Insolation ist stark, sie kompensiert nicht nur die Abnahme der mittleren Wärme, sondern auch die Kürze des Sommers. Winde, insbesondere Bodenwinde, also lokale Ausgleichsströmungen (Berg- und Talwinde!) machen sich sehr bemerkbar GRISEBACH 1872; TRINKLER 1922; FLOHN 1947; BRÜCHER-ÅBERG 1950.

Das Wesen der Flora des Hochlandes besteht in der Mischung von alpiner und Steppenflora; eine besondere „alpine Flora“ des Hochlandes gibt es nicht. Die Eigenheiten der Klimate von Steppe und alpiner Region sind hier miteinander verbunden und finden ihren Ausdruck in dem Vegetationstyp der „alpinen Steppe“. Eine ähnliche Situation wie in Tibet scheint nur noch einmal, in Süd-Amerika auf der Ostabdachung der Anden in Patagonien, gegeben GRISEBACH 1872; SKOTTSBERG 1916; BROCKMANN-JEROSCH 1919; PENCK 1931; KREBS 1943. Auf dürrer Boden ist die Vegetationszeit durch die Trockenheit der Luft, an fließendem Wasser durch die Dauer des Winters verkürzt. Dürre des Bodens, Trockenheit der Luft, Seltenheit der Regen und der Wind, weniger die Kürze der Vegetationszeit, sind vor allem auch dem Baumwuchs hinderlich. Dünne Grasnarbe, Strauchwuchs und Halbkugelsträucher sind die charakteristischen Erscheinungsformen der Vegetation des Hochlandes; gewisse Differenzierungsmöglichkeiten ergeben sich noch zwischen der Vegetation des Hochlandes i. e. S. und der darüber aufragenden Ketten GRISEBACH 1872; WARD 1930, I; 1935, II.

Von größter Bedeutung in der alpinen Steppe des Hochlandes sind:

Caragana, Astragalus, Tanacetum, Artemisia, Thermopsis, Draba, Lonicera, Berberis, Rosa sericea, Potentilla fruticosa, Sophora Moorcroftiana, Clematis, Leptodermis, Wikströmia, Cotoneaster, Ceratostigma Griffithii, Juniperus u. v. a.

Juniperus ist meist Beginn — oder letzter Ausläufer — der Bewaldung. Kleinere lokale Baumbestände sind an Wasserläufen in geschützten Lagen mit

Hippophae rhamnoides, Buddleia tsetangensis, Populus alba, P. ciliata, Ulmus pumilo, Salix amygdalina, S. opaca zu finden WARD 1930, I.

Der Teil des tibetischen Hochlandes, der uns mit der alpinen Steppe zur Begrenzung der Vegetation des Himalaya nach N dient, ist andererseits aber bereits „peripheres“ Gebiet; das Hochland erfährt eine weitere Steigerung zu noch kontinentaleren Verhältnissen in der Chantang im NW, dem Kern des alten tibetischen Plateaus; hier sind periphere Einflüsse nicht zu verspüren; die Vegetation ist einheitlich und besteht aus Gräsern, einjährigen Kräutern und gelegentlich Halbkugel- und Polstergebüsch WARD 1935, II; 1935—1936, 140.

3. Der Einzugsbereich der linken Nebenflüsse des Tsangpo im Gebiet des Durchbruchstaes.

Nicht nur das Tal des Tsangpo bietet den feuchten Winden einen Weg gegen das Hochland hin, auch die großen linken Nebenflüsse des Stromes ermöglichen den regenbringenden Winden das Vordringen.

a) Das Flußgebiet des Gyamda (Nyang) Chu.

Aus dem Tsangpo-Tal heraus setzen sich die Wälder in das Tal des Gyamda Chu hinein fort: Kiefernwald mit immergrünen Eichen und Dornbusch im Tal, darüber der Laubnadelmischwald, in der Höhe abgelöst von den feuchten Koniferenwäldern, bis bei 3900 m die obere Waldgrenze erreicht wird. Allmählich werden die Bestände lichter. Oberhalb Gyamda hören die zusammenhängenden Wälder auf; es erscheinen aber immer noch Koniferenbestände hoch oben am Hang, während offene Hänge nur kümmerliche Eiche, geschützte Standorte auch *Betula*, *Populus*, *Juniperus* und auch noch kümmerliche *Rhododendron* sp. gedeihen lassen. Aber keine der Species wird hier höher als 10 m! *Prunus* und *Sorbus* kommen gelegentlich auch noch vor. *Hippophae* säumt die Wasserläufe. Nach W und N nimmt der Baumwuchs schnell ab; vom Kong Bo Pa La (Gung Bu Ba La), 5151 m, und den Bergen ringsum ist nur Gesträuch bekannt. Oberhalb De scheinen alpine Matten verbreitet zu sein. Auch nach N in Richtung auf Tramdo wird nur noch Gesträuch erwähnt PEREIRA 1923; WARD 1924—1926, 79. Bd., 47—48; 1926, I; 1926, II; 1935—1936, 141, 151; 1936, II.

Von N mündet in den Gyamda Chu der Drukla Chu, der bei Sho Kha Dzong den Abfluß des Pasum Tso (Trasum Tso) aufgenommen hat. Die Ufer dieses bedeutenden Sees sind dicht bewaldet, und der Höhenlage nach besteht kein Zweifel, daß es sich hier um den *Abies*-Wald handelt WARD 1926, I, II mit Abb.; LUDLOW 1940. Weiter oberhalb ist das Gebiet um Lopa nach dem Namphu La hin wieder trocken, also wahrscheinlich von der alpinen Steppe bedeckt WARD 1926, I. Folgen wir dem Drukla Chu aufwärts, so nimmt die allgemeine Trockenheit schnell zu, d. h. die Bedingungen des tibetischen Hochlandes setzen sich durch; wenn auch noch Nadelwald in Schluchten, also an geschützten Standorten, vorkommt, so finden wir doch keinen Baum mehr im Tal selbst: dort gibt es nur Büsche und Dornsträucher. Je weiter wir nach W vorstoßen, desto trockener werden die Verhältnisse; bei Pungkar ist das letzte Waldvorkommen erreicht: das Zurücklassen der Wälder scheint gleichbedeutend zu sein mit dem Verlassen des stärker beregneten Gebietes WARD 1926, I, 161. Der Trasum Kye La, 5190 m, markiert das Ende des bewaldeten Tales nach der Höhe zu — der Abstieg vom Paß nach N führt in ein ödes Hochlandstal WARD 1926, II.

b) Das Flußgebiet des Po Yigrong und Po Tsangpo.

Gerade dort, wo der Tsangpo in seinem Durchbruch die entscheidende Wendung um das Massiv des Namcha Barwa herum nach S nimmt, mündet von N, dem Tsangpo fast entgegenfließend, der vereinigte Po Yigrong

und Po Tsangpo; hier herrscht im Tal des Tsangpo — das Flußbett liegt in 1500 m — die Laubwaldstufe der Nebel- und Höhenwälder in üppigster Entfaltung, und dieser Typ setzt sich auch in das Po Yigrong-Tal hinein fort WARD 1935—1936, 141. Tru Lung, 1950 m, an der Mündung des Rong Chu in den Po Yigrong, liegt mitten in dichtem Laubhöhenwald; aber die S-exponierten Hänge tragen lichte Wälder von *Pinus Armandi* mit Adlerfarn! LUDLOW 1951, 549.

Bevor wir das Haupttal weiter verfolgen, wollen wir im Tal des Rong Chu aufsteigen: bei Tongkyuk vereinigen sich Tongkyuk und Rong Chu. Der Kiefernwald (*Pinus sinensis* syn. *P. tabulaeformis*?) steigt in das Rong Chu-Tal hinauf; *Cupressus* wurde in den unteren Lagen beobachtet BAILEY 1925; ebenso kleinere Bäume und Gebüsch — *Ailanthus*, *Weigelia*, *Rhododendron*, Adlerfarn. Oberhalb Lunang, bei Tumbatse, geht der Kiefernwald in einen gemischten Bestand über, der hier wenigstens angedeutet zu sein scheint (Laubnadelmischwald des Tsangpo-Tales?). Klar ist wieder die Koniferenstufe in der Höhe mit *Abies* sp. ausgebildet, die zu der sehr feuchten alpinen Stufe überleitet, die wir auf den Pässen dieser Kette bereits kennengelernt haben. Moorland und alpine Matten haben große Verbreitung WARD 1926, I, 150; 1927; 1941.

Die TemoSangNyimaLa-Kette als Ausläufer des Gyala Peri-Massivs wurde noch gegen Weihnachten — (1946) — ohne Schnee ange-troffen; Sang La und Nyima La wurden erst im Laufe des Februar unpassierbar, aber der TemoLa (4298 m) blieb das ganze Jahr hindurch offen LUDLOW 1951, 550. Im Rong Chu-Tal wurde unter 3300 m kein Schnee gesehen LUDLOW 1951, 551. Die Bedeutung dieser Kette als Landschaftsgrenze betont schon BAILEY 1914.

Von Tongkyuk führt ein steiler Anstieg nach N durch ständig dichter werdende Urwälder von *Abies* und *Rhododendron* zum SobheLa, wo die alpine Stufe ganz herrlich mit einer großartigen Blumenpracht und auch manchen Seltenheiten, wie z. B. *Nomocharis* und *Nomolirion*, entwickelt ist WARD 1936, II. Die SobheLa-Kette scheint — wenigstens zunächst — keine große Wirkung als Regenfänger auszuüben, S- und N-Abdachung unterscheiden sich nicht wesentlich im Klimacharakter. Am 31. 12. 1946 fand LUDLOW (1951, 551) Schnee erst von 300 m unterhalb der Paßhöhe an, was bei einer Paßhöhe von 5000 m doch recht überraschend ist (auch WARD 1941, 166).

Beim Aufstieg durch das Tongkyuk-Tal lassen wir die wärmebedürftigen Species, die durch die tiefen Schluchten bis hierher aufgestiegen sind, bald zurück; subalpine und alpine Species treten immer stärker in den Vordergrund. Wo nicht Kiefernwald — auf geschützten Hängen — oder Mischwald — in feuchteren Schluchten — auftritt, sind die Hänge von Buschwerk bedeckt: *Deutzia*, *Philadelphus*, *Hypericum*, *Spiraea*, *Ailanthus*, *Daphne*, *Cotoneaster*, *Berberis*, *Viburnum*, *Buddleia*, aber auch *Alnus*, *Salix*, *Elaeagnus* bilden — zumindest in der floristischen Zusammensetzung — ein recht üppiges Strauch- und Buschwerk WARD 1924—1926, 79. Bd., 8—9. Das Quellgebiet des Tongkyuk Chu ist durch alpine Matten ausgezeichnet WARD 1927; BAILEY 1957, 112—115.

Doch nun zurück zum *P o Y i g r o n g*! Auf der ganzen Länge des Durchbruchstales ist der *P o Y i g r o n g* von feuchten Wäldern begleitet, wie unterhalb *T r u L u n g*; *Q u e r c u s* und *R h o d o d e n d r o n* zwischen 2100—2800 m lassen auf die Laubwaldstufe der Höhenwälder schließen; *T s u g a d u m o s a* leitet zur Koniferenstufe über, die in der Höhe von der feuchten alpinen Stufe mit dichtem *R h o d o d e n d r o n*-Gebüsch abgeschlossen wird. Epiphyten sind in den tieferen Lagen sehr verbreitet, wie wir das aus den Höhen- und Nebelwäldern des östlichen Himalaya gewohnt sind. Über kiefernbedeckte Moräne gelangen wir flußauf bei *T e m o C h a m n a* wieder in eine tiefbewaldete Durchbruchsschlucht, die aufwärts bis *T a l u* reicht. Prachtvolle Eichen, Lauraceen, *C e d r e l a*, *J u g l a n s r e g i a*, *P i n u s e x c e l s a*, *T a x u s W a l l i c h i a n a*, dazu großartige Baum-*R h o d o d e n d r o n* und *T s u g a d u m o s a*, *V i t i s*, *S c h i z a n d r a*, *C l e m a t i s* und *F i c u s* — zahlreiche Epiphyten, insbesondere Gesneraceen, geben uns eine gewisse Vorstellung von der Üppigkeit dieser Wälder, die wir hier, soweit nördlich der Hauptkette des Himalaya, wahrhaftig nicht mehr erwartet hätten, mag auch die floristische Zusammensetzung nicht mehr ganz der Üppigkeit der Wälder im Tsangpo-Durchbruch entsprechen.

Folgen wir dem Fluß weiter, ist vorübergehend Anbau vorherrschend. Oberhalb *T a l u* geraten wir erneut in ein Schluchttal; hier finden wir *P i n u s e x c e l s a* und *P. t a b u l a e f o r m i s*, *P o p u l u s*, *S a l i x*, *Q u e r c u s* aff. *I l e x*, *L a r i x G r i f f i t h i i* und *P i c e a* sp., ferner *R h o d o d e n d r o n* und in besonders geschützten Lagen auch *T s u g a*; an Sträuchern sind *S y r i n g a*, *R o s a s e r i c e a*, *R i b e s*, *L o n i c e r a* und *R h o d o d e n d r o n* auffällig (WARD 1935—1936, 158: „mixed pine forest“). In größerer Höhe leiten Wälder von *A b i e s* und *P i c e a* zur alpinen Stufe über.

Flußauf bleibt Kiefernwald der herrschende Vegetationstyp; aber *R h o d o d e n d r o n m e g a c a l y x* im Bestand ist doch ein Zeichen für größere Feuchtigkeit — und überhaupt ist die Flora reich und die Zahl der Species beachtlich. Die sehr tief eingeschnittenen Schluchten oberhalb *R a g o n k a* sind von dichtem Bambus-Dickicht erfüllt — es ist kaum glaublich, daß wir uns hier in unmittelbarer Nähe des Hochlandes befinden sollen! Dann aber folgt flußauf ein breites arides Tal — der Wechsel in der *L a n d e s n a t u r* ist scharf: nun ist alles trocken, ein trocken-heißer Wind fällt besonders auf; Anbau beruht auf künstlicher Bewässerung. Oberhalb *N y o* erscheint an den Hängen nochmals Wald mit *Q u e r c u s* aff. *I l e x*, *B e t u l a*, *J u n i p e r u s*; Sträucher sind verbreitet, den Fluß säumt *M y r i c a r i a*.

Die besondere Trockenheit in der Umgebung von *N y o* muß wohl auf lokale Ursachen, insonderheit den heftigen Wind, zurückgeführt werden, denn in der Nachbarschaft fällt reichlich Regen. Bei *N y o t ö S a m a* allerdings ist der Wechsel vollkommen, das Tal weitet sich ein letztes Mal, die Bäume bleiben endgültig zurück, der Fluß mäandriert durch flaches sumpfiges Grasland — das tibetische Hochland ist erreicht! WARD 1926, I, 174; 1935—1936, 141, 151, 156; 1936, II; 1941.

Im Bereich des *L o c h e n L a* werden die weiten feuchten Matten von großen Herden zur Weide aufgesucht WARD 1936, II, 400. Bei *A t s a* sind letzte Standorte baumförmiger Species, sehr wahrscheinlich von *J u n i p e r u s*, beobachtet worden; die Talsohle ist baumlos, nur Dorngebüsch fin-

det sich am Fluß; in den Schluchten der N-Hänge, hoch über dem Tal, kommen noch Nadelbäume (*Juniperus?*) vor; die Waldgrenze (besser Baumgrenze?) am A t s a T s o liegt bei 4500 m WARD 1926, I, 174; 1935—1936, 140, 141, 151, 156; 1936, II; 1941.

Po Yigrong und Po Tsangpo fließen in der Tat einander entgegen, um dann nach ihrer Vereinigung gemeinsam nach S zum Tsangpo durchzubrechen — ein weiteres Beispiel für die äußerst verwickelte Anordnung des Gewässernetzes hier, wo das Zusammentreffen der Hauptkette des Himalaya und der verschiedenen Schluchttäler mit der randlichen Auflösung des Hochlandes sehr komplizierte Verhältnisse schafft.

Die Sü La-Kette, die das Po Tsangpo-Tal nach S begrenzt, hat zweifellos die Wirkung eines Regenfängers, was bei der Überquerung des Karma La und Sü La deutlich empfunden wird BAILEY 1914; WARD 1926, I; LUDLOW 1951, 550. Viele der wärmeliebenden Bäume und Kletterpflanzen bleiben zurück, wenn wir im Tal des Po Tsangpo aufsteigen; ein Kiefernwald bestimmt dafür die Vegetation der Talstufe LUDLOW 1951, Abb. 2, auch *Rhododendron* kommt vor; aufwärts reicht dieser Wald bis S u m D z o n g; darüber breitet sich die feuchte Koniferenstufe aus BAILEY 1914; WARD 1926, I; KAULBACK 1938, II, 108.

Das Schluchttal des N a g o n g C h u, wie der Oberlauf des Po Tsangpo genannt wird, ist von 2700—3300 m von dichten, feuchten Koniferenwäldern mit *Rhododendron* sp. erfüllt WARD 1934, II, 382; 1935, I, 109; 1935—1936, 141, die weiter talauf in mäßig-feuchte Wälder mit *Picea likiangensis* und *Larix Griffithii*, *Populus* und *Betula* übergehen; in diesem L a u b n a d e l m i s c h w a l d, der uns sehr an die Vorkommen im Tsangpo-Tal erinnert, ist auch *Rhododendron vellereum*, *Rosa*, *Lonicera*, *Berberis*, *Spiraea* — und auch schon *Caragana* häufig. Dieser Mischwald steigt auf der Hochfläche von S h u g d e n G o m p a bis an den W-Rand der N a g o n g S e e n hinauf (3900 m); an geschützteren Standorten finden sich mächtige Exemplare von *Picea likiangensis*. Die Hochfläche selbst ist von a l p i n e r S t e p p e bedeckt WARD 1934, II, 377, 379; 1935, I, 109; 1935—1936, 141, 151, 157; KAULBACK (HANBURY-TRACY) 1938, II, 106.

Shugden Gompa liegt in fast 4000 m Höhe auf einem kleinen Hochland für sich, rings von höheren Gebirgszügen eingerahmt. Das Klima des Hochlandes ist trocken und kalt; die Winter sind streng, nur gegen W, wo wir eben die Wälder am W-Rand der Seen zurückgelassen haben, sind die Verhältnisse weniger streng, da dieser Teil des Hochlandes nicht mehr in dem Maße unter dem Wind zu leiden hat KAULBACK (HANBURY-TRACY) 1938, II, 106. Die allgemeinen klimatischen Bedingungen entsprechen also durchaus denen des tibetischen Hochlandes.

Das zeigt auch die Vegetation des Hochlandes von Shugden Gompa. Wo immer einiger Schutz vor dem Wind gegeben ist, sind S t r ä u c h e r verbreitet: *Juniperus*, *Lonicera*, *Caragana*, *Berberis*, *Potentilla*, *Oxytropis*, *Astragalus* — auch einige, wenige *Rhododendron* kommen vor; daneben ist aber auch der Reichtum der alpinen Blütenpflanzen, besonders in den Lagen zwischen 4200—5100, ja bis 5400 m, bedeutend; verbreitet sind hier

Anemone, Saxifraga, Primula, Cremanthodium, Lagotis, Saussurea, Incarvillea, Dracocephalum, Salvia, Meconopsis, Draba, Geranium, Trollius, Gentiana, Ranunculus u. v. a.

BAILEY 1912; WARD 1933—1934; 1934, I, 125; 1934, II, 377, 379, 382.

Vom Ort Migtö im Nagong Chu-Tal führt das Migtö-Tal nach S aufwärts; wildes Stachelbeergesträuch bildet hier kleine Wäldchen KAULBACK (HANBURY-TRACY) 1938, II, 107.

Zwei Täler führen nach N aus dem Nagong Chu-Tal auf die Tsangpo-Salwin-Wasserscheide. Das Tal des Chumdo und Potö Chu ist zunächst noch dünn bewaldet, Gras und *Rhododendron*-Gebüsch sind vorhanden. Bei Yuru Gompa ist auf den Hängen Nadelwald sichtbar, während das Tal selbst trocken ist. Der Anstieg zum Tung La geht über kahle Schutthänge KAULBACK 1938, II, 110 u. Abb. opp. p. 111. Charakteristisch ist der Wechsel der Landschaft, der sich auf dem Paß offenbart: im S enge, bewaldete Täler, tief eingeschnittene Flüsse, Gletscher — im N ein weites, offenes, sanft gewelltes Hochland, trocken, braun, nur wenige Dornbüsche erinnern hier und da an die Vegetation.

Steigen wir von Sum Dzong im Tal des Chö Dzong Chu hoch, so ist die Situation ganz ähnlich. Offenes Waldland, Grasflächen — aber dann, auf der Wasserscheide zum Salwin, am Gotsa La, zeigt sich wieder ganz deutlich der landschaftliche Gegensatz. Einige Exemplare verkrüppelter *Abies* sind noch nördlich des Passes zu sehen KAULBACK (HANBURY-TRACY) 1938, II, 108. Die Wirkung der Tsangpo-Salwin-Kette als Regenfänger ist stark bzw. entscheidend KAULBACK (HANBURY-TRACY) 1938, II, 108, 110.

Während wir auf unserem Weg durch das Nagong Chu-Tal einen allmählichen Übergang der Vegetation bis zur alpinen Steppe des Hochlandes von Shugden Gompa beobachten konnten, wie wir ihn ähnlich im Tsangpo-Tal erlebt haben, liegen die Verhältnisse für denjenigen, der von S, aus Zayul, kommt und die Nagong Kette (Nyimo-Chomo-Kette) im Atakang La quert, insofern anders, als hier diese Kette nach dem Hochland von Shugden Gompa zu einen klaren Wechsel des Klimas, der Vegetation, der Fauna, des gesamten Landschaftscharakters bezeichnet. Wir werden diese Verhältnisse besser verstehen, wenn wir auch Zayul, das Land im S, kennengelernt haben werden WARD 1934, I, 15; 1934, II, 377; LUDLOW 1944, 63.

Zusammenfassung.

Im Durchbruch des Tsangpo haben wir das großartigste Durchbruchstal des Himalaya in seinen Vegetationsverhältnissen kennengelernt.

Wir konnten einen äußeren, unteren, tropisch-feuchten Abschnitt des Durchbruchtales feststellen („lower gorge country“ WARD 1935, II), der die feuchte Vegetationsfolge des östlichen

Himalaya weit in das Gebirge hinein aufwärts führt; üppige feuchte Wälder füllen die Schluchten von der Talsohle bis zur Waldgrenze. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Flora weisen nach dem Osten, nach Malaya, Burma usw. (WARD 1935, II). Niederschläge fallen zu allen Jahreszeiten.

An einem bestimmten Punkt, wo der unterste Rand des tibetischen Plateaus erreicht wird, ändert sich der Charakter der Durchbruchstäler grundsätzlich (Tsangpo: Gyala; ähnlich Subansiri: Lung?): die tropisch-feuchte untere Schlucht wird verlassen, ein neuer Landschaftstyp beginnt (Profil!): statt tief eingeschnittener V-Täler sehen wir nun U-förmige breite Täler vor uns — die unterschiedliche Auswirkung von Eis- und Wassererosion macht sich in der Landschaftsgestaltung geltend. In diesem oberen, mäßig-feuchten Abschnitt des Durchbruchstaales („upper gorge country“ WARD 1935, II) ist zunächst weniger die horizontale Zonierung als die vertikale Stufung der Vegetation auffällig, die von Dornbusch oder trockenen Wäldern in der Talsohle bis zur sehr feuchten alpinen Stufe reicht, d.h. in den einzelnen Höhenstufen sehr unterschiedliche Feuchtigkeitsverhältnisse aufweist. Das Überwiegen der Koniferen ist offensichtlich. Ausreichende Niederschläge fallen im Sommer, die Winter sind trocken. Trockene Talwinde sind charakteristisch.

Die horizontale Gliederung ist von der vertikalen nicht zu trennen. Dem Tale aufwärts folgend ziehen sich die Wälder auf die Hänge zurück (Profil!); im Tal selbst — tatsächlich schon am untersten Rande des Plateaus bei Gyala beginnend — breiten sich die Species des tibetischen Hochlandes aus und gewinnen ständig an Ausdehnung; schließlich klingen die Wälder ganz aus, dann haben wir das Hochland erreicht. Es bleibt nur noch im Übergang die Unterscheidung zwischen einer feuchten und einer trockenen alpinen Stufe — hier sehr erschwert durch das Fehlen einer Klimascheide, wie es die Hauptkette in früheren Abschnitten gewesen ist, und durch den Mangel an Berichten.

Die floristischen Beziehungen im Bereiche der oberen Durchbruchstäler — Takpo, Kongbo, Pome — weisen nach SW-China LUDLOW 1944, 61; 1951 (so auch die verwandtschaftlichen Beziehungen der Vögel und Schmetterlinge); interessant ist auch das Vorkommen gewisser Species des NW-Himalaya in den oberen Durchbruchstälern nördlich der Hauptkette WARD 1942.

Wir haben die Hauptkette des Himalaya als klare Grenze zwischen der bewaldeten S-Abdachung und der alpinen Steppe im N kennengelernt; wir erinnern uns lokaler Abweichungen in den Durchbruchstälern Nepals; wir haben den durchgreifenden Wandel erlebt, der im östlichen Bhutan, Mönyul einsetzt und zum Verschwinden des „inneren Himalaya“ geführt, den „tibetischen Himalaya“ in seiner ursprünglichen Bedeutung eingeschränkt hat — wir ahnten die Bedeutung der Durchbruchstäler für die Vegetationsverteilung.

Im Bereich des Tsangpo-Durchbruchs erweist sich die Hauptkette des Himalaya für die klimatischen Verhältnisse und für die Verteilung der Vegetation von untergeordneter Bedeutung. Durch ihre geringe Höhe, die sie gelegentlich sogar auf der Paßhöhe bewaldet sein läßt, und durch die tief eingeschnittene Pforte des Tsangpo, ist es den feuchten Luftmassen möglich, weit landeinwärts zu werden — als Folge davon ergibt sich die bedeutende Ausdehnung der Wälder in den Tälern gegen das Hochland hin. Die Bedeutung der Täler wird somit gerade gegenüber dem nachlassenden Einfluß der Hauptkette klar. Hauptkette des Himalaya und ihre östliche Fortsetzung (Nagong- bzw. Nyimo Chomo-Kette) sind erste, aber nicht mehr einzige Regenfänger; erst die Wasserscheide zwischen Tsangpo und Salwin scheint endgültig die Niederschläge aus dem S abzuhalten WARD 1930, I; 1935, II; 1941, 293; LUDLOW 1944.

Der horizontalen nord-südlichen Gliederung in äußeren, inneren und tibetischen Himalaya steht die horizontale Gliederung der Durchbruchstäler in tropisch-feuchte untere Durchbruchsschlucht, mäßig-feuchtes oberes Durchbruchstal und den Bereich des Hochlandes gegenüber. Die Vegetationsfolge der unteren Durchbruchsschlucht entspricht der des äußeren Himalaya, aber die Ausdehnung der feuchten Vegetationstypen bis nördlich der Hauptkette verbietet die Anwendung der Bezeichnung „äußerer Himalaya“! Das obere Durchbruchstal zeigt genau wie der „innere Himalaya“ vorwiegend Koniferenwälder; es besteht manche Beziehung zwischen den Koniferenwäldern der inneren Täler des östlichen Himalaya, den Laubnadelmischwäldern des Assam-Himalaya und den Laubnadelmischwäldern der oberen Durchbruchstäler; aber die besonderen Verhältnisse der oberen Durchbruchstäler lassen hier eine differenzierte vertikale Stufung zu der nordsüdlichen Zonierung treten. Während der „innere Himalaya“ auf der S-Abdachung der Hauptkette gelegen war, umfaßt das obere Durchbruchstal die äußeren Teile des tibetischen Hochlandes, liegt also nördlich der Hauptkette — auch darin zeigt sich die völlig veränderte Situation.

Das tibetische Hochland als der Bereich der alpinen Steppe umschließt auch den „tibetischen Himalaya“ der früheren Abschnitte.

Dieser Abschnitt des Gebirges läßt uns durch die Wirkung der grandiosen Erscheinung des Tsangpo-Brahmaputra-Durchbruchstales die Hauptkette des Himalaya nicht mehr als die gewaltige Gebirgsmauer sehen, die sie bislang immer noch gewesen ist, sondern vielmehr nur als „Rand“ des tibetischen Hochlandes; nicht mehr Himalaya und tibetisches Hochland stehen sich gegenüber, sondern die großen Züge der Zertalung und zwischen diesen die „Reste“ des Hochlandes und der Gebirgsketten. Alle Flüsse und Ströme, die wir bisher auf der S-Abdachung des Himalaya kennengelernt haben, wirken mit an der Zerstörung des Gebirges und des Hochlandes — mit dem Fortschreiten nach E hat dieser Vorgang immer größere Bedeutung auch für unser Anliegen, die Verbreitung der Vegetation, angenommen.

Mensch und Umwelt im Bereich des Durchbruchstales des Tsangpo.

So unterschiedlich die physisch-geographischen Bedingungen im Durchbruchstal des Tsangpo zwischen tropischem immergrünen Regenwald und alpiner Steppe sein mögen, so unterschiedlich ist auch der Einfluß des Menschen auf die natürliche Vegetation.

Das Grasland der Ebene ist, wie wir schon früher feststellen konnten, überwiegend das Ergebnis der menschlichen Einwirkung durch Feuer und Weidevieh.

Im Bereich der tropisch-feuchten unteren Durchbruchsschlucht wird in den Bergwäldern der Abor Hills auf S- und W-Hängen Wanderhackbau getrieben; N- und E-Hänge tragen Wald. Nach drei-, vierjähriger Benutzung wird das Feld wieder aufgelassen. Massenhaftes Auftreten von *Artocarpus integrifolia*, *Pandanus* u. a. als Sekundärformation kennzeichnen die Standorte früheren Wanderhackbaus. Mais und Buchweizen werden bevorzugt angebaut.

Auch weiter oberhalb finden sich in der feuchten Durchbruchsschlucht des Tsangpo noch Anbaumöglichkeiten; Ortschaften und Kulturen liegen bevorzugt in einem Gürtel 300 m über dem Strom — oder noch höher wie Richenpung, 1200 m, auf einer Lichtung im Wald.

Pemakö, wie dieser südlich der Hauptkette gelegene tibetische Bezirk genannt wird, ist in allem völlig anders als das Hochland. Die Anbaugrenze liegt im allgemeinen an der Obergrenze des Bergwaldes bei 1800 m — weiter oben reift der Mais nicht mehr. In Payi gedeihen noch Bananen! Auch die Nebentäler, wie das Chimdro-Tal, haben Anbau. Das feuchte Waldland im Bereich der unteren Durchbruchsschlucht des Tsangpo wird — wie die S-Abdachung des Assam-Himalaya — von den „Stämmen“ (tribes) bewohnt, die alle mehr oder weniger unter tibetischem Einfluß stehen, obwohl die Tibeter selbst nicht unter 3000 m siedeln (vgl. Abschnitt VIII).

Im feuchten Waldland der unteren Durchbruchsschlucht wird Bauholz wenig gebraucht; die Hütten erstellt man aus Bambus, Gras und Palmenblättern für das Dach; Brücken werden aus Lianen angefertigt.

Anders im mäßig-feuchten Bereich der oberen Durchbruchstäler. Hier werden die Nadelwälder stark in Anspruch genommen; das Holz von *Tsuga dumosa* und *Picea* sp. wird benutzt — zum Bau von Häusern und Brücken und zur Herstellng von Werkzeug; für den Pflug wird das Holz von *Quercus aff. Ilex* bevorzugt — eine Parallele zum „äußersten Nordwesten“! — Der Anbau erfolgt in der trockenen Talstufe und ist deshalb in der Methode kaum von dem auf dem Hochland geübten verschieden.

Der Einfluß des Menschen auf die Vegetation des Hochlandes selbst ist gering. Aller Anbau findet an klimatisch günstig gelegenen Standorten mit Hilfe künstlicher Bewässerung statt. Angebaut werden u. a. Weizen, Gerste, Buchweizen, Kartoffeln, Erbsen, Bohnen, Raps, Rettich; Gerstenanbau ist bis 4540 m bekannt geworden (Tuna, BRÜCHER-ÄBERG 1950) — der höchste Gerstenanbau, von dem man bisher weiß. Auch Sta-

chel- und Johannisbeeren, Brombeeren und Himbeeren, Äpfel, Pfirsiche und Aprikosen, Granatäpfel und Walnüsse finden wir im Bereich der Oasen. Obwohl Wald nicht gedeiht, sind die Ortschaften, wo immer möglich, von Bäumen umgeben, denn neben den verschiedenen Obstbäumen, werden Pappeln und Weiden angepflanzt. Holzapfel- und *Cotoneaster*-Gebüsch finden als Feldhecke Verwendung (z. B. Tsela Dzong LUDLOW 1951, 548).

Viel stärker aber ist der mittelbare Einfluß des Menschen durch das Weidevieh. Die Verhältnisse entsprechen denen, die wir im Assam-Himalaya schon kennengelernt haben. Überall, wo im Bereich des Tsangpo-Durchbruchs ausreichende Weidemöglichkeiten gegeben sind, d. h. vorzugsweise in der feuchten alpinen Stufe, sind Weidetiere in großer Zahl zu finden. Die Lägerfluren der feuchten alpinen Stufe sind — neben *Urtica*, *Rumex*, *Polygonum* — durch *Primula sikkimensis*, *P. Roylei* und *Mertensia* charakterisiert. Besonders im Juni, zur Blütezeit der Primeln, bieten diese Plätze einen lieblichen Anblick! In Kongbo, nördlich des Tsangpo, ist *P. Roylei* an diesen Standorten besonders häufig, ebenso entlang der Yakpfade.

Interessant sind auch bei näherer Analyse die Übergänge zwischen den mehr nitrphilen Lägerfluren an den Plätzen, wo wirklich gelagert wird in der Nähe von Zelten, Ansiedlungen etc., und den reinen Primelwiesen auf feucht-sumpfigem Boden, wo das Vieh sich nur zur Weide aufhält.

Der Verkehr, der Gütertausch zwischen dem tropisch-feuchten Lebensraum der unteren und dem mäßig-feuchten Lebensraum der oberen Durchbruchsschluchten bzw. des Hochlandes ist gering (siehe Abschnitt VIII). Gewisse Orte haben den Charakter von „Umschlagplätzen“, wie Shöwa am Po Tsangpo. Die Abors bieten Reis, Hirse und Gewürze im Austausch gegen Wolltuche, Metallgeräte und das Salz des Hochlandes. Der Doshong La ist im Bereich des Tsangpo-Durchbruchs der am häufigsten benutzte Paß, der die beiden gegensätzlichen Lebensräume miteinander verbindet BENTICK 1913; BAILEY 1914; 1957; BURKILL 1924; WARD 1926, I, II; 1930, I, II; 1935, I, 108; 1935—1936, 149—150; 1955, 297.

X. Die Mishimi Hills und Zayul (Profil VIII).

Den Himalaya i. e. S. haben wir hinter uns gelassen — aber der Reiz, unser Bild der Vegetationsverteilung nach E abzurunden, ist unwiderstehlich. Wir wissen nur wenig über das Gebirgsland östlich des Tsangpo-Durchbruchs, die vorhandenen Karten sind mangelhaft, aber es lohnt sich, die Berichte über die Vegetation unserer Betrachtung der Vegetationsverteilung im Himalaya anzuschließen.

Grundzüge von Relief und Klima.

Der Abschnitt „Mishmi Hills und Zayul“ umfaßt das Flußgebiet des Lohit, der mit seinen Quellflüssen — Rongtö Chu im W und Zayul Chu im E — dem schneebedeckten Gebirgszug entspringt, den wir im W als

Nyimo Chomo-Kette kennengelernt haben und der im E der Fortsetzung der Wasserscheide zwischen Tsangpo und Salwin entspricht. Mit der scharfen Biegung von Minzong verläßt der Lohit die N-S-Richtung, um im E-W-Lauf die Berge, die die Ebene von Assam im E begrenzen, zu durchbrechen.

Klimatisch sind die Randberge Assams und so auch die Mishmi Hills um den Austritt des Lohit in die Ebene durch gewaltige Niederschläge ausgezeichnet, die überwiegend zwischen Juni und November fallen. Ein Beispiel für die Größe der möglichen Regenmengen berichtet WARD 1934, I (app.) von Denning, wo am 7. Juli 1927 in 24 Stunden ein Niederschlag von 2 Fuß gemessen worden ist!

In Zayul, oberhalb des Lohit-Knies von Minzong, ist das Klima im ganzen trockener; die Trockenheit nimmt nach N und E zu, die winterliche Trockenperiode wird länger; Rima zeigt bereits bedeutende Differenzen zwischen Sommer und Winter.

Ein heftiger, talauf gerichteter Wind wird an klaren Tagen im Tal des Lohit oberhalb Minzong beobachtet WARD 1930, IV; 1953, II; während GRIFFITH 1847, 25 „heavy gusts of wind“ erwähnt, die nachts aus dem Lohit-Tal heraus gegen die Ebene gerichtet waren.

Pflanzengeographische Forschung.

GRIFFITH hat als erster über die tropische Vegetation der Mishmi Hills berichtet 1847. Die Aussagen der einheimischen Kundschafter des Indian Survey führten zu ersten Vorstellungen über Zayul („das wärmste Gebiet Tibets“) WALKER 1885. Von den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts ab hat Kingdon WARD diesem Gebiet seine Aufmerksamkeit zugewandt, und wir verdanken ihm unsere Kenntnis der Vegetationsverhältnisse in den Mishmi Hills und in Zayul. In der Nähe von Rima, nicht weit entfernt von dem vermuteten Epizentrum, erlebte WARD am 15. August 1950 die gewaltige Katastrophe des großen Assam-Erdbebens, über dessen Auswirkungen, auch auf die Vegetation, WARD 1951, 1953, I und 1955 berichtet^o).

Regionale Analyse.

1. Die Mishmi Hills.

Tropischer Regenwald begleitet den Lauf des Lohit von der Ebene bis zum Flußknie bei Minzong und verbreitet sich in alle Nebentäler; aus dem Delei-Tal ist der Typ gut bekannt. Die Zusammensetzung dieser untersten Waldstufe entspricht dem tropischen Regenwald in den Abor Hills; laubwerfende Bäume bzw. Wälder finden wir im Vorland des Gebirges nicht mehr GRIFFITH 1847, 21—48; 57—59; WARD 1929; 1953, I.

^o) Lit.: GRIFFITH 1847; WALKER 1885; WILLIAMSON 1909; BAILEY 1912; WARD 1926—1929; 1929; 1929—1930; 1930, III; IV; 1931; 1933—1934; 1934, I, II; 1935, I; 1935—1936; 1941, I; 1947; 1951; 1953, I, II; 1955; KAULBACK 1934; 1938, I; II; LUDLOW 1944; SCHWEINFURTH 1956.

Überall wird der tropische immergrüne Regenwald in der Höhe vom immergrünen Bergwald abgelöst, der bis 1500—1800 m aufsteigt. Hier dominieren die bekannten Leitpflanzen des Bergwaldes, wie

Castanopsis indica, *Quercus* sp., *Engelhardtia spicata*, *Rhododendron arboreum*, *Altingia excelsa*, *Michelia*,

sowie *Pandanus*, *Ficus* etc.; *Podocarpus* wird als einzige Konifere hier angetroffen. Im Delei-Tal steigt der immergrüne Bergwald bis Peti aufwärts WARD 1926—1929; 1929; 1929—1930; 1933—1934.

Oberhalb Peti ist mit Frösten zu rechnen. In üppiger Entwicklung breitet sich nun die Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder aus, die von immergrünen und laubwerfenden Species zusammengesetzt wird;

Quercus semiserrata, *Magnolia globosa*, *M. rostrata*, *Castanopsis indica*, *C. tribuloides*, *Bucklandia populnea*

seien genannt, ferner *Rhododendron*, *Michelia*, *Illicium*, *Acer*, *Betula*; Epiphyten sind massenhaft verbreitet, weniger Kletterpflanzen, im Unterwuchs wuchern Farne und *Bambus* (*Arundinaria* und *Phyllostachys*). Nicht zwei gleiche Bäume stehen nebeneinander! An Koniferen sind nur *Podocarpus* und *Pinus excelsa* zu finden. S-Hänge sind in dieser Höhenstufe gelegentlich mit Gras und Adlerfarn bedeckt; hier und da sind auch Kiefern, Erlen oder Eichen, auch einiges Gebüsch auf diesen Hanglagen zu finden. Im übrigen sind die Wälder dieser Höhenstufe wochenlang in Wolken gehüllt, eine niederschlagslose Zeit gibt es nicht.

Mit der Herrschaft der baumförmigen *Rhododendron* sp., die in den Mishmi Hills ab 2400 m ganz besonders ausgeprägt ist, schließt die Laubwaldstufe in der Höhe ab und geht in die Koniferenstufe über (2800 m). Hier begegnen uns wieder *Tsuga dumosa*, *Taxus baccata*, *Larix Griffithii*, *Juniperus*, ferner *Betula*, *Acer*, *Gamblea ciliata*, *Pyrus* und im Unterwuchs *Bambus*; bei 3000 m ist *Abies* mit 80% an der Zusammensetzung der Wälder beteiligt! Nur *Larix Griffithii* wird daneben geduldet und im Unterwuchs *Rhododendron* und *Bambus*. Moose verhüllen Zweige, Äste und Stämme WARD 1926—1929; 1929—1930; 1930, IV, 212; 1931; 1933—1934.

Bei 3600 m wird die Koniferenstufe vom *Rhododendron*-Buschwald der subalpinen Stufe abgelöst. In der feuchten alpinen Stufe werden die geschützten Lagen vom *Rhododendron*-Gebüsch, von *Juniperus*, *Salix*, *Spiraea* vorgezogen, während auf den exponierten Hängen die alpine Matte uneingeschränkt herrscht WARD 1929; 1929—1930; 1930, III; 1931; 1935, I, 109; 1947.

2. Zayul.

Bis zum Lohitknie bei Minzong begleitet uns im Tal der Regenwald mit der feuchten vertikalen Vegetationsfolge. Schon vor der scharfen Biegung des Flusses kündigt sich ein Wechsel an: *Pinus Khasya* (syn. *P. insularis*) erscheint am Hang, 100 m über dem Fluß, später auch auf den Terrassen am Fluß selbst. *Ceratostigma Griffithii* und *Sophora* sp. stellen sich ein, während im Regenwald *Terminalia myriocarpa*, im Berg-

wald darüber *Castanopsis indica* u. a. zurückbleiben WILLIAMSON 1909, 371; WARD 1933—1934; 1934, II; 1953, I.

Bei Minzong selbst ist eine Mischung von Species des Regenwaldes und des Bergwaldes mit den Neankömmlingen verbreitet; innerhalb 15 km ist dann aber der Wechsel vollzogen — nun geht es geradewegs flußauf nach N, mit jedem Schritt erscheint im Tal das Klima trockener: *Pinus Khasya* tritt die Herrschaft auf den unteren Hängen im Engtal des Lohit an, und nur unmittelbar am Fluß halten sich noch kurze Zeit, der Höhe entsprechend, Vertreter des immergrünen Bergwaldes (bis 900 m); aber schon bei Walong sind nur noch letzte Ausläufer des Bergwaldes zu finden, und bei Kahao sind sie ganz verschwunden. Die Flußterrassen bei Walong sind vom Kiefernwald bedeckt WILLIAMSON 1909; WARD 1930, III; 1934, I; II; 1935, I, 180; 1935—1936, 157; 1953, I; II; KAULBACK 1934, 180.

Der Wald von *Pinus Khasya* (syn. *P. insularis*), ein lichter, offener Steppenwald, löst den immergrünen Bergwald ab; bis 2100 m bestimmt diese Kiefer den Vegetationscharakter der Hänge des Lohit-Tales, oft begleitet von *Quercus glauca* und Adlerfarn; ein Gesträuch mit *Rosa bracteata*, *Ceratostigma Griffithii*, *Sophora*, *Ilex*, *Pieris*, *Ailanthus*, *Desmodium* ist verbreitet und erinnert uns an ähnliche Vorkommen in den Tälern des Tsangpo-Durchbruchs.

Wenn auch das Klima oberhalb des Lohitknies fühlbar trockener und die Temperaturen im ganzen niedriger werden — Rima, der Hauptort von Zayul, zeigt in den Unterschieden zwischen Sommer und Winter schon deutlich kontinentale Einflüsse — bleibt dahingestellt, wie weit diese Faktoren allein ausreichen, das Auftreten der trockenen Kiefernwälder zu erklären. Von größter Bedeutung scheinen in diesem Zusammenhang alle Berichte über den trocken-heißen, heftigen Wind zu sein, der etwa gegen Mittag, — oft ganz unvermittelt — einsetzt und das Tal aufwärts fegt — in Richtung auf das tibetische Hochland, bis er kurz nach dem Dunkelwerden wieder abstirbt. Regenwolken werden auseinander gerissen, obwohl der Wind bei bedecktem Wetter weniger stark ist.

Daneben aber ist zu berücksichtigen, daß diese Kiefernwälder seit 100 und mehr Jahren mit größter Regelmäßigkeit gebrannt werden — ein Löschen dieser Brände ist nur durch Regen möglich. Im März 1950 brannte in einer Höhe von 1000 m über dem Fluß der Wald wochenlang lichterloh, zwei Monate hindurch war die Schlucht erfüllt vom Rauch und Qualm der Waldbrände. Vor allem wird durch das Brennen das Wachstum der Laubbäume geschädigt (*Quercus glauca*!). Aber sicher genügt auch der Hinweis auf diese starke menschliche Einflußnahme nicht, um das Vorkommen der Kiefernwälder befriedigend zu erklären, denn die Frage bleibt, welcher Vegetationstyp — ohne Einwirkung des Feuers — hier natürlicherweise auftreten könnte WARD 1930, III; IV; 1934, I; 1935—1936, 141, 157; 1941; 1953, I, II.

Der Kiefernwald löst den immergrünen Bergwald bei Minzong ab. Was aber geschieht in den darüber liegenden Höhenstufen? Zeigen sich dort ähnlich überraschende Veränderungen? Wo der starke talauf wehende Wind keinen Zutritt findet, zeigen sich versteckt in Schluchten

Laubgehölze eines feuchten Typs mit *Prunus cornuta*, *Eugenia*, *Philadelphus*, *Deutzia*, *Elaeagnus latifolia*, *Ilex*, *Pyracantha angustifolia*, *Populus ciliata*, *Cornus macrophylla* u. a. Diese Schluchtwäldchen gehen in die Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder über, die — entsprechend der vertikalen Stufung der Vegetation in den Mishmı Hills — mit *Rhododendron*-Wäldern bei 2800 m zur Koniferenstufe überleiten. Somit ist klar, daß die Luftfeuchtigkeit mit der Höhe an den Hängen sehr schnell zunimmt es bleibt aber fraglich, ob die Laubwälder überall als geschlossene Stufe vorhanden sind; im Aufstieg zum Diphuk La (Di Chu-Tal) geht der Kiefernwald der Talstufe z. B. unmittelbar in die feuchte Koniferenstufe der Höhe über; das Fehlen von Moos deutet weniger feuchte Verhältnisse als in der entsprechenden Höhe an den äußeren Hängen an; doch überziehen Flechten Zweige und Stämme. Über die floristische Zusammensetzung der Höhen- und Nebelwälder von Zayul sagt WARD:

„There is little, if any, difference between the temperate rain forest of Sikkim and the temperate rain forest of Zayul. Here, too, we find *Magnolia*, oaks, *Acer*, hollies, and other familiar trees; the distinction, in fact, is not worth stressing.“
WARD 1935, I, 109.

WARD 1930, III; 1934, I; 1935—1936, 156; 1953, I, II; 1955; KAULBACK 1934, 187.

Rima (ca. 1500 m), der Hauptort von Zayul, beherrscht den Zusammenfluß der beiden Quellflüsse des Lohit. Das Klima von Rima hat bereits kontinentalen Charakter mit ausgeprägten Unterschieden zwischen Sommer und Winter; nach N und E nimmt die winterliche Trockenperiode an Dauer zu. Die Talstufe um Rima ist trocken; in geschützten Schluchten erscheinen Gehölze von

Cotoneaster conspicua, *Michelia lanuginosa*, *Pyracantha angustifolia*, *Ligustrum confusum*, *Liquidambar*, *Leptodermis*, *Berberis*, *Mahonia*, *Myricaria*, *Rosa*, *Coriaria* u. a.

Rhus und *Salix* kommen verstreut zwischen den Feldern vor.

Der Anbau setzt dem Kiefernwald eine untere Grenze bei 1800 m. Von dieser Höhe ab ist offener Kiefernwald verbreitet, *Quercus glauca* und Gesträuch sind weiterhin häufige Begleiter WARD 1929; 1934, I, 46; 1934, II; 1941; 1953, I, II, 171.

Wir folgen dem westlichen Quelltal des Lohit. Die unteren Hänge sind sowohl im Tal des Rongto Chu, wie in dem Seitental von Dri mit Kiefernwald bedeckt. Der Übergang vom Koniferenwald zu einem feuchteren Vegetationstyp setzt in tiefen, geschützten Schluchten ein, *Litsaea*, *Salix* u. a. leiten zur Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder über, die von 2100 m ab die Hänge bedeckt. Heftige und langandauernde Niederschläge sind hier gewöhnlich. KAULBACK 1934 berichtet von 14tägigem ununterbrochenem Regen (Anfang Juli). Es kommen vor:

Magnolia globosa, *M. Campbelli*, *Acer Campbelli*, *A. pentapomicum*, *Michelia lanuginosa*, *Rhododendron arboreum*, *Rh. megacalyx*, *Rh. virgatum*, *Rh. aureum*, *Rh. sinogranda*, *Cornus chinensis*, *Corylus*, *Enkianthus*, *Skimmia laureola*, *Quercus*, *Ilex*, *Carpinus*, *Salix*, *Sorbus*, *Rosa*, *Viburnum*, *Symplocos*, *Ailanthus*, *Isotrema*, *Euonymus*, *Pyracantha*, *Schefflera* usw.

Bei 2800 m geht die Laubwaldstufe mit *Rhododendron*-Wäldern in die Koniferenstufe der Höhen- und Nebelwälder über. *Tsuga dumosa*, *Taxus Wallichiana*, *Picea morinda* (syn. *P. morindoides*!) werden bald von *Abies Delavayi* verdrängt — nur *Larix Griffithii* hält sich noch in einigen mächtigen Exemplaren.

In der subalpinen Waldstufe finden wir außer den dominierenden *Rhododendron* sp. auch *Betula*, *Acer* und *Sorbus*.

Die alpine Stufe entspricht der alpinen Stufe der Mishmi Hills, also der des östlichen Himalaya. *Rhododendron*-Gebüsch, *Juniperus*, *Rosa*, *Lonicera* finden sich neben der alpinen Matte WARD 1933—1934, 386; 1934, I, 15; 1934, II; 1935—1936, 141; KAULBACK 1934; 1938, II.

Diese Höhenstufung ist von Rima aufwärts aus dem Rongtö Chu-Tal bekannt und setzt sich oberhalb Purtsang im Tal selbst fort. Der trockene Kiefernwald ist nicht überall gleichmäßig verteilt — offene, baumfreie Partien sind durchaus gewöhnlich. Oberhalb Purtsang erscheinen im Tal *Rhododendron*-Wälder und Bambus-Dickichte.

Die westlichen Hänge, zumal in der Umgebung von Dri, weisen üppige *Rhododendron*-Wälder auf WARD 1933—1934, 386. Die dichten Wälder gegen den Kangri Karpo La hin dürften vom Typ der feuchten Koniferenwälder sein KAULBACK 1938, II. Auf der E-Seite des Rongtö Chu-Tales führt uns der Aufstieg zum Cheti und Ata Kang La, oberhalb Ata, durch äußerst üppige, sehr feuchte Wälder; auch hier sind die baumförmigen *Rhododendron* sp. überall verbreitet. Bei Chutong wird das Ende der subalpinen *Rhododendron*-Stufe und damit auch die Baumgrenze erreicht (3900 m). Eine reiche alpine Flora zeichnet die Höhen um den Cheti La aus; wir finden

Nomocharis, *Cremanthodium*, *Meconopsis horridula*, *Paraquilegia grandiflora*, *Rhododendron*, *Primula*, *Cassiope*, *Anemone* und viele andere.

Am Ata Kang La tritt dann der große Wechsel ein — wir erinnern uns der Berichte aus dem obersten Nagong Chu-Tal. Beim Überschreiten des Passes ändert sich nicht nur die Vegetation, die Flora — wir finden nördlich des Passes auch eine andere Fauna — der Wechsel im Landschaftscharakter ist grundlegend, das Hochland von Shugden Gompa erweist sich in jeder Beziehung als ein weit nach S vorgeschobener Teil des tibetischen Hochlandes.

Hier, an ihrem östlichsten Ende, erfüllt die Nyimochomo-Kette (Nagong-Kette) klar die Funktion der Hauptkette des Himalaya in früheren Abschnitten: sie trennt ein südliches Waldland, Zayul, mit tief eingeschnittenen Tälern, starken Niederschlägen im Sommer und beachtlichen Schneefällen, die der Vegetation im Winter Schutz und im Frühjahr Feuchtigkeit gewähren — vom Hochland im N, das in allem bereits die Verhältnisse des tibetischen Hochlandes widerspiegelt: der Gegensatz könnte nicht größer und deutlicher sein WARD 1933—1934; 1934, I, 121, 302; 1934, II, 377; KAULBACK 1934, 185; LUDLOW 1944, 63.

Das östliche Quelltal des Lohit, das Tal des Zayul Chu, ist insgesamt gut bewaldet. Von Rima aufwärts finden wir auch hier den trockenen Kiefernwald im Tal verbreitet — dünner Kiefernwald ist auch noch weit

oben im Tal des Zayul Chu bei S a n g a c h ö D z o n g festgestellt worden BAILEY 1912; WARD 1934, I. Die Sträucher, die wir in der trockenen Talstufe finden, erinnern an den Dornbusch des tibetischen Hochlandes — ein Hinweis auf die zunehmende Trockenheit WARD 1934, I. Die vertikale Stufung der Vegetation ist weniger klar als im Rongtö Chu-Gebiet zu erkennen. Zunächst scheint die von dorthier bekannte Vegetationsanordnung auch im Zayul Chu-Tal noch bis C h i k o n g vorzukommen; bis dahin steigen noch viele laubwerfende, feuchtigkeitsliebende Species auf; so sind auch aus einem nördlichen Seitental, bei L e p a, *Rhododendron*-Wälder bekannt (Baumgrenze 3900 m) KAULBACK 1938, II; doch oberhalb Chikong müssen wir wohl mit einer weniger reichhaltigen Vegetation rechnen; der trockene, offene Kiefernwald wird in der Höhe von einem feuchten Nadelwald abgelöst mit *Abies* und *Picea*; oberhalb 3600 m breiten sich *Rhododendron*-Bestände aus, die bis 3900 m reichen (*Rh. Thompsonii*, *Rh. anthopogon* im besonderen). In der subalpinen Stufe zeigen sich hier auch wieder Birken in größerem Umfange WARD 1934, I, 202. Auf den Hängen bei S a n g a c h ö D z o n g finden wir neben *Abies* und *Betula* auch *Populus* BAILEY 1912 — vielleicht ein Hinweis auf einen Laubnadelmischwald (Nagong Chu-Tal, Tsangpo-Tal)?

Endlich erreichen wir den D z o L a (Jo La), den Paß, der über die Hauptkette führt: wir erleben dasselbe eindrucksvolle Schauspiel wie am Ata Kang La — im SE ein schön bewaldetes Tal, das Waldland von Zayul — im NW das baumfreie, windgepeitschte Hochland, das Hochland von Shugden Gompa BAILEY 1912; WARD 1934, II, 384.

Der Vergleich mit dem Rongtö Chu-Tal zeigt, daß die Verhältnisse im östlichen Quelltal des Lohit bedeutend kontinentaler sind.

Z u s a m m e n f a s s u n g.

Östlich des eigentlichen Himalaya haben wir das Flußgebiet des Lohit kennengelernt. In seinem unteren Teil, im Bereich der Mishmi Hills, entspricht die Vegetationsstufung der Vegetationsfolge des feuchten äußeren, östlichen Himalaya.

Zayul, das Waldland südlich der „Hauptkette“, erinnert mit seiner ausgeprägten vertikalen Vegetationsgliederung von trockener Talstufe zu sehr feuchten Höhenwäldern an Verhältnisse, die wir in den inneren Tälern B h u t a n s angedeutet fanden — ein weiteres gemeinsames Charakteristikum sehen wir in den heftigen, tagsüber talauf wehenden W i n d e n.

Während die floristischen Beziehungen der Vegetation in den Mishmi Hills nach Malaya, Burma und dem feuchten Ostasien weisen, steht die Flora in Zayul, oberhalb des Lohitknies, in engerer Verbindung mit dem westlichen China.

Das H o c h l a n d v o n S h u g d e n G o m p a, als südlich vorgelagerter Teil des tibetischen Hochlandes, erinnert an den „tibetischen Himalaya“ und vollendet die nordsüdliche Dreiteilung (vgl. Profil VIII).

Mensch und Umwelt in den Mishmi Hills und Zayul.

Wenig ist über den Einfluß der Bevölkerung auf die Vegetation bekannt.

Reis und Mais sind die Hauptnahrungsmittel der Mishmis; angebaut werden auch noch Hirse, *Chenopodium*, Buchweizen, *Eleusine* u. a. Wahrscheinlich ist in den Mishmi Hills auch heute noch Wanderhackbau verbreitet GRIFFITH 1847, 24, 31, 39—40; WARD 1930, III. Jahreszeitliche Wanderungen führen die jungen Leute nach Rima zur Arbeit; Frauen und Kinder bleiben zurück und versorgen die Felder. Im Winter wandern die Mishmis in entgegengesetzter Richtung, um bei der Zuckerrohrernte in Assam zu helfen BAILEY 1912; WARD 1930, IV; KAULBACK 1938, II.

Auch in Zayul wird noch bis 1800 m Reis mit künstlicher Bewässerung auf terrassierten Hängen angebaut — im Tal des Rongtö Chu aufwärts bis Rongyul. Neben Reis ist Mais die wichtigste Anbaufrucht, aber wir finden um Rima auch Erbsen, Tabak, Aprikosen, Pfirsiche, Birnen, Walnüsse und vieles andere mehr in Kultur BAILEY 1912; WARD 1930, III; IV; KAULBACK 1934; 1938, II.

Das regelmäßige, alljährliche — oft aber auch mutwillige — Brennen der Kiefernwälder im Lohit-Tal ist sicher von nachhaltigem Einfluß auf die Vegetation.

Die Siedlungen in Zayul liegen selten über 2100 m (Obergrenze der trockenen Kiefernwälder!), nie über 2700 m. Die Verbreitung der Dauersiedlungen der Tibeter gegen Assam hin entspricht der Verbreitung der Kiefernwälder WARD 1934, II.

Wie sehr die Verhältnisse auf dem Hochland von Shugden Gompa den Verhältnissen in den Mishmi Hills und in Zayul entgegengesetzt sind, wissen wir bereits. Die nordsüdliche Dreiteilung wird auch hier noch einmal in den Beziehungen des Menschen zur Umwelt deutlich; wir würden sie klarer erkennen, wenn wir mehr über diese Gebiete wüßten.

XI. Das nördlichste Burma

Wenn wir jetzt noch einige Bemerkungen über das nördlichste Burma, das Quellgebiet des Irawadi, anschließen, so tun wir dies, um zu zeigen, wie auch hier die tropisch-feuchte Vegetationsfolge, die wir im östlichen Himalaya kennengelernt haben, entwickelt ist und sich bis zur Irawadi-Salwin-Wasserscheide fortsetzt.

Pflanzengeographische Erforschung.

Auch in diesem Abschnitt sind wir fast ausschließlich auf die Berichte Kingdon WARD's angewiesen, der seit den zwanziger Jahren immer wieder auch das nördlichste Burma durchforscht hat. Wie sehr seine Reisen unsere Kenntnis erweitert haben, zeigt der Vergleich mit STAMP's „Vegetation of Burma“, 1925, in der das nördlichste Burma überhaupt noch nicht

berücksichtigt werden konnte, weil es pflanzengeographisch damals noch unbekannt war. Von China her stieß HANDEL-MAZZETTI auf seinen Reisen (1914—1916) bis in das Quellgebiet des Irawadi, an den Taron vor (1927, II). (KURZ's „Forest Flora of British Burma“, 1877, bezieht sich auf die Wälder in den südlichen Teilen des Landes).^o)

Grundzüge von Relief und Klima.

Das nördlichste Burma, wie wir es hier verstehen wollen, umfaßt das Quellgebiet des I r a w a d i — ohne Rücksicht auf politische Grenzen. Die einzelnen Quellflüsse zeigen einen sehr komplizierten Verlauf, aber sie finden sich dann doch alle in der großen Wasserader des Irawadi zusammen. Wir können deshalb diesen Abschnitt klar abgrenzen durch die Wasserscheide zwischen Irawadi und Lohit-Zayul Chu im W und zwischen Irawadi und Salwin im E. Die westliche Wasserscheide trägt den höchsten Berg Burmas, den K a k a r p o r a z i, der fast 6000 m erreicht.

Klimatisch ist das nördlichste Burma durch sehr hohe Niederschläge gekennzeichnet. Die Luftfeuchtigkeit ist das ganze Jahr über sehr hoch, die Sommer sind gleichmäßig warm, die Winter entsprechend kühler; ab 1500 m Höhe muß mit Frösten gerechnet werden. Eine Trockenperiode kommt nicht vor. Während aber die Luftfeuchtigkeit gleichmäßig ist, schwanken Niederschlag und Temperatur erheblich. Meteorologische Daten liegen für dieses entlegene Gebiet natürlich nicht vor. STAMP 1925 stellt fest, das nördlich M y i t k y i n a gelegene Burma erhalte mindestens 2000 mm Niederschlag, womit überall immergrüne Wälder zu erwarten wären.

Auffallend sind vertikale Bewegungen der Wolkenbänke im Sommer, die fast täglich beobachtet werden: die Wolken sinken nachts in die Täler ab und werden am Tage durch die aufsteigende heiße Luft wieder aufwärts getrieben; die Folge sind Niederschläge in den Tälern bei Nacht, auf den Höhen am Tage.

Die Schneegrenze liegt bei 4800 m, doch sind größere Schneeanstimmungen wegen der Steilheit des Geländes selten; nur in höheren Lagen der alpinen Stufe finden wir als Folge von Lawinen häufiger Schneeflecken, die bis weit in den Sommer hinein liegenbleiben.

Als Klimascheide tritt die Wasserscheide zum Lohit-Zayul Chu hervor. Für die von S kommenden feuchten Luftmassen ist diese Kette das erste große Hindernis. Der Einfluß dieses „Regenfängers“ ist denn auch deutlich zu spüren. Andererseits fließen über den D i p h u k L a trockene Luftmassen nach S, dann liegt der Paß im vollen Sonnenschein, während Wolken und Nebelbänke, die ständig die Täler im S füllen, in der Höhe wie „abgeschnitten“ durch die trockenen Luftströmungen erscheinen. Der Einfluß der trockenen Luft zeigt sich auch bereits in der alpinen Stufe, die hier — auf dem N-Hang — nicht mehr die Zusammensetzung wie in den ganz feuchten Gebieten aufweist. Auch ist in diesem Zusammenhang

^o) Lit.: BAILEY 1912; WARD 1920; 1921, II; 1923, I; 1926—1929; 1930, III; IV; 1931—1932; 1932; 1933, I, II; 1937; 1939, I, II; 1941, II; 1944—1945; 1946, I, II, III; 1949; 1956; STAMP 1924, 1925; HANDEL-MAZZETTI 1927, I, II; MERRILL 1941.

die Beobachtung interessant, daß am 30. Oktober auf dem Hang nach Zayul hin schon tiefer Schnee lag, während auf der burmesischen Seite noch nicht die geringste Spur von Schnee zu sehen war.

Die Ähnlichkeit zum Klima der Mishmi Hills und des östlichen Himalaya, die wir diesen einleitenden Bemerkungen bereits entnehmen können, läßt uns vermuten, daß auch die Vegetationsverhältnisse des nördlichsten Burma an die genannten Gebiete erinnern werden WARD 1930, III; IV; 1939, I.

Regionale Analyse.

Die untersten Lagen nimmt der immergrüne tropische Regenwald ein — wir begegneten diesem Typ zuletzt im Lohit-Tal; im nördlichen Burma erscheint er in den am tiefsten eingeschnittenen Tälern und steigt bis 600 m auf: am Mali Kha, große Teile der Ebene von Hkamti bedeckend und am Nam Tisan, wo der tropische Regenwald bis 27°30' N verbreitet ist.

In der floristischen Zusammensetzung sind wichtig:

Terminalia myriocarpa, *Wightia gigantea*, *Bombax malabaricum*, *Pterospermum acerifolium*, *Dillenia indica*, *Mesua ferrea*, *Duabanga sonneratioides*, *Dipterocarpus alatus*, *Shorea assamica*, *Sterculia villosa*, *Salix tetrasperma*, *Gmelina arborea*, *Altingia excelsa*, *Castanopsis argentea*, *Aesculus punduana*, *Pandanus furcatus*, *Talauuma*, *Catalpa*, *Cedrela*, *Elaeocarpus*, *Erythrina*, *Nephelium*, *Echinocarpus*, *Ficus*, *Lagerströmia*, *Garcinia*, *Bauhinia*, *Dipteris* u. v. a.

Epiphyten sind stark verbreitet.

Wichtige edaphische Varianten finden wir auf den Kies- und Geröllbänken zwischen den Hoch- und Niedrigwasserständen der Flüsse; Schlamm-bänke treten nicht auf — die Flüsse sind reißend.

Hier gilt wie für die früher erwähnten Vorkommen dieses Typs, daß die Klassifizierung als „tropischer immergrüner Regenwald“ natürlich abgelehnt werden kann; wir wollen diesen Terminus auch nicht dem tropischen äquatorialen Regenwald gleichsetzen — so eng auch die verwandtschaftlichen Beziehungen sein mögen; doch gilt es, eine Unterscheidung gegenüber der nächsthöheren Stufe des immergrünen Bergwaldes zu treffen, der in seiner floristischen Zusammensetzung deutlich verschieden ist WARD 1939, I; 1944—1945; 1949.

Mit der Höhe setzen sich auch im nördlichen Burma *Quercus* und *Castanopsis* durch und bilden von 1000 m ab zusammen mit verschiedenen Lauraceen und Meliaceen die führende Schicht im immergrünen Bergwald. Sehr charakteristisch ist im nördlichsten Burma in dieser Höhenstufe auch wieder das verbreitete Auftreten der Baumfarne.

Erwähnung verdienen insbesondere noch:

Engelhardtia spicata, *Aesculus assamica*, *Carpinus viminea*, *Ulmus lancaefolia*, *Castanopsis argentea*, *Bucklandia populnea*, *Altingia excelsa*, *Magnolia pterocarpa*, *Lindera caudata*, *Pandanus furcatus*, *Acer*, *Michelia*, *Taxus*, Palmen u. v. a.

Die Zahl der *Ficus* sp. geht zurück. *Bauhinia variegata* verdient von den Kletterpflanzen erwähnt zu werden. *Bambus* breitet sich im Unterwuchs aus.

WARD schlägt gelegentlich vor, als Untergrenze des Bergwaldes auch die Obergrenze der Winternebel anzusehen: die tropische Vegetation der Ebene von Hkamti steht während des Winters mehrere Stunden am Tage in dichte Nebel gehüllt, während der Bergwald darüber frei von diesem Nebelbad bleibt; diese Grenze würde aber bereits zwischen 300—600 m liegen WARD 1944—1945.

Die Obergrenze des Bergwaldes ist die Frostgrenze, die auch hier zwischen 1500—1800 m zu suchen ist. WARD setzt die Frostgrenze gleich der unteren Verbreitungsgrenze von *Bucklandia populnea* STAMP 1925; WARD 1931—1932; 1933, 105; 1944—1945; EDWARDS 1950.

Die Berge zwischen Mali Kha und Tamai, die bis 1800 m und höher aufragen, sind in den unteren Lagen vom immergrünen Bergwald bedeckt, wie wir auf dem Wege von P u t a o (Ft. Hertz) nach P a n g n a m d i n beobachten können; die höchsten Lagen zeigen bereits die Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder. Im A d u n g - T a l, das im ganzen von dichten tropischen Wäldern erfüllt ist, beginnt oberhalb Adung Long, wo sich das Tal verengt, die Laubwaldstufe des Höhenwaldes — bis hierher reicht demnach der immergrüne Bergwald aufwärts WARD 1930, IV; 1932; 1949.

Die Höhen- und Nebelwälder scheinen in der Laubwaldstufe in den nördlichsten Teilen Burmas eine ganz besonders reiche und mannigfaltige Ausbildung zu erleben.

Da ist zunächst eine „Variante“, die sich in den unteren wärmeren Lagen findet. *Quercus lamellosa*, baumförmige *Rhododendron*, *Betula cylindrostachys* und besonders *Bucklandia populnea* beherrschen diese Höhenlagen — ja, diese letztere Species gilt sogar als besonders typisch, da ihre Verbreitungsgrenzen, 1600—2100 m, der Ausdehnung dieser Variante gut entsprechen. Einige Koniferen — *Podocarpus*, *Pinus excelsa*, *Taxus* — kommen ebenfalls hier vor. Die Sommer sind kürzer, die Winter länger als im Bergwald darunter; Fröste treten auf, im Winter fällt Schnee. Dauernder Nebel und Regen sind charakteristisch. Im A d u n g - T a l ist diese Variante gut entwickelt WARD 1932.

Für die höheren Lagen, ist das geschlossene Auftreten der baumförmigen *Rhododendron* sp. bezeichnend:

„The great tide of *Rhododendron*, which floods the forest between 6000 and 12 000 feet and submerges the alpine region beyond, has set in“ WARD 1944-1945. *Acer*, *Sorbus*, *Betula*, *Fraxinus*, *Prunus* (*Cerasus*) sind neben den *Rhododendron* sp. verbreitet WARD 1937, 136.

Im Übergang zur Koniferenstufe sind aus dem nördlichsten Burma Mischbestände von Laubbäumen, immergrünen und laubwerfenden, mit Koniferen bekannt; in diesen Wäldern finden wir

Quercus — 8-10 verschiedene Species, *Magnolia rostrata*, *M. Campbelli*, *Rhododendron* sp. (baumförmig), *Acer*, *Prunus*, *Ilex nothofagifolia*, *Tsuga dumosa*, *Larix Grifithii*, *Picea morinda*, *Taiwania cryptomerioides*, *Juniperus recurva*, epiphytische *Rhododendron* etc.

Höhenmäßig ist dieser Übergangstyp schwer festzulegen — 2100—2700 m dürften den Verbreitungsgrenzen einigermaßen entsprechen: von 2100 m ab sind Winterfröste vorherrschend, von 2700 m ab pflegt Schnee im Winter längere Zeit liegenzubleiben. Üppige Wälder dieser Mischbestände stehen oberhalb T a h a w n d a m im Adung-Tal WARD 1932; 1933, 106; 1937; 1944—1945.

In den feuchtesten Lagen der Laubwaldstufe des Höhen- und Nebelwaldes begegnet uns ein „M o o s w a l d“ — jeder Baum, jeder Ast ist mit

Moosen und Epiphyten überladen. Das Auftreten von *Utricularia* sp. (hier *U. orbiculata* — siehe auch TROLL 1937 für Sikkim!) zeugt für die enorm hohe Luftfeuchtigkeit WARD 1931-1932; 1933, 106, 110; 1939, I; 1944-1945.

Lichtungen im Laubhöhenwald sind meist mit Gebüsch von *Rhododendron*, *Gaultheria*, *Euonymus*, *Ilex*, *Philadelphus*, *Deutzia*, *Viburnum*, *Vaccinium* bestanden WARD 1937.

Von Kiefernwäldern unterscheiden wir zwei Typen im nördlichen Burma. In den tieferen Lagen bildet *Pinus Khasya* (syn. *P. insularis*) lichte Wälder wie im Lohit-Tal, aber dieser Wald reicht nicht mehr in den von uns behandelten Teil des Landes hinein; die nördlichsten Vorkommen wurden bei Htawgaw-Hpimaw im Ngawchang-Tal (bis 26° N) festgestellt; auch hier werden diese Wälder regelmäßig gebrannt. Aber in der Höhe der Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder (1500—2100 m) tritt ein anderer Kiefernwald auf: *Pinus excelsa* bildet hier ebenfalls offene Bestände mit Adlerfarn und Gras auf exponierten Hängen — vielleicht entsprechen diese Wälder den Vorkommen von *Pinus excelsa* in Zentral-Nepal, wo diese Species auf nährstoffarmen Böden *Pinus Roxburghii* in der Höhe ablöst NAKAO 1955; KAWAKITA 1954; 1956; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956. Auch in den Wäldern von *Pinus excelsa* ist der Einfluß des Menschen am Werk: am Adung wird hier regelmäßig im März gebrannt. Auch am Nam Tamai und am Tadzu, zumal oberhalb Pangnamdin (Tamai), finden wir die Kiefernwälder der Höhen- und Nebelwaldstufe, auf die in der Höhe feuchte Koniferenwälder (*Abies!*) folgen WARD 1932; 1933, II, 51; 1937, 161; 1944—1945; 1946, I; 1949; EDWARDS 1950.

Diese verschiedenen Varianten sind überall in der entsprechenden Höhenstufe im nördlichsten Burma verbreitet, am besten aber finden wir diese Wälder in ihrer verschiedenen Zusammensetzung an den Hängen der Adung-Schlucht ausgebildet; an der Mündung des Seinghku in den Adung beginnt üppiger Nebelwald bereits bei 1300 m! WARD 1923, I; 1930, III; 1933, II; 1937; 1946, I. Auch im E, im Tal des Taron, das als sehr gut bewaldet gilt WARD 1920, sind die Laubhöhenwälder prachtvoll entwickelt: hier fallen *Bucklandia populnea*, *Betula cylindrostachys*, *Gleichenia glauca* und *Dipteris conjugata*, *Brassaiopsis Hookeri*, *Hydrangea Taronensis*, *Ficus*, *Pentapterygium* und epiphytische Orchideen, wie z. B. *Coelogyne*, besonders auf — *Pinus excelsa* und Adlerfarn sind am Taron in gleicher Weise lokal verbreitet, wie wir es eben geschildert haben. Das östliche Quelltal des Irawadi weist eine erstaunliche Anzahl von Bäumen und Sträuchern auf, die diese Gegend mit Sikkim (als dem am besten erforschten Gebiet des östlichen Himalaya) gemeinsam hat HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 235—239.

Endlich, bei 2800—3000 m, hat sich die Koniferenstufe der Höhen- und Nebelwälder voll durchgesetzt; der Gesamteindruck ist in den tieferen Lagen der reiner *Tsuga*-Wälder, in den höheren der reiner *Abies*-Wälder (*Abies Delavayi* (syn. *Abies Fargesii?*), 3000—3600 m); *Tsuga dumosa* vermittelt den Übergang von der Laubwaldstufe her. Auch finden wir noch *Magnolia*, *Acer*, *Betula*, ferner *Sorbus*, *Corylus*; *Rhodo-*

dendron ist nach wie vor in enormer Zahl vertreten. Daneben ist die Üppigkeit der Bambusgewächse (*Arundinaria*) in den feuchten Koniferenwäldern erstaunlich; *Berberis*, *Ribes*, *Lonicera*, *Spiraea* sind häufig WARD 1931—1932; 1933, III; 1937, 161; 1944—1945; EDWARDS 1950.

Im Adung-Tal setzt der feuchte Nadelwald bei 3000 m oberhalb Tahawndam ein mit *Abies Delavayi*, *Tsuga*, *Picea*, *Larix*, *Betula* und *Rhododendron* WARD 1932; 1937. Zwischen Nam Tamai und Dablu erscheinen auf den höchsten Höhen die ersten Exemplare von *Abies* WARD 1939, I, doch sind hier vor allem *Rhododendron* und Bambusdickichte verbreitet, und es scheint fast so, als wenn die exponierten höchsten Lagen östlich des Nam Tamai (z. B. am Munghu Hyet) vom Nadelwald gemieden werden WARD 1939, I. Auch im Gebiet des Tadz u wurden feuchte Nadelwälder (*Abies*) festgestellt WARD 1946, I, und auf der W-Flanke der Irawadi-Salwin-Kette finden wir ebenfalls Nadelwälder, die bei 3400 m von *Abies* und *Larix* gebildet werden; auch *Pinus excelsa* erscheint hier noch, erreicht aber im Flußgebiet des Taron die Ostgrenze ihrer Verbreitung HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 234, 240; 1931; WARD 1949, 71. Im Quellgebiet des Taron verzahnen sich die Ausläufer der feuchten Höhenwälder (*Abies*, *Juniperus*) mit den alpinen Matten im Tal des Kalaw, aufwärts Ridong BAILEY 1912, 339; auch die Wälder nördlich des Namni La dürften den feuchten Koniferenwäldern zuzuordnen sein WARD 1932, 474.

Subalpiner *Rhododendron*-Buschwald leiten von 3600 m ab zur alpinen Stufe über. Reine Bestände von *Betula utilis* erscheinen, ferner *Juniperus*, *Sorbus*, *Prunus* und Gestrüpp von *Berberis*, *Spiraea*, *Rosa sericea*, an Wasserläufen *Myricaria esculenta*; vor allem sind undurchdringliche Dickichte von *Arundinaria* gerade auch wieder für die subalpine Stufe kennzeichnend — im Übergang zur feuchten alpinen Stufe treten sie in Konkurrenz mit der alpinen Matte! *Rhododendron* sp. und *Primula* sp. bestimmen hier wie im feuchten östlichen Himalaya den Vegetationscharakter der alpinen Stufe, beide Genera dominieren jedoch im ganzen nicht so ausschließlich wie im Assam-Himalaya und den angrenzenden Gebieten des südöstlichen Tibet. Bedeutende Verbreitung in der alpinen Stufe des nördlichsten Burma finden ferner

Gentiana Wardii, *Diapensia himalaica*, *Fritillaria Roylei*, *Paraquilegia grandiflora*, *Saussurea gossypiphora*, *Arenaria polytrichoides*, *Eriophyton Wallichii*, *Ranunculus*, *Anemone*, *Geranium*, *Lloydia*, *Allium*, *Nomocharis*, *Omphalogramma*, *Meconopsis*, *Pedicularis*, *Corydalis*, *Cremanthodium*, *Crepis*, *Lactuca* u. v. a. WARD 1931—1932; 1932; 1933 I, 112; 1944—1945.

Die Baumgrenze wird oberhalb Tahawndam am Adung bei 3900 m, das Ende der „Holzvegetation“ bei 4200 m erreicht WARD 1931—1932; 1932; 1944—1945; die alpine Stufe reicht im Gamlang-Tal bis 4800 m — die Lage der Schneegrenze wird mit 4800—5100 m angegeben WARD 1932; 1939, I.

Im Quellgebiet des Taron, nördlich des Namni La und um Jite, breitet sich die feuchte alpine Stufe aus, und der Übergang zu den Grashochflächen Osttibets kündigt sich bereits an WARD 1933, II, 54. Grasbedeckte Hänge fand BAILEY 1912, 339 auch im Tal von Ridong auf

dem Weg zum Tsema La und Lagyap La, während der Talboden selbst von „Wiesen“ eingenommen wurde. Am See unterhalb des Tsong La wurde in 4500 m *Rhododendron*-Gebüsch beobachtet BAILEY 1912, 339. Oft jedoch verdrängt auf den feuchten Granitketten im Einzugsgebiet des Taron niedrig wachsender Bambus die alpine Kräuterflur — der Gesamteindruck ist „quite tropical“! WARD 1923, I, 13—14. Weiter im S berichtet HANDEL-MAZZETTI 1927, I; II über die feuchte alpine Stufe der Irawadi-Salwin-Wasserscheide am Gomba La und Tschiangschel-Paß (4075 m); am Tschiangschel-Paß, wo die alpine Stufe wieder ganz besonders feucht ist, waren *Primula Dickieana* (Assam-Himalaya!), *Nomocharis* sp. und *Utricularia salwinensis* auffällig. *Cerasus mugus*, *Prunus poterii* und *Rhododendron saluense* bilden Krummholz. Die alpinen Matten nehmen ausgedehnte Flächen ein HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 233, 241.

Zusammenfassung.

Die Vegetationsfolge im nördlichsten Burma, dem Quellgebiet des Irawadi, entspricht vollkommen der tropisch-feuchten Vegetationsstufe der Mishmi Hills und des östlichen Himalaya.

Das tiefe Einschneiden der Wasserläufe, die Steilheit des Geländes lassen die tropische Vegetation tief in das Innere des Gebirges eindringen; hier, wie im Tsangpo-Durchbruch, in Sikkim und noch im zentralen Nepal ist es möglich, die Vegetationsstufe von der tropischen Pflanzenfülle der Täler bis zum ewigen Schnee im Zuge eines Berghanges ins Auge zu fassen.

Die floristischen Beziehungen weisen nach W nach dem Himalaya, nach Malaya und nach Ostasien, doch scheinen sich die einzelnen Vegetationsstufen in dieser Hinsicht nicht gleichmäßig zu verhalten.

Mensch und Umwelt im nördlichsten Burma.

Überall im nördlichsten Burma wird — bis zu einer gewissen Höhe — Wanderhackbau getrieben; die aufgelassenen Felder — Taungyas oder Ponzos — sind vorübergehend an einem charakteristischen Sekundärwuchs kenntlich, bis immergrüner Wald die Standorte zurückgewonnen hat KURZ 1877, 1. Bd., XXIX—XXX. In der Ebene von Hkamti sind die Anbauverhältnisse regelmäßiger, doch abgesehen davon finden wir Dauerkulturen im nördlichsten Burma nur im Bereich tibetischer Siedlung, in den Tälern von Adung und Seinghku. Reis und Mais werden im Anbau bevorzugt.

Nachhaltig zeigt sich der Einfluß des Menschen auf die Vegetation im Brennen der Kiefernwälder.

Bambus-Gewächse sind — wie wir sahen — in allen Wäldern des tropisch-feuchten nördlichen Burma verbreitet und einzelne Species bestimmten Waldgesellschaften eigentümlich. Die Verbreitung der Bambusgewächse scheint durch menschliche Einwirkung (Brand!) gefördert zu werden (Taungyas!). Auf Kahlschlägen erscheint *Dendrocalamus Hamiltonii* als Sekundärwuchs in reinen Beständen.

Einen eigentümlichen Einfluß scheinen — mittelbar — bestimmte *Bambus*-Species wiederum auf das menschliche Leben auszuüben: Hungersnöte ernsthaften Ausmaßes, die sich alle sieben (?) Jahre wiederholen, werden auf die periodisch reichliche Blüte gewisser *Bambus*-Species zurückgeführt, die mit folgender reichlicher Samenproduktion Ratten und Mäusen Nahrung im Überfluß liefern und in diesen „fetten Jahren“ zu gewaltiger Fruchtbarkeit der Nagetiere Anlaß zu geben scheinen; einige Zeit nach der Bambusblüte werden die menschlichen Siedlungen von Ratten und Mäusen überschwemmt. WARD berichtet darüber aus dem Gebiet des Nam Tamai 1930, I, 413 und bestätigt die Angaben von HANDEL-MAZETTI 1927, II, 196 auf Grund der Mitteilungen von Pater Genestier in Bahan (Salwin). Aus dem Assam-Himalaya teilt uns GRAHAM BOWER 1953, 24 folgende resignierte Feststellung eines Dafla mit: „The crops were good — except, of course, for the rats. The bamboos are seeding and dying; therefore there are many rats. It is always so.“

Aus dem südlichen Chile ist ein Parallellfall bekannt: der ebenfalls periodisch üppigen Blüte der Quila-Quila-Gräser (*Jusqueua* sp.) folgt Ratten- und Mäuseplage.

Im Sommer übt die *alpine Stufe* im nördlichsten Burma große Anziehungskraft aus; dann stellen sich hier nicht nur Tibeter und Darus, auch Lissus und Chinesen bis vom Mekong her ein, um zu jagen, mehr noch, um nach den Knollen von *Fritillaria Roylei* zu graben, die für medizinische Zwecke geschätzt werden. Der *Namni La* ist dann ein viel besuchter Paß, zumal die Darus ihn auch benutzen, um mit den Tibetern *Handel* zu treiben: Vieh und Gebrauchsgegenstände sind die Handelsobjekte, in erster Linie aber das viel begehrte Salz des tibetischen Hochlandes WARD 1932, 473; 1956, 47.

XII. Die meridionalen Stromfurchen zwischen 27°30' und 30°N.

Grenzen.

Den Abschluß dieser regionalen Analyse mögen einige Bemerkungen über die Verteilung der Vegetation in den Talfurchen der drei großen Ströme — *Salwin*, *Mekong* und *Yangtsekiang* — zwischen 27°30' und 30° N bilden. Dieser Ausschnitt ist willkürlich, orientiert nach den vorhandenen Berichten und unterstreicht die Absicht, keine Betrachtung der großen Stromtäler insgesamt hier anschließen zu wollen — dazu fehlen die nötigen Unterlagen und vor allem die Berechtigung, lautete doch mein Auftrag auf Klärung der Vegetationsverhältnisse im Himalaya: von daher muß auch die Begründung gefunden werden, bis in das Gebiet der meridionalen Stromfurchen vorzustößen.

Ich erhoffte mir zunächst eine Klärung, vielmehr einige Hinweise zur Klärung der Dynamik der klimatischen Trockentäler, auf die wir bei unserem Gange durch den Himalaya aufmerksam geworden und die nun hier so grandios entwickelt sind. Zum anderen konnte ich nicht widerstehen, hier — wo die Verhältnisse, wie wir sehen werden, so ganz andere sind — noch einmal dem Übergang der tropisch-feuchten zu den trockenen Vegetationstypen nachzuspüren: daß wir dabei auch der Frage nach einer möglichen östlichen Fortsetzung der Hauptkette des Himalaya begegnen werden und nicht aus dem Wege gehen können, ergibt die Situation.

Pflanzengeographische Erforschung.

Die pflanzengeographische Forschung in diesem Abschnitt der meridionalen Stromfurchen ($27^{\circ}30'$ — 30°) ist in erster Linie durch Kingdon WARD, HANDEL-MAZZETTI und ROCK gefördert worden.

WARD ist etwa seit 1910 in diesem Gebiet gereist und hat in einer großen Anzahl von Veröffentlichungen über die Flora und Vegetation berichtet, sowie seine Ansichten über eine östliche Fortsetzung der Hauptkette des Himalaya vorgetragen. HANDEL-MAZZETTI forschte hier während seines Aufenthaltes in China in den Jahren 1914—1916. ROCK hat auf ausgedehnten Reisen das Grenzgebiet zwischen China und Tibet durchzogen und vieles zur Kenntnis der Vegetation in diesem Abschnitt beigetragen.

Manche wertvolle Angabe verdanken wir auch den älteren Reisewerken von GILL 1878, 1880, ROCKHILL 1894 und BACOT 1908.

SCHÄFER 1938, I und WEIGOLD 1935 haben den hier gewählten Ausschnitt selbst nicht besucht, doch geben ihre Berichte einen guten Eindruck von den unmittelbar im N und E anschließenden Gebieten, den wir mit Gewinn für unseren Abschnitt zur Kenntnis nehmen.

Die Kenntnis der pflanzengeographischen Verhältnisse dieses Gebietes ist bescheiden — dennoch können wir ein grobes Übersichtsbild entwerfen; im ganzen ist die pflanzengeographisch-floristische Forschung hier weiter gediehen als mancher andere Zweig der Naturwissenschaft*).

Grundzüge von Relief und Klima.

Salwin, Mekong und Yangtsekiang entwässern in drei großartigen, in unserem Abschnitt parallel NNW — SSE verlaufenden Tälern das tibetische Hochland; zwischen den Talzügen ragen hohe Gebirge auf, die in den Massiven des Kenyichumpo (Irawadi-Salwin-Kette), Kawakarpö (Salwin-Mekong-Kette) und Paimangshan (Mekong-Yangtse-Kette), sämtlich über 6000 m, ihre höchsten Erhebungen erreichen.

Auf den Karten treten uns diese Ketten, entsprechend den Höhenverhältnissen, in imposanter Geschlossenheit entgegen; die wenigen Forscher, denen hier zu reisen erlaubt und möglich war, zweifeln jedoch auf Grund ihrer Beobachtungen an der Ursprünglichkeit des gegenwärtigen Erscheinungsbildes (z. B. WARD, HANDEL-MAZZETTI, GREGORY, ROCK). WARD weist auf die Ähnlichkeit der Gesteine SE-Tibets und des nordwestlichen Yünnan hin (WARD 1934, I). GREGORY kommt auf Grund seiner Beobachtungen zu der Annahme, daß sich die „Alpen“ des chinesisch-tibetischen Grenzgebietes im Zusammenhang mit dem Himalaya-System gebildet haben und eine Fortsetzung des Himalaya seien; nordsüdlich ver-

*) Lit. (Auswahl): GILL 1878; 1880; ROCKHILL 1894; BACOT 1908; BAILEY 1912; WARD 1912; 1913, I; 1918; 1919, I, II; 1920; 1921, I, III; 1923, I, III; 1933—1934; 1934, I, II; 1935, I; 1935—1936; 1946, III; 1947; DIELS 1913; BOUTERWEK 1919; LIMPRICHT 1919; 1922; HANDEL-MAZZETTI 1921, I; II; 1927, I; II; 1930; 1931; TEICHMAN 1922, I; II; GREGORY 1923, I; II; ROCK 1926; 1947; WEIGOLD 1935; SCHÄFER 1938, I; II; KAULBACK 1938, I; II; WANG 1941; HANSON-LOWE 1941.

laufende Bruchlinien hätten die Ausbildung der parallelen Talzüge ermöglicht und damit die Entwässerung des tibetischen Hochlandes nach S bzw. nach SE, wobei zwei Phasen der Talbildung unterschieden werden müßten: eine erste, glaziale, die die hochgelegenen breiten Talwannen (U-Täler) geschaffen hat, und eine zweite, die im Zusammenhang mit der jungen Hebung des Gebirges zur Ausbildung der tiefen Schluchten (V-Täler) führte (Oberes und unteres Durchbruchstal des Tsangpo!) GREGORY 1923, I, 160—162, 172—174; 1923, II; WARD 1935, II; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 241; WEIGOLD 1935, 220; SCHÄFER 1938, I, 41; ROCK 1947, 276.

Wir können diese Probleme nicht weiterverfolgen, es war meine Absicht darauf hinzuweisen, daß das einprägsame Bild der Landkarte nicht unbedingt den ursprünglichen Zusammenhängen entspricht. Aber nur intensive Feldforschung wird die Lösung dieser Fragen fördern können. Für uns sind die Grundzüge des Reliefs zunächst nur wichtig als Voraussetzungen für die Vegetationsverteilung.

Doch bevor wir den Verhältnissen in den einzelnen Tälern nachgehen wollen, mögen kurz noch die klimatischen Bedingungen angedeutet werden.

Im Überblick finden wir unseren Ausschnitt der großen Stromtäler umgeben von dem tropisch-feuchten Bereich in Assam und dem nördlichen Burma; Yünnan und Setschwan sind zwar weniger feucht, haben aber mit den genannten Gebieten im ganzen gleichmäßige Temperaturen gemeinsam, während im Gegensatz dazu das tibetische Hochland im N mit seinen enormen Temperaturschwankungen und seiner großen Trockenheit steht. In diesen großen klimatischen Rahmen müssen wir uns die Stromfurchen gestellt denken.

In Assam, Zayul, dem nördlichen Burma bringt der SW-Monsun die Niederschläge. Auch weiter im E zeigt sich der SW-Monsun als wichtigster Regenbringer: die Irawadi-Salwin-Kette empfängt in unserem Ausschnitt der meridionalen Stromfurchen die höchsten Niederschläge! WARD 1913, I, 94, 261, 265; ROCK 1947, 276. Doch schon im Tal des Salwin wird die Wirkung des Regenschattens sichtbar, den die Höhen der Irawadi-Salwin-Kette, zumal das Massiv des Kenyichumpo, werfen, unter dessen Einfluß das Tal des Salwin von Chunathung aus nach N trocken wird.

Der nächste „Regenfänger“ für die Winde aus SW ist die Salwin-Mekong-Kette; hier stellt sich das mächtige Massiv des Kawakarpo den feuchten Luftmassen entgegen, und als Folge zeigt das Mekong-Tal im Regenschatten des Kawakarpo noch größere Trockenheit; vielfach wird auch das Massiv des Kawakarpo als die Grenze der Monsunwirkung nach E angesehen, da die Mekong-Yangtse-Kette einen bedeutend geringeren Niederschlag erhält WARD 1913, I, 94, 261, 264, 265; ROCK 1947, 276.

Über den Einfluß des ostasiatischen Monsun bis in dieses Gebiet wird nirgendwo berichtet, er dürfte also in seiner Wirkung gegenüber dem SW-Monsun ganz zurücktreten. In W-E-Richtung ergibt sich somit eine allgemeine Abnahme der Niederschläge.

Tief eingeschnitten, von hohen Gebirgszügen begrenzt, entwickeln die großen Talzüge eine eigene klimatische Dynamik, die in einer

auffallenden vertikalen Gliederung der Vegetation ihren sichtbaren Ausdruck findet. In der Vielfalt der Erscheinungen, die sich am stärksten bei einer Querung der Ketten und Täler von W nach E (oder umgekehrt) zeigt, erscheinen immer wieder die trockenen Talstufen als das Charakteristikum, das den drei Tälern gemeinsam ist. Einen ersten Grund dafür haben wir in der regenabschirmenden Wirkung der Gebirgsketten, sonderlich der hohen Massive, kennengelernt: die Trockenheit der Talstufen setzt im Regenschatten der Massive ein bzw. erfährt von dort ab nach N eine entschiedene Verstärkung WARD 1913, I, 264—265. Auch der Einfluß des kontinentalen Klimas von N her dürfte sich bemerkbar machen, SCHÄFER 1938, I, 48, aber das genügt alles nicht zur Erklärung der Erscheinung, vor allem auch wenn wir daran denken, wie scharf und unvermittelt oft der Wechsel der Verhältnisse ist. Im Salwin-Tal, das als einziges der drei Täler in diesem Ausschnitt die beiden Extreme — Trockenheit und tropisch-feuchtes Monsunklima — in voller Ausbildung umfaßt, sind die klimatischen Gegensätze durch eine scharfe Grenze getrennt, die „innerhalb einer Meile“ festgelegt werden könnte WARD 1913, I, 264; 1920; 1947, 64—65 — oder, wie ROCK anschaulich sagt: „a rope could be stretched between rain belt and arid zone, so close do they adjoin each other“ ROCK 1947, 267. Jedenfalls ist es möglich, im Tal des Salwin innerhalb eines Tages von einem Gebiet, in dem es sechs Monate hindurch jeden Tag regnet, in ein anderes zu gelangen, in dem der Jahresniederschlag kaum mehr als 250 mm beträgt, ja teilweise noch weniger (125 mm, vgl. Gilgit im Indus! WARD 1913, I, 94, 265).

Bei Yangtse am Mekong beobachtete WARD 1913, I, 268 Regenwolken, die trotz heftiger, talaufwärts gerichteter Winde die „physikalische Barriere“ nicht überwinden konnten, die dort vorzuliegen scheint. Morgens wölbt sich klarer, blauer Himmel über dem Tal; mittags fallen ein paar Tropfen Regen, abends hängen rechts und links Wolken an den Hängen, die gerade bis hierher vorgedrungen waren, während über dem Strom dauernd ein Streifen blauen Himmels blieb WARD 1913, I, 268.

Die Beobachtung, daß die Talstufe selbst und die Luftschicht darüber völlig wolken- und nebelfrei bleiben, während sich zu beiden Seiten mit der Obergrenze der trockenen Talstufe beginnend dichte Nebel- und Wolkenbänke an den Hängen lagern, läßt sich fast täglich, ganz besonders während des Sommers, in den Tälern des Salwin, Mekong und Yangtsekiang anstellen WARD 1913, I, 265; SCHÄFER 1938, I, 20, 30.

Das auffälligste Phänomen, das in allen drei Tälern wiederkehrt, ist aber der Wind, der mit größter Regelmäßigkeit im Laufe des späten Vormittags einsetzt (ROCK 1947, 317: ab 11 Uhr; WARD 1913, I, 265: kurz nach Mittag), talaufwärts gerichtet ist und bis gegen Mitternacht andauert. Mit unglaublicher Kraft reißt der Sturm Felsen los, verursacht Steinerschlag und kann dem Reisenden durch sein unberechenbares, stoßweises, heftiges Auftreten gerade auf den schmalen Felsenleisten in den Cañons äußerst gefährlich werden — dazu strahlt die Sonne erbarmungslos vom wolkenlosen blauen Himmel, während in größerer Höhe an den Hängen in der Stufe des Nebelwaldes und auch darüber auf den Ketten in W und

E der Regen nicht enden will! WARD 1913, I, 237, 264; BOUTERWEK 1919; SCHÄFER 1938, I, 19—21, 48—50; ROCK 1947, 317 (Yangtse/Mekong), 341.

Die Trockenheit der Talstufe ist so groß, daß ungeachtet der hohen Temperaturen diese unteren Bereiche bis Mai öde und kahl daliegen. Erst das plötzliche Einsetzen der Regenzeit verwandelt die trockenen Felsenhänge vorübergehend in ein Paradies! Doch sind die Niederschläge ganz vom Monsun abhängig und drängen sich auf die heißen Monate Juni—August zusammen; sie fallen in Form von Wolkenbrüchen und fließen rasch ab, ohne nachhaltige Wirkung auf die Vegetation auszuüben. Im September findet diese kurze Vegetationsperiode bereits wieder ihr Ende, und mit dem Abflauen der Niederschläge versinkt die Vegetation der Talschluchten erneut in ihren (neunmonatigen) Trockenschlaf. Schneefall konnte im Tal unten nicht beobachtet werden. Die große Strahlungsintensität führt lokal zu starken nächtlichen Taufällen, die die Vegetation zu begünstigen vermögen WARD 1913, I, 265; WEIGOLD 1935, 222; SCHÄFER 1938, I, 19—20; 48—50; auch WANG 1941; HANSON-LOWE 1941.

SCHÄFER führt die Entstehung des Windes auf die Erhitzung der kahlen Felswände durch die starke Einstrahlung zurück: die erhitzten Luftschichten steigen auf und strömen in die höher gelegenen Gebiete hinauf („Heißluftkanäle“) — nachts drücken die kälteren Luftmassen nach unten, um das entstandene Vakuum zu füllen. Je enger das Tal, desto stärker sei auch die Erhitzung, desto größere Beschleunigung erfahre der ganze Vorgang SCHÄFER 1938, I, 30, 50; WEIGOLD 1935, 222 — ich werde auf diese Fragen noch im Zusammenhang zurückkommen.

Regionale Analyse.

1. Das Tal des Salwin (zwischen 27°30' und 30° N).

Verfolgen wir die Vegetationsverhältnisse im Tal des Salwin, so finden wir unter 27°30' auf dem westlichen Ufer bei Bibili dichte tropische Wälder mit epiphytischen Orchideen, Farnen, Aroideen; *Ficus* und *Musa* sind sehr charakteristisch. Merkwürdigerweise zeigen die unteren Hanglagen auf der gegenüberliegenden Seite des Stromes nur lichte Kiefernwälder mit Adlerfarn WARD 1912; 1923, III, 195, 231, 232. Der tropisch-feuchte Wald zieht sich auf dem westlichen Ufer stromauf bis Changputang (Champutong, Tsamputong), er füllt das Seitental des Tjöntson Lumba mit triefend feuchten Mischbeständen — und da hier in diesem Nebental bald *Magnolia tsarongense* und *Rhododendron* — beide mit braunfilzigen Blattunterseiten — so sehr auffällig sind, da Blutegel auf Schritt und Tritt den Reisenden anfallen und Lebermoose in dichten Polstern alle Felsblöcke überziehen, sind der Anzeichen genug, hier die Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder wiederzuerkennen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 229, 232. In einem unbenannten Tal, das weiter oberhalb vom Gomba La herabführt, zeigt sich nochmals der immergrüne tropische Bergwald mit *Schima khasiana*, *Sloanea Forrestii*, *Saurauja nepaulensis*, *Dendrobium devonianum*, *Rhamnus Henryi*; aber auch *Taiwania cryptomerioides*, *Rhododendron*, *Acer*, *Tsuga*, eine große *Lyonia* (*Pieris*) sind auffällig im Bestand. *Taiwania cryptomerioides*, die hier zwischen 2100 bis 2500 m gefunden wird, ist wegen ihres disjunkten Areals bekannt, das

außer diesen Standorten in den noch fast ganz unbekanntem Wäldern der meridionalen Stromfurchen und des östlichen Irawadi-Quellgebietes die Vorkommen auf der Insel Taiwan (Formosa) umfaßt HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 241; ROCK 1947, 337.

Das Tal des Salwin ist von feuchter, schwüler Luft erfüllt, und der Regenwald herrscht hier noch durchaus. Trockene Vegetation findet sich zunächst nur lokal. Die tropische Üppigkeit der Vegetation wird noch einmal besonders betont durch epiphytische Orchideen, Lianen, wie *Raphidiophora*, *Peepla*, *Agapetes lacei*, *Asplenium Nidus*, aber auch Palmen, wie *Trachycarpus Martiana* u. v. a. Oberhalb Changputang findet die tropische Vegetation im Tal des Salwin bald ihr Ende, und ein schneller und durchgreifender Wechsel tritt ein: die hohen Berge auf der Irawadi-Salwin-Kette westlich Changputang, machen nun ihren Einfluß auf die Niederschlagsverteilung geltend — bei Ssuchitung (Sitjitong) ist auch auf den unteren Hängen des westlichen Ufers Kiefernwald verbreitet WARD 1912; 1913, I, 94, 265; 1919, I; II; 1923, I, 11; 1923, III, 176, 196; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 241—243; ROCK 1926, 179—180; 1947, 330, 337.

Verfolgen wir die vertikale Stufung der tropisch-feuchten Wälder des Salwin-Tales, finden wir den Laubhöhenwald bald von der Koniferenstufe abgelöst, doch zeigt die floristische Zusammensetzung deutlich den Einfluß des ostasiatischen Florenreiches. Vorherrschend ist jedoch auch hier eine *Abies* sp. Im Tal des Tjöntson Lumba gesellen sich dazu *Cryptomeria*, *Tsuga intermedia*, *Picea complanata*, *Larix* — Moos bedeckt die Zweige, *Arundinaria* stellt den Unterwuchs, doch der wichtigste Bestandteil dieser Wälder dürfte nach den Koniferen *Rhododendron* sp. sein. Dieser Wechsel von der Laubwaldstufe zur Koniferenstufe ist auch oberhalb Changputang bekannt HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 230; ROCK 1926, 180; 1947, 337.

Die alpine Stufe ist hier, südlich des Kenyichumpo, sehr feucht, wie das Vorkommen von *Utricularia salwinensis* beweist. Das Tal, das zum Tschiangschel-Paß hinaufführt, gleicht einem üppigen alpinen Blumengarten; neben *Rhododendron* und *Betula* tritt *Cerasus mugus* als Krummholz auf. Mit 4075 m liegt der Tschiangschel-Paß merklich über der Baumgrenze, die wir bei 3900 m (27°51' N) antreffen. Die Höhen sind fast ständig in Nebel gehüllt. Eine ähnliche Vegetationsstufung und eine sehr feuchte alpine Stufe mit meilenweisem *Rhododendron*-Gebüsch und sumpfigen Primelwiesen finden wir auch im Aufstieg zum Gomba La WARD 1923, I, 11—12; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 233, 241.

Auf dem östlichen Ufer des Salwin sehen wir uns unter 27°30' sogleich von ganz anderen Verhältnissen umgeben. Hier beherrschen offene, trockene Kiefernwälder die unteren Hanglagen WARD 1923, III, 165; dann zieht sich dieser Steppenwald stromauf weiter und in das Doyon lungpa-Tal hinein bis Meradan. Auch die dem Salwin zugekehrte Hangseite des Alülaka zeigt uns den Kiefernwald (*Pinus insularis* syn. *P. Khasya?*), der stark mit Eichen durchmischt ist (*Quercus dentata*), *Alnus nepalensis* nutzt edaphisch günstigere Standorte; Gras und

Adlerfarn bilden den Unterwuchs. Steigen wir aber in den Tälern von Doyon lungpa und Serwa lungpa auf, wird der Kiefernwald sehr bald in der Höhe durch üppige tropische Laubwälder abgelöst (z. B. bei Bahan); hier finden wir enorme Exemplare von

Magnolia nitida, *M. rostrata* und *Rhododendron* sp.; ferner *Quercus*, Lauraceen (*Litsaea!*), *Castanopsis*, *Acer*, *Betula*, *Sorbus*, *Pterocarya Forrestii*, *Manglietina insignis*, *Taiwania cryptomerioides*, *Tsuga*, *Corylopsis glaucescens*, *Tetracentron sinense*, *Ilex dipyrena*, *Enkianthus deflexus*, *Strobilanthes*, *Sarcococca*, *Elatostema*, *Acanthaceen*, *Araliaceen* (*Acanthopanax*, *Pentapanax*).

Epiphyten und Moose sind in ihrer Vielfalt überwältigend. *Arundinaria* beherrscht in undurchdringlichen Dickichten den Unterwuchs. In 2400 m erlebt dieser Wald seine üppigste Entwicklung ROCK 1926, 178, 181; 1947, 335, 337, 339, 340; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 192—194, 196, 225.

Ab 2700 m beginnen die Nadelbäume die Herrschaft zu übernehmen. Wir finden in der Hauptsache *Abies*, *Picea*, *Tsuga* und *Larix*; auch *Rhododendron* ist sehr stark verbreitet, *Acer*, Lauraceen, verschiedene *Araliaceen* und *Arundinaria* sind typisch im Unterwuchs der Koniferenhöhenwälder. *Rhododendron*, *Acer*, *Betula*, *Pyrus*, *Sorbus* bilden die ständigen Begleiter der Nadelbäume. *Rhododendron*-Buschwald kennzeichnet die subalpine Gehölzstufe am Nyingser La; auch *Juniperus* kommt vor und Kirschen-Krummholz. *Arundinaria* beherrscht den Unterwuchs. *Usnea longissima* flattert in langen Fetzen von Zweigen und Ästen herab ROCK 1926, 176, 181; 1947, 333, 339; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 196.

Durch diese üppigen Wälder erreichen wir endlich die alpine Stufe der Salwin-Mekong-Kette, die im Bereich des Nyingser, Si und Zhidom (Schöndsu) La durch offenes Moorland charakterisiert wird. Ständig peitscht der Sturm diese Höhen, die überdies dauernd in Nebel und Regen gehüllt sind. Auf dem Nyingser La genießen *Rhododendron* und *Primula* größte Verbreitung — wir fühlen uns lebhaft an den feuchtesten östlichen Himalaya erinnert. Auch *Sphagnum* und daneben *Gentiana*, *Saussurea*, *Cassiope*, *Polygonum* u. a. sind überall zu finden. Stauden erreichen eine solche Höhe, daß Mensch und Tier (Ponies!) darin völlig verschwinden. Alles ist feucht und durchnäßt HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 191, 224; ROCK 1926, 173, 181; 1947, 332, 333, 337, 338, 340.

Weiter nördlich im Aufstieg zum Doker La sind die Verhältnisse ganz ähnlich; Kieunatong (Tjionatong, Chunatang) liegt nahe dem Übergang in das trockene Tal des Salwin, während Sangtha von der trockenen Talstufe umgeben ist. Jedoch auch über dieser ganz trockenen Talstufe erstrecken sich in entsprechender Höhe (Drösu Chu-Tal) feuchte bzw. sehr feuchte Höhenwälder — zunächst Laubhöhenwälder, in denen *Quercus* und *Rhododendron* eine überragende Rolle spielen (bis 3000 m), darüber finden wir finstere Nadelwälder mit *Abies*, *Picea*, *Larix*, *Tsuga* und Massen von *Rhododendron* sp., die mit *Betula* später zur feuchten alpinen Stufe überleiten und überall mit Dickichten von *Arundinaria melanostachys* durchsetzt sind. Im Umkreis des Doker La, 4600 m, ist in ständigem Nebel und Regen, also bei sehr hoher Feuchtigkeit, eine üppige alpine Stufe entwickelt, in der

Rhododendron, *Primula*, *Gentiana*, *Aconitum*, *Leontopodium*, *Delphinium*, *Corydalis*, *Crepis*, *Cremanthodium*, *Allium*, *Moehringella* usw.,

Moose und Flechten hervorzuheben sind BACOT 1908; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 189, 247, 250; ROCK 1947, 327—328.

Die Trockenheit im Salwin-Tal hält nach N hin an. Die Vegetationsfolge beginnt weiter im N in der Talstufe mit einem Dornbusch, der viele Übereinstimmungen mit dem Dorngesträuch im oberen Durchbruchstal des Tsangpo aufweist, also schon die Annäherung bzw. die Verbindung zum tibetischen Hochland sichtbar werden läßt, nur daß dieser Dornbusch dort in 3000—3600 m und noch höher vorkommt, während er im Tal des Salwin bis 1500 m herabreicht, wenn die Höhenangaben zuverlässig sind. So wundert es uns nicht, daß wir dieses Gesträuch bei Menkung z. B. zusammen mit *Euphorbia antiquorum* antreffen. Über dem Dornbusch der unteren Talstufe folgen offene Steppenwälder mit Kiefern, gelegentlich auch stachelblättrigen Eichen, Adlerfarn und Gras als Bodenvegetation. In größerer Höhe übernehmen *Abies* und *Rhododendron*, teilweise in gewaltigen Exemplaren, die Führung. *Betula* bildet mit *Rhododendron* subalpine Gehölze und leitet zur alpinen Stufe über BAILEY 1912; WARD 1935—1936, 153.

Als bedeutenden linken Zufluß nimmt der Salwin in diesem Abschnitt den Wi Chu auf (auch Yü, Tsayi, Nu, Dayül Chu!), der parallel zum Salwin und Mekong fließt und die sogenannte Salwin-Mekong-Kette aufspaltet. Auch im Tal des Wi Chu steigt die trockene Talstufe zunächst weit aufwärts, wobei das linke Ufer des Flusses in den unteren Lagen bemerkenswert trocken zu sein scheint, Eichen und Koniferen finden sich locker über die Hänge verstreut. *Abies* bildet in der Höhe feuchte Nadelwälder, *Rhododendron* und *Betula* finden wir in der subalpinen Gehölzstufe des Tondu La BAILEY 1912; WARD 1923, III, 146. Den allgemein gehaltenen Berichten von BAILEY 1912 zufolge, scheint auch weiter oben im Tal des Wi Chu die Vegetationsstufung vom Dornbusch der Talstufe über die Steppenwälder zu feuchten Koniferenwäldern zu führen. Wabo überblickt trockene und kahle Hänge. Auf dem Shu La, der den Übergang zum Mekong-Tal vermittelt, ist eine feuchte alpine Stufe verbreitet, deren floristische Zusammensetzung aber im Vergleich zur alpinen Vegetation der Pässe südlich des Kawakarpo (z. B. Doker La) sehr viel dürftiger zu sein scheint BAILEY 1912; WARD 1923, III, 143.

Folgen wir dem Tal des Wi Chu noch weiter aufwärts, so finden wir spätestens bei Trinder beide Hänge vom feuchten Höhenwald besetzt TEICHMANN 1922, II (Karte); zur gegebenen Zeit klingen die Wälder aus und bleiben zurück; um Thenthok Gompa, unter 30° N etwa, am oberen Wi Chu (Tsayi Chu) herrscht die alpine Steppe KAULBACK 1938, II (Abb. opp. p. 117 oben).

Auch aus dem Salwin-Tal selbst liegen für diese Breite noch einige Angaben vor. Das Tal des Salwin bei Jepa und Puti wird als trocken und heiß beschrieben, ebenso das Tal des Ling Chu, der ein rechter Nebenfluß des großen Stromes ist. Bäume fehlen gänzlich, außer in den Oasen, wo sie angebaut werden. In der Talstufe ist nur der Dornbusch verbreitet, xerophytisch und holzig, 20—25 cm hoch.

Ceratostigma Griffithii, *Sophora viciifolia*, *Rosa sericea*, *Clematis cornuta*, *Wikströmia*, *Buddleia*, *Mentha*, *Caryopteris* usw.

— das ist der Dornbusch des oberen Tsangpo-Durchbruchstales, der zum tibetischen Hochland überleitet WARD 1933—1934; 1934, I, 170; 1935—1946, 141; KAULBACK 1938, II.

Dennoch gibt es auch hier in geschützten Schluchten kleine Wäldchen, die besondere standörtliche Gunst ausnutzen. So hören wir aus dem Tal des Yin dru Chu (rechter Nebenfluß des Ling Chu) von einem Wäldchen mit *Populus*, *Prunus (Cerasus)*, *Juniperus* und *Picea likiangensis*, also einem echten Laubnadelmischwald, wie wir ihn im oberen Tsangpo-Durchbruchstal kennengelernt haben WARD 1934, I; 1934, II, 82; 1935—1936, 140. Am Deu La, 5000 m, fand KAULBACK 1938, II *Meconopsis Baileyi* und *Gentiana sinoornata*.

Die Schneegrenze liegt hier bei 5700 m WARD 1934, I.

Zusammenfassung:

In dem gewählten Ausschnitt ist das Tal des Salwin bis nördlich Changputang mit tropisch-feuchten Wäldern erfüllt („Mon sun-Salwin“, WARD 1923, III, 238). Auf der westlichen Seite des Tales ist noch einmal die tropisch-feuchte Vegetationsfolge des „äußeren Gebirges“ (!) entwickelt, auf der E-Seite bildet die Talstufe mit offenen Kiefernwäldern bereits eine Ausnahme, zeigt aber in der Höhe ebenfalls feuchte Vegetationstypen. Nördlich der Schlucht oberhalb Changputang bleiben die feuchten Vegetationstypen der unteren Lagen zurück, die Hänge zeigen eine akzentuierte vertikale Gliederung zwischen trockener bzw. sehr trockener Talstufe und feuchten Wäldern in der Höhe.

„Irgendwo“ (!) nördlich der Einmündung des Wi Chu, bleibt der Trockenwald zurück, und „irgendwo“ muß hier auch der feuchte Nadelwald der Höhe sein nördliches Ende erreichen. Unter 30° N beherrscht die alpine Steppe Talstufe, Hänge und Hochlagen — gelegentliche Vorkommen kleiner Wäldchen verdanken ihre Existenz lokaler Gunst.

Wollen wir auf diesen willkürlichen Ausschnitt des Salwin-Tales eine horizontale, nordsüdliche Gliederung anwenden, so unterscheiden wir

- a) einen tropisch-feuchten Tal-Abschnitt, der bis zur Schlucht nördlich Changputang, 28°10', reicht,
- b) einen mäßig-feuchten Abschnitt mit betonter Vertikalgliederung, der mit dem Ausklingen der feuchten Wälder sein Ende erreicht und
- c) einen trockenen Abschnitt, der die alpine Steppe als den beherrschenden Vegetationstyp zeigt.

2. Das Tal des Mekong (zwischen 27°30' und 30° N)

Von 27°30' bis 29°, wo unsere Kenntnis der Vegetation aussetzt, ist das Tal des Mekong einheitlich durch eine trockene Talstufe gekennzeichnet.

Bei Hsiao Wheisi (27°30') unterscheidet HANDEL-MAZZETTI einen „Hartlaubwald“ an den unteren Hängen des Tales mit

Pistacia weinmannifolia, *Cinnamomum Delavayi*, *Ligustrum lucidum*, *Viburnum cylindricum*, *Carpinus monbeigiana*, *Cornus capitata*, *Chionanthus retusus*, *Buxus sp.* und daneben eine „Garide“ von „besenartigen Sträuchern oder Halbsträuchern mit weißen, oft auch rostig-silbrig filzigen Blättern“, wie

Buddleia incompta, *Lespedeza floribunda*, *Excoecaria acerifolia*, *Ceratostigma sp.*, *Artemisia Sieversiana*, *A. annua*, *A. vestita*, *Plectranthus rugosiformis*

— und besonders diese letztere Spezies ist sehr verbreitet HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 179. Gewiß eine interessante Vergesellschaftung, die uns hier in der trockenen Talstufe am Mekong begegnet, manche bisher nicht bekannte Species ist darunter — im ganzen aber besteht große Ähnlichkeit zum Trockenbusch bzw. -buschwald am Lohit oder auch im Durchbruchgebiet des Tsangpo. Auch die starke Verbreitung von *Artemisia* ist bezeichnend.

In höherer Lage erscheint bald ein Steppenwald mit *Pinus yunnanensis* (*P. sinensis* var. *yunnanensis* bzw. *P. tabulaeformis* var. *yunnanensis* — die Schwierigkeit der floristischen Bestimmung sei nur angedeutet!), der lokal *Keteleeria Davidiana*, *Thuja orientalis* und *Juniperus* enthält. Über dem trockenen Kiefernwald erscheinen „dunkle Bergwälder“, die hier auch über die Kämmе hinwegreichen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 179.

Bei Y e t s c h e ist der Buschwald im Tal dicht, und auf den Höhen der Salwin-Mekong-Kette erblickt man dunklen Hochwald HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 180. Auch bei Badü sind Dornbusch und Kiefern überall im Tal verbreitet (ebenso bei Lota, Londu) ROCK 1947, 313, 314. Weiter talauf treffen wir im trockenen Mekong-Tal auf *Quercus sp.*, *Cupressus torulosa* (syn. *C. duclouxiana*) und *Thuja orientalis*: die Trockenwälder sind demnach im Mekong-Tal viel abwechslungsreicher als bisher. Auch baumförmiger *Juniperus* (bei Tseyipo) stellt sich ein, während bei Tseku (Tsuku) strauchförmige Eiche und Kiefer vorherrschen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 181; ROCK 1926, 172; 1947, 313, 314, pl. 163. Zwischen Huan-fuping und Nyithang durchläuft der Mekong eine Schlucht — ‚arid to the extreme‘ — und von nun an nimmt die Trockenheit in der Talsohle gegen N hin noch bedeutend zu ROCK 1947, 316. *Sophora viciifolia* und *Bauhinia densiflora* fallen in der trockenen Talstufe bei Y a n g t s a auf, hier und dort unterbrechen einige Exemplare von *Cupressus torulosa* die Kahlheit der Hänge. Nach N verengt sich das Tal erneut; oberhalb Yangtsa ist nur trockenes Gesträuch verbreitet, wie *Bauhinia densiflora* und *Ostomeles Schwerinae* — aber auch diese Species haben nur spärliche Verbreitung. Das Seitental, das nach E über Hungpo zum Paimangshan hinaufführt, beherbergt außer dem Trockenbusch einige kümmerliche *Thuja orientalis*-Bäumchen ROCK 1926, 183; 1947, 316—317, pl. 167, 168. Folgen wir weiter dem Mekong aufwärts, scheint die Trockenheit im Tal noch zuzunehmen und *Sophora viciifolia*, *Bauhinia densiflora* und *Berberis sp.* die einzigen erwähnenswerten Pflanzen zu sein ROCK 1947, 319.

Auch in der Umgebung von M i l o n g, zu Füßen des Kawakarpo, finden wir *Sophora sp.* im Dornbusch des Tales, *Pinus yunnanensis* und die strauchförmige Eiche im Trockenwald der unteren Hänge, zu denen sich auch *Rhododendron decorum* gesellt WARD 1923, III, 47, 68.

Auf dem Hang, den der Adang (nordwestlich Atuntsu) dem Mekong zuehrt, treffen wir die nämlichen Vertreter der Trockenvegetation an: *Bauhinia densiflora*, *Berberis* und *Cotoneaster* und auch wieder einige Exemplare von *Thuja orientalis* ROCK 1947, 324; WARD 1935—1936, 141.

Wollen wir die vertikale Folge der Vegetation im Tal des Mekong kennenlernen, so bekommen wir den besten Eindruck, wenn wir einen Blick in die Seitentäler werfen und diesen aufwärts folgen.

Von Tseku steigen wir über Tsedjrong und Rishatang auf den Si La (Salwin-Mekong-Kette). Straucheiche und Kiefer kleiden die unteren Hanglagen, dann folgt ein Laubnadelmischwald mit *Pinus Armandi*, *Acer*, *Cornus*, *Prunus*, *Rhododendron*, *Rhus* etc., doch bald setzt ein völliger Vegetationswechsel ein: *Acer* und *Rhododendron* treten zwischen 2700 und 3000 m sehr stark hervor — *Rhododendron* ist hier in einem Tal mit 23 verschiedenen Species vertreten. *Arisaema* finden wir im Unterwuchs — weitere floristische Angaben fehlen leider völlig. HANDEL-MAZZETTI spricht von einem „hygrophilen Mischwald“. Ich möchte hier ein lokal begünstigtes Vorkommen der tropischen Laubhöhenwälder vermuten, die wir im Tal des Salwin noch in so üppiger Entwicklung angetroffen haben. Deutlicher und in der Erscheinung viel stattlicher ist darüber die Nadelwaldstufe entwickelt. *Abies chinensis* und *A. Forrestii*, beide in gewaltigen Exemplaren, *Cunninghamia* und *Thuja*, *Taxus* und *Cupressus*, *Picea* und *Juniperus*, *Pseudotsuga* und *Tsuga yunnanensis*, aber auch *Betula*, *Sorbus*, *Acer* und vor allem *Rhododendron*, mit rostfarbenen, filzigen Überzügen auf den Blattunterseiten, geben einen Eindruck von der Reichhaltigkeit dieser Wälder, die durch epiphytische Orchideen und Farne, ein wirres Gehänge von *Usnea longissima* und dicke Moospolster tropische Züge erhalten — „it was the finest rain forest, I had ever seen“ ROCK 1947, 273. Dauernd ist dieser Wald in Nebel und Regen gehüllt, kaum erinnern wir uns noch der trockenen Talstufe, die wir tief unten im Mekong-Tal zurückließen. Ein *Rhododendron*-Buschwald bildet die subalpine Gehölzstufe, in dem auch hier und da eine Lärche noch zu sehen ist, während *Arundinaria* einen dichten Unterwuchs bildet. Bei 3900 m ist die obere Baumgrenze erreicht (28° N). *Rhododendron* und *Salix* schieben sich noch als Krummholzgebüsch weiter gegen die Höhe vor und leiten zur alpinen Stufe über, die hier mit alpinen Kräuterfluren, offenem Moorland und großen Flächen von *Sphagnum* die Salwin-Mekong-Kette bedeckt. Eine reiche Versammlung alpiner Pflanzen schmückt den Si La selbst: *Primula* und *Rhododendron*, *Omphalogramma*, *Pedicularis*, *Cassiope*, *Corydalis* und *Potentilla*, *Pinguicula*, *Vaccinium*, *Gaultheria* u. v. a. Eine Diapensiacee, *Berneuxia tibetica*, nimmt hier die Stellung der Soldanellen in den Alpen ein ROCK 1926, 172—173; 1947, 331—332, pl. 184, 185; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 199, 200, 222—224.

Ein weiterer wichtiger Aufstieg zur Salwin-Mekong-Kette führt durch das Tal von Lungdre (Londjre); beim Ort selbst vereinigen sich zwei Wasserläufe — das Tal des einen führt zum Zhi dom La (Schöndsu La), das Tal des anderen zum berühmten Doker La. Durch beide Täler füh-

ren häufig benutzte Pfade über die Salwin-Mekong-Kette, zumal der Doker La als heilige Stätte eine besondere Anziehungskraft auf die Gläubigen ausübt.

Um Lungdre ist das Tal heiß und trocken; Stecheichen und Kiefern (*Quercus semecarpifolia?*) und *Pinus yunnanensis*) bilden die Steppenwälder, aber wir treffen hier auch auf *Rhododendron decorum*, *Pistacia weinmannifolia*, *Viburnum Schneiderianum*; schöne Bestände von *Thuja orientalis* und *Cupressus torulosa* mit *Buxus sempervirens* auf den Felsklippen (bis 3000 m) verleihen hier der Vegetation besondere Züge.

Während die Hänge noch die trockenen Vegetationstypen aufweisen, haben die tief eingeschnittenen Schluchten eine viel üppigere Vegetation: ein feuchter, üppiger Mischwald zeigt sich zunächst, den ich ebenfalls für eine Lokalentwicklung der Laubböhenwälder halten möchte. Darüber übernimmt bald *Abies Forrestii* die Führung in den Wäldern, in denen *Picea likiangensis*, *Pinus Armandi* — beide in 2700 m mit prachtvollen Exemplaren — *Acer*, *Rhododendron* u. a. für Abwechslung sorgen; Efeu, *Tetrastigma obtectum*, *Crawfordia trinervis*, *Euonymus aculeatus* ranken sich an den Stämmen empor. Je höher, desto feuchter wird die Luft, und der Bestand, alle Felsen sind mit dicken Mooschwaden bedeckt, und wir finden *Hymenophyllum corrugatum* und *H. paniculiformum*. An Wasserläufen ist *Rhododendron semnum* massenhaft verbreitet — auch diese Species ist durch den kupferfarbenen Filzüberzug der Blattunterseiten auffallend. Birken und *Rhododendron* lösen die Koniferenstufe in der Höhe ab, auch *Gaultheria* ist bis zur Baumgrenze verbreitet. Mit sumpfigen Wiesen („Yakalmen“) und Moorflächen breitet sich die feuchte alpine Stufe um den Zhi dom La (Schöndsu La) aus HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 185, 186, 191; ROCK 1947, 314, 327, 340, 341.

Ähnlich verläuft auch der Aufstieg zum Doker La. In diesem kleinen Tal geht der Steppenwald in einen sehr feuchten Laubwald in der Schlucht über, der dann bald von dunklen Nadelwäldern abgelöst wird, die aus *Abies*, *Picea*, *Pseudotsuga Wilsoniana* mit *Acer*, *Betula*, *Quercus*, *Rhododendron* bestehen; die Wolken reichen tief herab, und eigentlich regnet es fortwährend. Die Fülle der Kräuter übertrifft alle Erwartungen; *Strobilanthes* bildet 2 m über dem Boden ein regelrechtes „Kräuterdach“. *Betula japonica* var. *szechuanica* beherrscht mit *Rhododendron* die subalpine Gehölzstufe. Feuchtes *Rhododendron*-Gebüsch leitet zu der sehr reichen alpinen Stufe über. Die Granitblöcke auf der Salwin-Mekong-Kette sind durch einen Überzug von *Trentepohlia iolithus* bemerkenswert BACOT 1908; DIELS 1913; WARD 1913, I, 104; 1923, III, 47, 55, 58; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 187.

Die E-Flanke des mächtigen Kawakarpo-Massivs ist uns in ihrer Vegetationsabstufung von Milong aufwärts bekannt. Auf den Dornbusch mit *Sophora*, *Rosa*, *Berberis* und *Hippophae* an den Wasserläufen folgt in der Höhe ein Eichen-Kiefern-Steppenwald, der in einen Mischwald übergeht, der uns mit *Picea*, *Populus*, *Acer*, *Rhododendron*, *Salix*, *Corylus* lebhaft an den Laubnadelmischwald des oberen Tsangpo-Durchbruchstaes erinnert, zumal er uns weiter nördlich vom Aufstieg zum Shu La noch reichhaltiger mit *Quercus*, *Populus*, *Pinus* berichtet wird. In der

Höhe wird der Laubnadelmischwald vom feuchten Nadelwald abgelöst, der in nichts gegenüber den eben geschilderten Beständen zurücksteht. *Abies* und *Rhododendron* beherrschen diese Höhenstufe, Dickichte von *Arundinaria* wuchern im Unterwuchs, *Hydrangea* und *Ribes* stehen dazwischen, *Crawfordia*, *Actinidia* und andere Kletterpflanzen ranken sich durch den Bestand. *Betula* bildet vorwiegend die subalpine Waldstufe, die Baumgrenze liegt bei 3600 m. *Rhododendron*-Gebüsch und die feuchte alpine Stufe schließen sich nach oben an. Um den Shu La, nördlich des Kawakarpo auf der Salwin-Mekong-Kette, ist der Strauchwuchs schon bedeutend ärmer als noch südlich des Massivs; *Juniperus* wird jedoch erwähnt WARD 1923, III, 40—41, 47—55, 68—72, 141—143.

Vom Aufstieg aus dem Mekong-Tal zum Beda La (Pitu La) sind wir nur über feuchte Koniferenhöhenwälder (*Abies*) und den anschließenden *Rhododendron*-Wald unterrichtet BAILEY 1912. Die alpine Vegetation am Danyon entspricht der am Paimangshan (Mekong-Yangtse-Kette)! Die alpine Flora ist hier beträchtlich ärmer an holzigen Gewächsen, insbesondere *Rhododendron* sp., als um den Kawakarpo WARD 1923, I, 9—10.

Werfen wir nun einen Blick auf die dem Mekong zugekehrte Flanke der Mekong-Yangtse-Kette. Ganz im S unseres Abschnittes werden die Koniferenwälder unterhalb des Lenago-Passes als „mit Bambus durchsetzt“ geschildert; baumförmige *Juniperus recurva*, *Rhododendron* und *Gaultheria Griffithiana* lassen auf eine gewisse Üppigkeit der Wälder schließen; darüber erscheint eine reiche alpine Flora, von der

Gentiana bella, *Fritillaria cirrhosa*, *Meconopsis pseudointegrifolia*, *Dipoma ibericum*, *Primula calliantha* — letzere in ausgedehnten Teppichen vorhanden — erwähnt zu werden verdienen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 219—220.

Besonders interessant sind weiter nördlich die Verhältnisse im Tal von Atuntsu. Diese wichtige Stadt liegt selbst nicht im Tal des Mekong, sondern in einem Seitental, das andere klimatische Bedingungen bietet. Auch hier zieht sich zunächst die trockene Talstufe in das Gebirge hinein aufwärts, die S-Exposition, aber auch ganz allgemein die Hänge über Atuntsu, zeigen einen lichten, lockeren Bestand von Kiefern, strauchförmigen Eichen („scrub oak“), kümmerlichen Exemplaren von *Thuja orientalis*, *Rhododendron*, *Deutzia*, *Cotoneaster*, dazu *Indigofera* und *Caragana*, *Desmodium*, *Spiraea*, *Clematis*, *Rosa* und *Berberis*; am Fluß ist *Hippophae rhamnoides* sehr bezeichnend. An vielen Standorten, zumal in N-Exposition, begegnen wir auch einem Laubnadelmischwald mit *Populus*, *Betula*, *Acer*, *Picea* und *Larix*. Darüber aber sind überall die vertrauten Koniferenhöhenwälder mit *Abies* und *Rhododendron* verbreitet; trofnasses Moos hüllt Stämme und Äste ein, so feucht sind die Wälder in dieser Höhe! Nach oben schließt sich die feuchte alpine Stufe an — ein subalpiner Birken- oder *Rhododendron*-Wald scheint aber hier zu fehlen. Der Drongpö, westlich Atuntsu, steigt bis zur feuchten alpinen Stufe auf GILL 1878, 159; 1880, 2. Bd., 237—238; WARD 1912; 1913, I, 109, 113; ROCK 1947, 319, 323.

Die Vegetation der Hänge des Paimangshan gegen Atuntsu, also nach N, ist in großen Zügen bekannt. In den unteren Partien ist der Wald

weitgehend dem Holzbedarf der großen Stadt zum Opfer gefallen. Folgen wir von Atuntsu dem Wege nach Rashü, so treffen wir, wie bereits angedeutet, auf Buschwerk von *Quercus semecarpifolia* — weiter oben beobachten wir dieselbe Species in schönen Exemplaren mit langen Strähnen von *Usnea longissima*. Darüber ist *Abies* mächtig entwickelt; baumförmige *Rhododendron* sp., die ständigen Begleiter der Nadelhölzer in der feuchten Höhenstufe, sind in erstaunlichem Reichtum vertreten; alle zeigen die schon so oft erwähnte rotbraune Blattunterseite, offenbar ein Charakteristikum gewisser Species in diesen feuchten Höhenwäldern. Auch *Larix*, *Sorbus*, *Juniperus* sind in den Höhenwäldern zu finden; von *Juniperus Wallichiana* ist ein ganzes Tal gefüllt! Feuchtes *Rhododendron*-Gebüsch leitet zur alpinen Stufe über GILL 1878, 159—160; ROCK 1947, 343—344.

Mekongaufwärts mündet nördlich des Adang das Tal von Dong. Bis Dong, 2700 m, steigen trockene Eichen- und Kiefernwälder im Tal auf. Die N-exponierten Hänge des Adang bringen einen Laubnadelmischwald zur Entwicklung mit *Picea*, *Rhododendron*, *Salix*, *Juniperus*, *Berberis* etc. Oberhalb Dong wechseln die Verhältnisse im Tal plötzlich und unvermittelt; bestimmten bisher gras- und strauchbestandene dürre Hänge den Charakter des Tales, kommen wir oberhalb der Siedlung plötzlich in einen feuchten Wald mit *Abies* und *Quercus*; Bambusunterwuchs ist noch vorhanden, wenn auch kümmerlich („der letzte Bambus bis Tatsienlu!“); auf dem Tsaleh-Paß, 4800 m, wurde *Rhododendron*-Gebüsch festgestellt GILL 1878, 157—159; 1880, 2. Bd., 224, 228; ROCK 1947, 324.

Bei Di, unter 29° N am Mekong gelegen, fließt der Strom in tiefer bewaldeter Schlucht TEICHMANN 1922, I.

Zusammenfassung:

Im Vergleich zum Tal des Salwin ergeben sich bemerkenswerte Unterschiede. Wir erfassen mit unserem Ausschnitt nicht mehr den tropisch-feuchten Abschnitt („Monsoon — Mekong“), und über einen nördlichen, trockenen Teil liegen keine Angaben vor. Der vorgeführte Ausschnitt aus dem Tal des Mekong entspricht also ganz dem mittleren Abschnitt des Salwin-Tales: „mäßig-feucht mit starker vertikaler Gliederung“.

Floristisch ist der Einfluß von E überraschend stark.

3. Die westliche Seite des Tales des Yangtsekiang (zwischen 27°30' und 30° N).

Die westliche Seite des Tales des Yangtsekiang ist das östlichste Gebiet, das wir noch bei unserer Betrachtung berücksichtigen wollen.

Von Chitsung, 27°30' N, bis Batang, 30° N, ist das Tal des Yangtsekiang durch Trockenheit der Talstufe gekennzeichnet. Lokal sind Sanddünen verbreitet ROCK 1947, 342. An tropische Feuchtigkeit und Vegetationsfülle ist hier nicht mehr zu denken.

In der Umgebung von Chitsung sind „Macchie“, kleinblättrige und Hartlaubsträucher, und dann vor allem Steppenwälder mit Eichen und Kiefern weit verbreitet HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 176, 217. Den uns so vertrauten Trockenwald aus Kiefern und stachelblättrigen Eichen, *Rhododendron*, *Cornus* etc. finden wir auch in dem von W mündenden Tal über Lapu hinaus bis Shyonggung, wo der Weg vom Pongela herabkommt GILL 1878, 164—166; 1880, 2. Bd., 263, 265; ROCK 1847, 354.

Von Totyü (Toting) aufwärts ist die trockene Talstufe im Yondze Kha- (Chupa lung-) Tal durch diesen trockenen Steppenwald charakterisiert, der sich oberhalb Rongsha aus *Pinus yunnanensis*, *Quercus Griffithii*, *Quercus semecarpifolia*, *Rhododendron decorum* und Dorngebüsch (*Berberis*) zusammensetzt; aber auch *Artemisia* ist weit verbreitet, *Populus* und *Juglans* finden sich noch viel weiter talauf (auch bei Ndosung-Dschüdzong) GILL 1878, 164—162; ROCK 1947, 351—352. Wir hören erneut von großer Trockenheit im Tal des Yangtsekiang bei Pentzulan (Bangdsera) GILL 1878, 160—161; 1880, 2. Bd., 245—246; überall steigen in den Nebentälern trockene Vegetationstypen auf — *Sophora viciifolia* scheint die einzige erwähnenswerte Species im Dornbusch der Talstufe bei Yo-nyi zu sein ROCK 1947, 348. Weiter aufwärts bei Shadung sind nur *Opuntia monacantha*, *Berberis*, *Sophora*, *Bauhinia densiflora* und *Pteris aquilina*, hier und da *Salix* am Fluß anzutreffen. Bei Shayi allerdings haben wir den Steppenwald mit *Pinus Armandi*, *Quercus semecarpifolia* und *Rhododendron decorum* erreicht; einige laubwerfende Species sind hier auch gelegentlich zu finden, während *Rosa* und noch mehr *Caragana* im Unterwuchs die trockenen Verhältnisse kennzeichnen ROCK 1947, 348.

Im Tal von Ichiapo und Tungchuling, das ganz im Regenschatten des mächtigen Paimangshan gelegen ist, genießt *Sophora viciifolia* große Verbreitung, doch darüber finden wir beim Kloster Tungchuling *Thuja orientalis*; gegen Ichiapo begegnen wir wieder *Pinus yunnanensis* und *P. Armandi*, *Rhododendron decorum* und allerlei Gesträuch, *Berberis* und *Rosa* GILL 1878, 160; ROCK 1947, 345—346.

Endlich ist auch das bei Muting mündende Tal als trocken bekannt; Dornbusch und trockener Eichen-Kiefernwald sind hier bis Mara verbreitet; kahle, trockene Steppenhänge begleiten das Seitental bis Chungtsa GILL 1878, 154—157; 1880, 2. Bd., 218. Noch einmal erfahren wir vom Vorhandensein des Dornbusch, von stachelblättrigen Eichen und Kiefern aus der Umgebung von Kontsuka; weiter im N, von Gora bis Batang, gewähren die öden, kahlen Hänge einen besonders traurigen Anblick GILL 1878, 151—153; 1880, 2. Bd., 212.

So ist insgesamt für das Tal des Yangtsekiang in diesem Ausschnitt Trockenheit das Charakteristikum. Und wie sieht nun hier, auf der E-Flanke der Mekong-Yangtse-Kette die vertikale Folge der Vegetation aus? Ein letztes Mal wollen wir in all die Seitentäler aufsteigen, die uns stets noch mit größerer Üppigkeit der Vegetation, fast immer mit Überraschungen erfreut und begeistert haben.

Schon im Aufstieg zum Pongela begegnen wir über den Steppenwäldern (*Pinus* und *Quercus*) einer Vergesellschaftung, die wir noch (!) mit der Signatur der Laubnadelmischwälder des südöstlichen Tibet kenntlich

zu machen versuchen, deren floristischer Charakter aber nur noch in großen Zügen dadurch angedeutet werden kann. Im Mekong-Tal erlebten wir auf Schritt und Tritt neue, fremdartige Species — kein Wunder, daß das Tal des Yangtsekiang noch viel stärker unter dem floristischen Einfluß aus dem Osten steht. Im Aufstieg zum Ponge La treffen wir *Quercus semecarpifolia*, *Rhododendron decorum*, lokal *Tsuga*, dann noch eine große immergrüne Eiche („ganz anders als alle bisherigen“, sagt ROCK, der aus dem N kam 1947, 352, 353), *Pinus*, *Picea* und *Castanopsis* sp. (auf Kalk). Über diesem sehr gemischten Bestand bildet *Abies* mit *Picea* und *Rhododendron* feuchte Höhenwälder, die auf der Paßhöhe vom *Rhododendron*-Gebüsch der alpinen Stufe abgelöst werden GILL 1878, 164—165; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 176—177; ROCK 1947, 352—353.

Auf dem jenseitigen Hang, der nach Rongsha hinabführt, gelangen wir zunächst in einen subalpinen Wald von *Betula*, *Pyrus* und *Rhododendron*, darunter dann in feuchte Nadelwälder (*Abies* und *Picea* mit *Rhododendron*). Bei Rongsha selbst scheint der feuchte Nadelwald wieder in einen Laubnadelmischwald, ähnlich dem auf der S-Seite des Passes, überzugehen: *Picea*, *Pinus Armandi*, *Quercus Griffithii* und *Q. semecarpifolia*, aber auch *Castanopsis*, *Rhododendron* und *Bambus* bilden den Bestand GILL 1878, 164; ROCK 1947, 352.

Aus dem Tal des Yondze Kha führt über Schuba ein Nebental auf den Lenago-Paß hinauf. Felsige Standorte werden von *Tsuga orientalis* bevorzugt. Ein Mischwald — ohne nähere Angaben — leitet zum feuchten Tannenwald mit verschiedenen *Rhododendron* sp. über, während Primelwiesen auf der Höhe des Passes wieder die sehr feuchte alpine Stufe kennzeichnen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 218—219.

Wenn wir im Chupalung- (Yondze Kha-) Tal weiter aufsteigen, sehen wir oben an den Hängen bereits einen Mischwald stehen, der die trockenen Eichen-Koniferen-Wälder der Talstufe ablöst; *Cupressus* sp. gibt der Schlucht von Yüggou einen besonderen Charakter. Der Mischwald aus immergrünen und laubwerfenden Eichen, *Pinus Armandi* und *P. yunnanensis*, *Populus*, *Juglans*, *Corylus* mit Gesträuch von *Rosa*, *Ribes* und *Berberis* begleitet uns bis Karri, wo die feuchten Nadelwälder der Höhe beginnen (*Abies*, *Picea*), die in die alpine Stufe des Karri (Jingo) La übergehen. *Rhododendron*-Gebüsch reicht auf dem N-Hang bis 4100 m abwärts, und dann finden wir uns bald erneut in einem dichten, moosreichen, feuchten Wald mit *Picea* und *Rhododendron*; Flechten sind auffällig (*Usnea longissima*). Bei 3000 m umfängt uns wieder ein Mischwald von *Picea* und *Pinus yunnanensis*, *Betula*, *Quercus* und *Rhododendron*, *Corylus* und *Ribes*, der sich weiter abwärts auflöst und dem Eichen-Kiefernwald den Übergang zur trockenen Talstufe überläßt GILL 1878, 161—162; 1880, 2. Bd., 247, 250, 251, 253, 256, 257; ROCK 1947, 349—350.

Auch an der E-Flanke des Païmangshan, oberhalb Ichia-po, ist der Mischwald angedeutet; aber großartig sind darüber wieder die Hänge mit feuchten Nadelwäldern bedeckt, in deren unteren Lagen *Picea complanata*, in den oberen *Abies*, *Larix* und *Juniperus* die Bestände bilden, *Rhododendron* (insbesondere *Rh. Wardii*) ist neben den Koniferen am stärksten vertreten. Mischwälder und feuchte Nadelhöhenwälder sind

auch auf den Hängen oberhalb des Kloster Tungchunling festgestellt worden. In der feuchten alpinen Stufe am Paimangshan finden wir eine große Zahl verschiedener *Rhododendron* sp. GILL 1878, 160—161; ROCK 1947, 344—346.

Großer Reichtum an *Rhododendron* sp. zeichnet auch den Muting Shan aus, wie die Mekong-Yangtse-Kette nördlich des Paimangshan genannt wird. Der Rüntsi La, nordöstlich Atuntsu, hat eine recht reichhaltige alpine Flora; *Myosotis Hookeri* fällt als Halbkugelpolsterpflanze besonders auf ROCK 1947, 343. Vom Tsaleh-Paß (5000 m), der ebenfalls von *Rhododendron*-Gebüsch bedeckt ist, steigen wir in das Tal von Tsaleh ab; die dürftigen Angaben lassen auch hier feuchte Koniferenwälder mit *Abies* und *Taxus baccata* vermuten, darunter einen Mischwald mit *Quercus*, *Populus* und *Pinus*, der schließlich kurz vor (oberhalb) Mara in den Eichen-Kiefern-Steppenwald übergeht GILL 1878, 156—157; 1880, 2. Bd., 221, 224.

Kiefer, Wacholder und Eiche bilden oberhalb Chungtsa lichte Wälder, die in der Schlucht von Djiuhang durch die stachelblättrige Eiche, Kletterpflanzen und Farne ein üppigeres Aussehen annehmen und die Hänge zum Latse La hinauf bedecken. Am She Chu aufwärts können wir den parkartig offenen Bestand von *Pinus* und *Juniperus* über Gartok (Markham Dzong) hinaus bis Lukotang verfolgen. Darüber dehnt sich alpines Grasland. Auf den Höhen bis Chianiting (Kyanyeting) sind Standorte eines feuchten Waldes mit *Abies* und *Quercus* bekannt, scheinen aber keine große Ausdehnung zu besitzen. Viehherden, Schafe, Ponies beleben die alpine Stufe um Pamutang GILL 1878, 154; 1880, 2. Bd., 213, 217; ROCKHILL 1894, 334, 337, 341; WARD 1935—1936, 140. Kiefer, Wacholder und Eibe leiten jenseits des Höhenzuges wieder in lockeren Beständen zur trockenen Talstufe über, und obwohl diese Täler uns doch recht trocken erscheinen, werden sie immer noch den Steppengebieten im N gegenübergestellt. Die Höhe auf dem Wege von Kongsuka (Kongtseka) nach Gora (Gura) ist durch Gras und Primeln ausgezeichnet, an den N-Hängen finden wir zwischen 3300—3000 m wieder einen gemischten Bestand mit *Pinus*, *Quercus* und *Populus*, der mit abnehmender Höhe in die trockenen Wälder und die trockene Talstufe übergeht GILL 1878, 152. 153; 1880, 2. Bd., 212.

Ein schematischer Überblick über die Vegetationsverteilung im Tal des Yangtsekiang bei Batang (30° N) soll diesen Abschnitt beschließen. SCHÄFER 1938, I, 39, 45—47 gibt folgende Zusammenfassung: die tief eingeschnittene, trockene Talstufe zeigt *Artemisia*, *Cotoneaster*, *Rosa*, *Berberis*, *Prunus* und *Selaginella*; ab 3500 m folgt ein trockener (Steppen-) Wald mit Kiefern, Stecheichen und Wacholder. Eingestreut finden sich kleinere Bestände von *Populus*, *Betula* und *Salix*, *Picea* und *Pinus*, also Mischwälder. Soweit es sich um feuchte Hänge handelt, schließen sich feuchte Nadelhöhenwälder mit *Abies* und *Picea* an, die in der Höhe von Baum-*Rhododendron* abgelöst werden (subalpine Baumstufe); *Rhododendron*-Gebüsch leitet zur alpinen Stufe über. Sind die Hänge aber trocken, so geht der Eichen-Kiefern-Steppenwald mit *Ju-*

niperus unmittelbar in die alpine Stufe über, in der auch noch *Rhododendron*-Gebüsch vorkommen kann SCHÄFER 1938, I, 39, 45—47; auch LIMPRICHT 1919.

Wir beschließen damit die regionale Betrachtung. Der zunehmende floristische Einfluß des Ostens zeigt, daß wir den Verhältnissen hier nicht mehr voll gerecht zu werden vermögen — und damit ist unseren Bemühungen eine klare Grenze gesetzt. Jenseits einer dritten regenfangenden Kette ist das Tal des Yangtsekiang noch stärker dem Einfluß des SW-Monsuns entrückt als das Tal des Mekong. Erst unterhalb (südlich) Chitsung verbreitert sich dann das Tal, der Anbau dehnt sich aus, Wälder beginnen sich im größeren Umfang an den Hängen zu zeigen — ein Wechsel in der Landschaft ist unverkennbar ROCK 1947, 342.

Anhang: Die Vegetationsverhältnisse in den drei Tälern nördlich 30° N.

Wir haben die drei Täler des Salwin, Mekong und Yangtsekiang so weit kennengelernt, wie sie uns aus der Literatur im einzelnen bekannt geworden sind. Es gibt darüber hinaus noch einige allgemeine Angaben über die oberen Bereiche dieser Ströme, die wir noch anschließen möchten.

Mit abnehmender Zertalung scheinen — wenigstens in den Tälern von Mekong und Yangtsekiang — die Wälder allmählich die Hänge zu verlassen, die Ströme zu säumen und schließlich die trockene Talstufe durch dichte Bestände nach oben abzuschließen. Im Überblick scheinen sich die Wälder in den Tälern desto weiter nach N auszudehnen, je näher diese mit ihrem Oberlauf zum Himalaya liegen — umgekehrt: je weiter wir uns vom Himalaya nach N und NE entfernen, desto weiter gen S wird der Einfluß des Hochlandes auch in den Tälern fühlbar bzw. durch die Steppenvegetation sichtbar.

Im Übergang der Wälder zu den Grasfluren Ost-Tibets ergeben sich interessante Expositionsunterschiede, indem die N-exponierten Hänge noch Wald tragen, die S-exponierten aber gänzlich von Gras bedeckt sind.

Der Übergang der feucht-alpinen Stufe zu den weiten Grasfluren („Grasmatten“, nicht „Grassteppen“!) des östlichen Tibet vollzieht sich ganz allmählich ROCKHILL 1894; DIELS 1913; TEICHMAN 1922, I; II; WEIGOLD 1935, 222—223; SCHÄFER 1938, I, 47, 54, 56—57; 1938, II, 146; KAULBACK 1938, I; II; HANSON-LOWE 1941; WANG 1941; KREBS 1943.

Zusammenfassung.

Wir haben die Vegetationsverhältnisse in den großen Talfurchen des Salwin, Mekong und Yangtsekiang in einem wichtigen Ausschnitt kennengelernt.

In west-östlicher Richtung stellten wir die generelle Abnahme der Niederschläge, ein Zurückbleiben der feuchten Vegetationstypen fest. Im Tal des Salwin fanden wir noch tropisch-feuchte Verhält-

nisse in der gesamten vertikalen Folge, an die im Yangtse-Tal gar nicht mehr zu denken ist, während das Tal des Mekong eine vermittelnde Stellung einnimmt.

In nord-südlicher Richtung sind die Übergänge im Tal des Salwin klar: hier erfaßte unser Ausschnitt noch das Tal dort, wo durchweg tropisch-feuchte Verhältnisse herrschen; wir erkannten einen vermittelnden Abschnitt mit betonter vertikaler Gliederung und einen trockenen Abschnitt im N, der mit der gleichmäßigen Verbreitung der alpinen Steppe über Berg und Tal zum tibetischen Hochland überleitet. Mekong- und Yangtse-Tal repräsentieren in unserem Abschnitt — unter Berücksichtigung des W-E-Wechsels — die vermittelnde Zwischenzone mit starker vertikaler Gliederung.

Schließlich haben wir in der vertikalen Folge die stärksten Unterschiede erlebt, fanden wir doch in allen drei Tälern eine trockene bis sehr trockene Talstufe und darüber sehr feuchte Höhen- und Nebelwälder. Es ist sehr bezeichnend, daß in den drei großen Tälern die vertikale Gliederung die horizontale zurücktreten läßt.

Die Lage von Baum- und Schneegrenze entspricht dem W-E- bzw. S-N-Wechsel. Die Baumgrenze wurde auf der Irawadi-Salwin-Kette unter 27°52' N in 3900 m beobachtet, auf der Salwin-Mekong-Kette unter 28° N in 4100—4250 m und wird auf der Mekong-Yangtse-Kette in noch größerer Höhe vermutet. Die Schneegrenze verhält sich entsprechend; sie liegt im feuchten Bereich niedriger, reicht also auf den W-Flanken der N-S-Ketten tiefer herab: auf der Irawadi-Salwin-Kette konnte die Schneegrenze im Einzugsbereich des Taron in 4600 m festgestellt werden, auf der Salwin-Mekong-Kette in 4800—5200 m und auf der Mekong-Yangtse-Kette unter 28° N in 5800 m WARD 1919, I, II; 1920; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1931; PENCK 1931; WEIGOLD 1935, 223; SCHÄFER 1938, I, 56-57; KREBS 1943, 363—364; ROCK 1947, 328.

Grundlegend haben sich die Verhältnisse im Gebiet der meridionalen Stromfurchen geändert. War die vorherrschende Richtung des Reliefs — durch die Hauptkette des Himalaya gegeben — W-E, so ist jetzt die N-S-Richtung maßgebend — und gerade diese Richtungsänderung in den großen Stromfurchen läßt uns die vergleichende Betrachtung dieses Gebietes so anziehend erscheinen. Doch können wir den Verhältnissen nur gerecht werden, wenn wir uns die Gliederung der Vegetation klarzumachen versuchen, und dafür ist gerade das Gebiet der nordsüdlichen Stromfurchen noch einmal ein besonders gutes Beispiel.

Eng verbunden mit dem Wechsel der Vegetationstypen ist auch der Wechsel in den floristischen Beziehungen. In den tropisch-feuchten Vegetationstypen sind viele Species von Sikkim, vielleicht auch dem zentralen und östlichen Nepal, bis zur Salwin-Mekong-Kette verbreitet HANDEL-MAZZETTI 1931. Im nördlichen Burma, in der Ebene von Hkamti, ist bis 2400 m das indomalayische Element bestimmend; am Irawadi sind im Regenwald und den immergrünen Bergwäldern noch *Ficus*, *Garcinia*, *Engelhardtia*, *Shorea*, *Caryota*, Zingiberaceen, Acanthaceen, Gesneraceen verbreitet; in den feuchten Wäldern des Salwin-Tales (bis

28°10' N!) sind als besonders typische Vertreter noch *Pandanus*, *Musa*, Baumfarne und Aroideen zu finden: die unermeßlichen und noch kaum erforschten Wälder, die wir hier finden, unterscheiden sich gründlich von allen anderen Wäldern Yünnans! HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 192. Östlich der Salwin-Mekong-Kette müssen wir über zehn Breitenkreise dem Strom abwärts folgen, bis wir in Indochina endlich wieder eine ähnlich feucht-tropische Vegetationsfolge antreffen. So bildet die Salwin-Mekong-Kette eine äußerst markante Grenzlinie für die Pflanzenverbreitung. Die Kontinuität der Waldflora von Nepal bis zum Salwin und dann der W-Abdachung der Salwin-Mekong-Kette folgend ist erwiesen WARD 1919, I; II; 1920; 1921, I; 1923, I, 15; 1932; 1935, I, 108; 232, 236; 1935—1936, 134; HANDEL-MAZZETTI 1921, I; 1927, II, 192. (vgl. The ADVANCED ATLAS OF MODERN GEOGRAPHY, 1953, p. 28: Niederschlagskarte, Juli).

Weit entfernt bei dem Stand der Forschung über die floristischen Zusammenhänge im einzelnen unterrichtet zu sein, greifen wir noch das Problem der alpinen Flora heraus, sind doch für die Ausbildung der alpinen Stufe hier, im Grenzgebiet von Tibet, Assam, Burma und West-China in dem weiten Abstand zwischen Waldgrenze (3600 m) und Vegetationsgrenze (5100 m) ganz besondere Voraussetzungen gegeben (Schneegrenze: 5400 m — die Höhenangaben sind offensichtlich Mittelwerte) WARD 1946, III. In früheren Abschnitten waren wir gewohnt, in der Hauptkette die klare Trennungslinie zwischen feuchter alpiner Stufe der S-Abdachung und der alpinen Steppe des tibetischen Hochlandes zu sehen. Wo diese fehlt, ist die Trennung im alpinen Bereich schwierig (Tsangpo-Gebiet!). Gehen wir von Yünnan nach N, also nicht senkrecht zu einem W-E streichenden Gebirgskamm, sondern parallel zu den N-S gerichteten Ketten, so ist der Wechsel in der floristischen Zusammensetzung der alpinen Stufe nicht schlagend und eindeutig, sondern ganz allmählich; aber er ist vorhanden und tritt deutlich nördlich der großen Massive — Kenyichumpo, Kawakarpo, Paimangshan — in Erscheinung; die alpine Stufe der Salwin-Mekong-Kette nördlich des Kawakarpo (Shu-La, Damyon) steht der alpinen Stufe nördlich des Paimangshan floristisch näher, als der alpinen Stufe der gleichen Salwin-Mekong-Kette südlich des Kawakarpo-Massivs, wo bedeutend höhere Niederschläge fallen, ist doch die alpine Stufe nördlich der großen Massive von Anfang Mai bis Oktober vorwiegend wolkenfrei (womit hier die Wolken klar auf die Lagen zwischen 2000—3500 m (Nebel- und Höhenwald!) beschränkt erscheinen, da das Tal selbst auch wolkenfrei ist); die alpine Stufe südlich der Massive erinnert dagegen, wie wir sahen, an den feuchtesten Assam-Himalaya. Die floristischen Beziehungen scheinen so auch in der alpinen Stufe stärker in west-östlicher Richtung zu verlaufen, ungeachtet der heute so markant hervortretenden N-S-Ketten WARD 1919, I, 236; 1923, I, 9—10; 1923, III, 62; 1930, II; 1934, I; 1934, II, 391; 1935, II; 1935—1936, 153; SCHÄFER 1938, I, 27.

Die starke vertikale Gliederung der Vegetation in den Stromfurchen läßt uns in den einzelnen Stufen sehr verschiedene floristische Beziehungen ahnen. In der trockenen Talstufe ist der Ein-

fluß des tibetischen Hochlandes zu spüren, in den sehr feuchten Wäldern darüber Beziehungen zu den Wäldern im S und E WARD 1935—1936, 153; SCHÄFER 1938, I, 39.

Mensch und Umwelt im Gebiet der meridionalen Stromfurchen.

Dem starken Wechsel der physischen Natur des Landes in den meridionalen Stromfurchen entspricht die Verschiedenartigkeit der Bevölkerung und ihrer Einwirkung auf die natürliche Vegetation BOUTERWEK 1919; ROCK 1947, 276.

In den trockenen Talstufen beruht der Anbau auf Terrassierung und künstlicher Bewässerung, in langen Holzrinnen wird das Wasser von den Bergen hergeleitet; die Kulturpflanzen entsprechen denen des tibetischen Hochlandes — Weizen, Gerste, Erbse usw., Aprikose, Pfirsich, Maulbeere, Walnuß, Apfel und Birne werden angebaut; auch der Maisanbau ist verbreitet BAILEY 1912; WARD 1918, 297; 1923. III, 1934, I; TEICHMAN 1922, I; II; WEIGOLD 1935, 222; KAULBACK 1938, II.

Wie im Tal des Lohit werden auch hier die mit trockenen Eichen- und Kiefernwäldern, Gras und Adlerfarn bestandenen Hänge regelmäßig in Brand gesetzt ROCK 1947, 335.

An günstigen Standorten, weniger steilen Hängen, kommen auch im Bereich der Nebel- und Höhenwälder „Ackerbauoasen“ vor SCHÄFER 1938, I, 30.

In der alpinen Stufe halten die Tibeter ihre Herden — Schafe, Ponies, Yaks, Rinder. HANDEL-MAZZETTI 1927, I; 1927, II, 245 berichtet von „bescheidener Weidewirtschaft“ der Tibeter auf der Mekong-Salwin-Kette. Im Gebiet der Ludse (Lutsu) ist Almwirtschaft nicht bekannt; alpine Stufe und Wälder erscheinen hier völlig unberührt, ohne Weg und Steg HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 226.

Im N-S-Profil betrachtet, erleben wir die Verzahnung der in den Tälern aufwärts steigenden Anbauzone und der in der alpinen Stufe nach S reichenden Weidewirtschaft KREBS 1943, 364; dazwischen bildet die Stufe der Höhen- und Nebelwälder eine klare Trennung der verschiedenen Lebensbereiche.

Nach N nimmt die tibetische Besiedlung zu, nach E die chinesische, während im SE die N a k h i eine eigene Stellung behaupten. Im ganzen scheint in dem hier gewählten Ausschnitt die tibetische Besiedlung zu überwiegen; GILL's Berichten aus dem Yangtse-Tal (1878, 1880) ist zu entnehmen, daß das tibetische Volkstum dort im Rückzug begriffen ist. Die vertikale Stufung dieses Raumes aber bringt mit den Rückzugsgebieten so wenig bekannter Völkerschaften, wie der Lutsus (Ludses, Lutzus) und Lissus, die größten Überraschungen HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 179; ROCK 1947; vgl. CREDNER 1935.

Diese Angaben sollen nur die vielfältige Durchdringung der verschiedenen Einflüsse im Gebiet der meridionalen Stromfurchen auch in Besiedlung, Lebensweise etc. anzudeuten versuchen.

Hauptkette des Himalaya, meridionale Stromfurchen und die Frage nach der Ostfortsetzung des Himalaya.

Zum Abschluß des regionalen Teiles will ich noch einige Bemerkungen der Stellung dieses letzten Abschnittes zum Ganzen widmen — durchaus eigenen Charakters, hat dieser Abschnitt aber auch nur wieder die Weiterentwicklung längst angedeuteter Verhältnisse gebracht.

Denken wir an die in früheren Abschnitten so klare Gliederung durch die Hauptkette zurück, so fanden wir auf der S-Abdachung in westöstlicher Richtung die feuchte äußere Zone verbreitet, deren Fortsetzung wir nun bis zum Salwin verfolgt haben und deren Abbiegen nach S entlang der W-Flanke der Salwin-Mekong-Kette uns klar geworden ist. Im Tsangpo-Gebiet führte das Niedrigerwerden der Hauptkette bereits zu sehr veränderten Verhältnissen, im Gebiet der meridionalen Stromfurchen aber wird die W-E-Richtung klar von der N-S-Richtung überdeckt: die Trockenschluchten durchbrechen die feuchte äußere Zone, wenn wir es so sehen wollen, und führen mit der ihnen eigenen Dynamik zu einer betonten vertikalen Gliederung. Die Erinnerung an das Tal des Lohit, die Täler Bhutans drängt sich auf — nur ist der Maßstab hier ein anderer.

Während im W die Hauptkette des Himalaya die beherrschende Klimascheide ist, wird diese Funktion östlich des Tsangpo-Durchbruchs teils von der Nagong-, teils von der Tsangpo-Salwin-Kette ausgeübt, d. h. keine von beiden ist in ihrem Einfluß der Hauptkette des Himalaya im W zu vergleichen, es sei denn wir denken an die vorübergehende scharfe Trennung des Waldlandes von Zayul gegen das Hochland von Shugden Gompa durch das östliche Ende der Nagong-Kette. Aber dann zerstören die N-S-Ketten gänzlich unsere bisherigen Vorstellungen. Wie schwierig es hier geworden ist, den Übergang von den feuchten zu den trockenen Vegetationstypen festzulegen, haben wir erlebt. Desto mehr Bedeutung haben die wenigen Angaben, die diesen Übergang greifbar werden lassen. Das Salwin-Tal oberhalb Changputang lieferte uns ein solches Beispiel, die allgemeinen floristischen Verhältnisse der alpinen Stufe geben uns zumindest einige Anhaltspunkte dafür.

In diesem Zusammenhang kann die Frage nach einer östlichen Fortsetzung der Hauptkette des Himalaya nicht unerwähnt bleiben. WARD hat sich mit diesem Problem im Zusammenhang mit seinen Forschungen über Vegetation und Flora eingehend beschäftigt. Die Veränderung der floristischen Zusammensetzung der alpinen Stufe nördlich der großen Massive und die bedeutend größere Verwandtschaft in west-östlicher Richtung, aber auch die S-Grenze eiszeitlicher Vergletscherung, die WARD 1935, II am Tsangpo unter $29^{\circ}30' N$, am Dibang unter $29^{\circ} N$, am Lohit unter $28^{\circ}15' N$, am Irawadi (Nam Tamai) unter $28^{\circ} 15' N$, am Salwin und Mekong unter $28^{\circ} N$ und am Yangtsekiang unter $27^{\circ} N$ angibt, führten ihn zu der Vorstellung, in den Massiven (Kawakarpo und Paimangshan) die Reste einer früher zusammenhängenden Gebirgskette, der Ostfortsetzung der Hauptkette des Himalaya, zu sehen; getrennt durch diese W-E-Kette hätten sich die Floren im

N und S entwickelt, entlang dieser Kette habe im N und S der Floren-
austausch in E-W- (W-E-) Richtung stattgefunden, während für den Aus-
tausch in N-S-Richtung eine ähnliche Schranke bestanden hätte, wie sie
uns heute noch in der Hauptkette des Himalaya von Bhutan nach W ent-
gegentritt. Das Vordringen feuchter Vegetationstypen nach N wäre dann
erst eine Folge der Zerstörung dieser Gebirgskette WARD 1935, II, 253.

Die östliche Fortsetzung des Himalaya, die von WARD, LUDLOW u. a.
auf Grund biologischer Tatsachen gefordert wird, erklärt z. B. die west-
östliche Verbreitung verschiedener wichtiger Genera, wie *Magnolia*, *Rho-*
dodendron, *Primula*, *Meconopsis*, *Nomocharis* etc., mühelos. So lange nicht
weitere intensive Feldforschung uns eines besseren belehrt bzw. eine ein-
leuchtendere Erklärung der Verhältnisse vorschlägt, mag die geforderte
östliche Fortsetzung des Himalaya bestehen bleiben. WARD 1919, II; 1920;
1921, I; 1930, II; III; 1934, I; II; 1935, I; II; 1944—1945; LUDLOW 1944, 61—
64 (Karte).

DIE VEGETATIONSTYPEN

Das Erfassen des Gesamtcharakters der Vegetation, der physiognomische Gesichtspunkt stand für die Aufstellung der Vegetationstypen im Vordergrund. Die räumliche Anordnung der Typen, wie sie die Karte als der gesammelte Ausdruck der gewonnenen Ergebnisse zeigt, läßt im ganzen auf die klimatische Abhängigkeit der großräumigen Vegetationsanordnung, besonders auf die Abhängigkeit von Niederschlag und allgemeiner Luftfeuchtigkeit schließen. Dennoch möchte ich vermeiden, von „klimatischen“ Vegetationstypen zu sprechen, sind doch bei einigen Typen die Nachrichten keineswegs ausreichend, sie für klimatisch begründet zu erklären (z. B. *Pinus Khasya*-Steppenwälder); auch kann wegen unserer bis heute noch geringen Kenntnis mancher Teile des Gebirges bestimmten Vegetationstypen nur ein vorläufiger Charakter zugebilligt werden (z. B. „Trockene Talstufe verschiedener Täler in Bhutan und Nepal“).

Die von CHAMPION 1936 und TROLL 1937, 1939 ausgeschiedenen Vegetationstypen waren für mich eine sehr wertvolle Grundlage; CHAMPION 1936 beschränkt sich als Forstmann auf die Typisierung der Wälder, der ich von meinem Gesichtspunkt her nicht in allem zu folgen vermochte; TROLL 1939 berücksichtigt vom pflanzengeographischen Standpunkt aus die gesamte Vegetation: die Gliederung der Vegetation am Nanga Parbat wurde so für mich zur wichtigsten Hilfe beim Erkennen der Vegetationsverhältnisse in jenem Teil des Gebirges.

Wenn ich auch von der im großen ganzen in diesem Maßstab klimatischen Abhängigkeit der Vegetationstypen ausgehe, so habe ich doch versucht, die durch die standörtliche Differenzierung, durch Mensch und Vieh verursachten Vegetationsveränderungen zu erfassen, um ein möglichst klares, anschauliches und differenziertes Bild der Verhältnisse zu gewinnen; aber es ist oft schwer, die mit den edaphischen Veränderungen, mit der Entwicklung der Böden einhergehende Veränderung der Vegetation in den einzelnen Stadien richtig zu erkennen, die auf frisch abgelagerten Böden mit einem Pionierstadium beginnt, in dem der Einfluß edaphischer Faktoren ganz besonders wirksam ist, und unter günstigen Umständen im Laufe der Zeit mit der „Klimax“ endet, dem Idealfall, der vollkommenes Gleichgewicht der Vegetation mit den Umweltfaktoren widerspiegelt. Innerhalb der besser bekannten Typen mag somit auch im kleinen etwas vom Zusammenspiel der Kräfte deutlich werden, das dem physiognomischen Bilde zugrunde liegt, und das im großen über das Gebirge hin ich zu verfolgen versucht habe.

I. Subtropische Wüstensteppe — subtropical semi-desert.

Nomenklatur:

Halbwüstenstrauchsteppe TROLL 1939;
trockenheiße Talstufe TROLL 1939;
Tal mit Wüstencharakter MEEBOLD 1909;
heißes Trockental SCHEIBE 1937.

Allgemein:

Strauchsteppen zentralasiatischer Prägung, keine Dornbuschsteppe wie im Punjab, wenn auch floristische Einflüsse aus Vorderasien, Sindh, Punjab. Halbwüste, Bodenbedeckung 20—35%. Kaum Einfluß sommerlicher Monsunregen und nordwestlicher Depressionen; sommerlicher Trockenschlaf.

Flora:

Capparis aphylla, *C. spinosa*, *Peganum Harmala*, *Calotropis procera*, *Pistacia*, *Elaeagnus*, *Ephedra Prshewalskii*, *Haplophyllum Griffithianum*, *Rumex hastatus*, *Vincetoxicum*, *Plectranthus rugosus*, *Caloplaca depressa*, *Echinops*, *Artemisia*, *Salsola*, *Linaria*, *Alkanna*, *Dianthus fimbriatus*, *Tricholepis tibetica*, *Euphorbia*, *Launaea oligocephala*, *Solanum*, *Orobancha*, *Heliotropium*, *Pennisetum orientale*; *Stipa*, *Cymbopogon*, *Enneapogon persicum*.

Verbreitung:

Tal des Kabul und Kunar, Tal des Indus und Nebentäler (Hunza, Shigar, Shyok); am Fuß des Nanga Parbat bis 2000 m, im Indus-Tal aufwärts bis Leh?

Klima:

Jelalabad, Gilgit, Skardu.

Niederschlag: 130—160 mm, eine ausgesprochene Regenjahreszeit fehlt. Sommerhitze intensiv. Heftige Winde!

Edaphische und topographische Varianten:

steile, felsige Hänge: Felsenhalbwüste: *Olea cuspidata*, *Rosa Webbiana*, *Sageretia*, *Pistacia*, *Haplophyllum Griffithianum*, *Statica*, *Launaea oligocephala*, *Tricholepis tibetica*, *Pennisetum orientale*, *Dianthus fimbriatus*, *Matthiola odoratissima*, *M. flavida*, *Linaria*, *Andropogon*;

ab 1700 m auch Species der Artemisiensteppe: *Ephedra intermedia*, *Colutea*, *Daphne oleoides*, *Prunus*, *Lactuca orientalis*, *Campanula argyrotreiche*.

Schuttkegel: *Echinops tibetica*, *Artemisia maritima*, *Salsola*, *Rumex hastatus*, *Haplophyllum Griffithianum*.

Trockenrinnen: auf jungen noch nicht verkrusteten Schwemmböden und auf sandig-lehmigen Terrassenflächen: *Capparis spinosa*, *Salsola Kali*, *Elaeagnus*, *Sonchus arvensis*, *Peganum Harmala*, *Calotropis procera*, *Tribulus terrestris*; *Cynodon dactylon*, *Schismus*.

Auf durchlässigen und beweglichen Sandböden: *Cymbopogon iwarancusa*, ein strauchähnlich verzweigtes, holziges Gras, an sandigen Hängen in Form von sandstauenden Girlandenbüscheln, auf ebenem Sandboden Flugsandfänger, steht auf kuppenartigen Sandhaufen; ähnliche Wuchsform: *Ephedra Prshewalskii*, *Caloplaca depressa*, ferner *Capparis spinosa*, *Echinops tibetica*, *Launaea oligocephala*, *Trigonella incisa*, *Argyrolobium roseum*, *Matthiola odoratissima*, *Zygophyllum*, *Heliotropium*; *Stipa*.

Grundwassergehölze: geringe Verbreitung, da enorme Schwankungen der Wasserführung; nur an Seitenbächen und Quellaustritten, zumal entlang der Auflage von Schotterterrassen auf Felssockel; vielfach infolge künstlicher Bewässerung: *Tamarix gallica* var. *Pallasii*, *Populus*, *Elaeagnus hortensis* ssp. *Moorcroftii* (auch kultiviert), *Ficus palmata*, *Rosa moschata*, *Rumex hastatus*, *Erianthus macranthera*, *Saccharum spontaneum*; an Quellhorizonten der Terrassenabfälle: Hochstaudenwiesen! *Cannabis sativa*, *Trochomitum venetum*, *Adiantum capillus veneris*, *Pteris vittata*, *Epipactis*, *Pogonatherum panicum*.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

Siedlungen sind Oasen, Anbau nur mit künstlicher Bewässerung, oft auf Schuttkegeln vor Mündung von Seitentälern; für stark beweidete Gebiete *Salsola*-Strauchwüste charakteristisch mit *Capparis spinosa*, *Echinops tibetica*, *Alkanna*, *Heliotropium*, *Caloplaca depressa*, *Chenopodium*, *Argyrolobium roseum*, *Launaea oligocephala*, *Tetrapogon villosus*, *Enneapogon persicum*.

Lit.: THOMSON 1852; HOOKER-THOMSON 1855, 215; MEEBOLD 1909; VOIGT 1933; TROLL 1937; 1938, I; II; 1939; WENDELBO 1954; PAFFEN 1956.

II. Subtropische Dornbuschsteppe — subtropical thorn steppe.

Nomenklatur:

northern thorn forests CHAMPION 1936;
subtropische Dornbuschsteppe TROLL.

Allgemein:

Alle Übergänge bis zur Wüste. Acacien besonders wichtig, 5—10 m hoch, meist in kleinen Gehölzen zusammen, dazwischen kahler Boden. Holzgewächse in allen Größen vom Baum bis Krüppelholz. Keine Stockwerkdifferenzierung. Jungwuchs meist aus Stockausschlägen. *Euphorbia* nur lokal. Nach Regen dünne Grasnarbe.

Flora:

Acacia modesta, *A. arabica*, *A. leucophloea*, *Prosopis spicigera*, *Salvadora oleoides*, *Capparis aphylla*, *Zizyphus jujuba*, *Acacia catechu*, *Albizzia Lebbeck*, *Stereospermum suaveolens*, *Calotropis procera*, *Grewia populifolia*, *Carissa spinarum*, *Adhatoda vasica*, *Woodfordia floribunda*, *Capparis spinosa*; *Euphorbia* sp.; *Andropogon contortus*, *Saccharum spontaneum*.

Verbreitung:

Ebene des Punjab, soweit nicht Wüste; Fußhügel des Himalaya; nach E bis Hoshiarpur, Ambala.

Klima:

Rawalpindi;
heißester Monat: Juni; Niederschlag zwischen 250—750 mm durch Monsun zwischen Juli und August, im N auch durch Winterregen; sehr unterschiedlich von Jahr zu Jahr. In den feuchteren Gebieten nach E zu mehr *Acacia*.

Boden, Topographie:

meist auf flachen alluvialen Böden, aber auch im hügeligen Gelände. Sehr charakteristisch auch im Erosionsgebiet der Fußhügel des Himalaya. Lokale Salzvorkommen haben deutlichen Einfluß auf die Vegetation („Kallar“, „Usar“), *Salsola* und *Suaeda* hier verbreitet. Auch Dünen vorhanden.

Einwirkung des Menschen:

wo Bewässerung möglich, Kulturland.

Lit.: STEWART 1863; COVENTRY 1915, II; 1929; PARKER 1924, II; SINGH, J. 1931; MOHAN 1933; CHAMPION 1936, 159—165.

III. Subtropischer immergrüner Hartlaubwald — subtropical evergreen sclerophyllous forest.

Nomenklatur:

subtropical dry evergreen forest CHAMPION 1936,
subtropischer immergrüner Hartlaubwald TROLL 1937,
Olive forest,
Acacia modesta forest.

Allgemein:

niederer Buschwald von kleinblättrigen immergrünen Bäumen und Sträuchern, einschließlich Dornsträuchern; letztere vorherrschend in trocken-heißen Lagen. Übergänge zur subtropischen Dornbuschsteppe, zum winterkahlen trockenen Falllaubwald und zum *Pinus Roxburghii*-Wald. Strauchwuchs vorherrschend. Zur Mon-sunzeit auch Kräuter und Gräser.

Erinnert sehr an die immergrünen Hartlaubwälder des Mittelmeergebietes.

Flora:

Olea cuspidata, *Acacia modesta*, *Dodonaea viscosa*, *Punica granatum*, *Rottlera tinctoria*, *Adhatoda vasica*, *Pistacia integerrima*, *Carissa spinarum*, *Monotheca buxifolia*, *Gymnosporia Royleana*, *Berberis lycium*, *Lonicera quinquelocularis*, *Rhus cotinus*, *Rumex hastatus*.

Verbreitung:

über der Dornbuschsteppe an den unteren Hängen des NW-Himalaya nach E (Hoshiarpur; Sutlej); weit in den Tälern aufwärtssteigend, lokal auch im Flußgebiet von Kunar, Sutlej und Jumna stärker verbreitet. Höhenlage: 500—1500 m.

Klima:

Rawalpindi;

Niederschlag: 800 mm, meist im Sommer (Juli—August), aber auch im Winter. Charakteristisch eine lange, heiße, sehr trockene Jahreszeit und ein kalter Winter mit Frost.

Boden, Topographie:

hügeliges Gelände, meist Sedimentgestein (Sandstein, Kalk, Mergel). Boden meist flachgründig, trocken. In den „Torrenten“ als Grundwassergehölz: *Nerium Oleander!*

Einwirkung von Mensch und Tier:

häufig geschneitelt, stark beweidet; *Dodonaea viscosa* in Hazara gelegentlich bis zum Ausschluß jeder anderen Species verbreitet, da vom Vieh gemieden.

Lit.: THOMSON 1852; STEWART 1867; BRANDIS 1884—1885; PARNELL 1920; PARKER 1924, I; COVENTRY 1929; 1915, I; SINGH, J. 1931; MOHAN 1933; GORRIE 1933, I; CHAMPION 1936, 209—211; TROLL 1937.

IV. Kaschmir - Busch — Kashmir scrub.

Nomenklatur:

Kaschmir-Busch TROLL 1937.

Allgemein:

„Macchie“ (brushwood), ganz verschieden vom Buschwerk der tieferen Lagen des Himalaya-Randes und der heißen Täler; meist dornige Falllaubsträucher.

Flora:

Daphne cachemiriana, *Cotoneaster*, *Viburnum*, *Lonicera*, *Spiraea*, *Berberis*, *Rubus*, *Ribes*, *Rosa Webbiana*, *Desmodium*, *Zizyphus*, *Punica granatum*, *Parrotia Jacquemontiana*, *Fothergilla involucrata*, *Indigofera Gerardiana*, *Plectranthus rugosus*, *Rumex hastatus*, *Thymus serpyllum*, *Salvia*; *Elaeagnus*, *Salix*; *Stipa*.

Verbreitung:

Umrandung des Beckens von Kaschmir, insbesondere S-exponierte Hanglagen, Sindh-Tal, Liddar-Tal (hier bis 2000 m); Takht-i-Suliman.

Klima:

(Srinagar).

Boden, Topographie:

S-exponierte, meist stark von der Erosion aufgerissene Hänge; am Fuße des Pir Panjal auch in N-Exposition. In Bachrunsen besonders *Fothergilla involucrata*.

Einwirkung von Mensch und Tier: starke Beweidung.

Lit.: von HÜGEL 1840, 1. Bd., 186; THOMSON 1852, 273—284, 297; MEEBOLD 1909; YOUNGHUSBAND 1924, 9; TROLL 1937; KAPOOR 1951; STEWART 1951.

V. Artemisien-Steppe — Steppe of *Artemisia*.

Nomenklatur:

Stufe der Strauchsteppen TROLL 1937;
(zentralasiatische Steppen- und Halbwüstenprovinz VOLK 1954).

Allgemein:

Sträucher stehen dichter als in Talstufe, 50—70% des Bodens bedeckt; besonders wichtig: *Artemisia maritima*, *Eurotia ceratoides*, *Kochia*. Aus der Ferne wirken Hänge wie getüpfelt. Einjährige Gräser und Kräuter, stellen Hauptfutterwert der Strauchsteppe dar; auch einige Farne und Zwiebelpflanzen. Lokal: Steppenwälder — *Pinus Gerardiana*, *Quercus ilex*, *Juniperus semiglobosa*; der Artemisiensteppe „aufgesetzt“; im E andere Species.

Trocken, wenn auch mit der Höhe feuchter: über 2700 m am Nanga Parbat reichlich Winterschnee. Vegetationsentfaltung im späten Frühjahr, Mai - Juni; im Juli bereits wieder ausgedörrt. Bei geringer sommerlicher Feuchtigkeit und großer Gehängeneigung kann sich trotz winterlicher Schneedecke in der offenen Steppe kein Humus ansammeln, erst mit Annäherung an den Nadelwald oder die „subalpinen Heiden“ (am Nanga Parbat bei 2800—3000 m) wird der Humusgehalt des Bodens fühlbar; so auch entlang der Bewässerungskanäle: viele Species der höheren Stufen hier schon anzutreffen. Insektenleben sehr lebhaft: Ameisen (EIDMANN 1942).

Flora:

Artemisia maritima, *Eurotia ceratoides*, *Kochia*, *Rosa Webbiana*, *Ribes orientalis*, *Daphne oleoides*, *Colutea arborescens*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Ribes grossularia*, *Lonicera persica*, *Sophora*, *Berberis*; *Dianthus anatolicus*, *Silene cunawarensis*, *Sempervivum*, *Scrophularia*, *Bupleurum*, *Polygonum paronychoides*, *Crassula*, *Asperula*, *Carum*, *Senecio coronopifolius*, *Aster*, *Lactuca crambifolia*, *Scorzonera divaricata*, *Ferula*, *Veronica*, *Fumaria*, *Launaea*, *Alyssum desertorum*, *Filago*, *Buchingera*, *Chorispora*, *Bromus*, *Phleum*, *Argopyrum*, *Stipa*, *Oryzopsis*, *Koeleria gracilis*, *Poa vivipara*;

Zwiebelpflanzen: *Tulipa chrysantha*, *Colchicum luteum*, *Gagea*;

Farne: nur im Schutz von Steinen: *Ceterach officinarum*, *Cheilanthes persica*, *Asplenium septentrionalis*, *A. trichomanes*, *Cystopteris fragilis*, *Selaginella borealis*.

Verbreitung:

hauptsächlich im NW und äußersten NW, breiter Übergang zur alpinen Steppe — ebenso in den Durchbruchstätern des E (andere Species von *Artemisia*). In S-Exposition im NW sich weit im Bereich der feuchten Nadelwälder nach S vorschiebend (Kaghan-, Kishanganga-, Sindh-Tal).

Höhenverbreitung wechselt mit Exposition; am Nanga Parbat N-Exposition bis 3000 m, S-Exposition bis 4200 m, an alpine Stufe angrenzend.

Klima:

Drosh; Chitral;

Niederschlag: 400—500 mm, vorwiegend winterlich, Monsunwirkung im NW gering.

Boden, Topographie:

Grundwassergehölze der Steppenstufe im Juli üppig entfaltet, dann besonders auffallend gegenüber der grauen Steppe. Schotterbänke: *Hippophae rhamnoides*, *Myricaria germanica*, *Salix*, *Lonicera*; Auenhochwälder: *Populus alba*, *P. ciliata*, *P. balsamifera*, *P. italica* - gepflanzt, typisch für Kulturoasen; *Salix oxycarpa*, *S. Webbiana*, *Lonicera persica*, *L. microphylla*, *L. coerulesa*,

Ribes orientale, *R. grossularia*, *Rosa Webbiana*, *Berberis*, *Spiraea*, *Pyrus*, *Hippophae rhamnoides*, *Cotoneaster*, *Euonymus fimbriatus*, *Viburnum*, *Lonicera asperifolia*, *Vitis vinifera*, *Clematis orientalis*, *Aralia cachemirica*, *Epilobium*, *Circaea*, *Impatiens*, *Sueertia*, *Parnassia*, *Mentha*, *Epipactis*, *Rubus*;

felsiges Gelände und Rinnen, die periodisch Wasser führen, sind durch *Juniperus semiglobosa* und Falllaubsträucher ausgezeichnet: *Rosa Webbiana*, *Colutea arborescens*, *Daphne oleoides*, *Ribes orientale*, *Prunus*, *Sophora*, *Berberis*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Lonicera persica*, *Ribes grossularia*;

auf Sandboden: *Astragalus zanskariensis*, *A. strobiliflorus*, *Polygonum paronychoides*, *Carex stenophylla*;

auf steilen Schutthalden: *Echinops tibetica*, *Prunus amygdalus*, *Fraxinus xanthoxyloides*;

„Steppenfelshöhe“ (TROLL 1939): *Ephedra intermedia*, gelegentlich auch *Pinus Gerardiana*, *Quercus Ilex*, *Juniperus semiglobosa*, sonst *Ferula narthex*, *Eremurus himalaicus*, *Heracleum*, *Hedysarum Falconeri*, *Saussurea decurrens*, *Astragalus*, *Anaphalis virgata*, *Lactuca orientalis*, *Statice macrorhados*, *Stachys tibetica*, *Bupleurum*, *Matthiola flavida*, *Valeriana*, *Asperula*, *Chrysanthemum Stoliczkae*, *Campanula*, *Alkanna*, *Sedum* — das meterweit Felsen mit dichtem Sukkulenterasen überspinnt; *Scutellaria prostrata* — hervorragender Schutttauer; ein Neusiedler in der Felshöhe: *Hedysarum Falconeri*, besonders auf Moränen; Triften und Wiesensteppen mit vornehmlich humusanzeigenden Kräutern von 3000 m an aufwärts, wo Artemisien-Steppe nicht unmittelbar in feuchten Nadelwald übergeht (N-Exposition 3000 m, S-Exposition sehr viel höher); sehr charakteristisch *Leontopodium leontopodium*, *Thymus serpyllum*, *Nepeta*, *Koeleria gracilis* — in der humosen Wiesensteppe *Stipa*; ferner *Dianthus anatolicus*, *Euphrasia*, *Koeleria gracilis*, *Scorzonera divaricata*, *Bupleurum*, *Gentiana Regeli*, *Taraxacum* — Boden ganz anders als sonst in der Artemisiensteppe:

„Überhaupt ist das Auftreten humusreicher Böden mit zunehmender Höhe und Feuchtigkeit vielleicht der wichtigste Indikator für die obere Begrenzung der Artemisiensteppe. Wo das Klima solche Böden erzeugt, treten andere Pflanzenvereine, Gras- und Zwergstrauchbestände oder Nadelwälder, an die Stelle der Strauchsteppe und des Steppenwaldes.“ TROLL 1939, 166.

S-Exposition: Artemisiensteppe in veränderter Zusammensetzung bis 4200 m: „subalpiner Typ“; auch *Juniperus semiglobosa*, *J. turcestanica* und Grundwassergehölze steigen entsprechend auf; *Ephedra Gerardiana* führt zur Verdichtung der Bestände; charakteristisch für die floristische Veränderung mit der Höhe ist das Auftreten von *Lonicera asperifolia*, *Ephedra Gerardiana*, *Rhodiola*, *Potentilla argyrophylla*, *Pulsatilla Wallichiana*, *Erysimum*, *Androsace septentrionalis*, *Allium*, *Iris*, *Pedicularis pectinata*, *Alkanna*.

Einwirkung von Mensch und Tier:

am Nanga Parbat Höhenstufe der Dauersiedlungen und des Kulturlandes, Bewässerungsgräben mit deutlicher lokaler Wirkung auf die Vegetation. Verteilung der Triften im Übergang zum feuchten Nadelwald vom menschlichen Einfluß abhängig. *Artemisia maritima* auch als sekundärer Wuchs im aufgelassenen Kulturland. Wegen des Santoningehalts auch angebaut.

Beweidung stark; Lägerfluren, insbesondere in Nähe von Quellen: *Urtica dioica*, *Geranium robertianum*, *Galium*.

Lit.: THOMSON 1852; DUTHIE 1894; GORRIE 1933, I; KERSTAN 1937; SCHEIBE 1937, I; TROLL 1937; 1938, I, II; 1939; KAPOOR 1951; WENDELBO 1952; VOLK 1954; PAFFEN 1956.

VI. Steppenwald — Steppe forest: *Juniperus* sp.

Nomenklatur:

Ilex oak — neozäna Kiefernbildung der trockenen Zone; neozäna Kiefernbildung der ariden Zone; aride Zone deodar (teilweise) GORRIE 1933, I; Himalayan dry temperate forest: dry temperate mixed evergreen forest (teilweise); dry alpine scrub (teilweise) CHAMPION 1936;

(Waldsteppe) Steppenwald von *Juniperus semiglobosa* TROLL 1939;
Dry forest: evergreen type: mixed pine forest (teilweise); *Betula-Quercus* formation
(teilweise); alpine scrub (teilweise) WARD 1941, I;
Open forest of *Pinus* and *Juniperus* NAKAO 1955;
Artemisien-Waldsteppe PAFFEN 1956;
Juniper woodland type KAWAKITA 1956;

Allgemein:

offene, lichte, trockene Bestände am Übergang vom bewaldeten Gebiet zum baumlosen Bereich der Steppen; Übergänge zu den Steppenwäldern der *Pinus* sp. und *Quercus* sp., aber als äußerster Vorposten des Waldwuchses an der Baumgrenze gegen die Steppe *Juniperus* sp. allein. Baumartiger Charakter von *Juniperus* sp. aus Angaben oft schwer feststellbar. Im ganzen aus dem NW besser bekannt. In geschützten Lagen, N-Exposition, lokal geschlossener Bestand. Trockenes, häufig aromatisches Busch- und Strauchwerk, auch dünne Grasnarbe, aber stets Boden auch in beträchtlichem Ausmaß freiliegend. Keine Epiphyten, keine Kletterpflanzen.

Floristisch im Unterwuchs (Steppe!) in W und E gleichmäßig, die baumförmigen Begleiter (*Pinus* sp., *Quercus* sp.), wo vorhanden, dagegen in E und W ganz verschieden. Systematik der *Juniperus* sp. selbst schwierig.

Flora:

Juniperus semiglobosa R., *J. Wallichiana*, *J. polycarpus*, *J. macropoda*, *J. pseudo-sabina*, *J. communis*, *J. turcestanica*; *Pinus Gerardiana*, *P. excelsa*; *P. tabulaeformis*, *P. Armandi*, *P. sinensis*; *Quercus Ilex* (syn. *Qu. Baloot* GRIFF.); *Qu. aff. Ilex*; *Fraxinus xanthoxyloides*, *Celtis australis*, *Betula* sp., *Rhododendron* sp., *Salix*, *Hippophae rhamnoides*, *Artemisia maritima*, *Eurotia ceratoides*, *Caragana*, *Astragalus*, *Rosa Webbiana*, *Berberis*, *Ephedra*, *Lonicera*, *Sophora*, *Ribes grossularia*, *Cotoneaster*, *Thymus serpyllum*, *Spiraea*, *Potentilla*, *Acantholimon lycopodioides*.

Verbreitung:

NE-Afghanistan, Nanga Parbat, (S-exponierte) Steppenhänge der inneren Täler des NW-Himalaya, Karakorum, Rondu, Sutlej-Durchbruch, Barbung Khola (W-Nepal), Kali Gandaki-Durchbruch, Manangbhot, oberes Durchbruchstal des Tsangpo, meridionale Stromfurchen.

Höhen Grenzen: abhängig von Exposition:

Nanga Parbat ab 2000 m; in N-Exposition bis 2700, 3000 m; in S-Exposition bis 4000 m (Rupal-Tal: 4200 m) TROLL 1939.

Hunza-Karakorum: N-Exposition ab 2600, 2800 m, im Hunza-Haupttal bis 3400 m aufsteigend (Seitentäler: 3300 m). S-Exposition ab 3000 m, an der S-exponierten Batura-N-Flanke bis 4000 m (PAFFEN 1956).

Kali Gandaki: untere Grenze (W von Kagbeni) 3360 m; obere Grenze: bis 4000 m (KAWAKITA 1956, 37).

Klima:

Drosh, Kilba, Pu;
Niederschlag 300—800 mm.

Im NW vorwiegend winterlicher Niederschlag, im SE vorwiegend sommerlicher Niederschlag (Monsun).

Mit zunehmender Feuchtigkeit verstärktes Auftreten von *Pinus Gerardiana* im NW, *Pinus tabulaeformis* im SE = Übergang zu den *Pinus*-Steppenwäldern. Wind!

Boden, Topographie:

an Wasserläufen: *Hippophae*, *Salix*, *Myricaria*.

Exposition: Verbreitungsgrenzen in S-Exposition höher aufsteigend.

Einwirkung von Mensch und Tier:

Juniperus sp., wo vorhanden, von größter Wichtigkeit als Brennholzlieferant, da sonst keine Holzgewächse; dadurch stark gelichtet, zurückgedrängt (Hunza-Tal: „seit Jahrhunderten genutzt“ PAFFEN 1956); das Fehlen von *Juniperus* oft auf allzu starke menschliche Nutzung zurückzuführen (Ladakh, Rupshu, Hanle). Feuer: ohne größere Wirkung, Vorkommen viel zu weitständig.

Weidegang des Viehs!

Lit.: THOMSON 1852; WARD 1924—1926; 1930, I; 1935—1936; 1941, I; HANDEL-MAZZETTI 1927 (II); GORRIE 1933 (I); CHAMPION 1936, 250—256, 273—274; KERSTAN 1937; TROLL 1938, I; 1939; LUDLOW 1944 (pl. IV); ROCK 1946; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956; PAFFEN 1956.

VII. Steppenwald — Steppe forest: *Quercus Ilex* (syn. *Q. Baloot*).

Nomenklatur:

Ilex oak — Neoza pine formation of dry zone GORRIE 1933, I;
Himalayan dry temperate forest: dry temperate mixed evergreen forest CHAMPION 1936;
Steppenwald von *Quercus Ilex* TROLL 1939.

Allgemein:

lichte, offene Steppenwälder, selten reine Bestände, fast immer unter *Pinus Gerardiana*, auch unter *Cedrus Deodara* vorkommend, jedoch nie in dichten Beständen. Xerophytisches Buschwerk vorhanden.

Keine Kletterpflanzen, keine Epiphyten. Von einigen Autoren wird *Quercus Baloot* GRIFF. als die eigentliche Eiche des nordöstlichen Afghanistan von *Quercus Ilex* LINN. unterschieden (VOLK).

Flora:

Quercus Ilex (syn. *Q. Baloot*); *Pinus Gerardiana*, *Cedrus Deodara*, *Juniperus*; *Fraxinus xanthoxyloides*, *Prunus*, *Olea cuspidata*, *Colutea*, *Sophora Griffithii*, *Daphne acuminata*, *D. angustifolium*, *Artemisia maritima*, *Cotoneaster*, *Ephedra*, *Astragalus*, *Plectranthus rugosus*, *Salvia glutinosa*, *Lespedeza*, *Bupleurum falcatum*, *Verbascum thapsus*, *Rosa Webbiana*, *Abelia triflora*, *Caragana brevispina*.

Verbreitung:

im äußersten NW, im NW und bis zum Sutlej; im äußersten W, im Ramgel-Tal, zwischen 900—2300 m: an der unteren und oberen Waldgrenze. Im Sutlej-Tal mit *Pinus Gerardiana* zusammen von 1500—2400 m auf dem linken Ufer (N-Exposition), 1900—2700 m auf der rechten Seite (S-Exposition).

Klima:

Kilba;
Niederschlag von Kilba: 800 mm; vorwiegend während des Winters, Monsunregen kaum spürbar. Trockengrenze der Eiche scheint bei 250 mm zu liegen (nach Beobachtungen in Kabul; VOLK 1954, 428).

Boden, Topographie:

steile Felshänge, Schuttkegel; an Wasserläufen in Nuristan edaphische Variante: *Tamarix*, *Populus*, *Salix*, *Ulmus montana*, *Acer*, *Celtis australis*, *Punica granatum*, *Jasminum*, *Ficus virgata*.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

große Wirkung der Beweidung: Ziegenhaltung deckt sich mit der Verbreitung der Steineiche (in Nuristan SCHEIBE 1937, II, 127): Winterfutter für Ziegen! Verkrüppelte, geschneitete Eichenbestände überall in Nuristan. Eichenholz auch für Gerät: Pflug (SCHEIBE 1937, II, 104).

Lit.: GORRIE 1933, I; 1931; VOIGT 1933; CHAMPION 1936, 250—256; KERSTAN 1937, 152—154; SCHEIBE 1937, II; TROLL 1938, I; II; 1939; LINCHEVSKY 1949; VOLK 1954.

VIII. Steppenwald — Steppe forest: *Pinus Gerardiana*.

Nomenklatur:

Ilex oak — Neoza pine formation of dry zone GORRIE;
Neoza pine formation of arid zone GORRIE 1933, I;
Himalayan dry temperate forests (teilweise), dry temperate mixed evergreen forest and dry coniferous forest CHAMPION 1936;
Steppenwald von *Pinus Gerardiana* TROLL 1939.

Allgemein:

„akzessorischer Bestandteil“ der Artemisiensteppe; Waldsteppe — Steppenwald! Alle Übergänge, meist an Dichte nach der Höhe zunehmend. Selten über 15 m, knorrige gewundene Stämme. Viel anspruchsloser als die anderen Koniferen; sehr offene Kiefernwälder meist auf heißen felsigen Standorten; geschütztere Standorte, kühle Lagen: dichtere Bestände; gewöhnlich bleibt viel Boden frei; viel niedrigwachsendes Gebüsch (xerophytisch, aromatisch). Sanftere Hänge mit *Quercus Ilex*, *Cedrus Deodara*, auch *Quercus incana* (am Sutlej), *Pinus excelsa* auch *Juniperus*, häufigste Begleiter *Quercus Ilex* und *Juniperus semiglobosa*.

Soweit Nadelstreu und abgeschirmtes Licht gestatten, *Artemisia maritima* im Unterwuchs; vor allem unter *Pinus Gerardiana* die Vertreter der feuchteren Artemisiensteppe (subalpine Trift) vorhanden — Humusanzeiger!

Wechselwirkung (Sutlej): Verjüngung von *Cedrus Deodara* nie unter *Cedrus Deodara*, von *Pinus Gerardiana* nie unter *Pinus Gerardiana*.

Flora:

Pinus Gerardiana, *Cedrus Deodara*, *Juniperus macropoda*, *J. semiglobosa*, *J. communis*; *Quercus Ilex*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Celtis australis*, *Prunus Jacquemontii*, *Acer pentapomicum*, *Pistacia integerrima*, *Colutea nepalensis*, *Artemisia maritima*, *Daphne oleoides*, *Lonicera hypoleuca*, *L. angustifolia*, *L. quinquelocularis*, *Artemisia vulgaris*, *Withamia coagulans*, *Abelia triflora*, *Parrotia Jacquemontiana*, *Rhus succedanea*, *Rhus punjabensis*, *Olea cuspidata*, *Ribes grossularia*, *Capriparis spinosa*, *Zanthoxylum alatum*, *Thymus serpyllum*, *Sophora mollis*, *Rosa Webberiana*, *Plectranthus rugosus*, *Roylea calycina*, *Cotoneaster microphylla*, *Ephedra Gerardiana* (verdrängt gelegentlich mit zunehmender Trockenheit *Artemisia*), *Lepedeza*, *Dianthus*, *Leontopodium leontopodium*, *Nepeta*, *Astragalus*, *Acantholimon lycopodioides*, *Agropyron longearistatum*, *Agrostis alba*, *Eragrostis nigra*, *Perotis latifolia*, *Phleum arenarium*, *Setaria viridis*;

keine Kletterpflanzen, keine Epiphyten.

Verbreitung:

(Balutschistan) Nuristan, Nanga Parbat, Ravi, Chenab, Sutlej. An der unteren Waldgrenze in Nuristan (Kulam) und am Sutlej, 2200—2500 m, in S-Exposition ansteigend; aufwärts bis 3300 m. Mit *Quercus Ilex* zusammen am Sutlej auf linkem Ufer (N-Exposition): 1500—2400 m, auf rechtem Ufer (S-Exposition): 1900—2700 m.

Klima:

Kilba; Drosh; Chitral;

Niederschlag 400—800 mm, überwiegend Winterniederschlag. *Pinus Gerardiana* steigt an den Hängen aufwärts, wo bei 500 mm der Anteil an Winterniederschlag mehr und mehr zunimmt, bis zur ariden Baumgrenze bei 3300 m, mit 250—350 mm Niederschlag, fast ganz im Winter. Mit zunehmender Aridität stellen sich die Polsterpflanzen der alpinen Steppe ein und steigen herab.

Boden, Topographie:

steile, felsige Hänge, besonders S-Hänge, Schuttkegel;

Nanga Parbat: S-Exposition *Pinus Gerardiana*, N-Exposition gemischter Nadelwald.

Einwirkung von Mensch und Tier:

die Nüsse der Kiefer sind eßbar, werden gesammelt („edible pine“); Beweidung: beides beeinträchtigt Verbreitung und Verjüngung.

Lit.: MADDEN 1845, 1850; PATSCHKE 1912; STEBBING 1922, 2. Bd., 51—53; GORRIE 1929, 1931, 1933, I; OSMASTON 1931; CHAMPION 1936, 250—256; TROLL 1937, 1938, I; II; 1939; KERSTAN 1937, 156; LINCHEVSKY 1949; VOLK 1954.

IX. Steppenwald — Steppe forest: *Quercus aff. Ilex*.

Nomenklatur:

scrub quercus ROCK 1926, 1947;

holly oak forest, holly oak zone LUDLOW 1940;

Betula-Quercus formation (teilweise) WARD 1941, I;

„dry“ forest: evergreen type, mixed pine forest (teilweise) WARD 1941, I;

dry evergreen oak forest TAYLOR 1947.

Allgemein:

lichter Steppenwald immergrüner Eichen, vorwiegend zusammen mit Kiefern — *Pinus tabulaeformis*, *P. Armandi* etc. — insofern Gegenstück zu den Eichen-Kiefern-Steppenwäldern des NW mit *Quercus Ilex* und *Pinus Gerardiana*. Mit blaugrünen Flechten behangen.

Wenig bekannt, nur Reisebeschreibungen; GILL: holly leaved oak des Yangtsekiang- und Mekong-Tales; LIMPRICHT erwähnt eine für Ost-Tibet charakteristische Steineiche — wintergrün mit dicken, stacheligen Blättern — als Verwandte von *Quercus Ilex*: *Quercus aquifolioides* aus der Gegend von Derge, Batang, Bejü (außerhalb unseres Gebietes) bestandbildend zwischen 3700—4000 m. HANDEL-MAZZETTI beschreibt *Quercus semecarpifolia* als ein sehr niedriges, dorniges Strauchwerk — in verstreuten Gruppen, oder auch weithin gleichmäßig verteilt; überall aus Zerstörung des Waldes hervorgegangen? SCHOTTKY 1912, 641: niedriger, zwergiger, lederblättriger, dorniger Strauch: *Quercus semecarpifolia*!

Flora:

Quercus aff. Ilex (*Q. aquifolioides?* *Q. semecarpifolia?*), *Pinus*, *Juniperus*; *Betula*, *Rhododendron decorum*, *Prunus*, *Sorbus*, *Salix*, *Hippophae*, *Myricaria*, *Lonicera*, *Spiraea*, *Wikstroemia*, *Ribes*, *Rosa*, *Berberis*, *Cotoneaster*, *Caragana*, *Salvia*, *Allium*, *Thalictrum*, *Codonopsis*, *Adenophora*, *Aster*; Farne.

Verbreitung:

Oberes Tsangpo-Durchbruchstal von 2700—3000 m und höher; Tal des Gyamda Chu; meridionale Stromfurchen.

Klima:

talauf gerichtete lokale Winde, gelegentlich sehr heftig.

Einwirkung des Menschen:

Holz für Geräte (Pflug) geschätzt — vgl. *Quercus Ilex*!

Lit.: GILL 1880; SCHOTTKY 1912; LIMPRICHT 1921; HANDEL-MAZZETTI 1927, I, II; ROCK 1926; 1947; WARD 1924—1926; 1926, I; 1935—1936; 1936, II; 1941, I; LUDLOW 1940; 1951; TAYLOR 1947.

X. Steppenwald — Steppe forest: *Pinus tabulaeformis*, *Pinus Armandi*.

Nomenklatur:

dry forest: evergreen type: mixed pine forest WARD 1935—1936;
Southern tibetan pine forest WARD 1941, I; LUDLOW 1940, 1951.

Allgemein:

lichte Steppenwälder, den *Pinus Khasya*-Wäldern des Lohit-Gebietes nahestehend. In den meridionalen Stromfurchen verschiedene *Pinus* sp.: floristische Determination schwierig.

Allgemein zeigen die Gebiete des südöstlichen Tibet, die im Winter mit ihrer Wasserversorgung von Tau abhängig sind, Kiefernwald: Schluchten!

Flora:

Pinus tabulaeformis, *P. Armandi*, *P. Massoniana*, *P. yunnanensis*, *P. sinensis*, (vgl. CHENG 1939!); *Cupressus duclouxiana* (syn. *C. torulosa*), *Thuja orientalis*, *Keteleeria Davidiana*, *Tsuga dumosa*; *Populus*, *Rhododendron decorum*, *Quercus aff. Ilex*, *Buxus sempervirens*, *Lonicera*, *Rosa*, *Berberis*, *Deutzia*, *Ribes*, *Rhododendron megalalyx*, *Syringa*; *Pteris aquilina*;
Gräser.

Verbreitung:

oberes Durchbruchstal des Tsangpo von 2700—3000 m — darüber in den Laubnadelmischwald übergehend; ähnlich in den meridionalen Stromfurchen (2500—3200 m), auch im Po Yigrong und Po Tsangpo-Tal.

Klima:

Niederschlag: 750—1000 mm (geschätzt); meist im Sommer, anscheinend auch eine gewisse winterliche Trockenzeit erforderlich (dann nur Tau).

Temperaturen: im Sommer warm, feuchtkühl; im Winter kalt — sehr kalt, strenger Frost, Schnee wenig oder keiner, ausgenommen höhere Lagen.

Talaufergerichtete Winde (Stürme!), zumal im Winter.

Boden, Topographie:

auf Moränen, grobem Schotter, Sand. Verbreitet besonders auf S-Hängen. Im Po Yigrong-Tal offene Hänge: *Pinus*; geschützte: *Tsuga dumosa*.

Einwirkung des Menschen:

im Gebiet der meridionalen Stromfurchen gebrannt (vgl. *Pinus Khasya*-Wälder in Zayul).

Lit.: WARD 1924—1926; 1926, I; 1930, I; 1935—1936; 1936, II; 1941, I; 1946, III. HANDEL-MAZZETTI 1927, I; II; LUDLOW 1940; 1951; ROCK 1926; 1947; TAYLOR 1947.

XI. Steppenwald — Steppe forest: *Pinus Khasya* (syn. *P. insularis*).

Nomenklatur:

Pine forest STAMP 1925;

North Burma — Rima pine forest WARD 1941, I;

„dry“ forest, montane type: *Pinus-Quercus forest* WARD 1941, II;

subtropical pine — oak forest WARD 1941, II.

Allgemein:

offener, lichter Steppenwald mit Adlerfarn und Gras, verstreut Erlen im Unterwuchs. Besonders in Gebieten, die im Winter zur Wasserversorgung von Tau abhängig sind (allgemein: Schluchten SE-Tibets). S-Hänge bevorzugt. Gleiche Höhenstufe wie immergrüner Bergwald auf Außenhängen (Übergang bei Minzong / Lohit-Knie).

Flora:

Pinus Khasya (syn. *P. insularis* und *P. yunnanensis* „very similar and possibly not specifically distinct“ BRANDIS 1906, 690; CHENG 1939 — vgl. Steppenwälder der SE-Tibets);

Quercus glauca, *Q. incana*, *Q. spicata*, *Q. serrata*, *Q. Griffithii*, *Pieris ovalifolia*, *Gaultheria*, *Litsaea*, *Rosa bracteata*, *Ilex*, *Desmodium*, *Ceratostigma Griffithii*, *Sophora*, *Ailanthus*, *Cotoneaster*, *Berberis*, *Michelia lanuginosa*, *Coriaria*, *Ligustrum confusum*, *Mahonia*, *Myricaria*;

Pteris aquilina, *Gleichenia glauca*;

Cypripedium villosum.

Verbreitung:

nur in Zayul im Tal des Lohit oberhalb Minzong und in den Tälern der Quellflüsse Rongtö Chu und Zayul Chu. Ferner in N-Burma außerhalb des hier gewählten Rahmens (Ngawchang Tal zwischen Htawgaw und Hpimaw).

Im Salwin-Tal bei Bahan wird *Pinus insularis* erwähnt.

Höhenlage: N-Burma 1500—2100 m; Zayul wechselnd 1200, 1800—2100, 2400 m.

Klima:

Niederschlag für N-Burma: 2000 mm;

Rima (Zayul): 1500—2000 mm;

sehr heiß, Temperaturen viel höher als im eigentlichen Tibet. Sommer heiß und feucht (Monsun), Winter kühl bis kalt, Frost — in den höheren, offenen Lagen drei Monate lang.

Heftiger, tagsüber talaufergerichteter Wind — einsetzend am späten Vormittag, bis kurz nach Dunkelwerden anhaltend; bei Regen weniger stark.

Boden, Topographie:

Sandboden oder wenigstens leichte Böden.

Schluchtwald, vor dem trockenen Talaufl-Wind geschützt, Laubwald: *Cornus macrophylla*, *Prunus cornuta*, *Ulmus lancifolia*, *Fraxinus Griffithii*, *Populus ciliata*, *Acer Campbellii*, *Altingia excelsa*, *Albizzia julibrissin*, *Engelhardtia*, *Prunus Puddum*, *Schima Wallichii*, *Deutzia*, *Ilex corallina*, *Eugenia*, *Philadelphus*, *Pyracantha angustifolia*, *Elaeagnus latifolia*, *Euonymus*, *Rhododendron*, *Symplocos*.

Einwirkung des Menschen:

„Its is clear, that the pine oak clique in the midst of the grass fern clique occurring between 4000—8000 ft. in regions of alternating wet and dry seasons is a man made association occupying a man made clearance and is not a true climax.“ WARD 1949, 263

Jährliches Brennen, schon seit hundert und mehr Jahren, ausschlaggebender Faktor; im März. Löschen der Brände nur durch Regen möglich. Durch Feuer Laubbäume gehindert, außerhalb der feuchten Schluchten zu gedeihen. Jedenfalls wird — so lange noch gebrannt wird — der *Pinus Khasya*-Wald bestehen bleiben (Kiefernwald des oberen Tsangpo-Durchbruchstailes nicht gebrannt, jedoch wieder in den meridionalen Stromfurchen).

Obergrenze des Kiefernwaldes = Obergrenze des Anbaus.

Lit.: WARD 1926, I; 1930, I; 1930, III; 1930, IV; 1933, I; 1933—1934; 1934, II; 1935, II; 1935—1936; 1941, I; II; 1944—1945; 1949; 1953, II.

XII. *Pinus Roxburghii*-Wald — Forest of *Pinus Roxburghii*.

Nomenklatur:

Shorea-Anogeissus-Pinus formation: *Pinus longifolia* association OSMASTON 1922; *Pinus longifolia* forest DUDGEON-KENOYER 1925; forest of chir OSMASTON 1927; *Pinus longifolia* - Wald HESKE 1929; chil pine belt GORRIE 1933, I; subtropical pine forest CHAMPION 1936; *Pinus longifolia* - Wald TROLL 1937; *Pinus Roxburghii* - type KAWAKITA 1956.

Allgemein:

Hochwald, licht und offen, 20—30 m hoch; reine Bestände, kein anderer Baum in der Kronenschicht; stark beeinflusst durch alljährliche Feuer — nur ganz wenige Sträucher im Unterwuchs. Während der Monsunzeit reicher Graswuchs, trocken im Winter; vor der Regenzeit ist Boden mit Nadeln bedeckt, erscheint ganz kahl: zu dieser Jahreszeit gebrannt — auch günstige Folgen, da Nadelstreu Verjüngung verhindert. In Schluchten *Quercus incana*, *Rhododendron arboreum* und *Pteris ovalifolia*; mit der Höhe diese zahlreicher — *Pinus* zieht sich auf trockene, warme Felsen und Kämme zurück. Gelegentlich treffen in den feuchteren Schluchten auch der Monsunwald von unten und *Quercus incana* etc. von oben her zusammen. Keine Kletterpflanzen, kein Bambus.

Wo *Myrsine africana* vorhanden: beste *Pinus Roxburghii*-Bestände.

Wo *Quercus incana* durch Schneiteln geschwächt, gewinnt *Pinus Roxburghii* an Boden.

Flora:

Pinus Roxburghii syn. *P. longifolia*; *Quercus incana*, *Rhododendron arboreum*, *Pteris ovalifolia*, *Anogeissus latifolia*, *Euphorbia Royleana*, *Punica granatum*, *Mallotus philippinensis*, *Olea cuspidata*, *Pistacia integerrima*, *Ficus Roxburghii*; *Indigofera Gerardiana*, *Lespedeza*, *Myrsine africana*, *Rhus cotinus*, *R. parviflora*, *Inula cappa*, *Berberis lycium*, *Aechmanthera tomentosa*, *Viburnum*, *Rubus*, *Plectranthus rugosus*, *Carissa spinarum*, *Dodonaea viscosa*, *Woodfordia floribunda*, *Desmodium nutans*, *Buddleia paniculata*, *Pteris aquilina*; *Andropogon contortus*, *Sporobolus indicus*.

Verbreitung:

im äußeren Himalaya vom äußersten NW bis zum Manas, nicht in Sikkim — bis auf ganz wenige Standorte; weit in den Tälern aufwärts; Kulu, Sutlej, Ganga; in Zentral-Nepal: Buri Gandaki und Trisuli Gandaki (Lende Khola).

Höhenlage: 900—1800 m, auch schon ab 600 m, in den inneren Tälern bis 2100 m aufwärts.

Klima:

Almora; Ranikhet.

Niederschlag: 1000—1400 mm; Monsunregen — Abhängigkeit vom Monsunregen besonders deutlich im Sutlej-Tal. Schnee fällt nur gelegentlich an Obergrenze, bleibt nur tageweise liegen.

Starke Strahlung.

Boden, Topographie:

alle geologischen Formationen; S-Hänge auf Kalk bei hohen Temperaturen zu trocken.

Stets in Hanglage; N-Expositionen bis 2000 m, S-Expositionen bis 2100 m, bei zusagenden Verhältnissen auch noch höher hinauf. N-Hänge: Wachstum besser.

Pinus Roxburghii stets auf gut drainierten, wenn auch armen Böden; bevorzugt Rücken und trockene Hänge; Schluchten und Bachrungen zeigen Monsunwald und *Quercus incana*-Bestände, die sich hier treffen können. *Euphorbia Royleana* auf heißen Felsklippen.

DUDGEON-KENOYER 1925: edaphische Klimax des Eichen-Koniferen-Mischwaldes (Tehri Garhwal); auch NAKAO 1955 für edaphische Klimax (Zentral-Nepal);

CHAMPION 1936, 205: „appears to be a climatic climax.“ Ebenso OSMASTON 1922; HESKE 1932 betont die deutlichen Höhengrenzen, das Vorherrschen auf verschiedenen Standorten und den großen Einfluß des Lichtfaktors.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

große Siedlungsdichte — Wälder sehr stark zurückgedrängt und beeinflusst; Tendenzen zur völligen Waldvernichtung; oft *Quercus incana*-Busch als Zwischenstadium; Erosionserscheinungen.

Sehr gesucht als Bauholz.

Feuer: von großer Bedeutung, da *Pinus Roxburghii* widerständiger als alle Konkurrenz — Reinheit der Bestände vom Feuer abhängig? Verjüngung ermöglicht durch Verbrennen der schweren Nadelstreu.

Starke Beweidung — Viehgangeln!

Lit.: BRANDIS 1884—1885; TROUP 1916, 1038—1045; WEBBER 1902, 184—193; OSMASTON 1914, 1920, 1922, 1927; CHAMPION 1919, 1923, I; II; 1936, 202, 209; KENOYER 1921; DUDGEON-KENOYER 1925; PARKER 1924, I; COVENTRY 1929; HESKE 1929, 1930, II; 1932, 1937; GLOVER 1931; PRING 1931; TREVOR 1931; MOHAN 1933; GORRIE 1933, I; TAYLOR-MAHENDRU-MEHTA-HOON 1935; TROLL 1937; HOON 1938; PURI 1949, I; 1950; NAKAO 1955, 289; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956; KAWAKITA 1956.

XIII. *Cedrus Deodara*-Wald — Forest of *Cedrus Deodara*.

Nomenklatur:

Pinus-Cedrus formation: forest of *Cedrus Deodara* OSMASTON 1922;

Cedrus Deodara forest DUDGEON-KENOYER 1925;

dry and arid zone deodar GORRIE 1933, I;

dry temperate mixed evergreen forest (teilweise) und dry coniferous forest (teilweise) CHAMPION 1936.

Allgemein:

nur die reinen Zedernwälder hier zusammengefaßt; *Cedrus Deodara* auch im Eichen-Koniferen-Mischwald, aber dort stets nur lokal, nicht im größeren Umfang bestandbildend, stets an besondere lokale Bedingungen geknüpft: auf gut drai-

nierten Kämmen, auf Kalk etc. Oft im Übergang vom Eichen-Koniferen-Mischwald zum Nadelwald des NW-Himalaya. Vielfach sind die reinen Bestände nicht genau in der Literatur herausgestellt; so liegen reine Zedernbestände in Nuristan, können aber nicht lokalisiert werden. Zedernwälder im Sutlej-Durchbruch und im oberen Ganga-Tal am besten bekannt.

Cedrus Deodara erlebt bei ihrer Verbreitung vom monsunberegneten äußeren Himalaya bis zur Trockengrenze des Waldes völligen Wechsel der Begleiter, nur *Pinus excelsa* ist stets als Begleiter vorhanden. Im Inneren des Gebirges, wo nur noch Winterniederschläge vorkommen, *Cedrus Deodara* an geschützten Standorten mit lange liegender Schneedecke.

Je weiter vom äußeren Himalaya nach dem Innern zu, desto reiner werden die Bestände der Zeder. Reine Zedernwälder zeigen geschlossenes Kronendach oder sind lichte, offene Bestände, neigen dann schon mehr zum Steppenwald hin. *Cedrus Deodara* hat Tendenz gesellig aufzutreten. 12—20 m hoch.

Meist Strauchunterwuchs vorhanden, besonders *Artemisia maritima* im trockenere Gebiet. Im Übergang zum *Pinus excelsa*-Wald der „leguminous turf“ verbreitet: *Astragalus*, *Lespedeza*, *Oxytropis*, *Thymus*, *Lotus*; keine Kletterpflanzen, keine Epiphyten.

Flora:

Cedrus Deodara, *Pinus excelsa*, *Picea morinda*, *Abies Pindrow*, *Pinus Gerardiana*, *Juniperus*, *Cupressus torulosa*, *Quercus Ilex*, *Aesculus indica*, *Ulmus Wallichiana*, *Corylus colurna*, *C. Jacquemontii*, *Acer caesium*, *A. acuminatum*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Prunus Jacquemontii*, *Parrotia Jacquemontiana*, *Viburnum cotinifolium*, *Deutzia corymbosa*, *Euonymus lacerus*, *Desmodium tiliaefolium*, *Lonicera quinquelocularis*, *Rhus punjabensis*, *R. succedanea*, *Syringa Emodi*, *Spiraea Lindleyana*, *Staphylea Emodi*, *Salix viminalis*, *S. daphnoides*, *S. denticulata*, *Hippophae rhamnoides*, *H. salicifolia*, *Myricaria elegans*, *M. germanica*, *Populus ciliata*, *Lonicera hypoleuca*, *Smilax vaginata*, *Plectranthus rugosus*, *Artemisia maritima*, *Berberis*, *Rubus niveus*, *Ribes grossularia*, *Rosa Webbiana*, *Fragaria vesca*, *Viola canescens*, *Thalictrum minus*, *Salvia glutinosa*, *Impatiens*, *Capparis spinosa*, *Colutea nepalensis*, *Abelia trifida*, *Daphne oleoides*, *Ephedra intermedia*, *Caragana Gerardiana*, *C. versicolor*, *Ephedra Gerardiana*, *Astragalus tibetanus*, *A. anomalus*, *Echinops*, *Cnicus*, *Lactuca longifolia*, *Prenanthes Brunoniana*, *Cannabis*; *Tragopogon*.

Verbreitung:

reine Zedernwälder festgestellt im Durchbruchstal des Chenab und Sutlej, im oberen Ganga-Tal, im Einzugsbereich der Alaknanda in den inneren Tälern des Garhwal-Himalaya, in vereinzelt kleinen Beständen im Tila- und Sinja-Tal, bei Tarakot und Tibrikot in W-Nepal. Auch in Nuristan vorhanden, doch fehlen genauere Angaben.

Höhenlage: 2100—3300 m, nach dem Inneren zu ansteigend, letzte Standorte (Dubling am Sutlej) von lokaler Gunst abhängig.

Im oberen Tal der Ganga in S-Exposition an der Waldgrenze.

Klima:

Kilba und Pu im Sutlej-Durchbruchstal.

Niederschlag zwischen 250—1000 mm (Kilba 806 mm, Pu 350 mm; innere Täler von Garhwal 250—1000 mm), weitgehend abhängig vom winterlichen Niederschlag, Gebiet starker Monsunregen gemieden; gedeiht auch noch dort, wo nur noch winterlicher Niederschlag (Schnee) fällt: oberes Sutlej-Durchbruchstal. Sommer kann also ganz trocken sein, Austrocknung verhindert durch allmähliche Schneeschmelze.

Boden, Topographie:

„edaphische Klimax“ DUDGEON-KENOYER 1925, meist auf steilen, felsigen Hängen, auf Schuttkegeln, auf Flußablagerungen als Neusiedler (Kulu-Tal).

Am Fluß Laubbäume vorwiegend.

S-Exposition! (oberes Ganga-Tal; N-Exposition zeigt dagegen gemischten Nadelwald).

Einwirkung von Mensch und Vieh:

Cedrus Deodara liefert das wertvollste Holz von allen Waldbäumen des Himalaya. Sehr gesucht für Eisenbahnschwellen und als Bauholz etc. Am Sutlej (Kunawar) geschneitelt für örtlichen Weinbau: Pfähle! Feuer schadet der Verjüngung sehr, nicht weniger regellose Waldweide (oberes Ganga-Tal).

Lit.: HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852; BRANDIS 1884—1885; PATSCHKE 1912; OSMASTON 1922, 1927; LAMBERT 1924; DUDGEON-KENOYER 1925; COLLIER 1924, 1928; HESKE 1929, 1932, 1937; GORRIE 1933, I; TAYLOR-MAHENDRU-MEHTA-HOON 1935; CHAMPION 1936, 250—256; SINGH, J. 1948; PURI 1950; WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1954, II.

XIV. Laubnadelmischwälder der inneren Täler des Assam-Himalaya — mixed deciduous and coniferous forests of the inner valleys of the Assam Himalaya.

Nomenklatur:

Transmontane formation: *Quercus-Pinus-Cupressus* formation: *Pinus-Quercus* hybridum BOR 1938;

„Dry“ forest, montane type: *Pinus-Quercus* formation (teilweise) WARD 1935—1936; 1941, I.

Allgemein:

offene, lichte Wälder mit wenig Unterwuchs; während der Regenzeit ausgedehnte Krautflora. Wenn vor Feuer geschützt, natürliche Verjüngung gut. Beziehungen zum *Pinus Roxburghii*-Typ (BOR 1938).

Flora:

Pinus excelsa, *Quercus Griffithii*, *Q. incana*;
Rhododendron arboreum, *Prunus Puddum*, *Cornus capitata*, *Albizia julibrissin*,
Euonymus Hamiltonianus, *Boehmeria rugulosa*, *Photinia Griffithii*, *Zanthoxylum oxyphyllum*;
Cotoneaster frigida, *Luculia pinceana*, *Woodfordia fruticosa*, *Coriaria nepalensis*,
Stachyurus himalaicus, *Berberis Wallichianus* var. *microcarpa*, *Rubus lasiocarpus*,
R. macilentus, *Leptodermis Griffithii*, *Campylotropis eriocarpa*, *C. Prainii*,
Deutzia corymbosa, *Indigofera sesquipedalis*, *Randia tetrasperma*, *Caryopteris Wallichiana*,
Gaultheria fragrantissima, *Andromeda elliptica*, *Smilax minutiflora*;

Verbascum thapsus, *Rumex hastatus*, *Anemone rivularis*, *Campanula colorata*, *C. sylvatica*,
C. cana, *Ophiopogon intermedia*, *Senecio chrysanthemoides*, *Cardamine macrophylla*,
Viola patrinii, *Malva parviflora*, *Mazus rugosus*, *Verbena officinalis*,
Erigeron alpinus, *Sonchus arvensis*, *Galinsoga breviflora*, *Lysimachia japonica*,
Iris decora, *Impatiens arguta*, *Hypoxis aurea*, *Scutellaria discolor*, *Salvia japonica*,
Gerberia piloselloides, *Polygonatum cirrhifolium*, *Sedum trifidum*, *Bergenia ligulata*;

Pteris aquilina, *P. cretica*, *Cheilanthes farinosa*;
Cymbopogon arundinacea, *Arundinella nepalensis*, *Heteropogon contortus*, *Imperata cylindrica*,
Neyraudia Reynaudii, *Polypogon litoralis*, *Capillipedium assimille*;
Orchideen: *Dendrobium nobile*, *Aphalanthera ensifolia*, *Calanthe masuca*, *Eulophia bicarinata*.

Arceuthobium minutissimum gelegentlich auf *Pinus excelsa*.

Verbreitung:

Assam Himalaya: Mönjyl; Tenga-Tal, Apa Tani-Tal.

Höhenlage: 1600—(2000) 2800 m.

Klima:

nicht mehr als 1250 mm Niederschlag, überwiegend zwischen Mai und September; im Dezember etwas Schnee. Nebel häufig. Sehr trocken für Assam-Himalaya.

Täler im Winter „Frostlöcher“.

Boden, Topographie:

Cupressus torulosa im Lunbe-Tal (Seitentälchen des Tenga-Tales) ganz charakteristisch auf Kalkboden, Steilhänge, dünne Bodenkrume; reine Bestände, bis 45 m hoch; in den oberen Lagen auch *Quercus*, *Alnus nepalensis*, *Populus ciliata*, *Myrsine semiserrata*, *Cornus oblonga*, *Symplocos theaeifolia*.

Kalkfelsen: *Dendrobium nobile*.

Auf tiefgründigem, feuchtem Boden in 1800—2000 m bei geringer Sonnenscheindauer Schluchtwald von *Alnus nepalensis* und *Populus ciliata*, beide bis 35 m hoch; dazu *Rhododendron arboreum*, *Fraxinus floribunda*, *Schima khasiana*, *Prunus nepalensis*, *Albizia julibrissin*, *Pinus excelsa*, *Machilus edulis*, *Pentapanax Leschenaultii*, *Photinia notoniana*, *Corylopsis himalayana*, *Pyrus cuspidata*, *Myrsine capitellata*, *Zanthoxylum alatum*, *Rubus lineatus*; Farne bilden die Krautschicht.

S-Exposition: *Pinus* kaum 15 m, am Fuß des Hanges 32 m!

Quercus auf dünner Bodenkrume kaum 10 m, wo Boden tiefgründig und feucht 20—25 m.

Einwirkung des Menschen:

Wanderhackbau der Sherdukpen im Tenga-Tal; im März oder früher wird jährlich das seit November trocken liegende Gras angebrannt.

Cupressus torulosa: Holz verwandt für Schindeln, Masten der Gebetsfahnen, auch als Räucherwerk für kultische Zwecke. Harz wird abgezapft. Gelegentlich in Tempelnähe auch angepflanzt.

Apa Tani-Tal: ausgedehnte Anbauflächen, *Pinus excelsa* und *Bambus* angepflanzt, Hanglagen oft nur mit Gras und Adlerfarn bedeckt.

Lit.: BOR 1938; WARD 1926, I; 1935—1936; 1936, II; GRAHAM BOWER 1953; FÜRER-HAIMENDORF 1955, II; 1956.

XV. Laubnadelmischwald SE - Tibets —

mixed deciduous and coniferous forest of SE-Tibet.

Nomenklatur:

mixed conifer and deciduous forest WARD 1930, I;

dry forest, subalpine type: *Picea-Betula* formation WARD 1941, I;

mixed forest TAYLOR 1947.

Allgemein:

Mischwald, wenig bekannt; vermittelt zwischen den trockenen Steppenwäldern und den feuchten Nadelhöhenwäldern. Im Tal des Yangtsekiang zahlreiche neue Species eingeschlossen, auch *Quercus semecarpifolia*. Beziehungen zu den Koniferenwäldern der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya.

Flora:

Picea likiangensis, *P. spinulosa*, *Larix Griffithii*, *Larix Mastersiana*, *Pinus*, *Tsuga dumosa*, *Betula utilis*, *Quercus*, *Populus*, *Salix*, *Acer caudatum* var. *ukurunduense*, *A. stachyophyllum*, *Rhododendron*, *Ilex aquifolium*, *Syringa*, *Buxus sempervirens*, *Pieris*, *Smilax*, *Rhamnus leptophyllus*, *Lonicera*, *Piptanthus bombycinus*, *Cotoneaster*, *Deutzia*, *Desmodium*, *Euonymus*, *Ribes*, *Rosa*, *Elaeagnus*;

Kletterpflanzen: *Schizandra*, *Clematis*, *Vitis*, *Actinidia*.

Verbreitung:

oberes Durchbruchstal des Tsangpo, Tal des Gyamda Chu, Po Yigrong, Nagong Chu, Salwin, Mekong, Yangtsekiang.

Höhe: 3000—3300 m (und höher).

Klima:

„mäßig-feucht“, ausreichende Sommerregen, Winter lang und trocken.

Topographische Einflüsse:

meist in Hanglage.

Lit.: WARD 1913, I; 1924—1926; 1926, I; 1930, I; 1933—1934; 1935—1936; 1935, II; KAULBACK 1938, II; LUDLOW 1940; TAYLOR 1947.

XVI. Temperierter Eichen- und Koniferen-Mischwald —

Temperate mixed oak and coniferous forest.

Nomenklatur:

Quercus-Abies formation und *Pinus-Cedrus* formation (teilweise) OSMASTON 1922; oak and low-level silver fir forest OSMASTON 1927; broadleaved sclerophyllous forest DUDGEON-KENOYER 1925; Zone der immergrünen Eichenwälder und des *Cedrus Deodara*-Waldes HESKE 1929; moist zone formations (teilweise) GORRIE 1933, I; Himalayan moist temperate forests (teilweise) CHAMPION 1936.

Allgemein:

immergrüne Wälder von Eichen und Koniferen; Zahl der dominanten Species klein. Deutliche Differenzierung nach der Höhe: drei Untertypen; deutliche Differenzierung nach Exposition: Koniferen meiden S-exponierte Hänge. Eichen gewöhnlich nicht sehr hoch werdend. Stets Unterwuchs laubwerfender Sträucher, Üppigkeit des Unterwuchses abhängig von Kronenschluß und Beweidung. Die drei dominierenden Eichen — *Quercus incana*, *Q. dilatata*, *Q. semecarpifolia* — immergrün, Blätter steif-ledrig, zackig, Unterseite filzig behaart.

Cedrus Deodara häufig Übergang zum feuchten Koniferenwald des NW vermittelnd (Jhelum, Chenab, Sutlej), nie der vollen Kraft des Monsun ausgesetzt, zieht auch im Verband der Eichen-Koniferen-Mischwälder Gebiete mit größerem Anteil an Winterniederschlag vor. Im Tons-Gebiet S-Hänge von der Zeder bevorzugt.

Nach der Höhe und nach E floristisch reichhaltiger. Über 3000 m Beteiligung von *Abies* und auch *Picea morinda* immer stärker, bis *Abies* führt. In W-Nepal am Hang des Chakhure Lekh *Tsuga dumosa* (*T. Brunonianana*) erstmalig stärker verbreitet — floristisch: Übergang nach E!

Epiphyten: Krustenflechten, Strauch- und Bartflechten, Moose, Farne, Blütenpflanzen (Orchideen).

Dreiteilung nach der Höhe:

Quercus incana und *Cedrus Deodara*: 1800—2400 m in S-Exposition, N-Exposition 200—300 m niedriger;

Quercus dilatata und *Abies*, *Picea*, *Cedrus*: 2100—2400 m;

Quercus semecarpifolia und *Abies*: 2400—3300 m.

Besondere Bedeutung dieser Wälder für Wasserhaushalt der großen Ströme, damit für Landwirtschaft der indischen Ebene.

Untere Stufe:

Quercus incana vorherrschend;

starke Überlappung mit *Pinus Roxburghii*, in den Tälern weit nach unten, gelegentlich mit Fallaubwald zusammentreffend; Monsunregen wichtig, Schnee ungünstig. Deshalb auch der Umrandung des Beckens von Kaschmir fehlend. In gut entwickelten Beständen der Kronenschluß dicht, gesamter Wuchsraum erfüllt, dann 20 und mehr Meter hoch. Häufiger aber der Bestand offener, in S-Exposition oft sehr unvollständig, in feuchten Schluchten viele laubwerfende Species verbreitet. *Pieris ovalifolia* und *Rhododendron arboreum* die wichtigsten Begleiter der *Quercus incana* — beide vom Vieh gemieden und vom Menschen nicht geschätzt. Immergrüner Unterwuchs, immergrüne Kräuter. Kletterpflanzen weniger verbreitet. Moose und Farne epiphytisch, besonders während der Monsunzeit auffällig. Wo Bestand allgemein gut entwickelt, Gras selten — wo Kronendach unterbrochen, Grasnarbe dicht. Adlerfarn verbreitet, Bambus nur gelegentlich.

Flora:

Quercus incana, 60–70%; *Rhododendron arboreum* 20–30%; *Pieris ovalifolia* 5–10%; *Carpinus viminea*, *Quercus lanuginosa*, *Q. glauca* (lokal); *Cedrela serrata*, *Cedrus Deodara*, *Pinus excelsa*; *Trachycarpus* (in Kurmaon); *Betula alnoides*, *Litsaea umbrosa*, *Pyrus pashia*, *Euonymus tingens*, *Rhus semialata*, *Lindera pulcherrima*, *Symplocos crataegoides*, *Berberis lycium*, *B. aristata*, *Cornus capitata*, *Daphne cannabina*, *Cotoneaster bacillaris*, *Sarcococca pruniformis*, *Desmodium tiliaeifolium*, *Viburnum cotinifolium*, *Indigofera Gerardiana*, *Rubus niveus*, *Myrsine africana*, *Boenninghausenia*, *Deutzia staminea*, *Viburnum coriaceum*, *Lonicera quinquelocularis*, *Rubus ellipticus*, *Plectranthus rugosus*, *Rosa moschata*, *Pteris aquilina*; *Vitis himalayana*; *Hedera helix*, *Smilax vaginata*, *S. parvifolia*, *Ilex dipyrena*, *Holboellia latifolia*.

Mittlere Stufe:

Quercus dilatata vorherrschend; schmaler Gürtel, 2100–2400 m, Überlappung mit der *Quercus incana*-Unterstufe: *Quercus incana* hält die trockeneren Lagen besetzt; kühler und feuchter als die *Quercus incana*-Stufe; Schnee fällt jedes Jahr und liegt mehrere Wochen lang. *Quercus dilatata*-Stufe ist die üppigste Ausbildung der Mischwälder, *Quercus dilatata* selbst die größte der drei dominierenden Eichen, 20–30 Meter hoch. Auch viele laubwerfende Species im Kronendach vertreten; das untere Stockwerk meist aus immergrünen Species zusammengesetzt (*Rhododendron*, *Lauraceen*). Schöne reine Bestände von *Quercus dilatata* vorhanden, meidet aber Kammlage; im Bestand ständige Dämmerung. Auf den Kämmen treffen sich gelegentlich *Quercus incana* und *Quercus semecarpifolia*.

Flora:

Quercus dilatata; *Cedrus Deodara*, *Abies Pindrow*, *Taxus baccata*, *Carpinus viminea*, *Betula alnoides*, *Acer caesium*, *A. pictum*, *A. caudatum*, *Cedrela serrata*, *Pyrus lanata*, *P. pashia*, *Fraxinus micrantha*, *Pieris ovalifolia*, *Rhododendron arboreum*, *Machilus Duthiei*, *M. umbellata*, *Meliosma dilleniaefolia*, *Euonymus tingens*, *E. pendulus*, *Rhamnus purpurea*, *Lindera pulcherrima*, *Eurya acuminata*, *Litsaea umbrosa*, *Buzcus sempervirens*, *Staphylea Emodi*, *Symplocos ramosissima*, *Euonymus fimbriatus*, *Rhamnus dahurica*, *Rubus niveus*, *Rosa macrophylla*, *Skimmia laureola*, *Myrsine semiserrata*, *Berberis lycium*, *B. aristata*, *Strobilanthes Wallichii*, *Rubus biflorus*, *Viburnum stellulatum*, *V. cotinifolium*, *Jasminum humile*, *Cotoneaster bacillaris*, *Deutzia corymbosa*, *Strobilanthes alatus*, *Indigofera heterantha*, *Boenninghausenia*;

Epiphyten im allgemeinen weniger als in der *Quercus incana*-Stufe, Moose weniger als in der *Quercus semecarpifolia*-Stufe, nichtsdestoweniger sehr auffallend zur Monsunzeit;

Kletterpflanzen massenhaft;

krautreiche Schattenpflanzengesellschaft sehr verbreitet;

Arundinaria Falconeri, *A. jaunsarensis*, *A. falcata*, *A. spathiflora*: „Wald im Wald“! Besonders dicht an feuchten Standorten und dann mehrere Meter hoch. Kühle und feuchte Standorte sind durch schönen Laubwald ausgezeichnet: *Aesculus indica*, *Carpinus viminea*, *Juglans regia* in Gruppen mit *Paonia Emodi* als Bodenpflanze, *Alnus nepalensis*, *Acer oblongum*, *Cedrela serrata*, *Ulmus Wallichiana*, *Alnus nepalensis*, *Salix elegans*.

Obere Stufe:

Quercus semecarpifolia vorherrschend;

in S-Exposition mehr *Quercus*, in N-Exposition *Abies* deutlich vorherrschend; 2400 bis 2700 m. Nach den Schilderungen HESKE's bereits als „Nebelwald“ zu bezeichnen! Sommer kurz, durch Monsun gekennzeichnet; Hagelstürme im Mai, auch schon April. Im Winter starker Schneefall gewöhnlich.

Quercus semecarpifolia dominiert mit 75%, sehr dicht stehend; Wald wirkt im ganzen ein förmiger und düsterer als die unteren Stufen, kaum andere Species als *Quercus semecarpifolia* im Kronendach; 15–25 m hoch. Unterwuchs tritt etwas

zurück. Dunkelgrünes und braunes Moos hängt von den Bäumen. Zunächst noch Laubnadelmischwald — *Quercus semecarpifolia* mit *Picea morinda*, *Abies Pindrow*, weiter oben drängt die Tanne die Eichen zurück. Kein weiteres Baumstockwerk ausgebildet. Dafür Dickichte von Ringel-Bambus, *Arundinaria spathiflora*, in voller Üppigkeit vorhanden — als ein Charakterzug in diesen Höhenwäldern. Sonst Bodenbedeckung laubwerfende Sträucher, Farne, Moose, Kräuter. In bestimmten geschützten Lagen wird der Eichenwald durch Tannenwald ersetzt, der Tannenwald geht in den subalpinen Wald über oder unmittelbar in die alpine Stufe. *Quercus semecarpifolia* erscheint gelegentlich ebenfalls unmittelbar an die alpine Matte angrenzend: Sutlej! Garhwal! Grund dafür soll in Beweidung und Einschlag für Feuerholz liegen (OSMASTON 1922; GORRIE 1933, I).

Flora:

Quercus semecarpifolia, *Quercus dilatata*;
Abies Pindrow, *Abies Webbiana*, *Picea morinda*, *Pinus excelsa*, *Taxus baccata*, *Betula alnoides*, *Acer caesium*, *A. pictum*, *A. caudatum*, *Betula utilis*, *Ulmus Wallichiana*, *Aesculus indica*, *Pyrus lanata*, *Corylus colurna*, *Prunus Puddum*, *Pyrus foliolosa*, *Rhododendron arboreum*, *Rh. barbatum*, *Machilus umbellata*, *Meliosma dileniaefolia*, *Euonymus tingens*, *E. lacerus*, *Skimmia laureola*, *Viburnum cotinifolium*, *V. foetens*, *V. nervosum*, *V. stellulatum*, *Rosa sericea*, *R. macrophylla*, *Cotoneaster acuminata*, *Lonicera angustifolia*, *Jasminum humile*, *Elsholtzia*, *Sarcococca*, *Rhamnus*, *Berberis*, *Strobilanthes*, *Syringa Emodi*, *Spiraea bella*, *Rubus niveus*, *Rhododendron campanulatum*, *Senecio*, *Geranium*, *Valeriana*, *Polygonum*, *Podophyllum Emodi*, *Polygonatum verticillatum*;
Clematis montana, *Vitis himalayana*, *V. semicordata*, *Hedera helix*, *Ilex dipyrena*, *Schizandra grandiflora*, *Sabia campanulata*;
Arundinaria spathiflora, *A. falcata*.

Verbreitung:

westlichster Vorposten: Höhen von Murree, von da nach E; Außenhang des Pir Panjal, nicht innere Umrandung des Beckens von Kaschmir; nach E für den äußeren Himalaya charakteristisch, tief in die großen Täler eindringend; großartigste Entfaltung im westlichen zentralen Himalaya; in W-Nepal allmählicher Übergang zu den mehr östlich orientierten Vegetationstypen, Abgrenzung oft schwierig (geringe Kenntnis des Gebietes).

Höhenlage: von 1800 m bis zur Waldgrenze (allgemein).

Klima:

Murree, Simla, Chakrata — aber alle tief gelegen;
Jahresniederschlag zwischen 1400—2000 mm; 70—80% davon zur Monsunzeit; Nebel während des Monsun häufig. In höheren Lagen Schnee über mehrere Monate.

Boden, Topographie:

Humusboden, überall verbreitet.

Cupressus torulosa innerhalb des Eichen-Koniferen-Mischwaldes auf Kalk am Shali bei Simla, mit *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* auf Kalkgestein in Garhwal (Gebiet von Pipalkoti); *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* kommen nur hier südlich der Hauptkette vor; ferner *Cupressus torulosa* und *Quercus dilatata* auf Kalk bei Naini Tal (CHAMPION 1936, 256—257);

feuchte Schluchten: *Machilus Duthiei*, *M. odoratissima*, *Phoebe lanceolata*, *Litsaea umbrosa*, *Quercus glauca*;

an Wasserläufen: *Alnus nepalensis*;

Expositionunterschiede: S-exponierte Hänge: Eichen;

N-exponierte Hänge: von den Nadelbäumen bevorzugt.

Bergrücken: Eichen; Mulden und Depressionen: Nadelwald.

Besonders warme und trockene Standorte: *Quercus incana* mit Grasunterwuchs.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

der *Quercus incana*-Wald in für Anbau und Siedlung günstiger Höhenlage, deshalb besonders stark reduziert; Teeanbau (Kangra), Kartoffelanbau, Wanderhackbau; Feuer breitet sich von unten — aus dem *Pinus Roxburghii*-Wald bis in diese Höhe

hinauf aus. Schneiteln für Futterzwecke üblich, ebenso bei *Quercus dilatata*, die das beste Futter liefert. *Quercus incana*-Bestände zeigen alle Formen der Degradation bis zum dünnen Eichenbuschwald (scrub oak); unbeweideter und unbeschnittener Wald in der *Quercus incana*-Stufe selten. Eine Folge intensiver Beweidung und intensiven Schneitelns ist oft eine „Gras- und Baumvegetation“ mit *Rhododendron arboreum* als einziger baumförmiger Species: *Quercus incana* ist verschwunden, *Rhododendron arboreum* allein übriggeblieben: vom Vieh gemieden, als Feuerholz und Bauholz unbrauchbar; Veränderung des Unterwuchses durch Beweidung und Feuer: im *Rhododendron arboreum*-Bestand verbreitet: *Berberis*, *Crataegus*, *Prinsepia*, *Spiraea*, *Indigofera*, *Wikstroemia*, *Pteris aquilina*. Im ganzen: *Quercus incana* beansprucht für Weide, Schneiteln (Futter und Streu), Bau- und Brennholz, Holzkohleherstellung; dazu Wirkung des Feuers — Ergebnis: *Quercus incana*-Bestände weithin verschwunden. In den höheren Lagen: Wanderhackbau und Anlage temporärer sommerlicher Siedlungen Ausgangspunkte der Waldvernichtung, in konzentrischen Kreisen angeordnet — „Durchlöcherung“ des Urwaldes. Diese Graslichtungen im Sommer dann oft von üppiger Krautflora bedeckt, *Arundinaria spathiflora* vielfach Sekundärwuchs. Erosionserscheinungen im Endergebnis.

Lokal bedeutende Lawinenschäden.

Lit.: BRANDIS 1884—1885; 1885; WEBBER 1902; SCHOTTKY 1912; COLLETT 1921; KENOYER 1921; OSMASTON 1922, 1927, 1931; PARKER 1924, I; DUDGEON-KENOYER 1925; SINGH, S. 1929; HESKE 1929, 1930, I; II; 1932, 1937; GORRIE 1933, I; SURI 1933; AGGARWAL 1934; CHAMPION 1923, II; 1936, 224—240, 244—246, 256—259, 263—264; TROLL 1937; SINGH, J. 1948; WILLIAMS 1953, II; POLUNIN 1954, II.

XVII. Temperierter Koniferenwald des westlichen Himalaya — western Himalayan coniferous forest.

Nomenklatur:

Pinus-Cedrus formation OSMASTON 1922;
blue pine — deodar belt, spruce — deodar belt (teilweise) GORRIE 1933, I;
Himalayan moist temperate forest (teilweise); moist temperate deciduous forest
und dry temperate deciduous forest CHAMPION 1936;
Stufe der feuchten Nadelwälder TROLL 1937.

Allgemein:

mäßig-feuchter Nadelwald des westlichen inneren Himalaya, Koniferen herrschend, oft sehr schöner Wuchs: *Abies*, *Picea*, *Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara*. Im verschiedenen Ausmaß Laubbäume beigemischt, immergrün und laubwerfend. Von S nach N deutlicher Rückgang der Laubkomponente: um das Becken von Kaschmir herum noch wichtig, am Nanga Parbat bereits kaum mehr Laubbäume dazwischen. Auch Zahl der Koniferen abnehmend: Übergang zu lichten *Pinus excelsa*-Wäldern; im Hunza-Tal an wenigen günstigen Standorten nur noch *Juniperus* (als feuchter Wald).

Bestand mit sehr dichtem Kronenschluß, dann Wald sehr dunkel, aber oft unterbrochen durch blumenreiche Wiesen, meist als Folge dauernder Benutzung zur Viehweide, verstreut auf diesen Wiesen einzelne Laubbäume; Dichte des Unterwuchses abhängig vom Grad der Beweidung; reiche Krautflora während der Monsunzeit, Farne! Kletterpflanzen selten, Moose und Flechten häufig (am Nanga Parbat aber schon wieder ganz zurücktretend).

Cedrus Deodara am Übergang zum Eichen-Koniferen-Mischwald (Jhelum, Chenab, Sutlej).

In der Höhe: allmählicher Übergang in den Birkenwald — Verzahnung deutlich durch in den Lawinengassen herabsteigenden Birkenwald.

Flora:

Picea morinda, *Pinus excelsa*, *Abies Pindrow*, *A. Webbia*, *Cedrus Deodara*, *Taxus baccata*, *Juniperus*;

Acer caesium, *A. villosum*, *A. pictum*, *Ulmus Wallichiana*, *Juglans regia*, *Celtis australis*, *Carpinus viminea*, *Corylus colurna*, *Fraxinus micrantha*, *Betula alnoides*, *Pyrus lanata*, *Prunus Padus*, *Cornus macrophylla*, *C. cornuta*, *Prunus undulata*, *Euonymus lacerus*, *E. tingens*, *Rhus punjabensis*, *R. succedanea*, *Sarcococca*, *Cotoneaster*, *Deutzia*, *Spiraea*, *Berberis*, *Viburnum*, *Ribes*, *Rosa*, *Lonicera*, *Jasminum humile*, *Strobilanthes*;

Arundinaria Falconeri, *A. spathiflora*, *A. falcata*; *Bromus inermis*, *Festuca rubra*, *Poa*;

Hedera helix, *Vitis lanata*, *V. semicordata*, *Clematis cornuta*, *C. montana*;

Impatiens, *Aconitum*, *Lilium giganteum*, *Polygonatum*, *Geranium*, *Salvia glutinosa*, *Cicer soongaricum*, *Lilium polyphyllum*, *Codonopsis*, *Valeriana*, *Aquilegia glauca*, *Actaea spicata*, *Paeonia Emodi*;

Fragaria vesca, *Mertensia primuloides*, *Viola*, *Astragalus*, *Gagea*, *Pirola secunda*, *Leontopodium leontopodium*, *Carum*, *Saxifraga*, *Veronica biloba*, *Stellaria alsinoides*;

Farne selten;

Moose und Flechten nach dem Inneren des Gebirges zu zurücktretend.

Verbreitung:

westlicher innerer Himalaya; am besten entwickelt in der Umgebung des Beckens von Kaschmir; nach NW sich in der Höhe über die Steppenstufe legend — bis Nuristan; ähnlich nach N (Nanga Parbat, Indus-Tal, Hunza-Tal); Abnahme des floristischen Reichtums gegen das Trockengebiet hin; nach E in die inneren Täler zurückgedrängt — übergehend zum Koniferenwald der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya (Zentral-Nepal).

Höhenlage: Nuristan 2000—3500 m; Nanga Parbat 3000—3600 m.

Klima:

Gurais, Sonamarg;

Niederschlag 1000—1800 mm, vorwiegend im Winter; Schnee bleibt mehrere Wochen liegen. Abgrenzung gegen Eichen-Koniferen-Mischwald muß im wechselnden Verhältnis vom Sommer- zum Winterniederschlag und damit zusammenhängenden Faktoren liegen.

Größere Feuchtigkeit begünstigt *Abies* (N-Exposition).

Boden, Topographie:

Böden: meist gut entwickelter A-Horizont, oft beträchtliche Tiefe von unzersetztem Humus — ungünstig für Nachwuchs.

An Wasserläufen: *Alnus nepalensis*, *A. nitida*; *Populus alba*, auch *Pinus excelsa*;

an Bächen, in Quellmulden: blumenreiche Kräuterflur: *Caltha alba*, *Primula nivalis*, *P. rosea*, *Parnassia ovata*, *Sibbaldia cuneata*, *Cardamine*, *Polygonum viviparum*, *Mentha piperita*, *Sweetia petiolata*, *Stellaria*, *Cortusa Matthioli*, *Epilobium*, *Veronica*, *Alchemilla*; Farne, Rasen von *Cobresia*, *Juncus*, *Carex*;

Moose: *Marchantia*, *Philonotis*, *Bryum*.

Depressionen: Laubbäume!

Lawinengassen: Birkenwald weit in die Nadelwaldstufe herabsteigend;

Blockfelder: lockere Baumbestände: Nadelbäume, Birken, *Sorbus*, ferner *Rubus*, *Rosa*, *Ribes*, *Lonicera*, *Viburnum*, *Juniperus*, *Polygonum*; *Epilobium angustifolium*, *Rheum Webbianum*, *Aquilegia glauca*.

N-exponierte Felshänge: Blattwiesen von *Bergenia ligulata*.

Expositionsunterschiede: zunächst in N-Exposition mehr Laubbäume, weiter im N, am Nanga Parbat, gelegentlich S-Exposition ganz waldfrei, nur die N-Exposition mit Koniferenbeständen (auch Kaghan-, Kishanganga-, Sindh-Tal); auch: S-Exposition: *Pinus*, N-Exposition: *Abies*!

S-Expositionen und abgeschirmte innere Täler: Ausläufer des feuchten Koniferenwaldes erscheinen als „Steppenwälder“ von *Pinus excelsa* und *Juniperus* im offenen, lichtdurchfluteten Bestand; Bodenflora: Gräser (*Stipa* z. B.); vgl. auch Kali Gandaki-Tal und Manangbhot. In Zentral-Nepal von 2100 m ab *Pinus excelsa* in reinen Beständen auf steilen Hängen mit ungenügend fruchtbarer Bodenkrume; Unterwuchs hohe Gräser und Seggen; als edaphische

Klimax gedeutet; Stellung fraglich, da zu wenig Angaben; edaphische Variante des Eichen-Koniferen-Mischwaldes? Ähnliche Vorkommen von *Pinus excelsa* in S-Exposition auch aus den Höhen- und Nebelwäldern des östlichen Himalaya bekannt.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

Siedlungen im Nadelwald temporär: Anbau von Buchweizen und Gerste, Ausgang der Waldzerstörung: Brennholz, Streu, Beweidung — alles zu Lasten des Waldes; Schneiteln beschränkt sich vor allem auf Laubbäume. Verteilung der subalpinen Triften vom menschlichen Einfluß abhängig, Folge dauernder Benutzung als Viehweide, starker Einfluß des Viehs auf Verjüngung und Zusammensetzung der Flora; *Leontopodium leontopodium* (Edelweiß) sehr charakteristisch für diese Wiesen, auch *Galium*, *Codonopsis*, *Dianthus anatolicus*, *Rosa Webbiana*, *Nepeta*, *Geranium*, *Bupleurum*, *Fragaria*, *Potentilla*, *Hieracium*, *Cousinea Thomsoni*.

Pionier in aufgelassenen Kulturflächen, an Brandstellen etc.; *Pinus excelsa*, auch *Cedrus Deodara*.

Lägerfluren: *Urtica dioica*, *Rumex*, *Salvia glutinosa*, *Aconitum*, *Silene inflata*, *Anthriscus nemeorosus*, *Podophyllum Emodi*.

Lit.: HOFFMEISTER 1847; THOMSON 1852; BRANDIS 1884—1885; DUTHIE 1893, 1894; SINGH, M. 1893; MEEBOLD 1909; PATSCHKE 1912; COLLETT 1921; TROUP 1921; PARKER 1924, I; COVENTRY 1929; HESKE 1929, 1932; SINGH, S. 1929; WRIGHT 1931; GLOVER 1931; OSMASTON 1931; GORRIE 1933, I; SURI 1933; TAYLOR - MEHTA - HOON 1934; TAYLOR - MAHENDRU - MEHTA - HOON 1935; HOON 1935, 1938; CHAMPION 1936, 240—244, 257—259, 260—263; TROLL 1937, 1938, I; II; 1939; KERSTAN 1937, 154—158; HOON-DHAWAN 1941; PARKER 1942; SINGH, J. 1948; PURI 1949, II; 1950; CHANDRA 1949; STEWART 1951; PURI - GUPTA 1951; WILLIAMS 1954, 1955; POLUNIN 1954, II; 1955; KAWAKITA 1954; NAKAO 1955; PAFEN 1956.

XVIII. Tropischer trocken-winterkahler Fallaubwald (trockener bis mäßig-feuchter Salwald)

Tropical deciduous forest (dry and moist sal forest).

Nomenklatur:

Monsoon forest: *Shorea-Bauhinia* formation KENOYER 1921;

Bhabar forests: sal forest, miscellaneous forest SMYTHIES 1921;

subdeciduous forests of sal: hill, Bhabar, Terai sal; miscellaneous low hill deciduous forests: *Shorea-Anogeissus-Pinus* association (teilweise) OSMASTON 1922;

Monsoon forests: *Shorea robusta* forest, upper monsoon forest DUDGEON-KENOYER 1925;

Shorea robusta-Wald und gemischter Monsunwald, winterkahler Monsunwald, winterkahler Laubmischwald, tropischer Monsunwald HESKE 1929; 1930, II; 1932; 1937;

dry sal forest, moist sal forest CHAMPION 1933, 1936;

northern tropical dry deciduous forest and northern tropical moist deciduous forest CHAMPION 1936.

Allgemein:

Shorea robusta: wichtigste Species des tropischen trocken-winterkahlen Fallaubwaldes; gesellig in fast reinen Beständen von 32° N, 76° E bis 93° E in Gürtel von wechselnder Breite entlang Gebirgsfuß, Übergang von 'dry' zu 'moist' und 'wet sal'. Zwei Kategorien von Fallaubwäldern: Salwald und Rest! Salwälder haben durch eindeutiges Vorherrschen einer Species ganz bestimmtes Aussehen; Dominanz von *Shorea robusta* durch menschliche Einwirkung verstärkt; Grundlagen: geselliges Vorkommen von Sal, Regenerationsvermögen und Ausschlagskraft auch unter Einwirkung von Feuer und Beweidung; reichliche Erzeugung gut ausgebildeter und keimfähiger Samen; Samenreife günstig — zu Beginn der Regenzeit! Blätter der jungen Pflanze groß, verhindern Aufwachsen anderer Species; Jungpflanzen ertragen aber selbst viel Schatten: Anpassung von Sal an Boden und Topographie; langlebig gegenüber der Konkurrenz; Sal leidet auch unter Frost, übersteht ihn

aber besser als andere. Wissenschaftliche Forstpfl ege unterst ütz t Sal systematisch. Andere laubwerfende B ä u m e dort, wo Bodenbeschaffenheit der Verj ü ngung von Sal nicht g ü nst ig. Edaphische Varianten!

S a l w a l d : typischer Hochwald, 20—25 m hoch, *Shorea robusta* in oberster Kronenschicht mit Exemplaren von 25—35 m; L a u b w e c h s e l setzt ein mit Beginn der heißen Jahreszeit; vollzieht sich im E innerhalb 5—15 Tagen, braucht im W 2 Monate (Februar - April). Die Schatten der neuen Bl ä t t e r machen den Salwald kühl zur heißen Jahreszeit. Dichter Kronenschluß verhindert Entwicklung eines mittleren Stockwerkes, Strauchunterwuchs gew ö h n l i c h vorhanden, bei Brand durch Gras ersetzt, Kletterpflanzen vorhanden, Bambus nur lokal. Unter regelm ä ß i g e r Feuereinwirkung kann Gras sehr wichtig werden.

Savannenartige Partien eingestreut. Auch im trockeneren Salwald sind alle Species des m ä ß i g - f e u c h t e n Waldes vorhanden; nach W Einfluß des Dornbusches des Punjab immer st ä r k e r werdend, zumal im Unterwuchs; an der Trockengrenze von *Shorea robusta* immer mehr laubwerfende Species — in Gruppen aufgelöst: *Anogeissus latifolia*, *Buchanania latifolia*; im Gegensatz zum feuchten Salwald wird Grasunterwuchs st ä r k e r gegen das trockene Gebiet zu; auch Dauer der laublosen Periode nach W zunehmend: Boden ist dann lange ganz der Sonneneinstrahlung ausgesetzt, während des Monsun aber ü p p i g e r Krautwuchs; sehr charakteristischer Kontrast; laublos, kahl im heißen Wetter — ü p p i g , grün zur Monsunzeit.

H o r i z o n t a l e G l i e d e r u n g (von S nach N): Terai Sal, Bhabar Sal, Hill Sal. In den Flußtä l e r n zungenförmig aufwärts ins Gebirge, Verzahnung mit *Pinus Roxburghii* auf den Höhenrücken.

Flora:

Shorea robusta;

Anogeissus latifolia, *Buchanania latifolia*, *Lagerströmia parviflora*, *Terminalia tomentosa*, *T. belerica*, *Eugenia jambolana*, *Bombax malabaricum*, *Erythrina suberosa*, *Stereospermum suaveolens*, *Lannea grandis*, *Garuga pinnata*, *Dillenia pentagyna*, *Adina cordifolia*, *Cedrela toona*, *Butea frondosa*, *Dalbergia Sissoo*, *Sterculia villosa*, *Acacia catechu*, *Ougeinia dalbergioides*, *Aegle marmelos*, *Cassia fistula*, *Schleichera trijuga*, *Phyllanthus emblica*, *Grewia vestita*, *Ficus*, *Mallotus philippinensis*, *Clerodendron infortunatus*, *Croton oblongifolius*, *Colebrookia oppositifolia*, *Inula cappa*, *Woodfordia floribunda*, *Indigofera pulchella*, *Hollarrhena antidysenterica*, *Flemingia semialata*, *Desmodium*, *Symplocos*, *Carissa spinarum*, *Nyctanthes arbor tristis*, *Kydia calycina*; *Bauhinia VahlII*;

Phönix acaulis, *Wallichia*;

Dendrocalamus strictus, *Saccharum narenga*, *Imperata arundinacea*, *Anthisteria gigantea*, *Andropogon contortus*, *A. muricatus*, *Spathobolus Roxburghii*, *Heteropogon contortus*.

Verbreitung:

Fallaubwälder charakteristisch für den Gebirgsfuß — mit Ausnahme des trockenen NW und des feuchten E! Der tropische trocken-winterkahle Fallaubwald von Kangra/Beas nach E bis Gorakhpur: hier Übergang zum feuchten Salwald (wet type) CHAMPION 1933, 50. Im Gebirge aufwärts bis 900—1000 m, trockener Salwald bis 1500 m. Obergrenze = Untergrenze winterlichen Schneefalls.

Klima:

Dehra Dun;

J a h r e s n i e d e r s c h l a g 1000—2000 mm; sommerliche Regenzeit, winterliche Trockenzeit (4—7 Monate); starker Taufall im Vorland. NW: mit 7 Monaten unter 50 mm zu trocken, E: mit weniger als 4 Monaten Trockenzeit zu feucht. Hohe Niederschläge kompensiert durch starke Insolation und gute Entwässerung. Trockener Salwald auch bei 875 mm, lange Trockenzeit typisch!

T e m p e r a t u r e n allgemein hoch; Anfang November: Beginn der kalten Jahreszeit, Anfang März: Beginn der warmen Jahreszeit, Mitte Juni: Beginn der Regenjahreszeit. Frost in Wintermonaten bezeichnet obere Verbreitungsgrenze.

„Dadu“, lokaler Wind, der zur Nachtzeit aus den Tä l e r n in die Ebene hinaus weht, wirkt lokal modifizierend: Kaltluft gesammelt in Depressionen („Chandars“), besonders in der Ebene vor dem Austritt der Sarda.

Boden, Topographie:

Indogangetische Ebene; Alluvium, Konglomerate, Sandstein (Tertiär der Siwaliks; Bhabar: Geröll). N-Grenze des Tertiärs gegen das Gebirge = N-Grenze der Salwälder (allgemein). *Shorea robusta* bevorzugt lockeren, wasserdurchlässigen Untergrund, nicht auf Lehm. Wo nicht Sal, da die anderen Species verbreitet. Sal zieht reifere Böden vor: „high level plateau forests“ = erstklassiger Salwald, auch *Lagerströmia parviflora*; erodierte Hänge (Siwaliks!): trockener Salwald.

Junge Flußablagerungen zwischen den „plateaus“: *Dalbergia Sissoo* (immer Erstbesiedler!), *Acacia catechu*, *Holoptelea integrifolia*, Böden sandig und leicht-sandiger Lehm; *Dalbergia Sissoo* und *Acacia catechu* auch auf jungen Flußschottern — die hier häufigen Überschwemmungen verträgt Sal nicht.

An feuchten Standorten, Sümpfen (Terai!): „Sumpfwälder“, vorwiegend immergrün: *Eugenia jambolana*, *Albizia procera*, *Cedrela toona*, *Celtis australis*; in Schluchten dazu: *Cinnamomum*, *Machilus*, *Ougeinia*, *Bauhinia*; weiter im E: *Ficus glomerata*, *Pterospermum acerifolium*, *Trewia nudiflora*.

Sehr charakteristisch die Sukzession: *Dalbergia Sissoo* — *Holoptelea integrifolia* — *Lagerströmia parviflora* — *Terminalia tomentosa* — *Shorea robusta*; SMYTHIES 1921.

Exposition: N-Exposition am Gebirgsrand, in den Duns: Tendenz zu reinen Salwäldern; S-Exposition: am Gebirgsrand, in den Duns: Mischwald, im Gebiet der trockenen Salwälder *Anogeissus latifolia* in S-Exposition dominierend; bei ungünstigen Verhältnissen: *Acacia catechu*, *Bauhinia*, *Rhus*, *Euphorbia Royleana*, *Carissa spinarum*;

auf felsigen, steilen, trockenen Standorten: *Euphorbia Royleana*, *Rhus parviflora*, *Carissa spinarum*.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

menschlicher Einfluß sehr stark, dichte Besiedlung, im Winter auch noch die Bewohner der höher gelegenen Gebirgstteile hier unten („Versorgungswald der Bevölkerung“ HESKE).

Im Terai Kulturland an den Wasserläufen, Ackerbau, auch Viehzucht; besonders nach den Regen Vieh aus Ebene und Gebirge hierher. Rodungen, Weide, dazu das Fällen der Bäume für Brennholz und Holzkohlegewinnung, regelloses Schneiden und nicht zuletzt Feuer wirken auf den Wald ein: Brand kann zur Sekundärsavanne führen, also zum Grasland. Nach NW im Übergang zur Dornbuschsteppe vielfache, durch den Menschen beeinflusste Übergangsformen: der menschliche Einfluß löst zusammenhängende Wälder auf, ermöglicht Ausbreitung der Species des trockeneren Vegetationstyps; weite Gebiete so mit Strauchwerk und kleinen Bäumen — wie *Nyctanthes arbor tristis* — bestanden. Abgrenzung schwierig.

Auch in den Gebirgstälern Tendenz zur völligen Vernichtung dieser Höhenstufe zu Gunsten des Anbaues. An den Terrassen halten sich als Reste des Waldes: *Rhus*, *Rubus*, *Rosa*, *Indigofera*, *Prinsepia*, *Berberis*, *Carissa spinarum*, *Euphorbia* — alle immun gegen Beweidung, zähe, ausschlagsfähige Species.

Unterschied zum jungfräulichen Salwald auf nepalesischem Gebiet: durch menschlichen Einfluß! SMYTHIES 1930.

Lit.: BRANDIS 1884, 1884—1885, 1896; STEWART 1865; WEBBER 1902; HOLE-SINGH 1914—1916; TROUP 1921; KENOYER 1921; SMYTHIES 1921, 1930; OSMASTON 1922, 1927; CHAMPION 1923, II; 1933; 1936, 75—85, 91—92, 111—114, 142—151, 181—183; SMYTHIES - HOWARD 1923; PARKER 1924, I; DUDGEON - KENOYER 1925; HESKE 1929, 1930, I; II; 1932, 1937; FORD - ROBERTSON 1930; GORRIE 1933, I.

XIX. Tropischer trocken-winterkahler Fallaubwald (feuchter Salwald)

Tropical deciduous forest (wet sal forest).

Nomenklatur:

lower hill forest GAMBLE 1875; CHOUDHURY 1951;

lower hill zone: *Shorea-Terminalia-Garuga* association, *Shorea-Stereospermum* association, *Schima-Bauhinia* association COWAN 1929;

Terminalia-Morus association, *Lagerströmia-Terminalia* association, *Terminalia-Phoebe* association ROWBOTHAM 1929;
wet sal forests CHAMPION 1933;
northern tropical moist deciduous forests (teilweise) and northern tropical semi-evergreen forests (teilweise) CHAMPION 1936;
wet plains sal forest and East subhimalayan wet mixed forest CHAMPION 1936;
Shorea-Schima-Stereospermum proclimax BOR 1938;
subtropical forest, *Shorea* type KAWAKITA 1954, 1956.
zone of *Shorea* forest NAKAO 1955;

Allgemein:

kaum zu unterscheiden vom mäßig-feuchten Salwald im allgemeinen Aussehen und Zusammensetzung, ganz allmähliche Übergänge! *Shorea robusta* weiterhin dominant, auch Begleiter zunächst gleichbleibend. Unterwuchs dicht, Gras überall dort, wo Kronenschluß weniger dicht. *Shorea robusta* erreicht 20—30 m. Nach E zu verkürzt sich laublose Periode (KAWAKITA 1956, 25: in Zentral-Nepal keine laublose Periode beobachtet).

Nach E zu werden die Bestände ständig dichter; aus Mangel an Regenerationsmöglichkeit ist *Shorea robusta* schließlich nur noch künstlich dominant, nimmt aber ausgedehnte Areale ein. Immergrüne drängen in den Vordergrund, besonders im unteren Stockwerk; im oberen Stockwerk sind die vorherrschenden Species laubwerfende, die aber alle zu verschiedenen Zeiten kahl dastehen: *Dipterocarpus*, *Tetrameles*, *Terminalia*, *Stereospermum*; im Unterwuchs: *Phoebe*, *Machilus*, *Actinodaphne* immergrün.

Flora:

Shorea robusta; *Terminalia bellerica*, *Stereospermum tetragonum*, *Tetrameles nudiflora*, *Schima Wallichii*, *Lagerströmia parviflora*, *Terminalia crenulata*, *Sterculia villosa*, *Garuga pinnata*, *Cedrela toona*, *Stereospermum chelonoides*, *Dillenia pentagyna*, *Dalbergia Sissoo*, *Michelia champaca*, *Gmelina arborea*, *Talauma Hodgsoni*, *Bridelia retusa*, *Engelhardtia spicata*, *Ailanthus grandis*, *Duabanga sonneratioides*, *Grewia vestita*, *Callicarpa arborea*, *Eugenia styrax*, *Amoora rohituka*, *Premna integrifolia*, *Machilus*, *Wrightia*, *Phyllanthus emblica*, *Garcinia stipulata*, *Actinodaphne obovata*, *Gynocardia odorata*, *Phoebe lanceolata*, *Elaeocarpus*, *Echinocarpus*, *Syzygium jambolanum*, *Mallotus philippinensis*, *Symplocos spicata*, *Litsaea polyantha*, *Eurya acuminata*, *Macaranga denticulata*, *Saurauja Roxburghii*, *Miletia auriculata*, *Indigofera pulchella*, *Ficus benjamiana*, *Bauhinia VahlII*, *B. purpurea*; *Phoenix rupicola*, *P. humilis*, *Areca gracilis*, *Wallichia disticha*, *Caryota urens*, *Pandanus furcatus* var. *indica*. *Dendrocalamus strictus*, *Imperata arundinacea*, *I. cylindrica*.

Verbreitung:

im Vorland und an den unteren Hängen des Gebirges von Zentral-Nepal (im Vorland Gebiet um Gorakhpur) nach E bis Unter-Assam; nördlich Charduar noch reine Salwälder, aber bereits Auslieger (BOR 1938). An den Hängen in der Höhe Abgrenzung schwierig, da Übergang in den immergrünen Bergwald. In den Tälern aufwärts bis 1200—1500 m.

Klima:

Jalpaiguri;

Niederschlag mindestens 2000 mm, bei 4000 mm Übergang zum immergrünen Regenwald. Ausgeprägte Trockenzeit notwendig — *Shorea robusta* gedeiht auch bei hohen Niederschlägen mit Trockenzeit, nicht aber bei mäßigen Niederschlägen ohne Trockenzeit. Hohe Luftfeuchtigkeit.

Kalte Jahreszeit: Tau, kein Frost.

Boden, Topographie:

Je größer die Niederschläge, desto wichtiger gute Entwässerung!

Alluvium der Ebene, tertiäre Ablagerungen der Siwaliks. N-Grenze der tertiären Ablagerungen = N-Grenze der Salwälder!

Auf Geröll, Kies der *Bhabar*-Zone: gute Salwälder.

Salwälder = edaphische Variante der immergrünen Regenwälder! ROWBOTHAM 1929.

Auf lehmigen Böden der Daling-Schiefer (Kalimpong): *Shorea robusta*, *Terminalia*, *Albizzia*, *Bombax malabaricum*, *Cedrela toona*, *Lagerströmia*; auf den Böden des Nahans-Sandstein: *Shorea robusta*, *Stereospermum tetragonum*, *Sterculia villosa*, *Dillenia pentagyna*.

Schluchten: *Pandanus*, Orchideen, Aroideen, Farne.

N-Exposition bei Kalimpong: mehr Species des feuchten Osten, mehr Species aus den feuchteren Höhen (Kletterpflanzen, Epiphyten) als in S-Exposition.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

kann zur Sekundärsavanne führen; Salwald im feuchten Osten nur durch periodische Brände, d. h. durch Niederhalten der natürlichen Begleiter, möglich. *Dendrocalamus Hamiltonii* feuerhart — durch Brände stark verbreitet.

Täler: ungesund, kaum Kulturland.

Lit.: GAMBLE 1875; BRANDIS 1884—1885, 1896; BURKILL 1910, 1916; SMYTHIES - HOWARD 1923; COWAN 1929; CHAMPION 1933; 1936, 57—61, 63—64, 75—80, 85—89, 94—95. 119—123; TROLL 1937; BOR 1938; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954; 1958; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

XX. Tropischer immergrüner Regenwald —

Tropical evergreen rain forest.

Nomenklatur:

wet evergreen forest (N-Burma) STAMP 1925;
tropical evergreen (rain) forest ROWBOTHAM 1929;
indo-malayan jungle (teilweise) WARD 1929;
hill jungle (teilweise) WARD 1930, I;
tropical semi-evergreen forest (teilweise) und northern tropical wet evergreen forest CHAMPION 1936;
Laurus-Melia hylium und *Mesua postclimax* BOR 1938;
evergreen rain forest (N-Burma) WARD 1939;
tropical moist evergreen and semi-deciduous forest (N-Burma) WARD 1941, II;
tropical evergreen forest WARD 1944—1945.

Allgemein:

Immergrüne große und kleinere Bäume, auch laubwerfende; gewaltige Dipterocarpaceen über die anderen hinausragend, einzeln oder in Gruppen. Zahl der Species sehr groß, Mischung vollkommen, nur wenige bilden so etwas wie Gesellschaften. Mittleres und unteres Kronendach im besonderen dicht, immergrün und verschiedenartig. Palmen verbreitet, Kletterpflanzen verbreitet. Epiphyten aller Art zahlreich. Dabei dichter immergrüner Unterwuchs: stärker in Ebene, weniger stark in Hanglage, ebenso Kletterpflanzen reich in Ebene, weniger in Hanglagen.

Typische Bodenbedeckung: immergrüne Sträucher, Krautvegetation spärlich, Gras fehlt. Immergrüne Dipterocarpaceen, *Dipterocarpus* und *Shorea*, Meliaceen, Anacardiaceen, Lauraceen, Magnoliaceen besonders auffallend. Dominante durchschnittlich 30 m hoch. Gras im Gebirge nicht einmal auf Rodungen anzutreffen, erst Kräuter, dann Sträucher, wie *Macaranga* und *Calophyllum*, über kurz oder lang aber wieder Wald, Regenhochwald: unausweichliche Klimax. Nur wo das Gelände plötzlich ansteigt, kann sich lokal Dickicht von *Dendrocalamus* halten.

Untere Hänge haben schon in Aka Hills keine deutliche Trockenperiode mehr, gewisse Species kommen deshalb hier bereits viel tiefer herab als noch in Sikkim. Klassifizierung als tropischer Regenwald kann abgelehnt werden, obwohl nahe Verwandtschaft mit äquatorialem Regenwald in Malaya; Unterscheidung zur nächsthöheren Stufe des immergrünen Bergwaldes aber aus floristischen Gründen notwendig.

Flora:

Dipterocarpus pillosus, *D. alatus*, *Shorea assamica*, *Artocarpus chaplasha*, *A. integrifolia*, *Cinnamomum cecidodaphne*, *Dysoxylon binectariferum*, *Altingia excelsa*,

Mesua ferrea, *Eugenia*, *Sterculia alata*, *Michelia champaca*, *Manglietina insignis*, *Talauma phelocarpa*, *Amoora Wallichii*, *Garcinia*, *Cedrela toona*, *Ficus*, *Phoebe*, *Vatica*, *Gynocardia odorata*, *Echinocarpus zeyculiaceus*, *Ailanthus grandis*, *Salix tetrasperma*, *Terminalia myriocarpa*, *T. belerica*, *T. Chebula*, *Duabanga sonneratioides*, *Pterospermum acerifolium*, *Beilschmiedia*, *Alseodaphne*, *Machilus*, *Tetrameles*, *Schima*, *Elaeocarpus*, *Morus*, *Camellia*, *Eriobotrya*, *Quercus lamellosa*, *Catalpa*, *Litsaea*, *Pandanus furcatus*, *Sambucus*, *Croton*, *Clerodendron hastatum*, *C. colebrookianum*, *Callicarpa vestita*, *Laportea crenulata*, *Polygala arillata*, *Boehmeria Hamiltonia*, *Loxostigma Griffithii*, *Strobilanthes*, *Arisaema*, *Begonia*, *Thunbergia coccinea*, *Pilea hookeriana*, *Lygodium japonicum*; *Aralia foliolosa*, *Brassaiopsis speciosa*, *Schefflera Wardii*, *Mastersia assamica*, *Buettneria aspera*, *Illigera Khassiana*, *Roydsia suaveolens*, *Connarus paniculatus*, *Entada scandens*, *Tapiria hirsuta*, *Zizyphus apetela*, *Acacia pennata*, *A. concinna*, *Spathobolus Roxburghii*, *Porana paniculata*, *Stenochlaena palustris* (Kletterfarn), *Photos scandens*, *Tinospora cordifolia*, *Raphidophora*; Orchideen: *Dendrobium heterocarpum*, *Cymbidium longifolium*, *Vanda bicolor*, *Hoya*, *Aerides*; *Dendrocalamus Hamiltonii*, *Bambusa pallida*, *Calamus erectus*, *Calamus flagellum*, *C. floribundus*;
Farne sehr reichlich; *Selaginella* oft einzige Bodenbedeckung über weite Gebiete, wo kein Kronenschluß; Hymenophyllaceen sehr reichlich.

Verbreitung:

vom Manas (Höhe von Diwangiri) nach E bis N-Burma; Übergang zum Bergwald schwierig festzulegen, Höhenangaben schwankend: oberhalb Diwangiri 1200 m, Aka Hills 1000 m; für N-Burma werden auch 600 m angegeben.

Klima:

Dibrugarh;
größte und gleichmäßige Feuchtigkeit; Gesamtsumme der Niederschläge (Dibrugarh: 3000 mm) kann weniger hoch sein, wenn Verteilung gleichmäßig über das ganze Jahr.

Böden, Topographie:

Böden sehr verschieden, auch tropische Roterden; am Fuß des Gebirges Bhabar-Ablagerungen.

Auf sandigem Lehm, Ton entlang der Flüsse: *Terminalia myriocarpa*, *Morus laevigata*, *Cedrela toona*, *Stereospermum chelonoides*, *Duabanga sonneratioides*, *Terminalia belerica*, *Cinnamomum cecidodaphne*, *Vitex peduncularia*;

„Chapris“: wiederbewachsene Sandbänke: *Sterculia urens*, *Bombax malabaricum*, *Dalbergia Sissoo*, *Grewia nana*, *Zizyphus jujuba*, *Elaeagnus*, *Eugenia*, *Tamarix dioica*, *Anthocephalus cadamba*, *Imperata arundinacea*, *Phragmites*;

„Khadar“: Überschwemmungswald, oft vom Fluß weggespült: *Terminalia myriocarpa*, *Bombax malabaricum*, *Cedrela febrifuga*, *Alstonia calophylla*;

auf Kies und Schotter bildet *Terminalia myriocarpa* reine Bestände; tägliche Erdbeben, Abdämmungen und wiederholte Überschwemmungen geben ideale Saatbeete für diese Species; die nachts talab gerichteten Luftströmungen sorgen für Verbreitung der auf höherem Gelände bevorzugt wachsenden Bäume; Reife und Abfall der Samen erfolgt im Januar bis März, vor Beginn der Regen können die Sämlinge Wurzel fassen;

niedriger gelegene Gebiete mit undurchlässigem Sand oder Lehm oder Schlamm, oft noch mit stehendem Wasser bieten ideale Bedingungen für die Samen von *Lagerströmia flos reginae*, *Dillenia pentagyna*;

an sumpfigen Standorten, in Depressionen: *Cephalanthum occidentale*, *Glochidion hirsutum*;

auf nassem Boden ein Sumpf- und Kletterpflanzenwald: *Magnolia Griffithii*, *Litsaea*, *Quercus*, *Vatica*, *Drimycarpus*, *Machilus*, *Syzygium*, *Altingia excelsa*, *Amoora*;

auf hochgelegenen Land mit sandigem Boden und Geröll dazwischen: *Terminalia myriocarpa*, *Duabanga sonneratioides*, *Cedrela toona*, *Pterospermum acerifolium*, *Terminalia belerica*, *T. chebula*;

geschützte Talschluchten: *Musa paradisiaca*, *M. pruinosa*;

auf Sandstein: *Quercus*, *Castanopsis*;

auf sehr steilen Hängen: *Bambus*;
in N-Exposition: *Vatica*;
auf porösen Böden: *Mesua ferrea*, 200—800 m, verbreitet.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

Grasland der Ebene: Ergebnis der Waldvernichtung durch Flußverlagerung und durch menschliche Einwirkung (Brand und Weidevieh), nur regelmäßiges Brennen erhält das Grasland der Assam-Ebene;
hohes Grasland: *Imperata* - *Saccharum* - *Themeda*;
niederes Grasland: *Alpina* - *Phragmites* - *Saccharum*.
Reisanbau und Teegärten (auf den „red banks“) verbreitet.
Im Gebirge: Wanderhackbau bis 1200 m; Bambusdickichte als Sekundärwuchs.

Lit.: GAMMIE 1895; BURKILL 1924; STAMP 1925; ROWBOTHAM 1929; WARD 1929, 1929—1930, 1930, I; 1939, I; 1944—1945, 1949; CHAMPION 1929, 1936, 39—47, 111, 114, 115—117; NOUGEREDE 1934; KANJILAL etc. 1935 (Flora von Assam); BOR 1938; LUDLOW 1954.

XXI. Tropischer immergrüner Bergwald —

Tropi calvergreen lower montane forest.

Nomenklatur:

middle hill forest GAMBLE 1875;
indo-malayan subtropical jungle WARD 1924—29;
subtropical hill jungle WARD 1930, I; 1944—1945;
northern subtropical wet hill forest CHAMPION 1936;
tropischer immergrüner Bergwald TROLL 1937;
subtropical middle hill zone COWAN 1929;
subtropical moist evergreen hill forest WARD 1941, II;
montane subtropical forest: *Phoebe* - *Beilschmiedia* - *Engelhardtia hylium* BOR 1938;
middle hill forest CHOUDHURY 1951;
zone of *Castanopsis* forest und zone of mixed evergreens NAKAO 1955;
Schima-*Castanopsis* type KAWAKITA 1956.

Allgemein:

Bergwald von guter Höhe und Dichte, dominante Species meist immergrün, doch auch laubwerfend (*Betula*). Sehr stark gemischter Wald, kein Vergleich zum tropischen Regenwald. Unter günstigen Bedingungen bis 50 m hoch, sonst zwischen 20—30 m; Kronendach allgemein viel weniger dicht als im tropischen Regenwald: die ganz großen Stämme stehen selten geschlossen beieinander. Mittelstockwerk vorhanden, ebenso Unterwuchs von Sträuchern. *Bambus* gelegentlich, Kletterpflanzen zahlreich, ebenso Epiphyten, einschließlich Orchideen und Sträucher. Aroideen und Baumfarne verbreitet. Charakteristisch ist Vorherrschaft von *Quercus* und *Castanopsis*, ferner *Schima*, *Alnus*, *Betula*; von Koniferen nur lokal *Podocarpus*. Typisch für das Erscheinen des Bergwaldes ist Auftreten von *Castanopsis* über *Shorea robusta* bzw. *Schima* im Übergang vom tropischen Regenwald zum Bergwald.

Flora:

Quercus, *Castanopsis indica*, *C. tribuloides*, *Schima Wallichii*, *Alsophila*, *Phoebe attenuata*, *Ph. lanceolata*, *Ph. paniculata*, *Beilschmiedia Roxburghiana*, *Engelhardtia spicata*, *Betula cylindrostachys*, *Terminalia belerica*, *T. crenulata*, *Alnus nepalensis*, *Aesculus assamicus*, *Stereospermum tetragonum*, *Cinnamomum glanduliferum*, *C. cecidodaphne*, *Wightia gigantea*, *Morus laevigata*, *Nyssa sessiliflora*, *Eriobotrya*, *Rhododendron arboreum*, *Lithocarpus*, *Machilus edulis*, *Michelia Cathcartii*, *M. champaca*, *Talauma Hodgsoni*, *Eugenia*, *Albizia procera*, *Acer*, *Cedrela*, *Pieris ovalifolia*, *Litsaea lanuginosa*, *Frazinus floribunda*, *Prunus Pashia*, *P. cerasoides*, *Ostodes*, *Coriaria terminalis*, *Elaeocarpus*, *Garcinia*, *Pandanus furcatus*, *Eurya acuminata*, *Brassaiopsis*, *Photinia integrifolia*, *Camellia Kissi*, *Meliosma pungens*, *M.*

simplicifolia, *Grewia vestita*, *Ilex*, *Maesa martiana*, *Styrax lacei*, *Combretum dasystachium*, *Symplocos chinensis*, *Pentapanax*, *Macropanax*, *Aralia foliolosa*, *Schefflera Wardii*, *Macaranga*; *Dendrocalamus sikkimensis*;

Epiphyten: Moose, Farne, Orchideen: *Coelogyne barbata*, *C. occultata*, *C. flavida*, *Cymbidium devonianum*, *Bulbophyllum Gamblei*, *Cirrhopetalum caespitosum*, *Otchilus porrecta*; *Sapria himalayana* parasitisch auf *Vitis elongata* (Aka Hills, 1600 m).

Verbreitung:

von Zentral-Nepal nach E bis zum Salwin (bis 28° N), weit in den Tälern aufwärts (Dihang-Tsangpo) — Höhe wechselnd; Nepal: 1200—1900 m, in Sikkim von 900, 1000 bis 1800 m, Aka Hills 1200—2000 m, weiter im E erscheinen manche Species schon in 500 m Höhe und steigen dann bis 1500, 1800 m auf (N-Burma); in N-Burma untere Grenze des Bergwaldes = obere Grenze der Winternebel.

Klima:

Kurseong;

Niederschlag 1500 bis über 5000 mm; keine eigentliche Trockenzeit; Winter: Tau statt Regen (November bis April 50 mm!); im Winter starke Nebel. Luftfeuchtigkeit ständig hoch. Temperatur gleichmäßig.

Boden, Topographie:

steile Hänge, deshalb gut drainiert.

Im Grenzgebiet von Sikkim und Bengalen Gneis und Daling-Schiefer im Untergrund. Auf scharfen Kämmen: *Pandanus furcatus*; an Wasserläufen: *Alnus nepalensis*.

Einwirkung des Menschen:

in dieser Höhenstufe Kulturland sehr verbreitet, bis 1800 m (Grenze der Maisreife). Große Tee- und Cinchona-Plantagen; Kartoffelanbau. Dadurch Bergwald stellenweise sehr zurückgedrängt. Als Sekundärwuchs im aufgelassenen Kulturland: *Maesa chisia*, *Rhus semialata*, *Alnus nepalensis*, Adlerfarn, *Schima Wallichii*.

Lit.: GAMBLE 1875; BURKILL 1910, 1924; WARD 1926—1929, 1929—1930, 1929, 1930, I; 1941, II; 1944—1945; 1949; COWAN 1929; CHAMPION 1936, 196—202; TROLL 1937; BOR 1938; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

XXII. Tropischer immergrüner Höhen- und Nebelwald, untere Stufe: immergrüner Laubwald.

Tropical evergreen upper montane forest, lower belt: evergreen broadleaved forest.

Nomenklatur:

temperate forest (oak and Rhododendron forest) GAMBLE 1875;

oak forest STAMP 1925;

temperate upper hill zone (teilweise) COWAN 1929;

temperate rain forest und *Rhododendron*-conifer forest WARD 1930, I; 1935, II; 1944—1945;

northern wet temperate forest CHAMPION 1936;

tropischer Höhen- und Nebelwald TROLL 1937;

montane temperate forest, *Quercus* - *Rhododendron* - *Tsuga* - *Abies* formation: *Quercus* - *Michelia* - *Acer hylilium* und *Rhododendron* - *Tsuga* - *Abies hylilium* (teilweise) BOR 1938;

moist forest: deciduous type, semi-deciduous type, evergreen type WARD 1941, I;

temperate evergreen rain forest WARD 1941, II;

„wet“ forest WARD 1935—1938;

temperate rain forest: warm temperate rain forest, cool temperate rain forest, tem-

perate pine forest, mixed temperate forest, moss forest, bamboo forest WARD 1944—1945;
upper hill forest CHOUDHURY 1951;
warm temperate forest; evergreen oak type, *Quercus semicarpifolia* type; *Picea* type
KAWAKITA 1954; 1956;
forest zone of evergreen oaks NAKAO 1955.

Allgemein:

dichter immergrüner Hochwald, bis 30 m hoch, gewöhnlich weit ausladende Kronen, geschlossenes Kronendach; Äste, Zweige und Stämme in Moos gehüllt; darin oder in „Taschen“ und Stammritzen mit Humusmaterial eine erstaunliche Anzahl von Species; Epiphyten ganz besonders charakteristisch für diesen Laubhöhenwald, „märchenhafter“ Moos- und Flechtenbehang. Alles in Nebel gehüllt („making them among the darkest and gloomiest in India“ CHAMPION 1936, 219). Auch laubwerfende Species vorhanden, doch nur kleiner Prozentsatz; Bestände gemischt, aber starke Tendenz bestimmter Species zur Vorherrschaft: *Quercus* und Lauraceen von 1800—2100 m, weiter oben *Rhododendron*: bilden fast reine Bestände zwischen 2500—2800 m. *Magnolia* zur Blütezeit sehr auffällig, zahlenmäßig zurücktretend. *Engelhardtia*, *Schima*, *Castanopsis* leiten aus dem Bergwald herauf, *Rhododendron*, *Acer*, *Prunus* in den Koniferenwald hinüber. Immergrüner Unterwuchs sehr typisch, wenigstens dort, wo Kronenschluß weniger dicht. In oberen Lagen dichter Bambusunterwuchs. Auffallende Braun-Pigmentierung der filzigen Blattunterseiten von *Rhododendron* sp. und *Magnolia* sp. (TROLL 1937; HANDEL-MAZZETTI 1927, II, 232; ROCK 1947, 331). Hautfarne sehr verbreitet; Bluteigel überall in dieser Höhenstufe typisch („leech-infested“).

Flora:

Quercus pachyphylla, *Q. lamellosa*, *Q. lineata*, *Q. spicata*, *Q. fenestrata*, *Q. semiserrata*, *Q. semicarpifolia*, *Q. dilatata*, *Q. acutissima*, *Q. glauca*, *Q. glauca* var. *Nakaoi*; *Magnolia rostrata*, *M. nitida*, *M. Campbelli*; *Manglietina*;
Michelia Cathcartii, *M. excelsa*, *M. lanuginosa*, *M. manipurensis*, *Machilus edulis*, *Litsaea elongata*, *Beilschmiedia*, *Bucklandia populnea*, *Engelhardtia spicata*, *Schima Wallichii*, *Castanopsis tribuloides*, *Mallotus nepalensis*, *Cinnamomum obtusifolium*, *Echinocarpus dasycarpus*, *Carpinus viminea*, *Betula cylindrostachys*, *B. alnoides*, *Acer Hookeri*, *A. laevigatum*, *A. caudatum*, *A. Campbelli*, *A. pectinatum*, *A. sikkimensis*, *A. Forrestii*, *Alnus nepalensis*, *Pyrus cuspidata*;
Rhododendron arboreum, *Rh. grande*, *Rh. arizelum*, *Rh. sinogrande*, *Rh. Falconeri*, *Rh. barbatum*;
Tsuga dumosa, *Pinus excelsa*, *Larix Griffithii*, *Picea complanata*; *Taxus baccata*, *Podocarpus neriifolia*; im E Taiwania *cryptomerioides*;
Eurya acuminata, *Ilex*, *Pieris ovalifolia*, *P. formosa*, *Symplocos theaeifolia*, *Enkianthus*, *Corylopsis*, *Maesa chisia*, *Aucuba*, *Mahonia*, *Dendropanax*, *Pentapanax*, *Gaultheria*, *Skimmia laureola*, *Neillia*, *Buddleia*, *Piptanthus*, *Daphne*, *Viburnum*, *Illicium Griffithii*, *Euonymus*, *Ribes*;
Kletterpflanzen: *Schizandra grandiflora*, *Clematis*, *Vitis himalayana*, *Zanthoxylum*, *Stauntonia*, *Holboellia*, *Kadsura Roxburghiana*; im E: *Tetracentron sinense*;
Epiphyten: *Vaccinium serratum*, *V. venulosum*, *V. nummularia*, *V. retusum*, *Rhododendron Dalhousiae*, *Hydrangea altissima* — auch als kleiner Baum;
Orchideen: *Coelogyne ochracea*, *C. praecox*, *C. occultata*, *Otochilus porrecta*;
Laub- und Lebermoose in Massen epiphytisch; ebenso Hautfarne.
Utricularia sp. sehr verbreitet in den Moosrasen.
Krautschicht: außerordentlich reichhaltig! *Aconitum laeve*, *Polygonum rude*, *Lilium giganteum*, *Impatiens stenantha*, *I. radiata*, *I. urticifolia*, *Sweetia tetragona*, *Ophiorhiza ochroleuca*, *Pedicularis gracilis*, *Saussurea deltoidea*, *Rubus calycinus*, *Lastraea dissecta*, *Strobilanthes*; *Gleichenia glauca*, *Dryopteris dissecta*;
Arundinaria, *Phyllostachys*.

Verbreitung:

in Zentral-Nepal noch unzusammenhängend, vom östlichen Nepal ab durchgehend bis nach N-Burma verbreitet; im Tal des Salwin bis 28° N, lokal in Seitentälern des

Mekong unter 28° N. Im Tsangpo-Durchbruch auch nördlich der Hauptkette; auch in der Umgebung von Kyerong und im Arun-Tal. Zayul!
Höhenverbreitung: 1800, 2000—3000 m. Im E, Assam, Burma, ist der Typ bereits in tieferen Lagen deutlich zu erkennen.

Klima:

Darjeeling;
Niederschläge zu allen Jahreszeiten, besonders hohe Monsunniederschläge (Juli); verhältnismäßig trocken November bis März (Tau!), dauernd hohe Luftfeuchtigkeit. Dichter Nebel charakteristisch. Wenig direktes Sonnenlicht.
Gesamtniederschlag: über 5000 mm (BOR 1938).
Untergrenze: Frostgrenze;
Obergrenze: wo Winterschnee für längere Zeit auf S-Hängen zu liegen beginnt.

Böden, Topographie:

„The soil rock makes no difference to the climax vegetation in view of the very high rain fall“ BOR 1938, 151.
Auf Erdrutschen: *Alnus nepalensis* Pionier!
Verbreitet im Schluchtwald: *Alnus nepalensis*.
Offene, steile Kämme: *Rhododendron*- und *Bambus*-Dickichte.
S-exponierte Hänge haben gelegentlich Bestände von *Pinus excelsa*, *Juniperus recurva*, *Magnolia rostrata*, *Machilus Kurzii*, *Rhododendron*, *Berberis*, *Daphniphyllum*, *Contoneaster*, *Hydrangea*, *Enkianthus* (Menschliche Einwirkung?).

Einwirkung des Menschen:

Tee- und Cinchona-Plantagen und der Anbau der Kartoffel reichen bis in die unteren Lagen der Laubwaldstufe. Auch Wanderhackbau hier noch anzutreffen.
Kahlschläge und Brand haben Ausbreitung von *Arundinaria*-Dickichten zur Folge; auch *Dendrocalamus Hamiltonii* verbreitet.
Pinus excelsa durch Feuer begünstigt?

Lit.: GAMBLE 1875; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; II; COWAN 1929; WARD 1929; 1929—1930; 1930, I; 1935—1936; 1944—1945; CHAMPION 1936, 218—224; TROLL 1937; BOR 1938; ROCK 1947; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954, 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

XXIII. Tropischer immergrüner Höhen- und Nebelwald; obere Stufe: *Rhododendron*-Koniferen-Wald.

Tropi calevergreen upper montane forest; upper belt:
Rhododendron -oni ferous-forest.

Nomenklatur:

fir forest GAMBLE 1875
Rhododendron — conifer forest WARD 1930, I;
Abies forest WARD 1930, I;
„wet“ forests, subalpine type: *Abies-Juniperus* formation und *Abies-Picea* formation WARD 1935—1936;
subalpiner Nadelwald WEIGOLD 1935;
Himalayan moist temperate forests (teilweise):
eastern oak — hemlock forest CHAMPION 1936;
eastern oak — fir forest CHAMPION 1936;
tropischer Höhen- und Nebelwald TROLL 1937;
paläarktische Montanwälder SCHÄFER 1938, I;
montane temperate forest: *Quercus-Tsuga-Abies* formation: *Rhododendron-Tsuga-Abies hylium* BOR 1938;
silver fir forest WARD 1944—1945;
Abies-Rhododendron forest TAYLOR 1947;
conifer forest und *Rhododendron* forest CHOUDHURY 1951;
cool temperate forest (teilweise) KAWAKITA 1954;

subalpine forest (teilweise) KAWAKITA 1954;
forest zone of *Picea* and *Tsuga* NAKAO 1955;
forest zone of *Abies* and *Betula* (teilweise) NAKAO 1955;
Abies type KAWAKITA 1956.

Allgemein:

dichter immergrüner Nadelwald; in tieferen Lagen noch zur Hälfte Laubwald, mit der Höhe *Tsuga* bestandbildend (von 2500, 2800–3000 m); ab 3000 m *Abies* bis zur Alleinherrschaft in den oberen Lagen. *Rhododendron* durchgehend im Unterwuchs verbreitet, zunächst als großblättriger, 12–18 m hoher Baum, nach der Höhe zu kleiner werdend, Übergang in subalpine Gehölzstufe. Dichter Unterwuchs von *Bambus* und immergrünen Sträuchern; Epiphyten: Moose, Flechten etc. sehr verbreitet. Blattunterseiten von *Rhododendron* häufig filzig-rostbraun (*Rh. Falconeri* z. B.).

In höheren Lagen durch Lawinengassen und Schuttkegel aufgelöst; Wälder verlassen zuerst Talsohle in höheren Lagen, bleiben noch in Hanglage weiter aufwärts.

Sehr charakteristisch: Nebel!

Flora:

Abies densa, (*A. spectabilis*), *A. Delavayi*, *A. Fargesii*, *Tsuga dumosa* (*T. Brunonianna*), *Pinus excelsa*, *Picea complanata*, *P. morinda*, *Larix Griffithii*, *Taxus baccata*, *Juniperus recurva*;

Quercus pachyphylla, *Q. lineata*, *Magnolia Campbelli*, *Acer Campbelli*, *A. cappadocicum*, *A. caudatum*, *A. villosum*, *A. pectinatum*, *A. acuminatum*, *A. laevigatum*, *A. Hookeri*, *A. sikkimense*, *Prunus nepalensis*, *P. Imanishii*, *P. himalaica*, *Rhododendron barbatum*, *Rh. Falconeri*, *Rh. lanigerum*, *Rh. Hodgsoni*, *Rh. cinnamomum*, *Rh. arizelum*, *Rh. sinogrande*, *Rh. arboreum*, *Rh. grande*, *Betula utilis*, *Sorbus foliolosa*, *Syringa Emodi*, *Illicium Griffithii*, *Ilex Thomsoni*, *Enkianthus deflexus*, *Jasminum humile*, *Lyonia ovalifolia* (syn. *Pieris ovalifolia*), *Viburnum cotinifolium*, *Symplocos phyllocalyx*, *Spiraea hypericifolia*, *Gamblea ciliata*, *Hydrangea*, *Cotoneaster rotundifolia*, *Daphne cannabina*, *Rosa sericea*, *R. macrophylla*, *Piptanthus nepalensis*, *Berberis aristata*, *Rubus niveus*, *Rhododendron campanulatum*, *Brassaiopsis alpina*, *Vitis*, *Schizandra*.

Epiphyten: *Rhododendron*, Moose, Flechten; auf *Rhododendron* wegen glatter Rinde keine Epiphyten.

Reichlich *Arundinaria aristata*, *A. racemosa*, *A. maling*, *A. Falconeri*, *A. Griffithii*; Farne verbreitet. *Sphagnum acutifolioides* über 3000 m verbreitet.

Verbreitung:

vom Chakhure Lekh (W-Nepal) nach E auf der S-Flanke der Hauptkette des Himalaya; im Tsangpo-Durchbruchgebiet, in den Mishmi Hills, Zayul, Irawadi-Quellgebiet, meridionale Stromfurchen.

Höhengrenzen: 2800–3600 (4000) m.

Klima:

hohe Niederschläge, bis 3500 mm (Schätzung); jahreszeitliche Verteilung ähnlich Darjeeling? Monsunregen setzen früh ein und halten lange an. Winter trockener, Schneefälle von November/Dezember bis März, doch weniger Schnee als in gleicher Höhe im westlichen Himalaya: kein Einfluß westlicher Depressionen mehr feststellbar. Allgemein hohe Luftfeuchtigkeit, dichte Nebel, zumal im Sommer. Keine Temperaturangaben, im ganzen niedrig.

Boden, Topographie:

auf armen Böden und an steilen Hängen *Pinus excelsa* reichlich (Zentral-Nepal, Tsangpo-Durchbruch, N-Burma). An Wasserläufen häufig *Taxus baccata* (N-Burma). Kämme: *Bambus*- und *Rhododendron*-Dickichte.

Einwirkung von Mensch und Vieh:

in den unteren Lagen noch Wanderhackbau; im *Abies*-Wald des Annapurna-Gebietes bis 3600 m Anbau von *Fagopyrum tataricum*.

Weide und Feuer führen zu *Arundinaria*-Dickichten; verbreitet auch Sekundärbusch aus *Rosa sericea*, *Piptanthus nepalensis*, *Berberis*, *Elsholtzia* etc. Auch *Pinus excelsa* durch Feuer begünstigt?

Lit.: GAMBLE 1875; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; II; CHAMPION 1936, 246—250, 264—266; TROLL 1937; BOR 1938; WARD 1926—1929; 1929; 1929—1930; 1930, I; 1935—1936; 1944—1945; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

XXIV. Temperierter Koniferenwald der kontinentalen inneren Täler des östlichen Himalaya —

Eastern Himalayan temperate coniferous forest
(continental inner valleys).

Nomenklatur:

temperate forest SMITH - CAVE 1911;
Eastern mixed coniferous forest CHAMPION 1936;
Conifer forest (teilweise) CHOUDHURY 1951.

Allgemein:

mäßig-feuchter gemischter Koniferenwald, charakteristisch: *Larix*, *Picea* und *Tsuga*; wechselnde Beimischung von *Pinus*, *Abies* und *Juniperus*; Unterwuchs: baumförmige *Rhododendron*. In Ober-Sikkim fehlt *Pinus excelsa* völlig. Gegenstück zum gemischten Nadelwald des NW. Floristische Beziehungen zum Laubnadelmischwald SE-Tibets.

Flora:

Larix Griffithii, *Picea spinulosa*, *Tsuga dumosa*, *Pinus excelsa*, *Abies densa*, *Juniperus*; *Rhododendron*, *Acer*, *Pyrus*, *Betula*, *Alnus*, *Corylus*, *Elaeagnus*, *Daphniphyllum*, *Ilex*, *Gaultheria*, *Litsaea*, *Enkianthus*, *Berberis*, *Rosa*, *Ribes*, *Rubus*, *Spiraea*, *Lonicera*, *Viburnum*, *Neillia*, *Pentapanax*.

Verbreitung:

in den inneren Tälern des östlichen Himalaya von Sama und vom Shiar Khola (Buri Gandaki-System) nach E; besonders in Ober-Sikkim, Chumbi, Bhutan, Mön-yul.
Höhenverbreitung: von 2700 m, 3000 m an aufwärts; im Shiar Khola bildet *Larix Griffithii* Waldgrenze in 3800 m.

Klima:

„mäßig-feucht“.

Boden, Topographie:

Larix Griffithii häufig auf Moränen; Expositionensunterschiede in Ober-Sikkim bedeutend — reine S-Expositionen kaum bewaldet (oberhalb Chuntang).

Lit.: GRIFFITH 1847; MADDEN 1845, 1850; HOOKER 1857, 1891; GAMMIE 1894, I; SMITH - CAVE 1911; SHEBBEARE 1934; CHAMPION 1936, 248; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

XXV. Subalpiner Wald — subalpine forest: *Betula utilis*.

Nomenklatur:

Betula-Rhododendron formation, *Betula-Abies* association: forest of *Betula utilis* OSMASTON 1922;
winter deciduous and coniferous forest DUDGEON-KENOYER 1925;
subalpine zone SHER SINGH 1929;

alpine forest: alpine fir — birch forest (teilweise) und alpine birch — *Rhododendron* forest (teilweise) CHAMPION 1936;
subalpine forest (teilweise), *Betula* type KAWAKITA 1954, 1956;
forest zone of *Abies* and *Betula* (teilweise) NAKAO 1955.

Allgemein:

dichter Wuchs von kleinen (niederliegenden) Bäumen oder großen Sträuchern mit biegsamen Zweigen, gelegentlich Koniferengruppen darüber aufragend: meist *Abies*, niedrig verzweigt, dichte Wuchsform. Gelegentlich *Pinus excelsa*. *Betula utilis* ganz typisch: der einzige Laubb Baum, der einigermaßen schlanken Stamm entwickelt, gewöhnlich an der Basis gekrümmt (Schneedruck). Unterwuchs vorhanden, Farne reichlich, auch alpine Blütenpflanzen.

Epiphytisch: Moose und Flechten. Kaum Kletterpflanzen. Koniferen selten über 20 m, Laubbäume 6—10 m (am Barum-Gletscher, Tirich Mir: 4—5 m).

In Lawinengassen reicht der Birkenwald (stark gekrümmt) tief in die Nadelwaldstufe hinunter. Übergang zum alpinen Gebüsch, sobald Oberwuchs fehlt, besonders in Mulden: *Rhododendron!*

Drei Bestandteile wichtig: Birken = Masse des Bestandes, *Rhododendron* = Unterwuchs, lokal *Abies* darüber hinausragend.

Vegetationszeit: Juni - September.

Flora:

Betula utilis, *Abies Webbiana*, *Juniperus recurva*, *J. Wallichiana*, *J. semiglobosa*, *Pinus excelsa* (lokal), *Sorbus aucuparia*, in feuchteren Gebieten mit sommerlichen Monsunregen (Sutlej, Garhwal) *Quercus semecarpifolia*;

Rhododendron barbatum, *Rh. Wightii* (Zentral-Nepal), mehrere Meter hoch; *Pyrus foliolosa*, *Prunus himalaica*, *P. Imanishii*, *Salix Wallichiana*, *S. aff. elegans*, *S. pycnostachya*, *Rhododendron campanulatum*, *Rh. lepidotum*, *Rh. anthopogon*, *Cotoneaster microphylla*, *C. acuminata*, *Spiraea hypericifolia*, *Rosa sericea*, *Lonicera obovata*, *L. alpigena*, *Berberis*, *Ribes rubrum*, *R. glaciale*, *Smilax vaginata*, *Rubus niveus*, *Rubus saxatilis*, *Polygonum vacciniifolium*, *Deutzia corymbosa*, *Strobilanthes atropurpureus*, *Lastraea barbata*, *Viburnum foetens*, *V. cotinifolium*, *Lonicera purpurascens*, *L. angustifolia*, *L. parvifolia*, *Polemonium coeruleum*, *Cortusa Matthioli*, *Geranium pratense*, *Anemone polyanthus*, *Viola*, *Astragalus*, *Bergenia ligulata*;

Osmunda claytoniana;

Arundinaria spathiflora;

Betula japonica var. *szechuanica* am Doker La (Salwin-Mekong-Kette).

Verbreitung:

als Höhenstufe sowohl im äußeren, wie auch im inneren westlichen Himalaya; ganz im E unter der Herrschaft von *Rhododendron* wieder zunehmend.

Barum-Gletscher: 3500 m, am Nanga Parbat in 3800—3900 m, lokal bis 4150 m. Am Bandar Putsch bis 3800 m. Langtang (Zentral-Nepal): bis 4200 m maximal. Überall an der Waldgrenze.

Klima:

Monsunwirkung nicht mehr ausschlaggebend, mehr vom Schmelzwasser abhängig während der kurzen Vegetationsperiode; kann deshalb auch gedeihen, wo der jährliche Niederschlag gering ist: 250 mm ist etwa der geringste Betrag, der in Frage kommt, ansteigend bis 2000 mm; davon 25—75% (Winter-) Schnee; harter Winter, mehrere Monate sehr kalt.

Lawinen häufig, Anpassung durch Niederlegen: Lawinenwinde sehr nachteilig für Baumwuchs.

Mit zunehmenden winterlichen Niederschlägen Tendenz, weniger hoch aufzusteigen.

Boden, Topographie:

Humusböden;

mit lange liegendem Lawinenschnee weit hinabsteigend;
in Talschlüssen darüber *Salix*-Gebüsch;

Schneelagen: *Rubus niveus* häufig;

am Wasser und auf feuchten Böden: *Primula*;

Betula als Neusiedler verbreitet.

N - Expositionen vom Birkenwald bevorzugt; dort gewöhnlich auch weiter unten beginnend; in S-Exposition dann *Juniperus* verbreitet.

N-Exposition des Annapurna: *Caragana Gerardiana* im Unterwuchs des Birkenwaldes.

Einwirkung von Mensch und Tier:

Rinde der Birke findet Verwendung für Dachkonstruktionen, zur Verpackung von Butter, als Zigarettenpapier (POLUNIN 1950, II) und als Luftpostpapier (TROLL)! Heftiger Weidegang und Holzeinschlag führt auch zum unvermittelten Angrenzen von *Quercus semecarpifolia* an die alpine Matte: Tiere werden wegen des Feuerholzes nachts immer in Nähe des Waldes gehalten.

Lit.: OSMASTON 1922; DUDGEON - KENOYER 1925; HESKE 1929; 1932; 1937; 1927; GORRIE 1933, I; CHAMPION 1936, 267—272; TROLL 1937; SHIPTON 1937, I; SINGH, J. 1948; POLUNIN 1950, II; 1952; 1954, I, II; WENDELBO 1952; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

XXVI. Subalpiner Wald — Subalpine forest: *Rhododendron* sp.

Nomenklatur:

subalpine shrub (teilweise) SMITH - CAVE 1911;

Rhododendron forest STAMP 1925;

alpine forest: birch — *Rhododendron* forest (teilweise) CHAMPION 1936;

Rhododendron-Nebelbuschwald TROLL 1937;

subalpine *Rhododendron* scrub WARD 1944—1945;

Rhododendron forest (teilweise) CHOUDHURY 1951.

Allgemein:

niederer immergrüner Wald von kleinen krummen Bäumen; dichter Wuchs, fast ausschließlich *Rhododendron*, gelegentlich auch *Betula* eingestreut; fast undurchdringlich, besonders beim Aufwärtssteigen — Zweige richten sich in Folge des Schneedrucks aus der Horizontalen nach oben auf, den Schneemassen, Lawinen gut angepaßt. Stämme sind glatt, kurz, verzweigt. Selten mehr als einen halben Meter im Umfang. Blätter der *Rhododendron* braunfilzig. *Rhododendron* in allen Größen vom Baum bis zum Krummholzgebüsch. Moose und Farne, Kräuter und sonstiges alpines Gesträuch bedecken den Boden — abhängig von Dichte des *Rhododendron*-Buschwaldes.

Waldgrenze: 3600—3800 m; Übergang zur alpinen Stufe; diese zuerst in exponierten Lagen.

Flora:

Rhododendron barbatum, *Rh. Wightii*, *Rh. molle*, *Rh. Thomsoni*, *Rh. campanulatum*, *Rh. lepidotum*, *Rh. setosum*, *Betula utilis*, *Pyrus aucuparia*, *P. foliolosa*, *Prunus*, *Salix Wallichiana*, *Juniperus recurva*, *Gaultheria trichophylla*, *Lonicera parvifolia*, *Viburnum nervosum*, *Spiraea*, *Cotoneaster*, *Rosa sericea*, *Rhododendron anthopogon*, *Polygonum vacciniifolium*, *Potentilla fruticosa*, *Primula denticulata*, *Cassiope fastigiata*, *Primula*, *Corydalis*.

Arundinaria;

gelegentlich *Abies densa* und auch *Larix Griffithii*.

Cerasus mugus als Krummholz am Tschiangschel-Paß der Salwin-Irawadi-Kette und am Nyingser La der Salwin-Mekong-Kette.

Verbreitung:

von Zentral-Nepal, erstmalig deutlich im Shiar Khola, nach E — immer mehr die Birke verdrängend bis zur Alleinherrschaft; in den feuchtesten Gebieten am reinsten entwickelt (Sikkim).

Höhe: bis 3600—3800 m, Waldgrenze.

Klima :

bedeutende Niederschläge, Schnee.

Boden, Topographie :

sehr nasser Boden mit dichter schwarzer Humusdecke. An Wasserläufen *Rhododendron*, *Arundinaria*, *Myricaria*.

Menschliche Einwirkung :

wie feuchte alpine Stufe.

Lit. : HOOKER 1852, 1857, 1891; GAMMIE 1894, I; II; SMITH - CAVE 1911; SMITH 1913; STAMP 1925; HANDEL-MAZZETTI 1927, I; II; CHAMPION 1936, 271—272; TROLL 1937; WARD 1929, 1930, I; 1944—1945; CHOUDHURY 1951; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955, 1956.

XXVII. Feuchte alpine Gebüsche und Matten —

moist alpine scrub and meadows.

Nomenklatur :

subalpine scrub und alpine region SMITH - CAVE 1911;
alpine bushland OSMASTON 1927;
Rhododendron scrub and alpine meadow WARD 1929;
Knieholz und Mattenzone, hochalpine Zone WEIGOLD 1935;
moist alpine scrub CHAMPION 1936;
alpine und nivale Stufe TROLL 1939;
Rhododendron scrub, alpine scrub, alpine turf and screes, high alpine turf and screes WARD 1941, I; 1944—1945;
alpine vegetation, humid alpine zone KAWAKITA 1954, 1956;
alpine zone, grassy alpine zone NAKAO 1955.

Allgemein :

feuchte alpine Vegetation = oberste Stufe der feuchten Vegetationstypen der S-Abdachung des Himalaya: oberhalb der Baumgrenze gegen die Vegetationsgrenze hin. Durch enorme Zertalung keine breiten Flächen zur Entwicklung gegeben. Abgrenzung schwierig gegen alpine Steppe im NW und SE. NW: Trockengebiet, feuchte alpine Vegetation in Gletschnähe WENDELBO 1952; KERSTAN 1937 (Angaben über Durchmischung der Vegetation der Hochalpen und der hochgelegenen Artemisien- und *Rheum*-Steppe, jedoch ohne letzte Klarheit); LINCHEVSKY 1949 stellt deutlich die alpine Vegetation des nordöstlichen Afghanistan in Gegensatz zur alpinen Vegetation der übrigen Teile des Landes, die „zentralasiatisch“ ist! Diese trockene alpine Vegetation scheint aber in Afghanistan erst außerhalb des hier noch behandelten Gebietes aufzutreten. Nach E ist schon in Chitral, in Gilgit und Ladakh in 4000-4500 m klar „Mattenzone“ gegeben, ansteigend mit Schneegrenze gegen das Hochland hin; Flora ähnelt der von Kaschmir, wird dürftig nach N zu HEMSLEY 1902, MEEBOLD 1909, STEWART 1916, DOLK 1929. Im SE: feuchte alpine Stufe dringt weit gegen das Hochland hin vor, hier Abgrenzung gegen die alpine Steppe sehr schwierig.

Allgemein: Gemeinsamkeiten in der alpinen Stufe von W nach E größer als in den anderen Vegetationsstufen — klimatische Gegensätze in der alpinen Stufe gemildert DIELS 1913, 85—86; SMITH - CAVE 1911, TROLL 1937 stellen nahe Verwandtschaft zwischen der alpinen Stufe von Sikkim und der des nordwestlichen Himalaya fest.

Differenzierung: Krummholz, feuchtes Gebüsch oder Gesträuch, und alpine Matten, Hochstaudenfluren etc. Äußerste Vorposten pflanzlichen Lebens als hochalpine Stufe zusammenzufassen möglich. Krummholz und Matte verzahnen sich oder wechseln mit der Exposition — N-Exposition: Krummholz, S-Exposition: Matte.

Krummholz : niedriges immergrünes Gebüsch, ½-1 m, einzeln oder in dicht zusammenhängender Decke über ausgedehnte Flächen, unterbrochen von Gras-

beständen, die natürlich oder sekundär (als Folge von Beweidung und Einschlag). *Juniperus*: sehr verbreitet, im feuchten E weit durch *Rhododendron* überflügelt. Bevorzugt sonnige Lagen, felsige, steile Hänge; begleitet von *Berberis*, *Rosa*, *Lonicera*; geht überall weit gegen das Trockengebiet vor. Am Nanga Parbat maximal bis 4250 m. *Juniperus nana* und *J. squamata* bevorzugten S-Exposition, oft mit *Ephedra Gerardiana* zusammen.

Rhododendron: überall im Himalaya in der alpinen Stufe, auf feuchtem schwarzem Humus, besonders im Osthimalaya. Von hier nach W abnehmend, in NE-Afghanistan nur *Rhododendron campanulatum*. Verschiedenartigkeit scheint dagegen nach E weiter zuzunehmen, wenn auch massenweises Auftreten auf feuchteste Teile des Gebirges beschränkt. Im Assam-Himalaya und Sikkim undurchdringlich, moosüberzogen. In Zentral-Nepal, wo sich *Rhododendron* und *Juniperus* anscheinend in der Verbreitung die Waage halten, Sonderung nach verschiedenen Standorten: *Juniperus* S-Exposition, *Rhododendron* auf gut entwässerten Humusböden; beide reichlich zwischen 3900—4200 m. *Salix*: *Salix hastata* am Nanga Parbat bis 20—30 cm hoch, auch *Salix divergens* in N-Exposition. Als Weidengebüsch unter Birkenwald in den Lawinengassen tief in die Nadelwaldstufe absteigend. *Salix flabellaris* bildet Zwergspalierrasen in großer Höhe; *Salix herbacea* in Schneetälchen. Wo *Salix hastata*, als mannshohes Gebüsch entwickelt, durch Laubfall Humusboden bildet, tritt üppige Kräuterflur auf. Weitere häufige Holzgewächse: *Lonicera*, *Potentilla*, *Polygonum vacciniifolium*, *Cassiope fastigiata*, *Berberis*, *Cotoneaster*, auf der Irawadi-Salwin- und Salwin-Mekong-Kette auch *Cerasus crataegifolia*.

Nur flüchtige Zusammenfassung der alpinen Matte hier möglich; von allen Reisenden und Forschern gepriesen, gleichgültig zu welcher Jahreszeit angetroffen — dauernde Wechsel in den Blütezeiten verleihen ihr stets besondere Aspekte: von Anfang Mai bis Ende des Monsun = Anfang September. Aber auch nach der Blütezeit von besonderem Reiz HESKE 1937.

Gräser spielen große Rolle in der Zusammensetzung der alpinen Matte: *Cobresia* (*C. Bellardii*, *C. Schoenoides*, *C. nitens*, *C. caricina*), *Phleum*, *Poa alpina*, *Colpodium Trollii*, *Festuca atatavica*, *F. ovina*, *F. rubra*, *Alopecurus ventricosus*, *Carex tristis*, *Luzula spicata*, *Agropyrum longearistatum*, *Oryzopsis* (Tirich Mir, Nanga Parbat).

Sonderausbildung der „grassy alpine zone“, N-Hang des Annapurna NAKAO 1955: 4000—4500 m, Bestand von *Helichotrichon* — nur dieses eine Gras herrscht, kaum kniehoch, über der Wald- und Baumgrenze verbreitet (*Betula utilis*); da *Caragana Gerardiana* den Unterwuchs im Birkenwald bildet, faßt NAKAO den *Helichotrichon*-Bestand als eine Sonderausbildung der alpinen Steppe auf.

Hochstaudenfluren: sehr häufig; wichtige Genera sind: *Gentiana*, *Primula*, *Iris*, *Saxifraga*, *Androsace*, *Pedicularis*, *Saussurea*, *Aconitum*, *Delphinium*, *Anemone*, *Ranunculus*, *Potentilla*, *Meconopsis*, *Trollius*, *Aquilegia*, *Pulsatilla*, *Draba*, *Corydalis*, *Lloydia*, *Allium*, *Cerastium*, *Sibbaldia*, *Polygonum*, *Melandryum*, *Diapensia*, *Crepis*, *Lactuca*, *Eriophyton*, *Rhodiola*, *Pirola*, *Myosotis*, *Mertensia*, *Alkanna*, *Nepeta*, *Thymus*, *Aster*, *Leontopodium*, *Chrysanthemum*, *Doronicum*, *Geranium*, *Viola*, *Valeriana*, *Campanula*, *Helichrysum*, *Rumex*, *Bupleurum*, *Senecio*, *Rheum*, *Podophyllum*, *Salvia*, *Nomocharis*, *Omphalogramma*, *Cremanthodium*, *Fritillaria*, *Paraquilegia*, *Cardamine*, *Epilobium*, *Anaphalis*, *Lagotis*, *Silene*, *Codonopsis*, *Waldheimia*, *Trigonella*, *Matthiola*, *Gnaphalium*, *Gagea*, *Meconopsis* usw. Farn e sind auch in der alpinen Stufe verbreitet und erscheinen sogar als Farnmatten in ausgedehnten Beständen. Im feuchten Assam-Himalaya sind Moore zu finden.

(WENDELBO 1952, 13 berichtet auch über den Fund von Schneevalgen am Tirich Mir).

Verbreitung:

in dem weiten Sinn, wie hier aufgefaßt, ist die feuchte alpine Stufe über den ganzen Himalaya vom äußersten NW bis zum Yantsekiang verbreitet. Es ist klar, daß die Zusammensetzung unterschiedlich ist — im Rahmen der großen Einheit. Im trockenen NW sind Vertreter der alpinen Steppe denen der alpinen Matte beigemischt. Im mittleren Teil, von Kaschmir ab nach E, können wir auf der S-

Abdachung der Hauptkette deutlich zwischen Krummholzstufe und Mattenstufe darüber unterscheiden — sowie der alpinen Steppe auf dem N-Hang. Im E herrscht *Rhododendron* bis zum Ausschluß jeder anderen Vegetation vor. Im „fernen Osten“ findet der Übergang zum osttibetischen Grasland statt, das enge Beziehungen zur alpinen Steppe hat, aber keine „alpine Steppe“ ist — hier finden sich vielmehr Hochmatten eigener Art, über deren Zusammensetzung wir noch nicht näher unterrichtet sind HANDEL-MAZZETTI 1931, von WISSMANN 1937, WANG 1941.

NE-Assam, N-Burma, SE-Tibet und W-China bilden zusammen ein sehr großes Areal der alpinen Vegetation, angedeutet schon durch den weiten Spielraum zwischen Baumgrenze (bei 3600 m) und Schneegrenze (bei 5400 m); Vegetationsgrenze 5100 m WARD 1946, III.

Die Höhengrenzen der alpinen Vegetation sind unterschiedlich; sie beginnt oberhalb der Baumgrenze, also zwischen 3500—3900 m, und reicht bis 4500 bzw. 4900 m; darüber mag noch eine hochalpine Stufe ausgeschieden werden. Eine Moos- und Flechtenstufe findet sich im Himalaya nicht, aber Gefäßpflanzen dürften noch weit über der Schneegrenze vorkommen (Nanga Parbat, Mt. Everest).

Boden, Topographie:

Exposition verhindert oft klare Gliederung;

S-Exposition: oft fehlen *Salix* und *Rhododendron*, der starke Einfluß der Strahlung macht sich ausgleichend für den Bestand bemerkbar. Die N-Exposition dagegen ist besonders scharf gegliedert. Oft hat N-Exposition Krummholz, S-Exposition Matten. Andernorts Matte auf exponierten Hängen, Krummholz auf geschützten Hängen.

S-Exposition am Nanga Parbat: *Artemisia maritima* mit und ohne *Juniperus*, häufig mit *Ephedra Gerardiana*.

Felsige S-Expositionen: *Juniperus*, dazu *Rheum*, *Potentilla fruticosa*, *Anemone rupicola*, *Callianthemum alatavicum*, *Androsace globifera*, *Polygonum affine*.

Blockfluren: neben Hochstauden und Farnen vor allem Holzgewächse: *Rhododendron*, *Rosa*, *Polygonum*: Nanga Parbat!

Loser Schutt: *Waldheimia nivea*, *Thymus serpyllum*, *Alkanna*, *Epilobium angustifolium* (Nanga Parbat).

Sumpfige Talfluren, besonders im Osthimalaya: *Primula*, *Pedicularis*.

Quellfluren der alpinen Stufe des Nanga Parbat: *Caltha alba* bis 4000 m, *Cremanthodium Decaisnei*, *Lagotis glauca*, *Corydalis*, *Primula nivalis*, *P. rosea*, *Sweetia petiolata*, *Carex nivalis*; Moosrasen: *Bryum*, *Drepanocladus*, *Chilonotis*; auf humosem Boden: *Draba*, *Sibbaldia cuneata*, *Potentilla*, *Ranunculus*, *Thalictrum*; solche Quellfluren können auch den Charakter von Mooren annehmen: *Salix divergens*, *Aulacomium palustre*, *Eriophorum Scheuchzeri*, *Carex microglochis*, *Cobresia caricina*.

In hochalpinen Lagen: *Salix flabellaris*, *Primula reptans*, *Sibbaldia cuneata*, *Minuartia biflora*, *Androsace mucronifolia*, *Mertensia*, *Delphinium*, *Pedicularis*, *Veronica ciliata*, *Thalictrum*, *Lycopodium*, *Stellaria decumbens*.

Schneetälchen (snowbeds): *Draba*, *Saxifraga*, *Rhodiola*, *Primula macrophylla*, *Corydalis*, *Minuartia biflora*, *Primula nivalis*, *Luzula spicata*, *Mertensia tibetica*, *Sibbaldia cuneata*, *Carex nivalis*, *Sedum tibeticum*, *S. reticulatum*, *Cerastium cerastoides*, *Waldheimia tridactylites*, *Oxyria digyna*, *Potentilla flabellata*, *Thlapsi*, *Gnaphalium Stewartii*, *Arenaria orbiculata*, *Viola rupestris*, *Delphinium Brunonianum*: Nanga Parbat!

In Gletschernähe gerade die Ablationstäler durch sehr reiche Vegetation ausgezeichnet; am Chogo Lungma *Salix* bis 3600 m, *Juniperus* bis 3880 m; andernorts *Juniperus* bis 5000 m angetroffen (CALCIATI 1914).

Auf frischer Moräne (Nanga Parbat): *Oxyria digyna*, *Carex nivalis*, *Anaphalis nubigena*, *Oxytropis*, *Arabis*, *Erigeron multicaule*, *Hedysarum Falconeri*, *Crepis flexuosa*, *Chrysanthemum Griffithii*, *Calamagrostis* TROLL 1939, WENDELBO 1952. Am Nanga Parbat hört geschlossene Vegetation über 4400—4500 m auf, nur auserlesene hochalpine Gewächse gedeihen in noch größerer Höhe: nur auf ausgesetzten Standorten!

Einwirkung von Mensch und Vieh:

Weidewirtschaft überall mehr oder weniger stark; (Nuristan, SCHEIBE 1937, KERSTAN 1937 — meridionale Stromfurchen HANDEL-MAZZETTI 1927, II). Auch der „Verkehr“, das Wandern der großen Transport-Schafherden über die Pässe, hat seine Wirkung auf die Vegetation der alpinen Stufe. Gewisse Species der alpinen Stufe werden besonderer Qualitäten wegen intensiv gesammelt, z. B. *Fritillaria Roylei* in N-Burma.

Die in der Nadelwaldstufe des Nanga Parbat, aber ebenso in anderen Teilen des Himalaya anzutreffenden *T r i f t e n* mit alpiner Kräuterflur, Hochstaudenflur, sind durch die Tätigkeit des Menschen entstanden: als Sommersiedlung oder um Winterweide zu schaffen WARD 1947; (Gulmarg! YOUNGHUSBAND 1924, I, 83).

Lägerfluren: überall im Umkreis der Almen und Viehlagerplätze; *Aconitum Napellus*, *Urtica dioica*, *Hyoscyamus niger*, *Rumex*, *Polygonum*, *Artemisia*, *Primula Roylei* im E, *Scopolia lurida* — typisch für Yaklagerplätze WARD 1947 (Lägerfluren in SE-Tibet von nicht unbeträchtlichem Ausmaß) WARD 1947.

Neben diesen mehr oder weniger bekannten Veränderungen der Vegetation gibt es hier noch andere, weniger offenkundige Beispiele: auffällige Konzentrationen von wenigen oder auch nur einer Species allein in der feuchten alpinen Stufe, zumal des östlichen Himalaya (Assam-Himalaya, SE-Tibet, N-Burma): verschiedene Species von *Primula* müssen hier genannt werden. WARD vermutete — bei der großen Zahl des Weideviehs (Rindvieh, Schafe, Ziegen, Ponies, Yaks, Zobs) in diesen Gegenden — einen Zusammenhang mit der ausgedehnten Weidewirtschaft und konnte diese Vermutung durch Beobachtungen bekräftigt sehen, Bestätigung aus anderen Teilen des Gebirges liegt vor. Der Grund ist im selektiven Weidegang des Viehs zu suchen, insbesondere des Yak — auch wenn z. B. *Primula Dickieana* in Menge und fast allein auf der Weidefläche sich anbietet, wird diese Species unberührt gelassen. Der Versuch der Hirten, Weidefläche durch Schlagen und Brennen von *Rhododendron*-Gebüsch zu vergrößern, hat nur vorübergehend Erfolg — im feuchten östlichen Himalaya hat das Fehlen von Bäumen und Sträuchern bei den hohen Niederschlägen schnell Versumpfung zur Folge, womit der Ausbreitung gewisser *Primula* sp. günstige Bedingungen gestellt sind. Als Ergebnis finden sich „Primelwiesen“ (*Primula Dickieana*, *P. Kingii*) WARD 1940, I; 1947. POLUNIN 1952 führt vermehrtes Auftreten von *Primula denticulata* und *P. Stewartii* im Langthang Himal auf gelegentliche „Düngung“ zurück (Lägerflur!). NAKAO 1955 bestätigt mit seinen Beobachtungen aus Zentral-Nepal den selektiven Weidegang, den WARD im östlichen Himalaya feststellen konnte, und erweitert die Aussage auf *Meconopsis*, *Iris*, *Berberis*, *Rhododendron*. HANDEL-MAZZETTI 1921, I, 592 spricht von „Yakweide“ in Yünnan — außerhalb unseres Gebietes — im gleichen Zusammenhang.

Vom Vieh regelmäßig benutzte Pfade in der Nadelwaldstufe des Assam-Himalaya in 3300–3600 m zeigen dichten Wuchs von *Primula strumosa* und *P. Gambleiana*, die an diesen besonderen Standorten sogar Hybriden miteinander bilden, während sie abseits der Pfade nur ganz verstreut auftreten. Reine *Primula strumosa*-Wiesen wurden festgestellt, die Viehlagerplätze anzeigten WARD 1947; auch GRAHAM BOWER 1953, 218.

Bei Shugden Gompa fand WARD in flachen, feuchten Becken größere Flächen mit niedrig wachsender *Aster* bedeckt; im Lunag-Tal und Tsari, aber auch andernorts in S- und SE-Tibet, konnten große Flächen mit *Primula alpicola* und darin *P. florindae*, *Iris* und *Pedicularis* beobachtet werden. Im Assam-Himalaya in 2700 m beherrscht eine *Ligularia* sp. eine Yakweide, die aus einer Rodung hervorgegangen ist. *Meconopsis grande*, eine sonst seltene Species, erscheint üppig dort, wo *Rhododendron*-Gebüsch geschlagen und gebrannt worden ist. Auch das Auftreten von *Gentiana sinoornata* in der alpinen Stufe des östlichen Himalaya ist sicher mit Rodung oder Weide oder mit beidem in Zusammenhang zu bringen.

Doch ist das massenhafte Auftreten bestimmter Species allein in der alpinen Stufe natürlich noch kein Beweis für Viehhaltung oder Rodung. In bestimmten Hanglagen in den Mishmi Hills erscheint in ungezählten Tausenden *Primula atrococea* — menschlicher Einfluß ist ausgeschlossen; da aber hier gerade die wichtigsten Jagdgründe der Mishmis liegen, kann vielleicht eine Beeinflussung durch pflanzenfressendes Wild vorliegen?

Jedenfalls ermöglicht in der alpinen Stufe oder — weiter gefaßt — in einer Höhe über 2400—2700 m Rodung oder Brandrodung, Weidegang oder nur regelmäßige Passage von Vieh oder das regelmäßige Aufsuchen ganz bestimmter Plätze durch das Vieh jeweils ganz bestimmten Species die Entwicklung. Wo nur eine Species allein — *Primula Dickieana* und *Aster* sp. — weite Flächen beherrscht, ist natürlich nicht gesagt, daß es sich hierbei um stabile Verhältnisse handelt, sicher aber wird es bei dieser Pflanzendecke bleiben, so lange der Einfluß vorwaltet, der dieses Vegetationsbild hervorgerufen hat WARD 1935—1936, 1940, I; 1947.

Lit.: GAMMIE, G. A. 1894, II; MEEBOLD 1909; BEAUVERD 1909; SMITH-CAVE 1911; SMITH 1913; STEWART 1916; WARD 1929; 1929—1930; 1930, I; 1935, II; 1935—1936; 1944—1945; 1946, I; 1947; CHAMPION 1936, 273; HESKE 1932, 1937; KERSTAN 1937, 160—161; SCHMID 1938; TROLL 1939; SHIPTON-RUSSELL 1940; LINCHEVSKY 1949; POLUNIN 1952; WENDELBO 1952; ZIMMERMANN 1952, 1953; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

XXVIII. Alpine Steppe — Alpine Steppe.

Nomenklatur:

Caragana - Lonicera - Artemisia formation OSMASTON 1922;
 hillside bushland und riverside bushland OSMASTON 1927;
 arid alpine zone GORRIE 1933, I;
 alpine scrub formation, alpine tundra formation, alpine thorn scrub, alpine grassland formation, alpine gravel formation WARD 1935—1936;
 dry alpine scrub CHAMPION 1936;
 alpine scrub und alpine thorn scrub WARD 1941, I;
 Caragana desert, leguminous thorny shrubs; arid alpine zone KAWAKITA 1954; 1956;
 zone of thorny bushes NAKAO 1955.

Allgemein:

Beginn der alpinen Steppe als Vegetationstyp des tibetischen Hochlandes oft schwierig feststellbar; Übergänge zumal aus der feuchten alpinen Stufe, der Artemisiensteppe; charakteristisch: Mischung von alpinen und von Steppenelementen. Sehr offene xerophytische Vegetation; dünne Grasnarbe, Dornbusch, auf felsigen Partien verstreut Sukkulente, Polster- und Rosettenpflanzen; auf den windgepeitschten Hochflächen Polsterpflanzen, Tussock-Typ. Nackter Boden überall dazwischen hervortretend (Hundes: 1/20 des Bodens vegetationsbedeckt). Mit steigenden klimatischen Grenzen Vegetation, ausgehend von großer Verschiedenheit gerade in den Schluchten in W und E, in Richtung auf das zentrale tibetische Hochland einheitlicher: Changtang.

Vegetationsperiode kurz: Juni — September; Vegetation unterliegt extremen Bedingungen. Auf dürrer Boden scheint Vegetationszeit durch Trockenheit der Luft, am fließenden Wasser durch die Dauer des Winters verkürzt. Wesentlicher Unterschied im landschaftlichen Charakter: Täler können geschlossene Vegetationsdecke hervorbringen, Hänge gleichen viel eher pflanzenloser Wüstenei (wenigstens in W-Tibet). Meridionale Stromfurchen: Übergang vom Typ der oberen Durchbruchstäler (Tsangpo) mit typischer Hochlandsvegetation zu Trockentälern mit starkem floristischem Einschlag des Ostens in der Vegetation.

Flora:

Caragana pygmaea, *C. brevispina*, *C. versicolor*, *C. Gerardiana*, *C. tibetica*, *C. jubata*, *C. crassispina*, *Artemisia maritima*, *A. sacrorum*, *A. annua*, *A. vestita*, *A. Sieversiana*, *Astragalus*, *Lotus*, *Eurotia ceratoides*, *Oxytropis*, *Juniperus*, *Rosa Webbiana*, *R. sericea*, *Cotoneaster microphylla*, *Lonicera microphylla*, *L. minutifolia*, *L. rupicola*, *L. spinosa*, *Ribes orientale*, *Sophora Moorcroftiana*, *S. viciifolia*, *Ceratostigma Griffithii*, *Berberis*, *Ephedra Gerardiana*, *E. intermedia*, *Elsholtzia*, *Thymus serpyllum*, *Polygonum affine*, *Tanacetum*, *Rhododendron lepidotum*, *Rh. anthopogon*, *Spiraea arcuata*, *S. bella*, *Clematis montana*, *Potentilla*, *Deutzia*, *Jasminum*, *Hypericum*, *Ranunculus*, *Rheum*, *Delphinium*, *Wikströmia*, *Daphne*, *Viburnum*, *Buddleia*

tsetangensis, *B. tibetica*, *B. Wardii*, *Leptodermis*, *Philadelphus*, *Dracocephalum tanguticum*, *Incarvillea*, *Meconopsis*, *Echinops*, *Acantholimon*, *Antennaria muscoides*, *Alsine*, *Arenaria*, *Thylacospermum rupifragum*, *Dianthus anatolicus*, *Draba lasiophylla*, *Allardia tomentosa*, *Nepeta glutinosa*, *Stellaria decumbens*, *Arabis*, *Epilobium*, *Androsace*, *Cicer*, *Sisymbrium*, *Saussurea*, *Thalictrum*, *Allium*, *Cynoglossum*, *Oxyria digyna*, *Inula*, *Gentiana*, *Didissandra*, *Kochia*, *Salsola Kali*, *Atriplex*, *Chenopodium*;

Stipa, *Cobresia*, *Juncus*, *Carex*, *Scirpus*, *Festuca*, *Bromus*;

Hippophae rhamnoides, *Myricaria*, *Salix*, *Elaeagnus*, *Ulmus*, *Betula*, *Populus alba*, *P. ciliata*.

Verbreitung:

tibetisches Hochland; überall dort beginnend, wo kein Wald mehr gedeiht; *Juni-perus* sp. bildet Übergang. Auch lokal bereits in den inneren Tälern des Himalaya, bevorzugt in S-Exposition. Übergänge zur feuchten alpinen Stufe, zur Artemisiensteppe; in den meridionalen Stromfurchen weit nach S vorstoßend.

Klima:

Leh, Lhasa, Pu (Sutlej);

Charakteristika des alpinen und des Steppenklimas vereint; Niederschlag im Winter mehr von W — westliche Depressionen, im Sommer mehr von E — Monsun, daher der Winter in Lhasa niederschlagsfrei und wolkenlos. Leh, Lhasa und Pu, vom Hochland gesehen, randlich gelegen; Lhasa überdies bis jetzt nur vierjährige Beobachtungsreihe bekannt, starken Schwankungen ausgesetzt. Leh wahrscheinlich für die klimatischen Verhältnisse des Hochlandes viel typischer. Niederschläge, soweit überhaupt nennenswert, auf wenige Monate zusammengedrängt, zwingen zur künstlichen Bewässerung für Anbau.

Boden- und Lufttemperatur tagsüber unerwartet hoch: Folge der Massenerhebung; wenn auch im Mittel hoch, enorme Schwankungen zwischen Sommer und Winter, zwischen Tag und Nacht. Trockenheit der Luft steigert Wärme, Insolation kompensiert nicht nur Abnahme der Mittelwärme, sondern auch Kürze des Sommers bis zu einem gewissen Grade.

Wind ständig, wichtig vor allem lokale Winde, Berg- und Talwinde, Ausgleichsströmungen. Nicht nur Kürze der Vegetationszeit, sondern Dürre des Bodens, Trockenheit der Luft und damit eng zusammenhängend der Wind, verhindern Baumwuchs. Die Vegetation eines Tales abhängig — neben der zur Verfügung stehenden Feuchtigkeit — vom gegebenen Windschutz (Richtung des Tales)!

Boden, Topographie:

Wasserläufe: hier alle üppigere Vegetation zusammengedrängt, auch an künstlichen Wasserläufen = Bewässerungskanälen. Nur hier Baum- und Buschwuchs: *Myricaria germanica*, *Hippophae rhamnoides*, *Tamarix*, *Elaeagnus*, *Ribes*, *Rosa*, *Clematis*, *Populus*, *Ulmus*, *Betula japonica*, *Salix babylonica*, *S. opaca*, *S. amygdalina*. Zusammen dichtes Gestrüpp, bis drei Meter hoch, Kontrast zur offenen Landschaft ringsum.

Sumppflege Talzüge, vielfach in Kultur genommen: *Carex*, *Taraxacum*, *Triglochin*, *Pedicularis*, *Hippuris vulgaris*, *Glaux*, *Ranunculus aquatilis*, *Dilophila salsa*, *Primula tibetica*, *P. sikkimense*, *Caltha*, *Iris*, *Zannichellia palustris*, *Potamogeton*; ähnlich auch vielfach an Bewässerungskanälen („Galeriebusch“).

Hochlandstäler: Dornbusch.

Auf salzhaltigem Boden (alte Seebecken!): Halophyten: *Triglochin maritima*, *Glaux maritima*, *Chenopodium*, *Salsola Kali*, *Triglochin palustre*, *Statice*, *Crambe maritima*;

Sanddünen (Tsangpo): *Sophora viciifolia*, *Oxytropis sericopetala*, *Onosma Waddellii*.

Auf Felsklippen: *Didissandra lanuginosa*, *Selaginella involens*, *Gentiana Waltonii*.

Auf den Ketten des Hochlandes mag noch eine stärker alpine Vegetation ausgebildet sein, aber allgemein vertikal auch bei großer Höhendifferenz gleichbleibend.

Einwirkung von Tier und Mensch:

trotz (oder wegen?) der kümmerlichen Vegetation starke Wirkung der Beweidung; vor allem durch Schafe, Ziegen, Yaks.

Siedlungen: Oasen mit künstlicher Bewässerung, Bewässerungskanäle durch Grünsaum auffallend. In den Oasen Baumwuchs: viele verschiedene Obstbäume, besonders Aprikose und Walnuß, dazu *Salix* und *Populus*; *Populus euphratica* bei Kloster Mangnang (Gnari Khorsum) bis 4450 m; höchste Oasen: Pede 4520 m, Tuna 4540 m (BRÜCHER-ABERG 1950, 253).

Lit.: THOMSON 1849, 1852; STRACHEY 1851, 1900; CUNNINGHAM 1854; HOOKER-THOMSON 1855; GRISEBACH 1868, 1872; STEWART 1869; DUTHIE 1882, 1906; DRUDE 1894; HEMSLEY 1894, 1896, 1902; MEEBOLD 1909; SMITH-CAVE 1911; DIELS 1913; WARD 1913, I; 1919, I; 1924—1926; 1930, I; 1933—1934; 1934, I; 1935, II; 1935—1936; 1942; STEWART 1916; OSMASTON 1922, 1927; KASHYAP 1925, 1932; GORRIE 1933, I; SCHÄFER 1938, I; SCHMID 1938; FLOHN 1947; BRÜCHER-ABERG 1950; KAWAKITA 1954; 1956; NAKAO 1955; NEPAL HIMALAYA 1955; 1956.

XXIX. Trockene Talstufe verschiedener Täler in Bhutan und Nepal — dry lower slopes of valleys in Bhutan and Nepal.

Allgemein:

floristisch noch nicht befriedigend faßbar; dennoch ausgeschieden, um die besonderen Verhältnisse sichtbar werden zu lassen. Vorwiegend in N-S verlaufenden Talzügen, deren gemeinsames klimatisches Merkmal tageszeitliche Winde sind. Begleitende Hänge bis zu 1500, 1800, auch 2100, 2400 m auffallend kahl: „naked“, „barren“, „dried up“, „bleak to the extreme“. Besonders hervortretend dort, wo trockene Talstufe von feuchten und sehr feuchten Vegetationstypen in der Höhe abgelöst; im Übergang häufig lichte Kiefernwälder. Menschlicher Einfluß sehr wahrscheinlich.

Flora:

Euphorbia Royleana, *E. antiquorum*, *E. aff. neriifolia*, *Artemisia*, *Gaultheria*, *Salix*, *Indigofera pulchella*, *Plectranthus rugosus*, *Zizyphus*, *Bauhinia variegata*, *Berberis*, *Rosa*, *Ribes*, *Rubus*, *Jasminum*, *Nerium*, *Punica*, *Elaeagnus*, *Ficus*, *Rhus*, *Rhododendron*, *Vitex negundo*, *Colquhania*, *Pteris aquilina*, *Leptodermis*, *Adiantum caudatum*, *Hamiltonia suaveolens*, *Holmskioides sanguinea*, *Asparagus racemosus*, *Kydia calycina*, *Kalanchoe*, *Porana paniculata*, *Cassia*;
Gräser.

Verbreitung:

Nepal: Tal der Karnali;

Bhutan: Tal des Wang Chu, Punakha Chu, Trongsa Chu, Bumthang Chu, Kuru Chu, Kalong Chu, Manas.

Höhenlage: bis 1500, 1800 m, gelegentlich bis 2100—2400 m.

Entsprechende Verhältnisse angedeutet an einigen Standorten im Tal der Ganga, im Tal der Trisuli Gandaki. Sehr ähnlich, aber durch eigenen Vegetationstyp ausgezeichnet: Tal des Lohit, meridionale Stromfurchen.

Klima:

tageszeitliche Winde charakteristisch; in allen Tälern tagsüber heftige trocken-heiße Luftströmungen talauf gerichtet; hohe Temperaturen. Nachmittags Gewitter (Karnali).

Topographie:

tief eingeschnittene, vorwiegend N-S gerichtete Talzüge.

Einwirkung des Menschen:

Terrassenanlagen, künstliche Bewässerung. *Euphorbia antiquorum* und *Opuntia* häufig als Heckenpflanzen.

Lit.: GRIFFITH 1847; LUDLOW 1937; 1954; WILLIAMS 1953, I; II; 1954, 1955.

Das Gebirge als Ganzes — allgemeine pflanzengeographische Ergebnisse.

In einer umfassenden regionalen Analyse haben wir mit Hilfe von Vegetationstypen die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya verfolgt. Zum Abschluß will ich noch einmal den Blick auf das Gebirge als Ganzes lenken.

Klar zeichnet sich auf der Karte die große Mannigfaltigkeit der Vegetation in ihrer Zonierung und Abstufung auf der Süd-Abdachung der Hauptkette ab — gegenüber der großartigen Einförmigkeit des nördlich der Hauptkette gelegenen Hochlandes, deutlich wird noch einmal im großen Überblick der überragende Einfluß des Reliefs: die Kette der höchsten Erhebungen bildet die trennende Mauer zwischen der feuchten Süd-Abdachung und dem trockenen Hochland im N — jedoch nur in dem zentralen Teil zwischen Kaschmir und Bhutan (75° — 93° E). In diesem zentralen Abschnitt des Gebirges verbinden die Pässe tatsächlich zwei verschiedene Welten: die Hauptkette des Himalaya — als Randschwelle im Sinne von JESSEN — trennt feuchtes ozeanisches Klima von trockenem kontinentalem Klima und läßt damit durch ihre große Höhe die Auswirkung tertiärer und quartärer Tektonik auf die heutige Vegetations- und Landschaftsgliederung deutlich werden JESSEN 1948, 104, 189. Der dominierenden Wirkung der Hauptkette gegenüber tritt der Einfluß der weniger hohen Parallelketten zurück, so sehr sie auch im einzelnen Längstälern und eingelagerten Becken, den Duns im westlichen und Duars im östlichen Himalaya, einen besonderen Charakter verleihen mögen.

Wir sehen die überragende Wirkung der Hauptkette beschränkt auf den zentralen Teil des Gebirges. Im NW und im SE zeigen sich a b w e i c h e n - d e Verhältnisse.

Blicken wir auf unsere Karte, so sehen wir, daß die Farbtöne der trockenen Vegetationstypen im NW ineinander übergehen, und trotz unserer beschränkten Kenntnis ist doch klar erkennbar, daß ein Übergang innerhalb der trockenen Vegetationstypen zwischen den Dornbuschsteppen des Punjab, der wüstenhaften Talstufe, der Artemisien-Steppe und der alpinen Steppe bestehen muß, daß bis zu einer gewissen Höhe im ganzen NW trockene Vegetationstypen herrschen: das Gebirge steigt hier aus dem großen vorder- und zentralasiatischen Trockengürtel auf. In der Höhe aber ist feuchter Wald, der feuchte Nadelwald des westlichen Himalaya zu finden. Wir verfolgen diesen Typ aus den inneren Tälern von Zentral-Nepal heraus nach NW, wo er das Becken von Kaschmir einrahmt und schließlich im äußersten NW in der Höhe die trockenen Vegetationsstufen

überlagert: alles deutet auf eine weitere Verbreitung dieser charakteristischen vertikalen Folge im äußersten NW hin, als sie uns tatsächlich bekannt ist. Wo dieser feuchte Nadelwald keine Lebensmöglichkeiten mehr findet, beherrscht schließlich Steppenvegetation das ganze Vertikal-Profil.

Ach im SE tritt eine Abweichung deutlich hervor, hier aber mit „umgekehrtem Vorzeichen“. Östlich von 93° E ist auch hier die Hauptkette nicht mehr Klimascheide, ja sie erreicht an einigen Stellen nicht einmal mehr die obere Waldgrenze! Am deutlichsten markiert der Durchbruch des Tsangpo die Bresche, die hier geschlagen ist, und von diesem Durchbruch ausgehend strahlen die feuchten Vegetationstypen an den Hängen des Tsangpo-Tales und seiner Nebentäler gegen das Hochland hin aus.

Die sperrende Wirkung der Hauptkette im zentralen Teil, die Abweichungen im NW und SE — das alles wird uns deutlich in der Verteilung der Vegetation, und das heißt auf das Ganze gesehen in der Verteilung der Niederschläge und der allgemeinen Luftfeuchtigkeit, und diese wiederum sind hier im Himalaya im großen ganzen Folge des Monsun.

Der Monsun, der mit seiner größten Macht vom Golf von Bengalen kommt, trifft in Sikkim ohne Hindernis auf das Gebirge. Der nach E in das Tal von Assam gehende Zweig gerät in eine Sackgasse: allseits von Gebirge eingeschlossen gibt er zunächst Assam selbst die hohen Niederchläge, hat dann aber noch Kraft genug, die Bergketten zu überwinden und seine Feuchtigkeit weiter in den Kontinent hineinzutragen. Der von Sikkim nach W gehende Zweig wird, soweit er nicht in den Tälern aufwärts dringt, am S-Hang des Gebirges entlang geleitet, wobei die Wirkung der Niederschläge ständig abnimmt.

Mit überzeugender Klarheit spiegelt die horizontale Zonierung der Vegetation entlang des Gebirgsfußes von E nach W diese Verhältnisse wider: in Assam fanden wir tropischen Regenwald, dann feuchten und mäßig-feuchten bis trockenen Fallaubwald, schließlich die Dornbuschsteppe des Punjab, und wir können auch noch die wüstenhafte Talstufe des Indus und Kabul an das Ende dieser Reihe setzen. Das mag so weit mit der Einteilung KÖPPEN's — vom Af- bzw. Aw-Typ über Cw, Bs bis Bw — übereinstimmen; die Verhältnisse ändern sich aber sofort, wenn wir die Ebene verlassen und der vertikalen Stufung der Vegetation nachspüren, baut sich doch über dieser durch die Messungen von Klimastationen noch zahlenmäßig faßbaren Zonierung in der Ebene die vertikale klimatische Folge auf, in der der Wechsel der Temperatur — um nur diesen Faktor zu nennen — viel schneller vor sich geht, zahlenmäßig aber nur in Ausnahmefällen am Gebirgsrand erfaßt werden kann. Hier versagen bisher alle rein klimatischen Klassifizierungsversuche, und nur die natürliche Vegetation vermag uns eine Vorstellung von den Bedingungen zu vermitteln.

Wir haben gesehen, daß — im großen ganzen — jeder dieser Fußzonen eine bestimmte vertikale Stufung entspricht (Profile!). Es wird sehr schwer sein, ja es ist unmöglich, die vertikale Stufung zahlenmäßig zu fassen, aber mancher Hinweis kann uns helfen; so die Beobachtung, daß zwar in der Ebene Fröste vorkommen (z. B. Benares), an den Hängen des Gebirges aber, wenigstens im zentralen Teil und im E, erst von 900 bis

1200 m ab Fröste auftreten; von WISSMANN 1948, 85 spricht von der „Spalierwirkung“ des Gebirges; für uns ist diese Beobachtung ein Hinweis auf die modifizierende Wirkung, die das Gebirge selbst auf die klimatischen Verhältnisse ausübt.

Ein anderes klares Beispiel ist der Gürtel höchster Niederschläge bzw. größter Luftfeuchtigkeit, den wir überall auf der S-Abdachung der Hauptkette feststellen konnten (Profile!). Hier muß die Angabe von HILL 1885, 282, 290 (HILL 1879, Met. Zeitschr. 16, 161; HANN-KNOCH 1932, 279—280; SCHLAGINTWEIT 1876, 224) erwähnt werden, der für den westlichen Himalaya insgesamt 1300 m als die Stufe höchster Niederschläge gefunden hat. Auf Grund der vergleichenden Betrachtung der Vegetation über das ganze Gebirge hinweg komme ich jedoch zu der Vorstellung, daß der Gürtel größter Luftfeuchtigkeit, den wir im östlichen Himalaya in 2000 m festgestellt haben^{o)}, nach W leicht ansteigt, sich im E in der Laubwaldstufe der Höhen- und Nebelwälder manifestiert, weiter im W in der *Quercus-dilatata*-Stufe der Eichen-Koniferen-Mischwälder bis er nordwestlich Murree, wo dieser Gürtel zum letzten Mal in der Stufe der Eichen-Koniferenwälder nachweisbar ist, in den feuchten Koniferenwäldern des NW noch einmal über den trockenen Talstufen eine ganz besonders klare Ausbildung erlebt, wobei ich nicht unterlassen möchte, auf die charakteristische Abfolge von reinen Laubwäldern im E über Mischwälder bis zu reinen Nadelwäldern im NW hinzuweisen, dem Grade der abnehmenden Feuchtigkeit folgend. Das Verhalten dieser Stufe größter Feuchtigkeit deutet somit gegen NW hin eine „Verschiebung“ nach der Höhe zu an, wodurch der feuchte Wald über die trockenen Talstufen zu liegen kommt (Profile I und II). Auch die Ausbildung dieses Gürtels gesteigerter Feuchtigkeit ist eine Wirkung des Gebirges selbst auf die allgemeinen klimatischen Verhältnisse.

Es ist sehr bezeichnend, daß die Verbreitung der Lebermoose im westlichen Himalaya von diesem Gürtel höchster Feuchtigkeit auffallend beeinflusst wird; die Lebermoose nehmen gegen das Gebirge hin in der Verbreitung zu — im westlichen Himalaya allgemein bis zu einer Höhe von 2100 m; oberhalb dieser Höhe geht die Zahl der Lebermoose wieder zurück. Sie nimmt aber auch von E nach W ständig ab, und es überrascht uns nicht, daß die Lebermoose auch auf den Hanglagen, die den feuchten Luftströmungen abgekehrt sind, zurücktreten und nördlich der Hauptkette überhaupt nicht mehr vorkommen KASHYAP 1920; 1921.

Gegenüber der differenzierten Fußzone des Gebirges zeigt somit die vertikale Stufung in dem Gürtel größter Feuchtigkeit eine Tendenz zu größerer Einheit, die sich über die Koniferenwälder, die der ganzen S-Abdachung des Gebirges eigentümlich sind, und die subalpine Gehölzstufe, in der nur im feuchten E *Rhododendron* die Birke verdrängt, bis zur feuchten alpinen Stufe hin steigert.

Die dreidimensionale Betrachtung des Gebirges erfordert neben dem Blick für die horizontale Zonierung von E nach W und für die vertikale Stufung noch die Berücksichtigung des Wechsels in nordsüdlicher Richtung, um zu einer wirklichen Vorstellung der Gesamtsituation des Gebirges zu kommen. In dieser Richtung, von S nach

^{o)} vgl. dazu auch KAWAKITA für Zentral-Nepal (1956, 2, 60), der meine Auffassung bestätigt.

N, ist die Zonierung abhängig von der Kraft der feuchtigkeitbringenden Winde, aber ebenso auch im Zusammenhang damit von der Höhe der Ketten, die sich den Winden entgegenstellen — und von der Richtung der Täler, die diesen Luftströmungen Einlaß gewähren.

Besonders klar ist der horizontale Wechsel von S nach N im NW, wo das Gebirge breit entwickelt ist. Deutlich geben uns die Farben auf der Karte zu erkennen, wie der feuchte „äußere Himalaya“, der die eigentliche üppige Monsunvegetation trägt, von E her mit der Abnahme der Feuchtigkeit immer mehr an Areal verliert, sich immer weiter auf die äußersten Ketten des Gebirges zurückzieht: in Murree erkennen wir die letzte deutliche Ausbildung üppiger Monsunwälder nach W.

Während sich der Monsun-Typ auf die Außenketten konzentriert, d. h. die Kraft des Monsun im NW nicht mehr ausreicht, eine Monsunvegetation auch im „inneren Himalaya“ hervorzubringen, nimmt die Bedeutung der Winterniederschläge von W her im Innern des Gebirges — parallel mit der Abnahme der Monsunregen — zu; wir sehen, wie sich der feuchte Nadelwald des NW als Charaktertyp des durch winterliche Niederschläge ausgezeichneten mäßig-feuchten „inneren Himalaya“ zunächst nur in den inneren Tälern des zentralen Abschnittes des Gebirges, eingengt zwischen den Massiven der Hauptkette, findet, bis er dann zwischen Pir Panjal und Hauptkette breit entwickelt das Becken von Kaschmir einfaßt und sich schließlich in letzter großartiger Entfaltung über den diagonal zum Gebirge verlaufenden Trockengürtel legt und dabei überall in der Höhe gegen das Trockengebiet hin ausstrahlt: am Nanga Parbat im Astor-Tal, im Indus-Tal in Rondou, im Hunza-Tal oberhalb Minapin, im Naltar-Tal und im Tal von Gilgit, in Indus Kohistan (soweit uns bekannt) und dann vor allem in Chitral und im nordöstlichen Afghanistan.

Weiter im N, als Abschluß der nordsüdlichen Gliederung, dehnt sich der trockene „tibetische Himalaya“, das Hochland von Tibet, in dem es nicht mehr zur Ausbildung von Wäldern kommt.

Diese nordsüdliche Dreiteilung — so breit entwickelt im NW — rückt im zentralen Teil des Gebirges auf engen Raum zusammen, jedoch nicht ohne auch hier eindeutig ausgebildet zu sein. In Bhutan erfährt der Charakter des „inneren Himalaya“ eine durchgreifende Wandlung, schließlich löst sich diese mäßig-feuchte innere Zone des Gebirges unter der verstärkten Kraft des Monsun auf, der feuchte „äußere Himalaya“ tritt — ohne Übergangszone — unmittelbar an das trockene tibetische Hochland heran (Subansiri!), und wenn wir weiter nach E gehen, erleben wir im Tal des Tsangpo eine völlig veränderte Dreiteilung: hier dringt die feuchte Monsunvegetation in der unteren Durchbruchsschlucht bis weit nördlich der Hauptkette vor, die nördlich der Hauptkette gelegenen mäßig-feuchten oberen Durchbruchstäler sind die Übergangszonen zum trockenen tibetischen Hochland.

So entsprechen in der nordsüdlichen Gliederung dem monsunberegneten feuchten äußeren Himalaya im W die monsunberegneten unteren Durchbruchsschluchten im E, dem mäßig-feuchten inneren Himalaya mit Winterniederschlag im W die nördlich der Hauptkette gelegenen oberen Durch-

bruchstäler mit mäßigen Sommerregen im E; nur das tibetische Hochland bildet in der ganzen W-E-Erstreckung des Gebirges den Abschluß nach N, im W mit vorwiegenden winterlichen, im E mit sommerlichen Niederschlägen.

Nur durch die Vegetation haben sich uns diese schwierigen Verhältnisse so weit erschlossen, daß wir diese Gliederung wagen dürfen — als Ergebnis und Lohn sorgfältiger regionaler Analyse und gewissenhafter kartographischer Ausarbeitung.

Es braucht kaum nochmals hervorgehoben zu werden, wie sehr — in diesem Maßstab — die klimatische Gliederung der Vegetationsgliederung entspricht: wir erreichen durch die Vegetationsgliederung eine viel feinere klimatische Gliederung des Gebirges, als sie uns je durch Stationsangaben möglich wäre, wenn wir auch die Daten der wenigen in Frage kommenden Stationen als willkommene Hilfe annehmen; sie helfen uns für gewisse Punkte Menge und jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge zu erkennen, aber schon die Erfassung der Temperatur, deren Abnahme vertikal so viel schneller vor sich geht als in der Horizontalen, ist viel schwieriger, ganz zu schweigen von den gerade in ihrer Wirkung auf die Vegetation so wichtigen Temperaturschwankungen. Und wie steht es mit der zahlenmäßigen Erfassung des Zusammenwirkens von Niederschlag und Temperatur, der Wirkung von Höhenlage, Exposition und Strahlung und der wechselseitigen Beeinflussung dieser Faktoren, kurz all dem, was den Klimacharakter ausmacht? — denn dieser ist es ja, der den Typ der Vegetation bestimmt.

Diese Fragen sollen nur andeuten, wie sehr wir noch im Anfang der Erforschung der Natur der Hochgebirge stehen; es gibt zunächst keinen anderen Weg, den komplizierten Zusammenhängen in einem so schwierigen, vielseitigen, wechselvollen Gelände nachzugehen, als über die Betrachtung der natürlichen Vegetation.

Die Darstellung der natürlichen Vegetation im Kartenbild läßt die Tatbestände sichtbar werden, die ich in einer Vielzahl von Arbeiten verstreut, in schwer zugänglichen Folianten vergraben oder aber als ungehobene Schätze im Bewußtsein einzelner Forscher bewahrt fand: in den räumlichen Zusammenhang gestellt gewinnen nüchterne Angaben ein ungeahntes Leben und werden dem Verständnis näher gebracht.

Bei unserem Gang durch den Himalaya, dessen Ergebnisse ich jetzt im Überblick zusammengefaßt habe, sind wir auch immer wieder auf die gewaltigen, tief eingeschnittenen Täler aufmerksam geworden, die die Hauptkette durchbrechen oder doch wenigstens die S-Abdachung des Gebirges gliedern. Diese Täler sind uns wichtig in ihrer Wirkung auf die Vegetationsverteilung. Im einfachen Falle beeinflussen die Talzüge nur die räumliche Verbreitung der in dem betreffenden Abschnitt des Gebirges gewöhnlichen Vegetationstypen. Aber es gibt Täler, die uns Überraschungen bieten — erinnern wir uns nur an den frappierenden Wechsel zwischen feuchten und trockenen Vegetationstypen im Salwin-Tal oder im Tal des Subansiri. Was mich aber vor allem immer wieder in Erstaunen setzte, waren die trockenen Täler im feuchten östlichen Himalaya — und diesem

Phänomen möchte ich nun noch im Zusammenhang einige Gedanken widmen.

Im nordwestlichen Himalaya überrascht uns die Trockenheit der Täler nicht, da das Gebirge hier im großen Trockengürtel fußt; viel eher dürften hier die feuchten Nadelwälder in der Höhe unsere besondere Aufmerksamkeit auf sich ziehen; auch die Wüstenhaftigkeit der Talsohle am Kabul, Kunar und Indus entspricht nur einer Akzentuierung der in diesem Teil des Gebirges vorherrschenden Verhältnisse. Weiter im E in den Tälern von Chenab und Sutlej, die zwischen dem monsunberegneten äußeren Himalaya und dem tibetischen Hochland vermitteln, konnten wir den allmählichen Übergang von der Vegetation des feuchten äußeren Himalaya zur trockenen alpinen Steppe verfolgen. Im Tal der Bhagirathi-Ganga fanden wir die drei Abschnitte der nordsüdlichen Zonierung des Gebirges klar gegeneinander abgegrenzt; an bestimmten trockenen Standorten — steilen Felsnasen, Klippen — zeigten sich im Tal der Ganga im Bereich des feuchten äußeren Himalaya säulenförmige Euphorbien als charakteristische Lebensform; aus dem Tal der Karnali im monsunfeuchten äußeren Himalaya von W-Nepal wird uns berichtet, daß ganze Hänge mit diesen Euphorbien und anderen Species einer typischen Trockenvegetation bestanden sind. In Bhutan, im sehr feuchten östlichen Himalaya, fallen an den Vorbergen bedeutende Niederschläge, wenn auch von den Khasia-Bergen eine gewisse abschirmende Wirkung ausgeht; die N-S verlaufenden Kämme, die das Land so klar gliedern, tragen in der Höhe feuchte, ja — dem Charakter des östlichen Himalaya entsprechend — sehr feuchte Vegetationstypen: dennoch begegnet uns aber in jedem einzelnen dieser Täler ganz überraschend eine trockene Talstufe. Im Tal des Tsangpo-Brahmaputra dringen feuchte Vegetationstypen tief in das Innere des Gebirges ein, sobald wir aber das eigentliche Schluchttal verlassen (Gyala, 2835 m), befinden wir uns im oberen Durchbruchstal in der Talsohle in einem trockenen Bereich, der in der Höhe von feuchten Vegetationstypen begrenzt wird. Durch seinen breiten Übergang zum tibetischen Hochland unterscheidet sich das Tal des Tsangpo von den bisher erwähnten, soll aber doch in diesem Zusammenhang angeführt werden, weil das Tal des Tsangpo den Übergang zu den nordsüdlichen Stromfurchen andeutet. Auch das Tal des Salwin, im Oberlauf noch wenig bekannt, scheint einen solchen breiten Übergang zum tibetischen Hochland zu besitzen, wodurch in der Vegetation der Zusammenhang zwischen der trockenen Talstufe im Tal des Salwin im S und der alpinen Steppe des Hochlandes ermöglicht wird. Im Oberlauf des Mekong und Yangtsekiang scheinen feuchte Nadelwälder die trockene Talstufe in der Höhe abzuschließen, die trockenen unteren Bereiche somit ringsum von feuchten Vegetationstypen umgeben zu sein („isolated areas sunk in the plateau“ WARD 1934, I). Besonders klar werden uns die Verhältnisse in Zayul, im Tal des Lohit und seiner Quellflüsse, vor Augen geführt, wo allenthalben die trockene Talstufe von feuchten und sehr feuchten Höhenwäldern begrenzt wird.

Ich habe die genannten Täler herausgestellt, um an diesen Beispielen auch die Übergänge, gleichsam „Typen“ anzudeuten, die unter den klima-

tisch trockenen Tälern des Himalaya auffallen. Ein Ergebnis der Bemühungen um die kartographische Darstellung der gefundenen Vegetationstypen scheint mir auch gerade darin zu liegen, daß diese Täler auf der Karte nun so klar hervortreten: die Verhältnisse müssen ja erst einmal „sichtbar“ gemacht werden, bevor sie überhaupt im Zusammenhang gesehen und gewürdigt werden können. Deshalb habe ich es auch gewagt, die „trockene Talstufe der Täler Bhutans und Nepals“ als einen „Vegetationstyp“ auszuscheiden, obwohl dieser Typ bei unserer so geringen Kenntnis jener Gegenden nur vorläufigen Charakter haben mag. Am deutlichsten treten die klimatischen Trockentäler natürlich dort in Erscheinung, wo wir sie dem klimatischen Gesamtcharakter des Gebirges nach am wenigsten erwarten würden — und das ist im feuchten östlichen Himalaya.

Tageszeitliche Winde werden aus allen diesen Tälern berichtet. Vom späten Vormittag ab weht ein Luftstrom talauf, der sich zum Sturm, ja Orkan steigern und auf schmalen Felsleisten, wie sie in den tief eingeschnittenen Schluchten vorkommen, dem Reisenden gefährlich werden kann. Tagsüber ist der Wind talauf gerichtet, gegen (nach) Einbruch der Dunkelheit legt er sich — ein Luftstrom, der nachts talab streicht, wird nur selten erwähnt, wohl weil er sich weniger bemerkbar macht.

Ein anderes Charakteristikum dieser Täler sind die Wolkenbänke, die — wie wir sahen — regelmäßig beiderseits an den Hängen auftreten, über der Talsohle aber ein Band blauen Himmels offenlassen. Auf der Talsohle regnet es selten, im Bereich der Wolken- und Nebelbänke fallen heftige Niederschläge, herrscht dauernd hohe Luftfeuchtigkeit: wir stellen lokale Stärkung und Schwächung der Niederschläge fest, als deren Folge wir die trockene Talstufe und die sehr feuchten Vegetationstypen darüber beobachten können.

Angeregt durch die Arbeiten TROLL's 1929, 1952, II, der tageszeitliche Winde als ein Charakteristikum gerade tropischer Hochgebirge bezeichnet, habe ich von Anfang an bei der Bearbeitung der Vegetationsverhältnisse im Himalaya diesen Trockentälern besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die Übereinstimmung der Schilderungen von WARD, SCHÄFER und ROCK (meridionale Stromfurchen), GRIFFITH und LUDLOW (Bhutan), WILLIAMS und POLUNIN (Nepal), die sich alle auf die Verhältnisse im „tropischen“ östlichen Himalaya beziehen, mit den von TROLL 1929; 1952, II angeführten Beobachtungen aus den tropischen Anden, ist auffallend.

TROLL sieht die beste Erklärung für das Phänomen der klimatisch trockenen Täler in der Theorie der Berg- und Talwinde von WAGNER 1932, I, II — unter Berücksichtigung der jeweils herrschenden besonderen Verhältnisse. Demnach wären die tageszeitlichen Luftströmungen, die durch das Gebirge selbst im Zusammenhang mit dem Tagesgang der Temperatur hervorgerufen werden, hier insbesondere lokale Veränderungen des großräumigen Luftaustausches zwischen der indischen Ebene und dem tibetischen Hochland, die hier am deutlichsten als Berg- und Talwind empfunden werden TROLL 1952, II; WAGNER 1932, I, II.

Auf Grund alpiner Erfahrungen stellt WAGNER fest: ungeschwächter Talwind kann sich nur einstellen, wenn die Luftmasse als Ganzes in das Tal einströmt und die notwendige vertikale Bewegung auf diejenigen Teile des Talquerschnittes beschränkt bleibt, wo örtliche Energieumsätze — starke tageszeitliche Erwärmung, insbesondere der boden-

nahen Luftschicht, bei alltäglicher Luftauflockerung mit folgenden konvektiven Luftbewegungen — die dafür notwendige Arbeitsleistung decken, d. h.: die dynamische Abkühlung beim Aufsteigen durch Wärmezufuhr kompensiert wird — das wäre dann der „Hangwind“, zum anderen die dynamische Erwärmung beim Absteigen durch Wärmeentzug ihren Ausgleich findet. Nach WAGNER ist dieses an die Hänge gebundene Windsystem erwiesen: an Tagen mit Berg- und Talwind ist an den steilen Hängen von Gebirgstälern auch der Hangwind, tagsüber in der Falllinie aufsteigend, beobachtet worden (vgl. TROLL 1952, II), ebenso das Abströmen bei Nacht — also ein in sich geschlossenes Zirkulationssystem, wobei der Hangwind die Kondensation erzeugt. Ein Teil des hangaufstreichenden Windes biegt über der Talmitte zurück und führt zu einer Abwärtsbewegung der Luft über der Talmitte, die Austrocknung zur Folge hat. Das Ergebnis sehen wir in den Wolkenbänken an den Hängen und dem Band klaren, wolkenlosen Himmels über der Talmitte. Manches Beispiel haben wir dafür im Rahmen unserer regionalen Analyse aufgespürt. Bei geringerer Höhe der das Tal begrenzenden Hänge besteht dagegen stets die Möglichkeit des „Überfließens“, damit die Verringerung der Wirkung auf die Talsohle TROLL 1952, II, 140—141.

Diese Zusammenhänge finden sich schon in den Alpen angedeutet, sind aber in den tropischen Hochgebirgen viel klarer entwickelt TROLL 1952. Je stärker dabei die hangaufwärtssteigende Komponente ist, desto kräftiger ist auch der über der Talmitte zurückbiegende Teil entwickelt, und desto ausgeprägter ist dann auch die Trockenheit der Talsohle. TROLL 1952, 141 macht darauf aufmerksam, daß die von WAGNER 1932, I in der Theorie gesonderten Fälle — Ausgleichswind, Hangwind, Berg- und Talwind — nach seinen Beobachtungen in den Anden gekoppelt auftreten und spricht bereits die Erwartung aus, daß ähnliche Verhältnisse im Himalaya vorliegen dürften.

Der „Ausgleichswind“ zwischen der indischen Ebene und dem Hochland von Tibet — als Folge der Hebung von Flächen gleichen Druckes über der Ebene gegenüber dem Gebirgshang — ist nach der klassischen, bisher üblichen Vorstellung der großräumige Luftaustausch auf breiter Front, der über den Pässen des Himalaya rein entwickelt und von großer Heftigkeit ist (STRACHEY nach HANN 1915, p. 445-446; auch BLANFORD 1889, 36). Dieser älteren Auffassung gegenüber sieht FLOHN 1955 die Ursache für den großräumigen Luftaustausch in thermisch betriebenen Zirkulationssystemen. In den Durchbruchstätern entwickelt sich während des Tages ein verstärkter lokaler Wind, ein „echter Talwind“ (nach WAGNER), verbunden mit typischen hangaufgerichteten Luftströmungen, deren Wirkung sich in den Kondensationsgürteln zeigt und deren über der Talmitte absteigender Ast in der Trockenheit der Talsohle seine Wirksamkeit sichtbar werden läßt TROLL 1952, II, 141.

Die in der Literatur für die Verhältnisse im Himalaya gefundenen Angaben scheinen geeignet, die Ansichten von WAGNER 1932, I, II und von TROLL 1952, II, 140—141 zu bestätigen und zu unterstreichen (vgl. auch allgemein: HANN-SÜRING 1951, 546—556). Für die rein meteorologische Deutung und die Ableitung der lokalen Windsysteme aus dem großräumi-

gen Luftaustausch sind die Ansichten von FLOHN 1955 von großem Interesse. Die Schwierigkeiten, die dem Verständnis der großräumigen meteorologischen Zusammenhänge entgegenstehen, wenn, wie im vorliegenden Falle, lediglich Bodenbeobachtungen verfügbar sind, liegen auf der Hand und werden auch von FLOHN 1955, 201 hervorgehoben. Vom geographischen Standpunkt aus bilden Orographie, Wind und Trockenheit ein einheitliches Phänomen TROLL 1952, II, das uns auch hier die obengenannten Täler unter diesem gemeinsamen Gesichtspunkt zusammenfassen ließ, obwohl die Ausprägung verschieden stark und die Vegetation floristisch keineswegs einheitlich ist.

In den Tälern mit breiter Verbindung zum tibetischen Hochland steigen die Species der alpinen Steppe tief in den trockenen Talstufen herab, diese Täler stehen — in dem Ausschnitt, den wir hier betrachtet haben — unter dem floristischen Einfluß des Hochlandes im N, gewähren aber auch den die Trockenheit liebenden Elementen aus südlichen Bereichen die Möglichkeit, weit in das Innere der Gebirgswelt aufzusteigen (hohe Temperaturen!), was zu interessanten floristischen Begegnungen führt (Indus, Sutlej, Tsangpo, Salwin - Mekong? Yangtsekiang?).

Die besonderen Schwierigkeiten, die uns die trockenen Täler Bhutans und Nepals bereiten, aus denen nur so wenige und dürftige Angaben über Vegetation und Flora vorliegen, habe ich erwähnt. Wenn wir an die dichte Besiedlung mancher dieser Täler denken, dürfen wir annehmen, daß auch der menschliche Einfluß eine nicht unwesentliche Rolle in der Vernichtung der natürlichen Vegetation gespielt hat und noch spielt (vgl. SCHWEINFURTH 1956).

Neben den Trockentälern, die so bemerkenswerte Veränderungen der Vegetationsverteilung im östlichen und zentralen Himalaya hervorrufen, gilt es jetzt, noch eine andere Erscheinung im Zusammenhang mit dem Blick auf das Gebirge als Ganzes zu würdigen, die zwar überall vorhanden, doch im NW und auch im äußersten NE ganz besonderen Einfluß auf die Vegetationsverteilung ausübt — das ist die Wirkung der Exposition (DUDGEON-KENOYER 1925, 13; TROLL 1938, I, 17—19; 1939; 1941, 76—79; 1948, 48.)

Ich greife einige charakteristische Beispiele heraus.

Im N W - H i m a l a y a haben die Forschungen TROLL's auf die erstaunlichen Wirkungen der Exposition in diesem Teil des Gebirges aufmerksam gemacht. Im Kaghan-, Kishanganga- und Sindh-Tal, wo die Flüsse in ost-westlicher Richtung verlaufen, also klare N- und S-Exposition der Hänge gegeben ist, zeigen die beiden gegenüberliegenden Hänge ein grundverschiedenes Aussehen: auf den N-exponierten Hängen steigen dunkle Nadelwälder auf tiefgründigen, schwarzen Humusböden unmittelbar vom Fluß bis zur Kammlinie oder Waldgrenze auf, während die S-Exposition nur kahle graue Steppenhänge aufweist, schütter mit *Artemisia* und *Juniperus* bestanden, hier und da in Bachrinsen von Walnuß, Haselnuß, Weiden, Pappeln und einer üppigeren Staudenflur unterbrochen TROLL 1937; 1938, I; 1941, 76. Aufs Ganze des Gebirges gesehen, fühlen wir die den Verhältnissen innewohnende Dynamik, wenn wir sehen, wie sich im Bereich

der feuchten Nadelwälder die trockenen Vegetationstypen die ihnen zusagenden Bedingungen der S-exponierten Hänge ausnutzen, sich in den Flußtälern vorschieben und damit bereits den großen, im NW durchgreifenden Trockengürtel ankündigen.

Am *N a n g a P a r b a t*, der — wie wir wissen — in einer Grenzsituation steht, finden wir die feuchten Vegetationstypen, feuchten Nadelwald, Birkengehölz, Weiden- und *Rhododendron*-Gebüsch nur in Schattenlage. Jede Geländefalte wird durch den Vegetationswechsel deutlich (Vegetationskarte des Nanga Parbat, TROLL 1939); in den N-S verlaufenden Tälern um den Nanga Parbat — im Astor-Tal, im Rakhiot-Tal, im Chichi Gah — in denen kleinere Seitentäler ständigen Wechsel von besonnten und beschatteten Hängen gewähren, erleben wir im Längsverlauf eines Hanges einen fortwährenden Wechsel der Vegetation — je nach der Höhenstufe zwischen Nadelwald und Artemisiensteppe, zwischen alpiner Matte und Birkengehölz bzw. Wacholder-Gebüsch; der Gegensatz kann so stark werden, daß die vertikale Gliederung der Vegetation aufgehoben wird.

Der *P i r P a n j a l* zeigt auf seiner S-Abdachung die abwechslungsreiche Vegetationsfolge des monsunberegneten äußeren Himalaya, die N-Abdachung dieser Kette dagegen trägt reine Nadelwälder, wie sie im Umkreis des Beckens von Kaschmir allgemein verbreitet sind.

Das *D u r c h b r u c h s t a l* des *S u t l e j* gibt uns in seinem E-W-Verlauf gute Anschauung für die Wirkungen der Exposition, wie wir den Profilen für die N- und für die S-Exposition (IIIa und b) entnehmen können. In der N-Exposition reichen die Waldtypen z. B. viel weiter gegen das tibetische Hochland hinauf als auf der gegenüberliegenden Seite des Tales. (Ähnliche Verhältnisse zeigt auch das Durchbruchstal des Chenab, über das wir nur sehr viel weniger gut unterrichtet sind).

Im Oberlauf der *G a n g a* bewirkt die Exposition eine Aufgliederung der Nadelwälder: der N-exponierte Hang trägt feuchte, gemischte Nadelwälder, der S-exponierte Hang reine Zedernwälder (vgl. Tal des Sutlej!) HESKE 1929, 9; 1932, 546.

Im westlichen zentralen Himalaya von Tehri Garhwal, Garhwal und Kumaon führt der E-W-Verlauf eines Tales in der Höhenstufe der Eichen-Koniferen-Mischwälder häufig zu einer Aufgliederung dieses Typs dergestalt, daß sich die Koniferen auf dem N-exponierten Hang finden, die Eichen auf der gegenüberliegenden S-exponierten Talseite; häufig ist hier dann die Eiche nur als kümmerliches Gebüsch vorhanden, obwohl der S-Hang viel mehr Niederschlag empfängt; aber die S-Exposition wird auch viel intensiver von der Sonne bestrahlt, die Temperaturen steigen viel höher an — und dann wirken noch menschlicher Einfluß und Beweidung mit, daß die S-exponierten Hänge in Reichtum der Vegetation und Artenzahl weit hinter den N-exponierten Hängen zurückbleiben, ja daß der Anblick der S-Hänge hier, wo das Klima ganz allgemein doch schon recht feucht ist, einen ziemlich trostlosen Eindruck gewährt. Demgegenüber zeigen die N-exponierten Hänge eine viel größere Gleichmäßigkeit in den Feuchtigkeitsverhältnissen, sie trocknen auch in der Trockenzeit bei weitem nicht so stark aus wie die S-exponierten Seiten. Je tiefer

das Tal eingeschnitten ist, je steiler die Hänge sind — auf der S-Exposition oft mit Bodenabspülung verbunden — desto schärfer treten die Unterschiede zwischen den beiden Hängen hervor.

Im oberen *Kali Gandaki*-Tal tragen oft die N-exponierten Hänge noch Steppenwald, die S-exponierten Hänge dagegen bereits alpine Steppe KAWAKITA 1956, 3.

Im oberen *Marsyandi*-Tal (*Manangbot*) führt die Wirkung der Exposition dazu, daß die N-exponierten Hänge (N-Flanken des Annapurna Himal) mäßig-feuchte Nadelwälder tragen, die gegenüberliegenden S-exponierten Hänge (S-Hänge des Chulu) trockenem Wacholder-Steppenwald. Die Waldgrenze liegt auf den S-exponierten Hängen rund 300 m höher als in N-Exposition NAKAO 1955; KAWAKITA 1956, (teilweise nach Angaben von IMANISHI).

Im tropisch-feuchten Sikkim, wo das Klima viel gleichmäßiger, der jahreszeitliche Unterschied weniger ausgeprägt und die direkte Sonneneinstrahlung bedeutend geringer ist (Bewölkung!), zeigt sich der Einfluß der Exposition weniger auffallend in der floristischen Zusammensetzung der Vegetationstypen: auf den N-exponierten Hängen treten die Species des Ostens schon viel weiter unten auf, ebenso Kletterpflanzen und Epiphyten, die auf der S-Exposition erst in höheren Lagen entsprechend vorhanden sind COWAN 1929; HOOKER 1891, 550; GRIFFITH 1847, 218. Im mäßig-feuchten Ober-Sikkim dagegen sind die Unterschiede in der Exposition ebenso deutlich wie im nordwestlichen Himalaya!

Schließlich wollen wir noch eine Angabe, die schon außerhalb unseres Gebietes liegt, erwähnen, weil sie uns eine bemerkenswerte Parallele zu den Expositionsunterschieden im NW zu bieten scheint. Aus dem Gebiet der nordsüdlichen Stromfurchen nördlich Batang (30° N) berichtet SCHÄFER 1938, I, 56—57 (Abb.) von einem auffallenden Wechsel zwischen N-exponierten Hängen, die feuchten, dunklen Nadelwald tragen, und baumlosen, grasbedeckten S-exponierten Hängen.

Die Erklärung für die so auffälligen Wirkungen der Exposition auf die Vegetationsverteilung im NW-Himalaya sieht TROLL 1938, I, 18 in der hier in subtropischer Breitenlage so besonders wirksamen Strahlung, die sich stark auf Boden- und Mikroklima (Verdunstung der Bodenoberfläche!) auswirkt und dadurch natürlich die Vegetation beeinflusst. Die Höhenlage als Ausdruck der Mächtigkeit der Atmosphäre, die die Strahlung zu durchlaufen hat und von der Absorption und Dispersion abhängen, trägt zur Steigerung der Strahlungsintensität bei.

Unabhängig davon kam SCHÄFER 1938, I, 56—57 auf Grund seiner Beobachtungen in Ost-Tibet zu ähnlichen Schlüssen. SCHÄFER betont die mit der starken Strahlung verbundenen besonders großen Temperaturschwankungen des tibetischen Klimas. Die starke Bestrahlung hält nach den Angaben SCHÄFER's S- und SE-Expositionen auch im Winter völlig schneefrei; tagsüber taut die Grasnarbe auf, in der Nacht werden bis 37°, gewöhnlich 15—20° unter Null erreicht! Starke Verdunstung in Verbindung mit diesen außerordentlichen Temperaturdifferenzen würden Bäume und Sträucher vertrocknen bzw. erfrieren lassen; daher, folgert SCHÄFER, können auf den S- und SE-exponierten Hängen nördlich Ba-

tang (30° N) nur Grasnarbe und Steppe gedeihen; anders in N- und W-Exposition: bei niedrigem Sonnenstand im Winter ist die Bestrahlung dieser Hanglagen geringer, die Temperatur bleibt unter Null, Schnee bleibt den ganzen Winter über liegen: die Bäume werden vor dem Erfrieren bewahrt und vor dem Austrocknen geschützt.

Denken wir jedoch an unseren Gang durch das Gebirge zurück und vergegenwärtigen wir uns die aufgezählten Beispiele, so komme ich zu dem Schluß, daß die Strahlung allein, so wichtig sie im NW, am Nanga Parbat und im Gebiet nördlich von Batang unter den dort herrschenden Bedingungen auch sein mag, nicht genügen kann zur Erklärung all der vielen Beispiele für Expositionsunterschiede, die uns inzwischen aus dem Himalaya bekannt geworden sind. Denken wir an den Pir Panjal, so wird vermutet, daß die hier zwar weniger auffallenden — beide Hänge sind bewaldet! — aber dennoch deutlich vorhandenen Unterschiede in der Zusammensetzung des Vegetationskleides auf die unterschiedlichen Niederschlagsmengen und -perioden zurückzuführen seien: die S-Abdachung erhält vorwiegend Monsunregen, die N-Abdachung bereits winterliche Niederschläge aus westlichen Depressionen SHER SINGH 1929. Auch haben wir Beispiele für menschlichen Einfluß (Weidevieh!) kennengelernt. Da uns im einzelnen nur von TROLL und SCHÄFER über die von ihnen besuchten Gebiete genauere Beobachtungen vorliegen, wenn es auch sonst eine Fülle von Angaben über den reinen Tatbestand gibt, so werden wir uns hier auch mit der Feststellung des physiognomischen Bildes begnügen müssen. Die Strahlungsexposition ist sicher von größter Bedeutung, aber auch die Regenexposition hat großen Einfluß auf die Vegetationsverteilung — und der Mensch mit seinen gerade auch in diesem Falle wieder so unkontrollierbaren Eingriffen tut ein übriges, uns den Einblick in die Zusammenhänge zu erschweren.

Auch der Verlauf von Baum- und Schneegrenze verdient Erwähnung bei einer zusammenfassenden Betrachtung des gesamten Gebirges.

Die Lage der Baumgrenze ist für die Vegetationsverteilung von grundsätzlichem Interesse. Ich habe, so weit bekannt, auf die besonderen, ihren Verlauf im einzelnen beeinflussenden Faktoren, wie Exposition, Mensch und Vieh, hingewiesen. Eine gewisse Schwierigkeit ergibt sich häufig dadurch, daß Baum- und Waldgrenze in der Literatur nicht klar unterschieden sind; die dadurch möglichen Differenzen dürfen wir nicht außer acht lassen.

Wir unterscheiden im Himalaya obere (alpine) und untere (kontinentale) Baumgrenze und greifen zunächst einige repräsentative Beispiele für die alpine Baumgrenze heraus:

Ramgel-Tal	<i>Quercus Baloot</i>	2250—2400 m KERSTAN 1937;
Kulam-Tal	<i>Pinus Gerardiana</i>	2500 m KERSTAN 1937;
Tirich Mir (Barum-Gletscher)	<i>Betula utilis</i>	3500 m WENDELBO 1952;
Pir Panjal	<i>Betula utilis</i>	3600 m SHER SINGH 1929;
Tragbal-Paß	<i>Betula utilis</i>	3600 m TROLL 1937;
Nanga Parbat	<i>Betula utilis</i>	3800—3900 m TROLL 1939;

Batura-Gletscher	<i>Betula utilis</i>	4000 m	VISSER 1928, III;
Sutlej-Durchbruch	<i>Betula utilis</i>	3600—3900 m	GORRIE 1933, I;
	<i>Pinus excelsa</i>	3600 m	GORRIE 1933, I;
	<i>Pinus Gerardiana</i>	3300 m	GORRIE 1933, I;
	<i>Cedrus Deodara</i>	3150 m	GORRIE 1933, I;
Bandar Putsch	<i>Betula utilis</i>	3700 m	HESKE 1937;
Barbung Khola	<i>Cupressus torulosa</i>	3900 m	POLUNIN 1955;
	<i>Pinus excelsa</i>	3900 m	POLUNIN 1955;
Annapurna (S-Flanke)	<i>Betula utilis</i>	3600 m	WILLIAMS 1954
Annapurna (N-Flanke)	<i>Betula utilis</i>	4200 m	KAWAKITA 1956, 43 (nach IMANISHI);
Chulu (S-Flanke)	<i>Betula utilis</i>	4500 m	KAWAKITA 1956, 42 (nach IMANISHI);
Shiar Khola	<i>Betula utilis</i>	3800 m	NAKAO 1955;
	<i>Rhododendron barbatum</i>	3800 m	NAKAO 1955;
	<i>Larix Griffithii</i>	3800 m	NAKAO 1955;
Chilime Khola	<i>Betula utilis</i>	3900 m	POLUNIN 1954, I; 1955;
Langthang Khola	<i>Betula utilis</i>	4200 m	POLUNIN 1952; 1954, I;
Sikkim	<i>Rhododendron</i>	3900 m	GAMMIE, J., 1894;
Tsangpo-Durchbruch (Doshong La)	<i>Rhododendron, Abies</i>	3900 m	TAYLOR 1947;
Zayul (Lepa)	<i>Rhododendron</i>	3900 m	KAULBACK 1938, II;
N-Burma (Tahawndam)	<i>Rhododendron, Abies</i>	3900 m	WARD 1932, 1944-1945;
Irawadi-Salwin-Kette: 27° 52' N	<i>Rhododendron</i>	3900 m	HANDEL-MAZZETTI 1927, I;
28° N		4100 m	HANDEL-MAZZETTI 1927, I;
Salwin-Mekong-Kette: 28° N		4100—4250 m	HANDEL-MAZZETTI 1927, I;
Doker La (E-Hang)		4350 m	HANDEL-MAZZETTI 1927, I;

Wir sehen, daß im W an der oberen Baumgrenze *Betula utilis* überwiegt, im E *Rhododendron* sp.; wir stellen das Ansteigen der oberen Baumgrenze vom trockenen NW auf 3600—3900 m fest, in welcher Höhe sich die Baumgrenze im großen ganzen durch das ganze Gebirge hin hält. Aber wir unterscheiden auch ein Ansteigen in der Richtung von S nach N, wie es sich aus dem Vergleich der Angaben für Pir Panjal, Nanga Parbat und Karakorum ergibt. Endlich im äußersten Osten, im Gebiet der meridionalen Stromfurchen, erleben wir das Zusammentreffen beider Tendenzen: die obere Baumgrenze steigt auf den einzelnen N-S-Ketten nach N hin an und gleichzeitig nach E.

Die untere (kontinentale) Baumgrenze tritt überall dort in Erscheinung, wo sich die Wälder vor der Trockenheit auf die Hänge zurückziehen, wobei wir uns des lokal wirksamen menschlichen Einflusses erinnern, der zweifellos kräftig mitwirkt, die Wälder in die Höhe zu verdrängen — sowohl im NW, als auch in den Durchbruchs- und Trockentälern.

Ramgel-Tal	<i>Quercus Baloot</i>	900 m	KERSTAN 1937;
Kunar-Tal (Tschaghan Serai)	<i>Quercus Baloot</i>	900 m	KERSTAN 1937; SCHEIBE 1937;
Indus-Tal	<i>Quercus Ilex</i>	2000 m	TROLL 1939;
(Nanga Parbat)	<i>Pinus Gerardiana</i>	2000 m	TROLL 1939;

Naltar-Tal	feuchter Koniferenwald	2700 m	DUTHIE 1894;
Chaprot-Tal	feuchter Koniferenwald	3000 m	PAFFEN 1954;
Sutlej-Durchbruch	<i>Pinus Gerardiana</i>	2250 m	GORRIE 1933, I;
	<i>Cedrus Deodara</i>	2550 m	GORRIE 1933, I;
Tsangpo-Tal (Tsela Dzong)	<i>Quercus aff. Ilex</i>	3000 m	WARD 1926, I; II;
	<i>Pinus tabulaeformis</i>	3000 m	WARD 1926, I; II;

Die untere (kontinentale) Baumgrenze steigt nach NW und nach dem Inneren des Gebirges bzw. dem tibetischen Hochland hin an, in den meridionalen Stromfurchen auch nach N und nach E. Im äußersten NW fallen bei 69° E die aufsteigende untere und die sich senkende obere Baumgrenze zusammen; *Quercus Baloot* und *Pistacia sp.* bilden hier die Vorposten des Baumwuchses (vgl. GRISEBACH 1866, 322). Ebenso streichen die Wälder und damit der Baumwuchs gegen das Innere des Gebirges und in den großen Durchbruchstätern gegen das tibetische Hochland hin aus. In den abgeschlossenen Bereichen der Trockentäler der S-Flanke des Gebirges muß ebenfalls eine untere Baumgrenze gegeben sein, doch liegen keine genaueren Angaben darüber vor.

Wo der Wald fehlt, steigt die Steppe höher hinauf, alpine Pflanzen und Steppenpflanzen grenzen unmittelbar aneinander. Das Ergebnis ist nach dem Inneren des Kontinentes zu eine Florenzmischung, deren Charakter von der Steppenflora bestimmt wird: die „alpine Steppe“. Eine solche Situation ist überall dort gegeben, wo die Wälder zwischen trockener Talstufe und trockener Höhenstufe auskeilen und schließlich einem durchgehend trockenen Höhenprofil weichen (SKOTTSBERG 1916: E-Abfall der Anden in Patagonien; auch BROCKMANN-JEROSCH 1919, 223; PENCK 1931).

Der Lage der Schneegrenze in Hochasien hat von WISSMANN kürzlich eine sehr detaillierte Abhandlung gewidmet, in der auch der Himalaya eingehend berücksichtigt wird (Abh. der Math.-Naturw. Kl., Akad. der Wissenschaften und der Literatur, Mainz: im Druck). Ich stelle deshalb hier nur einige wichtige Höhenangaben für die Schneegrenze im Himalaya zusammen:

Tirich Mir	5100—5200 m	WENDELBO 1952 n. JØRSTAD;
Nanga Parbat	4600—5000 m	TROLL 1939;
Karakorum-Paß	über 6000 m	THOMSON 1852;
Sutlej-Durchbruch	5100—5400 m	STOLICZKA 1870;
Bandar Putsch	5000 m	HESKE 1932;
Kumaon: S-Abdachung	4800—5000 m	HEIM-GANSSER 1938;
Kumaon: innere Täler	5300—5500 m	HEIM-GANSSER 1938;
Gurla Mandata	6000 m	TICHY 1937;
Annapurna	5000—5200 m	KAWAKITA 1954;
Chulu (S-Exposition)	5500 m	KAWAKITA 1956, 42 nach IMANISHI;
Sikkim: S-Flanke Kangchendzönga	4650 m	HOOKE 1857; HOOKER
N-Flanke Kangchengyao	5700—6000 m	1891; PETERMANN 1861.
Tsangpo-Durchbruch:		
untere Durchbruchsschlucht	4800 m	WARD 1935, II;
oberes Durchbruchstal	5400 m	WARD 1935, II;
N-Burma	4800 m	WARD 1944—1945.

Irawadi-Salwin-Kette:

W-Flanke: 28° N	4600 m	WARD 1920;
Salwin-Einzugsgebiet: 30° N	5700 m	WARD 1934, I;
Salwin-Mekong-Kette: 28° N	4800—5200 m	WARD 1920;
Mekong-Yangtse-Kette: 28° N	5800 m	WARD 1920.

Wir stellen fest, daß die Schneegrenze vom trockenen NW nach dem feuchten Sikkim hin absinkt und im feuchten Osten nicht mehr sehr viel höher steigt. Von S nach N ist ein deutliches Ansteigen der Schneegrenze erkennbar (Nanga Parbat - Karakorum; westlicher Zentral-Himalaya; Sikkim; obere und untere Durchbruchstäler). In den nordsüdlichen Stromfurchen steigt die Schneegrenze sehr schnell von W nach E und gleichzeitig von S nach N hin an.

Baum- und Schneegrenze werden uns — in ihrem Verlauf über das gesamte Gebirge hin verfolgt — in ihren Zusammenhängen deutlich: die Grenzen steigen gegen das kontinentale trockene Gebiet hin an und sinken gegen den feuchten Teil des Gebirges hin ab. Hier dürfte die Massenerhebung als Wirkung des großen zentralasiatischen Blocks zusammen mit den besonderen klimatischen Verhältnissen des Hochlandes von größtem Einfluß sein.

Von dem überragenden Einfluß, den das Relief in der Hauptkette des Himalaya auf die Vegetationsgliederung ausübt, habe ich gesprochen. Der geologische Untergrund ist in der großräumigen Vegetationsgliederung nur insoweit wirksam, als er das Relief bedingt. Im Himalaya baut die zentrale Gneis- und Granitzone die hohen Massive und damit die Hauptkette auf, mögen auch hier und da Sedimentfetzen aufgelagert sein (Mt. Everest). Nach N schließt sich an diese Zentralzone eine Sedimentzone paläozoischen-mesozoischen Alters an („tibetische Sedimentzone“), während im S die Purana-Serie aufgelagert ist BURREARD-HAYDEN 1933; irgendwelchen Einfluß auf die Vegetationsgliederung können wir in diesem Maßstab nicht erwarten, aber wie wenig ist uns auch im einzelnen über Geologie und Tektonik des höchsten Gebirges der Erde bekannt! Viele Probleme harren hier noch der Untersuchung, denken wir nur an ein so auffälliges Phänomen, wie die einander in ihrer Lage so sehr entsprechenden Bastionen von Nanga Parbat und Namcha Barwa über den Durchbruchsschluchten von Indus und Tsangpo, auf das besonders WADIA 1936 hingewiesen hat. Hier und da ist wohl hervorragende Arbeit geleistet worden, aber die Größe des Raumes, die Unzugänglichkeit weiter Gebiete und — zumal im Osten — die tropische Vegetationsfülle stellen gerade die geologische Forschung vor ganz besondere Schwierigkeiten. Nur selten widerfährt einem Forscher das gefahrvolle Glück, die Kräfte der Gebirgsbildung (oder -zerstörung) unmittelbar in ihrer Wirkung, auch auf die Vegetation, zu erleben, wie WARD zur Zeit des großen Assamerdbebens 1950, das als erstes sichtbares Ergebnis der Katastrophe radikale Entwaldung ganzer Hangseiten zur Folge hat (WARD 1955).

An die präkambrische (?) Purana-Serie lagert sich nach S das Tertiär der Siwaliks auf. Im westlichen zentralen Himalaya (Gegend von Nainital) wird die N-Grenze der tertiären Ablagerungen, also die Grenze zwischen dem Tertiär und der Purana-Serie, auch als die Grenze des Sal-

waldes angesehen (MIDDLEMISS, C. G.: Physical Geology of the Subhimalayas of Garhwal and Kumaon; Mem. Geol. Survey of India, 24, 1890; SMYTHIES 1919; PURI 1949, II).

Gegen den Rand des Gebirges zu werden die tertiären Sedimente von der Geröllzone des Bhabar abgelöst — wenigstens in dem gut bekannten mittleren Abschnitt — an den sich nach außen der sumpfige Terai anschließt, die äußerste physisch-geographische Einheit, die dem Himalaya zuzurechnen ist. Diese beiden Zonen, Bhabar und Terai, sind, wie wir gesehen haben, schon viel besser bekannt, und das bedeutende Interesse, das einst der britisch-indische Forstdienst an den Salwäldern nahm, hat zu guter Kenntnis über Wachstumsbedingungen und standörtliche Differenzierungen, zumal auf Grund edaphischer Veränderungen, in diesen Wäldern geführt. Das unmittelbare Interesse der Forstwirtschaft am optimalen Ertrag der Wälder allgemein gab den Anlaß zu zahlreichen kleinräumigen Analysen, durch die wir auch hier und da über die edaphischen Verhältnisse unterrichtet sind.

Wir erinnern uns an verschiedene Beispiele, die in der Vegetation besondere geologische Verhältnisse andeuteten. Am allerwenigsten ist es der unmittelbare Einfluß des Gesteins, der sich geltend macht; vielmehr als die chemischen, sind es die physikalischen Eigenschaften der entwickelten, vom Ausgangsgestein abhängigen Bodenkrume, die auf die Vegetation wirken, so z. B. der Wasserhaushalt der Böden, die sich aus Kalkgestein entwickelt haben. Wenn z. B. im feuchten Eichen-Koniferen-Mischwald von Garhwal gerade im Gebiet der Kalkvorkommen zwischen Pipalkoti - Gona - Kanaul - Harmal *Cedrus Deodara* und *Pinus excelsa* massiert auftreten, die sonst die weniger feuchten Gebiete bevorzugen (OSMASTON 1922), so darf man schon vermuten, daß die besondere edaphische Gunst diese Species auf diese Standorte einlädt; ebenso wenn *Cupressus torulosa*, ein im Himalaya weniger häufiger Nadelbaum, der erst im Gebiet der meridionalen Stromfurchen in trockeneren Hanglagen größere Verbreitung gewinnt, im feuchten Monsunwald um Simla ausgerechnet auf dem Kalkklotz des Shali seine Standorte wählt THOMSON 1852, 32; BRANDIS 1885; GAMBLE in COLLETT 1921, LI; diesen Beobachtungen reiht sich das Vorkommen reiner Bestände von *Cupressus torulosa* auf Kalkboden im Tenga-Tal (Aka Hills, BOR 1938) im feuchten Assam-Himalaya an. Daß hier Beziehungen vorliegen müssen, daß den weniger Feuchtigkeit liebenden Species innerhalb der feuchten Waldtypen durch die besonderen Eigenschaften der Kalkböden eine Möglichkeit zum Fortkommen gewährt wird, scheint auf der Hand zu liegen.

Zum mittelbaren oder unmittelbaren Einfluß des geologischen Untergrundes treten die Wirkungen der geologischen Struktur, auf die PURI 1949, II; 1950 hinweist. Schichtköpfe, überhaupt steile Hänge, verhindern Bodenbildung, Wasser läuft schnell ab, verwittertes Material wird schnell weggeführt. Schichtflächen begünstigen die Bodenbildung, organisches Material erhöht die Wasserhaltigkeit der angesammelten Bodenkrume, und das ergibt natürlich ganz andere Voraussetzungen, als auf steilen Hängen gegeben sind: die geologische Struktur macht durch die Hangneigung ihren Einfluß auf den zur Verfügung ste-

henden Mineralbestand und damit auf die Vegetation geltend. Auf den Schichtflächen erreicht die Vegetation schneller optimale Entwicklung, während sie auf steilen Hängen, zumal den Schichtköpfen, dauernd im Pionierstadium verharret. Dadurch können Unterschiede entstehen, wie sie PURI 1949, II in Kulu fand: Schichtköpfe, steile Hänge allgemein, waren kahl oder mit *Pinus Roxburghii* bestanden; Schichtflächen und sanft geneigte Hänge zeigten einen üppigeren Wald mit *Pinus excelsa*, *Cedrus Deodara*, *Rhododendron arboreum*, *Carpinus viminea* und *Quercus incana*. Daraus können lokale Abweichungen der „normalen“ Höhengliederung folgen.

An steilen Hängen sind auch Erdbeben häufig, ganze Hangseiten rutschen bei schweren Monsunregen ab, wie es aus den feuchteren Gebieten des Himalaya vielfach geschildert wird.

Den Einfluß der Exposition auf die Bodenbildung haben wir angedeutet. Die Strahlung beeinflusst den Wasserhaushalt der strahlungs-exponierten Hänge — bis zur völligen Verkarstung.

Eine Verstärkung erfährt die Wirkung der edaphischen Faktoren zuweilen durch den Menschen — und auf diese Wirkung des Menschen auf die Vegetation des Gebirges wollen wir im folgenden noch eingehen.

Die Einwirkung von Mensch und Tier auf die natürliche Vegetation verlangt eine zusammenfassende Betrachtung schon deshalb, weil ich auf der Karte der Darstellung der natürlichen Verhältnisse den Vorzug gegeben habe. Dadurch ist für das Vorland des Gebirges und die unteren Hanglagen und Täler der menschliche Einfluß auf der Karte nicht zur Geltung gekommen. Wenn ich jetzt aber zusammenfassend über den menschlichen Einfluß oder besser: die biotischen Faktoren sprechen will, so genügt es nicht, dabei an die kultivierten Flächen zu denken, wir müssen das Problem weiter fassen.

Die Tätigkeit des Menschen wirkt sich überwiegend zerstörend, teilweise auch konservierend, stets aber verändernd auf die natürliche Vegetation aus. Wo nur Veränderungen in der Zusammensetzung der Vegetation vorliegen, ist es oft besonders schwierig, den Vorgang und die Art der Einwirkung zu erkennen, während die Zerstörung sich meist klar zeigt.

Berichte über die Einwirkung von Mensch und Tier im Dienste des Menschen liegen besonders aus den Gebieten geregelter Forstwirtschaft vor; leider interferieren auch im Himalaya die Gesichtspunkte von Bauern und Hirten mit denen des Forstmannes!

Die Lebensgrundlage der Bevölkerung im Himalaya ist die Landwirtschaft. Ihre gesamte Landwirtschaft, Anbau und Viehzucht, ist unmittelbar vom Wald abhängig. Vermehrung und Rückgang der Bevölkerung äußert sich in vermehrtem oder nachlassendem Druck auf die Waldreserven. Die „Pax britannica“ in Indien hatte ein starkes Anwachsen der Bevölkerung und damit einen erhöhten Druck gegen die natürliche Vegetation zur Folge. Dabei aber blieb bisher im großen ganzen die Landwirtschaft so primitiv wie vor tausend Jahren (HESKE 1931, 548) — und daran wird sich wohl gerade in den weniger zugänglichen Gebirgsgegenden vorläufig nicht viel ändern lassen.

Im Vorland des Himalaya und in den unteren Stufen des Gebirges, z. B. im westlichen zentralen Himalaya von Tehri Garhwal, ist — soweit die Siedlungen reichen — nur selten gutwüchsiger normaler „Naturwald“ anzutreffen (HESKE 1931, 532). Bei mäßiger Neigung sind alle Hänge terrassiert, und auch das kleinste bebaubare Fleckchen wird genutzt. Sonst ist die natürliche Vegetation in diesem Bereich bis zur völligen Kahlheit und auch Verkarstung der Hänge der Einwirkung von Mensch und Tier zum Opfer gefallen. Dabei nimmt die Tendenz zur Verkarstung mit steigender Trockenheit zu. Es scheint besonders wichtig, auf diese Einflüsse der biotischen Faktoren hinzuweisen, wenn wir an die Trockentäler in Nepal und Bhutan denken: ganz sicher ist hier auch das Wirken von Mensch und Tier gegen die natürliche Vegetation gerichtet und erreicht, verstärkt durch die Trockenheit, bedeutendes Ausmaß.

Die Vernichtung des natürlichen Waldkleides, für die die Vernichtung des Jungwuchses meist entscheidend ist, ist um so mehr ein Problem, als die Wohlfahrt der Bevölkerung der nordindischen Ebene von der Erhaltung der Wälder im Einzugsbereich der großen Ströme abhängig ist, regulieren sie doch den Wasserhaushalt der Ströme, von dem wiederum die künstliche Bewässerung in der Ebene abhängt. Die Bedeutung der Wälder („Schutzwälder“, HESKE 1931, 590) als ausgleichendem Faktor nimmt von E nach W zu, entsprechend der zunehmenden Länge der trockenen Jahreszeit.

Ungeordnete Waldnutzung gilt als Merkmal primitiver Landwirtschaft — und bedeutet für den Wald das Schlimmste! Jede Ausdehnung der Anbaufläche ist gegen den Wald gerichtet, dazu kommt der Einschlag für Bau-, Brenn- und Geräteholz, zur Holzkohlegewinnung usw. Der Raubbau in den Wäldern des Himalaya aus Anlaß des verstärkten Ausbaues des indischen Eisenbahnnetzes nach dem Aufstand von 1857 führte wegen seiner bedrohlichen Folgen zur Gründung des britisch-indischen Forstdienstes.

Das Schneiteln für Futter und Streu (Düngung!) und das Entfernen der Laub- und Nadelstreu aus dem Walde entziehen dem Walde Nährstoffe und führen zur Degradation. Feuer, periodische und unperiodische Brände, sind von großer Wirkung. Angelegt zum Abbrennen des vorjährigen Grasses vernichtet es den Jungwuchs der Bäume und die Bodenvegetation und führt nur allzuoft zu Erosionserscheinungen. Andererseits hilft aber auch das jährliche Brennen durch Niederhalten und Ausschalten der Konkurrenz der Entwicklung gewisser Species, so *Shorea robusta*; wegen der großen Rentabilität dieses Baumes wird diese Methode auch von der Forstverwaltung regelmäßig angewandt. Die *Pinus Roxburghii*-Wälder haben im westlichen Himalaya am meisten zu leiden; vorzüglich in dieser Höhenstufe liegen die Siedlungen, das Holz der Kiefer ist sehr begehrt und auch Waldweide gewöhnlich. *Quercus incana* ist oft zur kümmerlichen „Busch-Eiche“ (scrub-oak) heruntergewirtschaftet, während daneben *Rhododendron arboreum* gedeiht und sich ausdehnt, da diese Species weder für Bau-, noch für Brennholz begehrt ist.

Waldschwenden für vorübergehende landwirtschaftliche Nutzung, Wanderhackbau (shifting cultivation, jhuming), ist im E in den

Randbergen Assams bei den noch so wenig bekannten Bergstämmen eine weit verbreitete Methode, die aber auch in anderen Teilen des Gebirges noch nicht völlig aus der Übung geraten ist.

Die Anlage temporärer (Sommer-) Siedlungen („Chauk“, „Chak“ im W) als Viehstationen mit sommerlichem Anbau, die im Nadelwald und Eichen-Koniferen-Mischwald des westlichen Himalaya, aber auch im Ost-Himalaya üblich ist, muß hier ebenfalls erwähnt werden.

In der Umgebung der „hill stations“ hat zur englischen Zeit der Anbau der Kartoffel sehr stark die natürliche Vegetation zurückgedrängt; in den feuchteren Teilen des Himalaya ist besonders der immergrüne Bergwald durch die Ausbreitung der Tee- und auch Cinchona-Plantagen in seiner Verbreitung sehr eingeschränkt worden (Darjeeling!).

Auch durch das Vieh wirkt der Mensch nachdrücklich auf die natürliche Vegetation ein. Exzessive Weide, Waldweide mit Großvieh, Schafen, Ziegen ist überall verbreitet (ausgenommen in den tropisch-feuchten Wäldern des Ostens). Im *Pinus Roxburghii*-Wald ist eine kurze Grasnarbe als Bodenvegetation das Ergebnis. Viehgangeln sind in den unteren Lagen des westlichen Himalaya gewöhnlich — die im einzelnen sehr viel gewichtigere Wirkung der Elefantenherden im Assam-Himalaya wird durch die Üppigkeit der Vegetation schnell wieder ausgeglichen (BOR 1938, 126).

Lägerfluren sind auch im Himalaya eine mit der Viehwirtschaft verbundene Erscheinung und auch hier am massenhaften Auftreten bestimmter Kosmopoliten kenntlich, zu denen noch einige, diesen Regionen eigentümliche Species treten. Aus den alpinen Bereichen des Assam-Himalaya und des südöstlichen Tibet berichtet WARD 1947 über die auffallende Verbreitung gewisser Species von *Primula* und *Rhododendron*, die er in der Hauptsache auf die selektive Weide der Yaks zurückführt — der Naturfreund kann den Weidetieren für diese Bereicherung des Blütenflors der alpinen Stufe nur dankbar sein (vgl. HANDEL-MAZZETTI 1921, I, 592; Yünnan; POLUNIN 1952 und NAKAO 1955: Zentral-Nepal).

Dodonaea viscosa verdankt ihre große Ausdehnung in den Fußhügeln des Gebirges ebenfalls der Geringschätzung von seiten des Viehs, die diese Species auch für den Anbau besonders geeignet erscheinen läßt (Hoshiarpur Siwaliks).

Zur Verbesserung der Weide, besonders aber zur Schaffung von Winterweide, die ein Hauptproblem der Viehwirtschaft im Himalaya ist, wird Wald und alpines Gebüsch geschwendet — doch stets nur mit vorübergehendem Erfolg für die Weidewirtschaft, immer aber mit dem Ergebnis einer Veränderung der natürlichen Vegetation (WARD 1947; vgl. TREVOR 1931).

Die jahreszeitlichen Wanderungen des Viehs von den Hochregionen durch den Eichen-Koniferenmischwald in tiefere Lagen, über die wir aus dem westlichen Himalaya unterrichtet sind, wie überhaupt die Wanderungen von den Siedlungen in den Hochtälern in die tiefer gelegenen Winterquartiere, nicht zuletzt die regelmäßigen Züge, die große Schaf- und auch Ziegenherden als Transporttiere im Warenaustausch zwischen indischer Ebene und tibetischem Hochland zurücklegen, hinterlassen entlang

den regelmäßig benutzten Pfaden deutliche Spuren in der Vegetation („zones of utter barrenness“; TREVOR 1931; PRING 1931).

Die konzentrische Anordnung der verschiedenen Vernichtungsstadien des Waldes durch Einschlag, Schneiteln, Beweidung um die Siedlungen als Ausgangspunkte der Vernichtung kann im westlichen zentralen Himalaya gut beobachtet werden (von dort liegen die ausführlichsten Berichte vor: Forstdienst). Im geringeren Umfang sind auch die temporären Siedlungen, die zur Sommerzeit im Wald angelegt werden, Ausgangspunkte solcher Zerstörung, die zu einer „Durchlöcherung“ der Wälder (HESKE) führen kann, an den Hängen zur Verkarstung und Erosion — wenigstens dort, wo das Klima mit dem Wechsel trockener und feuchter Jahreszeiten, unterstützt durch die Exposition, der Erosion entgegenkommt.

Allgemein kann man feststellen, daß starke Einwirkung auf die natürliche Vegetation der Entwicklung eines mehr xerophytischen Charakters dient, und das umso mehr, je trockener das Klima an sich schon ist. Beispiele: *Quercus dilatata* zieht sich vor *Quercus incana* zurück, *Quercus incana* vor *Pinus Roxburghii*, *Pinus Roxburghii* vor dem trockenen Falllaubwald (CHAMPION 1923, II; 1936, 12). Diese Tendenz scheint auch in den Trockentälern vorhanden zu sein. Dornige, vom Vieh gemiedene, als Brenn- und Bauholz gleich wertlose Holzgewächse werden dann zu Trägern der Vegetation.

Ganz allgemein ist in den unteren Stufen des westlichen Himalaya, unterstützt durch den Klimacharakter, eine Waldvernichtung anzutreffen, wie sie ähnlich vielleicht nur in den Mittelmeergebieten zu sehen ist; das zeigt sich auch in dem schnellen Fortschreiten der Entwicklung bis zu so auffälligen Erosionserscheinungen, wie wir sie aus den Fußhügeln des Gebirges im NW kennen (COVENTRY 1929; HESKE 1930, I; GLOVER 1934; GORRIE 1938 u. a.).

Im Sinne einer Veränderung der natürlichen Zusammensetzung der Wälder muß auch die Einwirkung der geregelten Forstwirtschaft gewertet werden. Sie hat die Tendenz, den Wald in dem Stadium der Entwicklung zu halten, der vom wirtschaftlichen Standpunkt aus als der rentabelste gilt — und das ist meist nicht die Klimax, die viel eher zu gemischten als zu reinen Beständen neigt (CHAMPION 1930, 12). Ein gutes Beispiel bietet der Fallaubwald; der reine Salwald gehört zu den forstlich wertvollsten Wäldern Indiens, sein Wert steigt mit der Reinheit der Bestände, die durch alljährliches Brennen zu erreichen bzw. aufrechtzuerhalten ist; also wird in diesem Fall das regelmäßige, alljährliche Brennen in die forstliche Praxis übernommen und unter Aufsicht angewandt. Das Ergebnis ist, daß auf indischem Staatsgebiet der forstlich rein gehaltene Salwald weithin die Fallaubwälder repräsentiert. Ganz anders dagegen jenseits der Grenze auf nepalesischem Gebiet! Dort wurde der natürliche Monsunwald durch Dekret bewußt als Grenzwald erhalten — unberührt von der Bevölkerung und unbeeinflußt durch forstwirtschaftliche Methoden bietet er das natürliche Gegenstück zum „forstlich-reinen“ Salwald (SMYTHIES 1930).

Über die Einwirkung der wildlebenden Tiere, der Fauna, auf die natürliche Vegetation liegen leider fast gar keine Beobachtungen vor. Nur BOR 1938, 126 führt die lokal und vorübergehend erhebliche Zerstörung an, die die Elefantenherden in den Wäldern des Assam-Himalaya anrichten. Die auffallende Konzentration gewisser Species in den Mishmi Hills veranlaßte WARD 1947, an den Einfluß wildlebender Tiere zu denken, da eine Erklärung durch selektive Beweidung durch vom Menschen gehaltenes Vieh nicht in Betracht gezogen werden konnte.

So bleibt unsere Betrachtung im wesentlichen beschränkt auf die Wirkung des Menschen und die in seinem Gefolge auftretenden Weidetiere. Die Wirkungen auf die natürliche Vegetation sind lokal, aber dort von entscheidender Bedeutung. Stets wird das natürliche Gleichgewicht gestört, auf der einen Seite Vernichtung erreicht, auf der anderen Seite ist Förderung möglich — viele Beispiele dafür haben wir kennengelernt. Insgesamt aber hat die Problematik, die mit dem Einfluß der biotischen Faktoren auf die natürliche Vegetation verbunden ist, eine weit über den lokalen Aspekt hinausreichende Bedeutung. Mensch und Tier sind für die natürliche Vegetation in jedem Fall störende Elemente, und nach allem, was wir darüber zur Kenntnis nehmen mußten, werden wir BOR zustimmen, der seine Erfahrungen so zusammenfaßt:

„The benefits that Man confers upon natural vegetation are very meagre but as an agent for destruction he is unparalleled“ BOR 1938, 124.

Eine Würdigung der floristischen Beziehungen der Vegetation des Himalaya würde eine große Arbeit für sich bedeuten. Die Vegetationstypen vermögen auch hier wenigstens einige Hinweise zu geben, wenn auch nur für die leitenden Species. Eine große Schwierigkeit besteht darin, daß es nur wenige lokale Analysen der Flora gibt, die die Grundlage für eine zusammenfassende Betrachtung der floristischen Beziehungen der Vegetation des Gebirges geben könnten, ganz zu schweigen von der erst jetzt recht beginnenden Aufhellung der floristischen Verhältnisse in Nepal, die wegen des hier vor sich gehenden floristischen Wechsels von hervorragender Bedeutung ist.

Der indischen Halbinsel gegenüber ist der Himalaya durch seinen Reichtum an Koniferen ausgezeichnet, doch steht das Gebirge keineswegs isoliert da, vielmehr ist eine weitgehende Durchmischung von Species der Nachbargebiete charakteristisch, die so aufgefaßt werden kann (GRISEBACH 1868, 65), daß die einen hier die ihnen zusagenden Niederschlagsverhältnisse finden, die anderen zusagende Temperaturen; die Lage außerhalb der Wendekreise erleichtert es vielen Species des Nordens einzuwandern, und durch den allmählichen Übergang vom tropischen Regenwald bis zur Wüste können sich viele, weniger kälteempfindliche tropische Gewächse (*Bombax*, *Lagerströmia*, *Dalbergia*, *Butea*, *Bauhinia* etc.) am Gebirge entlang weit nach N ausdehnen (bis 33° N!), wenn nur die Sommerhitze genügend stark ist (Spalierwirkung, von WISSMANN 1948). Andererseits verbindet die Regelmäßigkeit der Jahreszeiten Indien mit China und ermöglicht Übergänge in dieser Richtung. In allen diesen Fällen ist Florenaustausch möglich, die Hauptbestandteile der Flora des Hima-

laya erscheinen so auch in den Nachbargebieten, und die Zahl der endemischen Species ist gering. Die W-E- (E-W-) Richtung zeigt sich als die große Leitlinie für den Florenaustausch, zumal in der klimatisch einheitlichsten, der alpinen Höhenstufe, während in N-S- (S-N-) Richtung das Gebirge als ein unüberwindliches Hindernis wirkt.

Ich habe versucht, Klarheit über die Verteilung der Vegetation im Himalaya zu gewinnen. Das Ergebnis kann heute noch nicht anders als lückenhaft sein — diese Lücken herauszustellen, war ein Grundanliegen meiner Arbeit.

Erfüllt scheinen ferner folgende Forderungen: die pflanzengeographische Literatur für den Himalaya bis 1956 ist zusammengestellt; die fehlende geographische Bearbeitung der Vegetation des Gebirges ist unternommen worden; eine Karte im Maßstab 1 : 1 000 000 wurde entworfen und im Maßstab 1 : 2 000 000 hier veröffentlicht, die die räumliche Verteilung der Vegetation mit Profilen sichtbar werden läßt.

Vegetationsgliederung ist in diesem Maßstab auch klimatische Gliederung, sie gibt Aufschluß über die landschaftliche Struktur, die so überraschend und vielseitig ist in einem Hochgebirge dieses Ausmaßes und in dieser Lage, sie gibt den Rahmen für die Tätigkeit des Menschen. Der Himalaya erscheint jetzt um vieles klarer — als ein Hochgebirge in einmaliger Situation, quer zu den Klimazonen und mit allen Abstufungen in der Horizontalen und Vertikalen, die ich zu Beginn dieser Arbeit nur ahnen konnte. Die Möglichkeit des Irrtums kann nicht ausgeschlossen sein — aber ich hoffe zuversichtlich, daß wir dennoch der Wahrheit über das Gebirge ein Stück näher gekommen sind.

„Citius emergit veritas ex errore, quam ex confusione!“

(BACO von Verulam).

Literaturverzeichnis

G. J. = Geographical Journal; G. R. = Geographical Review; H. J. = Himalayan Journal; J. of Ec. = Journal of Ecology; J. R. G. S. = Journal of the Royal Geographical Society; J. R. Hort. Soc. = Journal of the Royal Horticultural Society; M. Z. = Meteorologische Zeitschrift; PM. = Petermanns Geographische Mitteilungen; PME. = Ergänzungsheft zu Petermanns Geographischen Mitteilungen; Proc. R. G. S. = Proceedings of the Royal Geographical Society; Z. D. Ö. A. V. = Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins; Z. G. E. Berlin = Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

- ADAMS, A. L.: Wanderings of a naturalist in India, the Western Himalayas and Cashmere. Edinburgh 1867; 333 pp.
- AGGARWAL, K. L.: Soil flora in Deodar Forests and its importance. Ind. For. 60, 602—607; 1934.
- AHLUWALIA, K. S.: Medicinal Plants of Kangra Valley. Ind. For. 78, 188—194; 1952.
- AHMAD, Fakhruddin: The Aborigines of the Tarai Region. The Ind. Geogr. Journ., vol. XVI, No. 3, p. 287—308, 1941.
- AITCHISON, J. E. T.: Lahul, its flora and vegetable products — from communications received from the Rev. Heinrich Jaeschke of the Moravian Mission. J. Linn. Soc., Bot., X, 1865, p. 69—101. London 1869 (I).
- AITCHISON, J. E. T.: A Catalogue of the Plants of the Punjab and Sindh. London 1869 (II).
- AITCHISON, J. E. T.: On the Flora of the Kuram Valley etc., Afghanistan. J. Linn. Soc., Bot., London, vol. XVIII, 1—113 (1. Teil) — 1881, vol. XIX, 139—200 (2. Teil) — 1882.
- ALCOCK, A. W.: Report on the natural history results of the Pamir Boundary commission. (With a list of the Plants by J. F. Duthie). Calcutta 1898.
- ALLWEIN, Eugen: The Passanram and Talung Valleys, Sikkim. H. J. V, 58—64. 1933.
- ALSDORF, Ludwig: Vorderindien — Bharat, Pakistan, Ceylon. Braunschweig 1955.
- ANDERSON, Thomas: An Enumeration of the Palms of Sikkim. J. Linn. Soc. XI, 1868, p. 4—14, London 1871.
- ANGWIN, J. B. P.: The Kagan Valley. H. J. II, p. 48—60. 1930.
- ANTOLINI, P.; SIMONCELLI, M.; MAFFI, Qu.: Sull' Himalaya del Punjab. IV. Rocce, ghiacci e piogge nella Valle di Kangra e nell' alta Valle del Ravi. L'Universo, XXX/3, 357—370. 1950.
- ATKINSON, E. T.: Gazetteer of the North Western Provinces and Oudh. Vol. X, Himalayan Districts. 1882.
- AUFSCHNAITER, Peter: Escape to Lhasa, 1944—1945. H. J., XIV, 116—120. 1947.
- BACOT, Jacques: Le pèlerinage du Dokerla (Tibet oriental). La Géogr., Bd. 17, 416-420, 1908.
- BACOT, Jacques: A travers le Tibet oriental. La Géogr., Bd. 23, p. 241—248. 1911.
- BAEHNI, Ch., BONNER, C. E. B., et VAUTIER, S.: Plantes récoltées par le Dr. Wyss-Dunant au cours de l'Expédition suisse à l'Himalaya en 1949. Candollea, 13, 1951, p. 213—236.
- BAILEY, F. M.: Journey through a portion of south eastern Tibet and the Mishmi Hills. G. J. 39, 1912, p. 334—347.
- BAILEY, F. M.: Note on the exploration of the Tsang-Po. G. J. 43, 184—186. 1914 (I).
- BAILEY, F. M.: Exploration on the Tsangpo or Upper Brahmaputra. G. J. 44, 1914 (II), p. 341—364.
- BAILEY, F. M.: Through Bhutan and Southern Tibet. G. J. 64, 1924, p. 291—297.

- BAILEY, F. M.: Note on a portion of the Tsangpo. G. J. 66, 1925, p. 519—522.
- BAILEY, F. M.: No passport to Tibet. London, 1957. 294 pp.
- BAKER, J. G.: On the geographical distribution of ferns. Trans. Linn. Soc., vol. 26, pt. 1, 8: p. 305—352. London 1868.
- BALNEAVES, Elizabeth: The Happy Valley of Swat. Pakistan Quarterly, vol. II, No. 4, p. 14—19. Karachi, 1952.
- BAMBER, C. J.: Plants of the Punjab. Lahore, 1916.
- BANERJI, J.: The Tamur Valley Expedition. Ind. For. 74, p. 96—101. 1948.
- BANERJI, M. L.: Observations on distribution of Gymnosperms in East Nepal. J. Bomb. Nat. Hist. Soc. 51, No. 1, p. 156—159. 1952 (I).
- BANERJI, M. L.: Some noteworthy plants from East Nepal. J. Ind. Bot. Soc. 3, p. 152—153. 1952 (II).
- BANERJI, Shrimati Amija: A Trek in Sikkim. Ind. For. 75, p. 228—230. 1949.
- BARTZ, Fritz: Das Tierleben Tibets und des Himalaya-Gebirges. Wissenschaftl. Veröffentlichung. d. Mus. f. Ldkd. zu Leipzig. N. F. 3, p. 115—177. Leipzig 1935.
- BATTEN, J. H.: Note of a Visit to the Niti Pass of the grand Himalayan chain. J. As. Soc. Bengal, VII, 310—316. 1838.
- BAUER, Paul: Kampf um den Himalaja. München - Ulm 1952, 220 pp.
- BEAUVERD, G.: Notes sur une collection de Plantes de l'Himalaya. Bull. Soc. bot. Genève, sér. 2, 1, 104—107. 1909.
- BEDETTI, G.; MAFFI, Qu.; FERRERO, G.; FUSELLI, G.; MIMMI, V.: Sull' Himalaya del Punjab. VI. Parbati, Deo Tibba, Tso Moriri e l'ultimo viaggio terreno di un italiano. L'Univ., XXX/5, 655—668. 1950.
- BEG, Abdul Hamid: Tirichmir Expedition. Pakistan Quarterly, vol. III, No. 3, p. 42—49, 64—66. Karachi 1953.
- BELL, Sir Charles: A Year in Lhasa. G. J. 63, 61—105. 1924.
- BECHTOLD, Fritz: Nanga Parbat 1934, Bericht über die deutsche Himalayakundfahrt. Z. D. Ö. A. V., 1935, 1—14. 1935.
- BENNETT, R. M. & J. M.: Liddar Valley Trek. Canad. Geogr. Journ. LIII/6, 218—227. 1956.
- BENTINCK, A.: The Abor Expedition. G. J. 41, p. 97—114. 1913.
- x — Expeditions: A Journey to Bhutan. H. J. VI, 143—145. 1934.
- BIDDULPH, Sir M. A. S.: Chilas. G. J. I., 342—343. 1893.
- BISWAS, K.: Living Conifers of the Indian Empire. J. & Proc. As. Soc. Bengal — New Series, vol. XXVIII, 1932, No. 1, p. 359—377 (Art. 16).
- BISWAS, K.: The distribution of wild conifers in the Indian Empire. Journ. Ind. Bot. Soc. 1933, p. 24—47.
- BISWAS, K.: The Flora of the Aka Hills. Ind. For. Rec. III, 1. (New Series) — Botany. 1940.
- BISWAS, K.: Systematic and Taxonomic Studies on the Flora of India and Burma. Proc. 30 th Ind. Science Congr., Pres Addr., p. 101—152. 1943.
- BLACKER, L. V. S.: From India to Russia in 1914. G. J. 50, 393—418. 1917.
- BLANFORD, F. Henri: Über das Windsystem Nordindiens. Z. österr. Ges. f. Met., Bd. 10, p. 282—285. Wien 1875.
- BLANFORD, H. F.: A list of the ferns of Simla in the North-Western Himalaya between levels of 4500—10 500'. J. As. Soc. Bengal, LVII, 1888, p. 294—315.
- BLANFORD, Henry, F.: A Practical Guide to the Climates and Weather of India, Ceylon and Burmah and the Stormes of Indian Seas (based chiefly on the Publications of the Indian Meteorological Department.) 370 pp. London 1889.
- BLANFORD, William T.: Account of a visit to the Eastern and Northern Frontiers of Independent Sikkim, with notes on the Zoology of the alpine and subalpine regions. J. As. Soc. Bengal, XL, part II, 1871, 367—420. XLI, part II, 1872, 30—73.
- BLATTER, Ethelbert: Beautiful Flowers of Kashmir. 2 vol.; 1927—1929.
- BLATTER, E. u. MILLARD, Walther S.: Some beautiful Indian Trees. London 1937.
- BOBEK, Hans: Die natürlichen Wälder und Gehölzfluren Irans. Bonner Geogr. Abh., H. 8, p. 1—62. 1951.
- BODSOHN, P. L.: Reise im unabhängigen Sikkim. Globus 80, p. 253—259. 1901.
- BONVALOT, Gabriel: Through the heart of Asia. Over the Pamir to India. 2 vol.; London 1889.

- BOR, N. L.: A sketch of the Vegetation of the Aka Hills, Assam. A synecological study. Ind. For. Rec., New Series, Botany, 1, 4; X, 103—221. 1938.
- BORNMÜLLER, J.: Aus der Flora Afghanistans. (Engl.) Bot. Jahrb. f. System., Pflzgesch. und Pflzgeogr., 66. Bd., p. 216—248. 1934.
- BOSSHARD, W.: Botanische Ergebnisse der Deutschen Zentral-Asien-Expedition 1927—1928. Fedde Rep., Bd. XXXI, p. 1—76. 1932.
- BOUSTEAD, Hugh: An Adventure to Kangchenjunga. G. J. 69, p. 344—350. 1927.
- BOUSERWEK, K.: Das Land der meridionalen Stromfurchen im indo-chinesisch-tibetanischen Grenzgebiet. M. Geogr. Ges. München, Bd. XIII, p. 161—341. 1919.
- BOWER, H.: A Journey across Tibet. G. J. I, 385—408. 1893.
- BOWER, H.: Diary of a Journey across Tibet. 309 pp. London 1894.
- BRANDIS, D.: On the distribution of forests in India. Ocean Highways, II, p. 200—206. London 1872.
- BRANDIS, Sir D.: The Forest flora of North-West and Central India. London 1874.
- BRANDIS, Sir D.: Vegetation and country from Narkanda to Pangli. Simla 1879.
- BRANDIS, Sir D.: On the distribution of forests in India. Reprinted: Ind. For. 9, 173—183; 221—233. 1883.
- BRANDIS, Sir D.: Die Beziehungen zwischen Regenfall und Wald in Indien. Verh. d. naturhist. V. d. pr. Rhld. etc., 1884, p. 380—417.
- BRANDIS, Sir D.: Der Wald des äußeren nordwestlichen Himalaya. Verh. d. naturhist. V. d. pr. Rhld. u. Westf. 42, p. 153—180. 1884/85. (Correspondenzblatt 1884, p. 93—95; Resumé).
- BRANDIS, Sir D.: The Rlnal of the North-Western Himalaya (Read before the Royal Society of New South Wales, 7 Oct. 1885.) Bonn, 18th July 1885 (I).
- BRANDIS, Sir D.: Über *Terminalia Chebula* Retzius. Sitzgsber. Naturhist. Verein d. preuss. Rheinlande etc. 1885, p. 158—161. 1885 (II).
- BRANDIS, Sir D.: Regen und Wald in Indien. Met. Z. 1887, p. 369—376.
- BRANDIS, Sir D.: Influence of forests on rainfall. Ind. For., 14, p. 10—20. 1888.
- BRANDIS, Sir D.: Die Familien der Dipterocarpaceen und ihre geographische Verbreitung. Sitzgsber. d. Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilkd. zu Bonn. 20. I. 1896, p. 4—42.
- BRANDIS, Sir D.: Indian Trees. London 1906.
- BRETZL, Hugo: Botanische Forschungen des Alexanderzuges. 412 pp. Leipzig, B. G. Teubner, 1903.
- BROCKMANN-JEROSCH, H.: Baumgrenze und Klimacharakter. Zürich 1919.
- BRUCE, C.: A Journey across Asia from Leh to Peking. G. J. 29, 596—626. 1907.
- BRUCE, C. G.: Twenty Years in the Himalaya. XIV u. 335 pp. London 1910.
- BRUCE, the Hon. C. G.: Kulu and Lahoul. 308 pp. London 1914.
- BRUCE, the Hon. C. G.: The Mount Everest Expedition of 1922. I. Dardjeeling to the Rongbuk Glacier Base Camp. G. J. 60, 385—394. 1922.
- BRUCE, C. G.: Himalayan Wanderer. 304 pp. London 1934.
- BRÜCHER, Heinz u. ÅBERG, Ewert: Die Primitiv-Gersten des Hochlandes von Tibet, ihre Bedeutung für die Züchtung und das Verständnis des Ursprungs und der Klassifizierung der Gersten. Ann. d. Kgl. Landw. Hochschule Schwedens, vol. 17, p. 247—319. Uppsala 1950.
- BUCHANAN, Sir Walter: A recent trip into the Chumbi Valley, Tibet. G. J. LIII, 403—410. 1919.
- BUCHANAN, W. E.: In the Footsteps of the Gerards. H. J. II, 73—80. 1930.
- BURKILL, J. H.: Alpine Notes from Sikkim. Kew Bulletin, 1907, p. 92—94.
- BURKILL, J. H.: Notes from a Journey to Nepal. Rec. Bot. Surv. India, IV, p. 59—140. 1910.
- BURKILL, J. H.: A Note of the Terai forests between the Gandak and the Teesta. J. & Proc. As. Soc. of Bengal, New Series, vol. XII, p. 267—272. 1916.
- BURKILL, J. H.: The botany of the Abor Expedition. Rec. Bot. Surv. India, X, 420 pp. 1924.
- BURRARD, S. G. & HAYDEN, H. H.: A Sketch of the Geography and Geology of the Himalaya Mountains and Tibet. Delhi 1934.
- CAJANDER, A. K.: Wesen und Bedeutung der Waldtypen. Silva fennica 15, 66 p. 1930.

- CALCIATI, Cesare: Esplorazione della valli Kondus e Hushee nel Karakoram Sud-Orientale. Boll. della Reale Soc. Geogr., Ser. V, vol. III, pt. II, p. 995—1014, 1076—1085. Rom 1914.
- CAMPBELL, A.: Papers on the Sikkim Morung. Select. fr. Rec. Bengal Government. No. V, 1—16. Calcutta, 1851.
- CAMPBELL, A.: Notes on Eastern Tibet. J. As. Soc. Bengal, XXIV, 215—240. 1855.
- CHAMPION, H. G.: Observations on some effects of fires in chir (*Pinus longifolia*) forests of the W. Almora Division. Ind. For. 45, p. 353—364. 1919.
- CHAMPION, H. G.: Geology and forest distribution. Ind. For., 1920, p. 152—154.
- CHAMPION, H. G.: The interaction between *Pinus longifolia* (chir) and its habitat in the Kumaon hills. Ind. For. 49, p. 342—356 u. 405—416. 1923 (I).
- CHAMPION, H. G.: The influence of the hand of man on the distribution of forest types in the Kumaon Himalaya. Ind. For. 49, p. 116—136. 1923 (II).
- CHAMPION, H. G.: Regeneration of Tropical Evergreen (Rain) Forest (in India). Proc. 3rd Silv. Conf., 1929, p. 91—110.
- CHAMPION, H. G.: Regeneration and Management of Sal (*Shorea robusta*). The Ind. For. Rec. (Silvicult. Series), XIX, part III; 1933.
- CHAMPION, H. G.: A preliminary survey of the forest types of India and Burma. Ind. For. Rec. (New Series), Silvicult., I, 1. 1936.
- CHAMPION, H. G.: The relative stability of Indian Vegetational Types. Journ. Ind. Bot. Soc., XVIII, 1—12. 1939.
- CHANDRA, R.: A Trip to Bara Banghal in Kangra District. Ind. For. 75, 501—504. 1949.
- CHAPMAN, F. Spencer: The Ascent of Chomolhari, 1937. H. J. X, 126—144. 1938.
- CHAPMAN, F. Spencer: Lhasa, the Holy City. London 1938; darin: FISHER, C. E. C.: Botanical Appendix.
- CHATTERJEE, D.: Studies on the Endemic Flora of India and Burma. J. Roy. As. Soc. Bengal, Science, V, Article 3, p. 19—67. 1939.
- CHATTERJEE, S. P.: Bengal in Maps. Bombay - Calcutta - Madras 1949.
- CHATURVEDI, M. D.: India. In: A World Geography of Forest Resources. Am. Geogr. Soc. Spec. Publ. No. 33, 1956, 455—490.
- CHENG, W. C.: Les Forêts du Se-tschouan et du Si-kang Oriental. Trav. du Laborat. forest. de Toulouse. Tome V; Géogr. forest. du Monde, vol. I (L'Asie), Article II. 1939.
- Chitral. G. J. I., 51—53. 1893.
- CHORLEY, Roger: To the Monk's Head on Rakaposhi. Him. Journ. XIX, 109—119. 1955—56.
- CHOUDHURY, K. C. Roy: Sikkim — the country and its forests. Ind. For. 77, 676—683. 1951.
- CLARKE, C. B.: Botanic Notes from Dardjeeling to Tonglo. J. Linn. Soc., Bot., 15, 1875; 116—159. publ. 1877.
- CLARKE, Ch. B.: A Review of the Ferns of Northern India. Transact. Linn. Soc., Sec. Ser., Bot., Vol. I. p. 425—611. 1880.
- CLARKE, C. B.: Botanic notes from Dardjeeling to Tonglo and Sundukphoo. J. Linn. Soc., Bot., 21, 384—391. 1885. publ. 1886.
- CLARKE, C. B.: On the Botanical Subareas of British India, illustrated by the detailed Distribution of the *Cyperaceae* in that Empire. J. Linn. Soc., Bot., Vol. XXXIV, 1898, p. 142.
- CLEGHORN, H.: Report upon the Forests of the Punjab and the Western Himalaya. Roorkee, 1864.
- CLEGHORN, H.: Notes on the Vegetation of the Sutlej Valley. Journ. Agric. Hortic. Soc. India, XIII, p. 372—391. 1865.
- CLEGHORN, H.: Notes upon the Pines of the North-West Himalaya. Journ. Agr. Hort. Soc. of India, XIV, p. 263—272. 1867.
- COCKERILL, G. L.: Byways in Hunza and Nagar. G. J. 60, 97—112. 1922.
- COCKERILL, Sir Georg: Pioneer Exploration in Hunza and Chitral. H. J. XI, 14—41. 1939.
- COLLETT, Sir Henry: Flora Simlensis — a handbook of the flowering plants of Simla and the neighbourhood. Calcutta - Simla - London 1921.

- COLLIER, J. V.: The eastern limit of the natural distribution of deodar. *Ind. For.* 50; 108—109. 1924.
- COLLIER, J. V.: Forestry in Nepal. In: LANDON, P.: Nepal. vol. II, 251—255. London, 1928.
- CONWAY, W. M.: Climbing in the Himalayas. — Maps and Scientific Reports. — London. 1894 (I). 126 pp. Darin: Plants by W. BOTTING HEMSLEY, p. 75—84.
- CONWAY, W. M.: Climbing and Exploration in the Karakoram-Himalayas. London 1894 (II). 709 pp.
- COOPER, R. E.: A Plant Collector in Bhutan. *Scott. G. Mag.*, 58, p. 9—15. 1942.
- COOPER, T. T.: The Mishmee Hills. London 1873.
- CORBETT, Sir Geoffrey: The Word Himalaya. *H. J.*, I, p. 84—86. 1929.
- COVENTRY, B. O.: The Olive (*Olea cuspidata*) Forests of the Punjab. *Ind. For.* XLI, p. 391—398. 1915 (I).
- COVENTRY, B. O.: The Jand Forests of the Punjab (*Prosopis spicigera*). *Ind. For.* XLI, p. 307—315. 1915 (II).
- COVENTRY, B. O.: Wild Flowers of Kashmir. (Series I—III). London 1923—1930.
- COVENTRY, B. O.: Denudation of the Punjab Hills. *Ind. For. Rec.*, vol. XIV, part II, (Silvic. Series). 30 pp. 1929.
- COWAN, A. M. and COWAN, J. M.: The Trees of Northern Bengal including Shrubs, woody Climbers, Bamboos, Palms and Tree Ferns. Calcutta, Governm. of Bengal. 1929.
- COWAN, J. M.: The Forests of Kalimpong; an ecological account. *Rec. Bot. Surv. Ind.*, XII, No. 1, 74 pp. 1929.
- COWAN, J. M.: The Rhododendrons of India. 150 th anniv. vol. *Roy. Bot. Gard.*, p. 105—108. Calcutta 1942.
- CREDNER, Wilhelm: Völkerschichtung und Völkerbewegungen im mittleren Hinter-Indien. *Sven-Hedin-Festschrift*, Stockholm 1935, p. 268—284.
- CROIZAT, Léon: Manual of Phytogeography or An Account of Plant-Dispersal throughout the World. The Hague, 1952.
- CUNNINGHAM, Sir A.: Ladák, physical, statistical and historical; with notices of the surrounding countries. London 1854. 485 pp.
- CUNNINGHAM, J. D.: Notes on Moorcroft's Travels in Ladakh, and on Gerard's Account of Kunawar incl. a general description of the latter district. *J. As. Soc. Bengal*, XIII, No. 147—148, p. 172—253 (New Series). 1844.
- CUNNINGHAM, J. D.: Journal of a trip through Kulu and Lahul, to the Chu Mureri Lake in Ladak. *J. As. Soc. Bengal*, 17, I, 201—230. 1848.
- DAINELLI, Giotto: Paesi e Genti del Caracorùm. *Vita di Carovana nel Tibet occidentale*. Firenze 1924.
- DAINELLI, G. u. MARINELLI, O.: Spedizione Italiana de Filippi nell' Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn Cinese (1913—1914). Serie II, vol. IV: e Condizione Fisiche attuali. Zanichelli, Bologna. 1928.
- DAINELLI, Giotto: My Expedition in the Eastern Karakoram, 1930. *H. J.* IV, 46—54. 1932.
- DAINELLI, Giotto: La Esplorazione della Regione Fra l'Himàlaia occidentale e il Caracorùm. *Spedizione Italiana de Filippi nell' Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn Cinese*. (1913—1914). Serie II, vol. I. Zanichelli, Bologna. 1934.
- DAVID, A. M.: Seraj Forest Division. *Ind. For.* 56, 299—302. 1930.
- DE, R. N.: Assam to Burma across the Hills. *Ind. For.* 49, 529—539. 1923.
- DEASY, H. H. P.: In Tibet and Chineses Turkestan being the record of three years' exploration. p. 394—405: Appendix III: BAKER, E. G.: Enumeration of plants collected on second expedition 1897—98—99. London 1901.
- DECHY, Moriz: Gebirgsreise im Sikkim-Himalaya. *PM*, p. 459—463. 1880.
- „DEODAR“: Visit to the Borders of Chinese Tartary and to the Source of the Ganges River. *Ind. For.* 10, p. 1—8. 1884.
- DESGODINS, A.: Végétation des sommets au nord de Jerkalo. *Bull. Soc. Géogr.*, Paris; VI, 5, 332—334. 1873.
- DIELS, Ludwig: Untersuchungen zur Pflanzengeographie von West-China. *Beiblatt zu den Bot. Jhrb.*, Nr. 109, Bd. XLIX, p. 55—88. Leipzig 1913.
- DIELS, Ludwig: Pflanzengeographie. *Sammlung Göschen*, Bd. 389. Berlin, 1945.
- DIENER, Carl: Über seine Expedition in den Central-Himalaya von Kumaon, Hundes

- und Garhwal. *Abh. Ges. f. Erdk.*, Berlin, Bd. 20, 297—313. 1893.
- DIENER, Carl: Schneegrenze und Gletscher im Central-Himalaya. *Dt. Rundschau f. Geogr. und Statistik*, 16. Jg., p. 145—150. 1894.
- DIENER, Carl: Mitteilungen über eine Reise im Central-Himalaya von Kumaon, Gurhwal und den angrenzenden Teilen von Tibet. *Z. D. Ö. A. V.*, 26, p. 269—315. 1895.
- DOLK, H. E.: Plants collected by Mrs. J. Visser-Hooft during the second expedition to the Kara-Korum Mountains in the year 1925. *Rec. des trav. bot. néerlandais*, vol. XXV, 293—328. 1929.
- DON, David: *Prodromus Florae Nepalensis sive enumeratio vegetabilium quae in itinere per Nepaliam proprie dictam et regiones conterminas, ann. 1802—1803, detexit atque legit D. D. Franciscus Hamilton (olim Buchanan), M. D. London 1825.*
- DOUGLAS, William O.: *Beyond the High Himalayas. London 1953. 352 pp.*
- DREW, Frederic: *The Jummo and Kashmir Territories. London 1875. 568 pp.*
- DRUDE, Oskar: *Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890.*
- DRUDE, Oskar: *Flora von Tibet. PM. 1894, 92—93.*
- DUDGEON, W.: A contribution to the ecology of the Upper Gangetic Plain. *The Journ. of Ind. Botany*, I, Nr. 9 & 10, May 1920, p. 296—324. Madras 1920.
- DUDGEON, W. u. KENOYER, L. A.: The ecology of Tehri Garhwal: a contribution of the ecology of Western Himalaya. *Journ. Ind. Bot. Soc.* 4, p. 233—285. 1925.
- DUNCAN, P. C.: *Sikkim Rhododendrons. H. J. VII, 111—112. 1935.*
- DUTHIE, J. F.: *List of North-West Indian Plants. Roorkee, 1881—1885.*
- DUTHIE, J. F.: Plants found in Kumaon, Garhwal and the adjoining parts of Tibet by Capt. (now General) Richard Strachey and Mr. Winterbottom. In: E. T. ATKINSON's *Gazetteer of the North-Western Provinces*, vol. X, chap. VIII, p. 403—670. 1882.
- DUTHIE, J. F.: *Notes on a Botanical Expedition to North-Eastern Kumaun in 1884. Report on the Progress and Condition of the Government Botanical Gardens at Saharanpur and Mussoorie for the year ending 31st March, 1885; Appendix VI, p. 28—51. Allahabad 1885.*
- DUTHIE, J. F.: *Botanical Tour in British Garhwal, Sept. 1885. Report on the Progress and Condition of the Government Botanical Gardens at Saharanpur and Mussoorie for the year ending 31st March, 1886, appendix VI, p. 25—49. Allahabad 1886.*
- DUTHIE, J. F.: *Report on a botanical tour in Kashmir, 1892. Rec. Bot. Survey of India I, 1; 1—18. 1893.*
- DUTHIE, J. F.: *Report on a botanical tour in Kashmir, 1893. Rec. Bot. Surv. of India I, 3; 25—47. 1894.*
- DUTHIE, J. F.: *The Botany of the Chitral Relief Expedition, 1895. Rec. Bot. Surv. Ind., I, 9, 139—181. 1898.*
- DUTHIE, J. F.: *Flora of the Upper Gangetic Plain and of the adjacent Siwalik and Sub-himalayan Tracts. Calcutta 1903—1929.*
- DUTHIE, J. F.: *Catalogue of the Plants of Kumaon and of the adjacent portion of Garhwal and Tibet based on the collections made by Strachey and Winterbottom during the years 1846 to 1849 and on the catalogue originally prepared in 1852 by Sir Rich. Strachey. Rev. and suppl. by J. F. Duthie. London 1906.*
- DUTHIE, J. F.: *The Orchids of the North Western Himalaya. Calcutta 1906.*
- DUTREUIL DE RHINS, J.-L.: *Mission scientifique dans la Haute Asie. 1890—1895. Vol. III: Appendices scientifiques. Plantes de la Mission Scientifique ... par M. A. FRANCHET, p. 299—318. Paris 1897—98.*
- DYHRENFURTH, G. O. (Herausgeber): *Himalaya — unsere Expedition 1930. Berlin 1931. 380 pp. Darin: p. 317—319: L. DIELS: Bot. Sammlungen.*
- DYHRENFURTH, G. O.: *Baltoro — ein Himalaya-Buch. Basel 1939.*
- ECKARDT, W. R.: *Über Luftdruckverteilung und Regenfall in Asien mit besonderer Berücksichtigung der Randgebiete. Ann. d. Hydr. & marit. Met.*, 44. Jg. p. 542—554. 1916.
- ECKENSTEIN, Oskar: *The Karakoram and Kashmir. An account of a Journey. London 1896. 253 pp.*
- EDGEWORTH, M. Pakenham: *Descriptions of some unpublished Species of Plants from North Western India. Transact. Linn. Soc., Bot.*, vol. XX, pt. I, p. 23—91. 1846.

- EDWARDS, M. V.: Burma Forest Types (according to Champion's classification). Ind. For. Rec., New Ser., Silviculture, vol. 7, Nr. 2, p. 135—173. 1950.
- EIDMANN, H.: Zur Kenntnis der Ameisenfauna des Nanga Parbat. Zool. Jb. (Systematik), B. 75, H. 4, p. 239—266. Jena 1942.
- ELPHINSTONE, Mountstuart: Geschichte der Englischen Gesandtschaft an den Hof von Kabul im Jahre 1808, nebst ausführlichen Nachrichten über das Königreich Kabul, den dazu gehörigen Ländern und Völkerschaften. Aus dem Engl. übersetzt und mit Anmerkungen begleitet von Friedr. Rühns. Weimar 1817. 2 Bde.
- ENGELBRECHT, Th. H.: Die Feldfrüchte Indiens in ihrer geographischen Verbreitung. Abh. Hambg. Kolonialinst., Bd. XIX; Reihe E, Bd. 3. 1914.
- FARRER, Reginald: On the Eaves of the World. London 1917. 2 vol.
- FATEH MOHAMMAD, M.: The bamboo forests of Hoshiarpur district, Punjab. Ind. For. 57, 1931, p. 491—512.
- FAWCETT, W. E.: A short account of the Kulu Forest Division. Ind. For. 56, p. 335—339. 1930.
- FEDTSCHENKO, O. A. u. B. A.: Die Flora des Pamir. Eigene Forschungen im Jahre 1901 und Zusammenfassung der früheren. Acta Horti Petropolitani, Bd. 21, Lief. 3, p. 233—471. St. Petersburg, 1903.
- FEDTSCHENKO, B. A.: Skizze der Vegetation Turkestans. Monographien, hrsg. v. d. Kommission zur Erforschung d. Produktivkräfte d. U.d.S.S.R. — Akad. d. Wissenschaften d. U.d.S.S.R. 55 pp. Leningrad 1925.
- FERBER, Aug. C. F.: Die Erkundung des Mustaghpasses im Karakorum-Himalaya. Z. D. Ö. A. V., 36. Bd., 1905, p. 113—132.
- FERGUSON, F. F.: Sir Joseph Hooker. K. C. S. I., M. D., D. C. L., F. R. S. Early travels in Nepal and Sikkim. Him. Journ. XVI, 86—95; 1950—1951.
- FERNANDEZ, E. E.: Deodar in the Dhara Gad Valley. Ind. For. 9, 493—502. 1883.
- FILCHNER, Wilhelm: In der Fieberhölle Nepals. Wiesbaden 1951.
- DE FILIPPI, Filippo: The Expedition of H. R. H. the Duke of the Abruzzi to the Karakorum Himalayas. G. J. 37, p. 19—30. 1911.
- DE FILIPPI, Filippo: Karakorum and Western Himalaya, 1909. An account of the Expedition of H. R. H. Prince Luigi Amedeo of Savoy, Duke of Abruzzi. Darin: PIROTTA, R. u. CORTESI, F.: p. 453—469: Appendix D — Botanical Report upon the plants gathered by the Expedition. London, 1912.
- FINSTERWALDER, R.: Die Forschungsarbeiten am Nanga Parbat. Z. D. Ö. A. V. 1935, 14—17.
- FINSTERWALDER, R.: Die geodätischen, gletscherkundlichen und geographischen Ergebnisse der Deutschen Himalaya-Expedition 1934 zum Nanga Parbat. Deutsche Forschung, Schriften d. Dt. Forschungsgem., Neue Folge, Bd. 2. Berlin 1938.
- FLODERUS, Björn: Some new Himalayan Willows. Sven-Hedin-Festschrift, p. 306—316. Stockholm 1935.
- FLOHN, Hermann: Witterungs-Singularitäten im Monsunklima Indiens. Ann. d. Hydrogr. u. marit. Met., 71. Jg., H. 8, p. 289—294. 1943.
- FLOHN, Hermann: Zum Klima der Hochgebirge Zentralasiens. Met. Rundschau, 1. Jg., H. 3/4, p. 95—97. 1947.
- FLOHN, H.: Zur vergleichenden Meteorologie der Hochgebirge. Archiv f. Met., Geophysik und Bioklimat.; Serie B: Allg. und biol. Klimatologie, Bd. 6/3, 193—206. 1955.
- FORD-ROBERTSON, F. C.: Kalagarh Forest Division. Ind. For. 56, 164—171. 1930.
- FORREST, George: Journey on Upper Salwin, Oktober-December 1905. G. J. 32, 239—266. 1908.
- FORSTMANN, Carl: Himatschal. Die Throne der Götter. Berlin 1926. 432 pp.
- FORSYTH, Sir T. D.: Report of a Mission to Yarkand in 1873. Calcutta 1875. 373 pp.
- FORSYTH, Sir T. D.: Ost-Turkestan und das Pamir-Plateau nach den Forschungen der Brit. Gesandtschaft unter Sir T. D. Forsyth 1873 und 1874. PME 52, 76 pp. 1877.
- FOUNTAIN, E. C.: The Haramosh Pass. G. J. XCIX, p. 247—257. 1942.
- FRASER, James Baillie: Journal of a Tour through part of the Snowy Range of the Himala Mountains, and to the Sources of the Rivers Jumna and Ganges. London 1820.
- FRESHFIELD, D. W.: Round Kangchenjunga. London 1903. 367 pp.
- FRESHFIELD, D. W.: Tibet. G. J. 23, p. 79—97. 1904.

- FÜRER-HAIMENDORF, Christoph von: Culture Types in Assam Himalayas. The Ind. Geogr. Journ. XXI/2, 49—57. 1946.
- FÜRER-HAIMENDORF, Christoph von: Tra i popoli sconosciuti dell' Imalaja Orientale. La Vie del Mondo. XIV/10, 1035—1054. 1952.
- FÜRER-HAIMENDORF, Christoph von: Viaggio nel Paese degli Sherpa. Le Vie del Mondo, XVII/12, 1301—1314. 1955 (I).
- FÜRER-HAIMENDORF, Christoph von: Himalayan Barbary. London 1955 (II). 241 pp.
- FÜRER-HAIMENDORF, Christoph von: Glückliche Barbaren. Wiesbaden 1956. 277 pp.
- GAMBLE, J. S.: Dardjeeling Forests. Ind. For. 1, p. 73—99. 1875.
- GAMBLE, J. S.: List of the Trees, Shrubs and Large Climbers found in the Dardjeeling District, Bengal. Calcutta, 1878. (2nd edit., 1896).
- GAMBLE, J. S.: The Hill route from Mussoorie to Simla. Ind. For., 24, p. 105—111. 1898.
- GAMBLE, J. S.: A Manual of Indian Timbers. 1922 (3rd edit.).
- ✧ GAMMIE, G. A.: Report on a Botanical Tour in Sikkim, 1892. Rec. Bot. Surv. of India, I, 2, p. 1—24. 1894 (I).
- ✧ GAMMIE, G. A.: Vegetation of Temperate and Alpine Sikkim. In: The Gazetteer of Sikkim, introd. by H. H. Risley. p. 95—111. Calcutta, 1894 (II).
- GAMMIE, G. A.: Report on a Botanical Tour in the Lakhimpur District, Assam, 1894. Rec. Bot. Surv. India, I, 5, 61—88. 1895.
- GAMMIE, G. A.: A Botanical Tour in Chamba and Kangra. Rec. Bot. Surv. Ind., I, 10, 183—214. 1898.
- ✧ GAMMIE, J.: Vegetation — in: The Gazetteer of Sikkim, introduced by H. H. Risley. p. 80—94. Calcutta 1894.
- GANSSER, August: Ein Abstecher ins unbekannte Nepal (Schweizerische Himalaya-Expedition 1936.) Die Alpen XIII, 201—206. 1937.
- GANZENMÜLLER, Konrad: Tibet — nach den Resultaten geographischer Forschungen früherer und neuester Zeit. Stuttgart, 1877.
- GANZENMÜLLER, Konrad: Über Klima, Pflanzen- und Tierwelt in dem Centralzug des nordwestlichen Himalaya. Z. G. E., Berlin, 16, p. 385—420. 1881.
- GANZENMÜLLER, Konrad: Das Klima im Centralzug des nordwestlichen Himalaya. Dtsche. Rundschau f. Geogr. u. Statistik, IV. Jg., p. 277—278. (Ref.) 1882.
- GANZENMÜLLER, Konrad: Kashmir. Dt. Rdsch. f. Geogr. und Statistik, IV. Jg., p. 511—517, 551—562. 1882.
- GANZENMÜLLER, Konrad: Kashmir — sein Klima, seine Pflanzen- und Tierwelt. Mitt. G. Ges. Wien, Bd. 30, S. 579—596. 1887.
- GARDNER, Philip: Natural Gardens in the Himalaya. In: Himalaya Holiday, New Zealand - Himalaya Expedition 1953, p. 38—40; Whitcombe & Tombs, Christchurch 1954.
- GERARD, Alexander: Narrative of a Journey from Soobathoo to Shipke in Chinese Tatarly in 1818. J. As. Soc. 1842, XI, No. 125, New Series. p. 363—396.
- GIBSON, J. T. M.: The Harki Doon. HJ. XVIII, 93—102. 1954.
- GILL, W. J.: Travels in Western China and on the Eastern borders of Tibet. J. R. G. Soc. XLVIII, 1878.
- GILL, William: The River of Golden Sand. London, 1880. (2 Bde.)
- GLOVER, H. M.: A short note on ecological changes in the forests of the Eastern circle, Punjab, and on the need for a scientific survey of the soil flora of regeneration areas. Ind. For., 57, p. 325—340. 1931.
- GLOVER, H. M.: Erosion in the Hoshiarpur Siwaliks. Ind. For. 60, p. 324—329. 1934.
- GODFREY, S. H.: A Summer Exploration in the Panjkora Kohistan. GJ. 40. 5. 45—57. 1912.
- GOODFELLOW, B. R.: North of Pokhara. HJ. XVIII, p. 81—86. 1954.
- GORER, Geoffrey: Himalayan Village. London 1938. 510 pp.
- GORRIE, R. M.: A short description of Upper Bashahr Forest Division. Ind. For. 55, p. 534—539. 1929.
- GORRIE, R. M.: Notes on *Pinus Gerardiana*. Ind. For. 57, p. 211—215. 1931.
- GORRIE, R. M.: The Sutlej Deodar, its ecology and timber production. The Ind. For. Rec. (Silviculture Series), XVII, part IV, p. 1—140. 1933 (I).
- GORRIE, R. M.: Through Kulu-Saraj. H. J. V, 85—89. 1933 (II).

- GORRIE, R. M.: Pressure of Population and Misuse of Land in the Punjab. Scot. Geogr. Mag. 54, p. 284—295. 1938 (I).
- GORRIE, R. M.: The relationship between density of population and the method of land utilization in British India. U. G. I., Compt. Rend. du Congr. Internat. de Géogr., Amsterdam; tome 2, trav. de la sect. IIIc, Géogr. Col., 405—416. Leiden 1938 (II).
- GRAHAM, W. W.: Travel and Ascents in the Himalaya. Proc. Roy. Geogr. Soc., VI, 1884, p. 429—447. 1884.
- GRAHAM BOWER, Ursula: The Hidden Land. London 1953. 244 pp.
- GREGORY, J. W.: The Alps of Chinese Tibet and their Geographical Relations. GJ. LXI, p. 153—179. 1923 (I).
- GREGORY, J. W. u. GREGORY, C. J.: To the Alps of Chinese Tibet. (An Account of a Journey of Exploration up to and among the snow-clad mountains of the Tibetan Frontier). London 1923 (II). 321 pp.
- GRECARD, Fernand: Haute Asie. Géographie Universelle, Tome VIII, p. 235—379. Paris 1929.
- GRIEVE, J. W. A.: Note on the Economics of Nomadic Gracing as practised in Kangra District. Ind. For. 46, 1920, p. 332—340.
- GRIFFITH, William: Journal of the Mission which visited Bootan in 1837—1838, under Captain R. Boileau Pemberton. J. As. Soc. Bengal, VIII, New Series, No. 87, 5, p. 208—241; No. 88, 1, p. 251—291. Calcutta 1840.
- GRIFFITH, William: Journals of Travels in Assam, Burma, Bootan, Afghanistan and the neighbouring countries. Calcutta 1847. 529 pp.
- GRIFFITH, William: Icones Plantarum Asiaticarum. (Teil I—IV). Calcutta 1847—1854.
- GRISEBACH, A.: Über den Einfluß des Klimas auf die Begrenzung der natürlichen Floren. 1838. In: Gesammelte Abhandlgn. und kleinere Schriften zur Pflzgeogr., p. 1—29. Leipzig 1880.
- GRISEBACH, A.: Der gegenwärtige Standpunkt der Geographie der Pflanzen. 1866. In: Gesammelte Abhdlgn. und kleinere Schriften zur Pflzgeogr., p. 307—334. Leipzig 1880.
- GRISEBACH, A.: Berichte über die Fortschritte in der Geographie der Pflanzen. 1866 bis 1876. In: Gesammelte Abhdlgn. und kleinere Schriften zur Pflzgeogr., p. 335 bis 556. Leipzig 1880.
- GRISEBACH, A.: Über die Gramineen Hochasiens. Nachr. v. d. Kgl. Ges. d. Wissenschaften; und der Georg-August-Universität zu Göttingen; 12. Febr. 1868. No. 3, p. 61—93.
- GRISEBACH, A.: Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung. Leipzig 1872.
- GUPTA, Basant Lal: Forest Flora of the Chakrata, Dehra Dun and Saharanpur Forest Divisions, U. P. (being a revised and enlarged edition of the Forest Flora of the Siwalik and Jaunsar Forest divisions, U. P., by Upendranath Kanjilal, Rai Bahadur) 1928 (3rd edition).
- GUPTA, M.: Artemisia in Garhwal. Ind. For. 78, 423. 1952.
- GYR, Hans: Karakorum-Expedition 1947. In: Berge der Welt; hrsg. v. d. Schweizer Stifftg. f. Alp. Forschungen. 4. Bd., p. 3—95. Bern 1949.
- HAECKEL, J. u. TROLL, W. (Herausgeber): Botanische Ergebnisse der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Feddes Rep. spec. nov. reg. veget., Beih. CVIII, 1; Berlin-Dahlem. 72 pp.
- HÄHNERT, Eberhard: Beiträge zur Siedelungskunde von Tibet. Mitt. V. f. Erdkd. zu Dresden; p. 94—208. 1925.
- HAGEN, Toni: Über Gebirgsbildung und Talsysteme im Nepal Himalaya. Geogr. Helvetica IX, 4, 325—332. Bern 1954.
- HAGEN, Toni: Das Gebirge Nepals. Die Alpen, XXXII, 5 (124—130), 6 (162—168), 7 (169—177), 11 (295—303).
- HAHN, Rudolf: In den Bergen Sikkims. Die Alpen, XXV, 166—175, 224—233, 241—251. 1949.
- HALL, W. T.: Ramnagar Forest Division. Ind. For. 55, 645—657. 1929.
- HAMILTON, A. P. F.: Kulu. H. J., V, p. 75—84. 1933.
- HAMILTON, A. P. F.: Siwalik Erosion. H. J., VII, p. 87—102. 1935.

- HAMILTON, A.: Afghanistan. London 1906. 562 pp.
- HAMILTON, A.: In Abor Jungles, being an account of the Abor Expedition, the Mishmi Mission and the Miri Mission. London 1912. 352 pp.
- HAMILTON, Francis: An Account of the Kingdom of Nepal, and of the territories annexed to this dominion by the House of Gorkha. Edinburgh 1819.
- HAMMER, Martin: Die Ergebnisse der Reise der ermordeten Dr. Brunhuber und Schmitz zum oberen Salween. PM 1912, I, p. 19—22 u. 79—81.
- HAMOND, Robert: Through Western Tibet in 1939. GJ. XCIX, p. 1—15. 1942.
- HANBURY-TRACY, John: Black River of Tibet. London 1938. 300 pp.
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Übersicht über die wichtigsten Vegetationsstufen und -formationen von Yünnan und SW-Setschuan. Bot. Jahrb. f. Syst., Pflzgesch. u. Pflzgeogr. Bd. 56, p. 578—597. 1921 (I).
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Ergebnisse der Expedition Dr. Handel-Mazzetti's nach China 1914—1918, unternommen auf Kosten der Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Aufnahmen in NW-Yünnan und S-Setschuan. Denkschr., 97. Bd., Ak. d. Wissensch., Wien, Math.-naturw. Kl., p. 257—268. 1921 (II).
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Mittel-China. Vegetationsbilder, hrsg. v. G. Karsten u. H. Schenck, 14. Reihe, H. 2/3. Jena 1922.
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Das nordost-birmanisch — west-yünnanesische Hochgebirgsgebiet. Vegetationsbilder, hrsg. v. G. Karsten u. H. Schenck, 17. Reihe, H. 7/8. Jena 1927 (I).
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Naturbilder aus Südwest-China. Wien-Leipzig 1927 (II).
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. von: Hochland und Hochgebirge von Yünnan und Südwest-Setschuan.
I. Die subtropische und warmtemp. Stufe. Vgtbilder — Jena: 20. Reihe, H. 7. 1930.
II. Die temperierte Stufe. Vgtbilder — Jena: 22. Reihe, H. 8. 1932.
- HANDEL-MAZZETTI, H. Frh. v.: Die pflanzengeographische Gliederung und Stellung Chinas. Bot. Jahrb. f. Syst., Pflzgesch. u. Pflzgeogr. Bd. 64, p. 304—323. 1931. (Vortrag, gehalten auf dem Internat. Bot. Kongr. in Cambridge 1930.)
- HANN, Julius von: Lehrbuch der Meteorologie. 3. Aufl. Leipzig 1915.
- HANN, Julius von: Handbuch der Klimatologie, 1. Band: Allg. Klimalehre, 4. Aufl., Bearb. Karl Knoch. Stuttgart 1932.
- HANN, Julius von - SÜRING, R.: Lehrbuch der Meteorologie, 5. Aufl., 2. Bd.: Luftbewegungen etc. Leipzig 1951.
- HANSEN, Adolph: Die Pflanzendecke der Erde. Bibliogr. Inst., Leipzig - Wien. 1920.
- HANSEN-LOWE, J.: Notes on the climate of the South Chinese-Tibetan Borderland. G. R., XXXI, p. 444—453. 1941.
- HARCOURT, A. F. P.: On the Himalaya Valleys: Kooloo, Lahoul and Spiti. Proc. Roy. Geogr. Soc. London, vol. 15, p. 336—343. 1871.
- HARDIE, Norman: In highest Nepal. London, 1957. 191 pp.
- HARRER, Heinrich: 7 Jahre in Tibet. Wien 1952. 267 pp.
- HARRER, Heinrich: Meine Tibet-Bilder. Seebruck am Chiemsee, 1953.
- HARRER, Heinrich: My seven years in Tibet. G. J. 120, 146—155. 1954.
- HAY, T.: Plants of Nepal. J. Roy. Hortlc. Soc. 59, p. 459—462. 1934.
- HAY, W. R.: The Yusufzai State of Swat. GJ. 84, p. 236—246. 1934.
- HAYEK, August: Allgemeine Pflanzengeographie. Berlin 1926.
- HEDIN, Sven: Die Gletscher des Mus-tag-ata. Z. G. E., Berlin 1895, p. 94—134.
- HEDIN, Sven: Transhimalaya. 3 Bde. Leipzig 1909—1912.
- HEDIN, Sven: Southern Tibet. Discoveries in former Times compared with my own researches in 1906—1908. Stockholm 1922. 9 Bde.
- HEIM, Arnold: Forschungsreise in Szechuan. 1929. Z. G. E., Berlin 1930, p. 124—126.
- HEIM, Arnold u. GANSSER, August: Thron der Götter. — Erlebnisse der 1. Schweizer Himalaya-Expedition. Zürich und Leipzig 1939. 270 pp. Darin: SCHMID, E.: Bot. Ergebn., p. 243—249.
- HELBIG, Karl (mit Kaltofen, R. E. und L. van Vuuren): Vorderindien. Hdb. d. Geogr. Wissensch., hrsg. v. F. Klute. Potsdam 1937.
- HEMSLEY, W. B.: On two small collections of Dried Plants from Tibet; with an Introductory Note by R. Strachey. J. Linn. Soc., XXX, 1895, p. 101—140.

- HEMSLEY, W. B.: The Flora of Tibet. Kew Bulletin, 1896, p. 207—216.
- HEMSLEY, W. B. u. PEARSON, H. W.: The Flora of Tibet or High Asia. J. Linn. Soc., Bot., vol. XXXV, p. 124—265. 1902.
- HENDERSON, G. u. HUME, A. O.: Lahore to Yarkand. Incidents of the route and natural history of the Countries traversed by the Expedition of 1870 under T. D. Forsyth. London 1873. 370 pp.; darin: Lists of Plants found in Tibet and Yarkand, p. 308—346.
- HERBORDT, Oskar: Eine Reise nach „Där-i-nur“ im Nordosten Afghanistans. PM 72, 206—208. 1926.
- HERBORDT, Oskar: Reisebeobachtungen am Nordabhang des Safed-Kuh-Gebirges in Ostafghanistan. PM 76, p. 134—136. 1930.
- HERON, A. M.: Geological Results of the Mount Everest Expedition, 1921. GJ. 59, p. 418—436. 1922.
- HERRMANN, A.: Der Manasarowar und die Quellen der indischen Ströme. Z. Ges. Erdk., Berlin 1920, p. 193—215.
- HERRMANN, A.: Das Land der Seide und Tibet im Lichte der Antike. Quellen und Forschungen zur Geschichte der Geographie und Völkerkunde, Bd. I. Leipzig 1938. 178 pp.
- HESKE, Fr.: Beitrag zur Kenntnis der Waldzonen des West-Himalaya. Acta Forest. Fennica 34, p. 1—30. 1929.
- HESKE, Fr.: Landwirtschaft und Wald im West-Himalaya. Fortschr. d. Landw., Berlin. H. 14/15, p. 485—490; 517—521. 1930 (I).
- HESKE, Fr.: Der tropische Monsunwald des Westhimalaya und seine wirtschaftliche Bedeutung, Tharandt. Forstl. Jahrb. 1930, 81. Bd., p. 389—419. Berlin 1930 (II).
- HESKE, Fr.: Probleme der Walderhaltung im Himalaya. Thar. Forstl. Jahrb. 1931, 82. Bd., H. 8, p. 545—594. Berlin 1931.
- HESKE, Fr.: Die Wälder in den Quellgebieten des Ganges und der Plan zu ihrer geordneten Bewirtschaftung. Thar. Forstl. Jahrb. 1932, p. 473—504; 535—632; 647—707. Berlin, 1932.
- HESKE, Fr.: Im heiligen Land der Gangesquellen. Neudamm, 1937.
- HESKE, Fr.: Die Wälder Vorderindiens und ihre wirtschaftliche Bedeutung. M. G. Ges. Hamburg, XLVIII, p. 313—400. 1944.
- HEUBERGER, Helmut: Mündliche Mitteilungen von der Österreichischen Cho Oyu-Expedition 1954. 1955.
- HEUBERGER, Helmut: Der Weg zum Tscho Oyu. Kulturgeographische Beobachtungen in Ost-Nepal. Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 98/1, 3—28. 1956.
- HILL, S. A.: Das Klima des nordwestlichen Himalaya und die Temperatur in Nordwest-Indien. Z. Österr. Ges. Met., Wien, 1885, Bd. 20, 281—296. 1885.
- „Himalaja-Bibliographie“, 1801—1933. Hrsg. von d. Dt. Himalaja-Expedition 1934 mit Unterstützung des Vereins der Freunde der Alpenvereinsbücherei. München, Deutsche Himalaja-Expedition, 1934. 48 pp.
- HINGSTON, R. W. G.: A Naturalist in the Himalaya. London, 1920. 300 pp.
- HINGSTON, R. W. G.: Animal Life at High Altitudes. GJ. 65, p. 185—198. 1925.
- HODGSON, B. H.: Route from Khatmandu, the Capital of Nepal, to Dardjeeling in Sikkim, interspersed with remarks on the people and country. J. As. Soc. Bengal, v. XVII, II, p. 634—646. 1848.
- HOFFMEISTER, Werner: Briefe aus Indien. (Nach dessen nachgelassenen Briefen und Tagebüchern herausgegeben von Dr. A. Hoffmeister). Mit einer Vorrede von C. Ritter. Braunschweig, 1847. 393 pp.
- HOLDICH, Sir T. H.: Tirah. G. J. XII, p. 337—361. 1898.
- HOLDICH, Sir T. H.: The Geography of the North West Frontier of India. G. J. 17, p. 461—477. 1901.
- HOLDICH, Sir T. H.: India. London (1904).
- HOLE, R. S. und SINGH, P.: Oecology of Sal (*Shorea robusta*). Ind. For. Rec. vol. V., part IV, p. 1—102. 1914/16.
- HOLLAND, L. B. & GLOVER, H. M.: Erosion in the Punjab Himalaya and its probable effect on water supplies. Ind. For. 57, p. 8—20. 1931.
- HOOKER, J. D.: Notes of a Tour in the Plains of India, the Himala, and Borneo; being extracts from the Private letters. London, 1848—1849.

- HOOKER, J. D.: The Rhododendrons of Sikkim Himalaya. London, 1849.
- HOOKER, J. D.: On the Climate and Vegetation of the Temperate and Cold Regions of East Nepal and the Sikkim Mountains. Journ. Horticult. Soc. of London, VII, p. 69—131. 1852 (I).
- HOOKER, J. D.: Notes, chiefly Botanical, made during an Excursion from Dardjeeling to Tongl6, a lofty mountain on the confines of Sikkim and Nepal. (Correct. repr. fr. J. As. Soc., 1849.) J. Horticult. Soc. London, p. 1—24. 1852 (II).
- HOOKER, J. D. & THOMSON, Th.: Flora Indica: being a systematic Account of the Plants of British India, together with Observations on the structure and affinities of their natural order and genera. Vol. I: Introductory Essay. London 1855.
- HOOKER, J. D. (Herausgeber): Illustrations of Himalayan Plants chiefly selected from drawings made for the late J. F. Cathcart. The description and analyses by J. D. Hooker. London 1855.
- HOOKER, J. D.: „Himalayan Journals.“ Tagebuch auf einer Reise in Bengalen, dem Himalaya, in Sikkim und Nepal, dem Khasiagebirge usw. Leipzig 1857.
- HOOKER, J. D.: Himalayan journals or notes of a naturalist in Bengal, the Sikkim and Nepal Himalayas, the Khasia Mountains etc. Neudruck in: The Minerva Library of Famous Books. London 1891.
- HOOKER, J. D.: A Sketch of the Flora of British India. Oxford 1906. 24 pp.
- HOON, R. C.: The distribution of sesquioxides, silica and organic matter in forest soil profiles of the Kulu hill area. Ind. For. Rec., Silviculture, vol. I, Nr. 3, p. 347—365. 1935.
- HOON, R. C.: A Study of the soils in the Hill areas of Kashmir — an investigation of soil profiles under deodar, blue pine, silver fir, and chir. Ind. For. Rec. (N. S.), Silviculture, vol. III, Nr. 6, p. 195—261. 1938.
- HOON, R. C. & DHAWAN, C. L.: A study of the Carbon: Nitrogen Relationship of Soils from the Typical Coniferous Forests of the Himalayas. J. of Ec. 29, p. 193-203. 1941.
- HOPE, C. W.: The Ferns of North-Western India (incl. Afghanistan, the Trans-Indus protected States, and Kashmir). J. Bomb. Nat. Hist. Soc., vol. 12—15. 1898—1904.
- HOPKINS, G. M.: Chakrata Forest Division. Ind. For. 56, p. 250—253. 1930.
- HOWARD-BURY, C. K.: Mount Everest: The Reconnaissance, 1921. London 1922 (I). 350 pp.
- HOWARD-BURY, C. K.: The Mount Everest Expedition. G. J. 59, p. 81—99. 1922 (II).
- HÜGEL, Carl Frh. von: Kashmir und das Reich der Sikk. Stuttgart 1840.
- HÜGEL, Carl Frh. von: Das Kabul-Becken und die Gebirge zwischen dem Hindukosh und dem Sutlej. Denkschr. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien, phil.-hist. Kl., II. Bd., p. 119—190. 1850.
- HUMBOLDT, Alexander von: Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse. Tübingen 1806. 28 pp.
- HUMBOLDT, Alexander von: De quelques phénomènes physiques et géologiques qu'offrent les Cordillères des Andes de Quito et la partie occidentale de l'Himalaya. Annales des sciences naturelles, par MM. Audouin, Ad. Brogniart et Dumas. Tome Quatrième, p. 225—253. Paris 1825.
- HUMBOLDT, Alexander von: Asie Centrale. Recherches sur les chaînes de Montagnes et la Climatologie comparée. 3 Bde. Paris 1843.
- HUMMEL, Siegbert: Zur Karte von Sikkim und Bhutan. Erdkd. (Arch. f. wiss. Geogr.), 6. Bd., p. 287—289. 1952.
- HUNT, Sir John & HILLARY, Sir Edmund: The Ascent of Mount Everest. G. J., CXIX, p. 385—399. 1953.
- HUNT, Sir John: Mount Everest — Kampf und Sieg. Wien 1954. 314 pp.
- HUTCHINSON, G. Evelyn: The Clear Mirror. Cambridge 1936. 171 pp.
- IMANISHI, K.: Annapurna and Manaslu, 1952. H. J. XVIII, p. 176—177. 1954.
— Imperial Gazetteer of India. Provincial Series: United Prov. of Agra and Oudh. 2 vol. Calcutta 1908.
- IRWIN, Lt.: Memoir on the Climate, Soil, Produce and Husbandry of Afghanistan and the neighbouring countries. J. As. Soc. Bengal, VIII (New Series), 1839.
- IVEN, Hans-Eberhard: Das Klima von Kabul. Diss., Breslau. Beih. 5 zur „Geogr. Wo-chenschrift“. 74 pp. 1933.

- JACOT-GUILLARMOD, J.: Vers le Kangchinjunga, 8585 m, Himalaya népalais. *Jahrb. Schweiz. Alpenclub* 41, 1905—1906, p. 190—205.
- JACQUEMONT, Victor: Voyage dans l'Inde, pendant les années 1828 à 1832. Paris 1841—1844. (4 vol., 2 atl.)
- JAIN, S. K. & BHARADWAJA, R. C.: On a Botanical Trip to the Parbatti Valley. *Ind. For.* 75, p. 302—315. 1949.
- JESSEN, Otto: Die Randschwellen der Kontinente. *PME* 241. 1948. 205 pp.
- JONAS, Rudolf: Im Garten der göttlichen Nanda. (Bergfahrten im Garhwalhimalaya.) Wien 1948. 168 pp.
- JUNG, E.: Das Pandschab. *Z. G. E.*, 26. Jg., p. 1—65, Berlin 1891.
- JUSSOW, B. W.: Tibet. *VEB Bibliogr. Inst.*, Leipzig 1953. 80 pp.
— Beautiful K a g h a n Valley — Tourist's Paradise. *Pakistan News Digest*, Jan. 15, 1954, p. 4.
- KANJILAL, Rai Bahadur Upendranath: Forest Flora of the School Circle, N.-W. Provinces. Calcutta 1901.
- KANJILAL, Rai Bahadur Upendranath: Forest Flora of the Siwalik and Jaunsar Forest divisions of the United Provinces of Agra and Oudh. Calcutta 1911.
- KANJILAL, U. N. u. KANJILAL, P. C.; DAS, A.; PARKAYASTHNA, C.; DE, R. N.; BOR, N. L.: Flora of Assam. (5 vol.) 1935—1940.
- KAPOOR, L. D.; CHOPRA, R. N.; CHOPRA, J. C.: Survey of Economic vegetable products of Jammu and Kashmir. 1. Sindh Forest Division. *J. Bomb. Nat. Hist. Soc.*, vol. 50, No. 1, p. 101—127. 1951.
— *Azad K a s h m i r Forests*. Kashmir Publications, Muzaffarabad, Azad Kashmir. January 1953.
- KASHYAP, Shiv Ram: Distribution of Liverworts in Western Himalayas. *J. Ind. Bot.*, I, 5, Jan. 1920, p. 149—157.
- KASHYAP, Shiv Ram: Notes on the distribution of liverworts in the Western Himalayas, Ladak and Kashmir. *J. Ind. Bot.*, p. 80—83, 1921.
- KASHYAP, Shiv Ram: The Vegetation of Western Himalayas and Western Tibet in relation to their climate. *J. Ind. Bot. Soc.*, vol. IV, No. 9 & 10, p. 327—334. 1925.
- KASHYAP, Shiv Ram: Liverworts of the Western Himalayas and the Panjab Plain; Part I. Lahore 1929. 129 pp.
- KASHYAP, Shiv Ram: Some geographical observations in Western Tibet. *Journ. & Proc. As. Soc. Bengal (New Series)*, vol. XXV, 1, p. 223—236. 1929.
- KASHYAP, Shiv Ram: Some aspects of the Alpine Vegetation of the Himalaya and Tibet. (Presidential address) Botany of the 19th Ind. Science Congress, 1932, Bangalore, 2nd Jan. 1932, *Proc. 19th Ind. Sc. Congr.*, p. 13—53.
- KAULBACK, Ronald: The Assam Border of Tibet. *G. J. LXXXIII*, p. 177—190, 1934 (I).
- KAULBACK, Ronald: Tibetan Trek. London, 1934 (II). 300 pp.
- KAULBACK, Ronald: Salween. London, 1938 (I). 331 pp.
- KAULBACK, Ronald: A Journey in the Salween and Tsangpo Basins, South-Eastern Tibet. *G. J. XCI*, p. 97—122. 1938 (II).
- KAWAKITA, Jiro: Briefliche Mitteilungen über Zentral-Nepal vom 20. November 1954.
- KAWAKITA, Jiro: Vegetation. Crop Zone. In: Land and Crops of Nepal Himalaya. Scientific Results of the Jap. Exp. to Nepal Himalaya, 1952—1953. Vol. II, 1—66; 67—94. Kyoto 1956.
- KEISSLER, Karl von: Aufzählung der von E. Zugmayer in Tibet gesammelten Phanerogamen. *Ann. d. K. K. Naturhistor. Hofmuseums*, XXII. Bd., p. 20—32. Wien, 1907/08.
- KELLAS, A. M.: The Mountains of Northern Sikkim and Garhwal. *G. J.* 40, p. 241—263. 1912.
- KENOYER, L. A.: Forest Formations and Successions of the Sat Tal Valley, Kumaon Himalayas. *J. Ind. Bot. Soc.*, 1921, p. 236—258.
- KENOYER, L. A.: Waldformationen des westlichen Himalaya. Vegetationsbilder von Karsten u. Schenck, 15. Reihe, H. 1. Jena 1923/24.
- KENOYER, L. A.: Plant Life of British India. *Scientific Monthly*, vol. 18, No. 1, p. 48—65. Jan. 1924.

- KERMODE, C. W. D.: *Diary of Mr. C. W. D. Kermode. During a special tour of the North East Frontier of Burma. March, April and May 1938.* Government Branch Press, Maymyo, 1938. 32 pp.
- KERSTAN, Gerhard: *Die Waldverteilung und Verbreitung der Baumarten in Ost-Afghanistan und in Chitral.* In: *Deutsche im Hindukusch, Ber. d. Dtsch. Hindu-kusch-Expedition 1935 d. Dtsch. Forschsgem.,* p. 141—167. Berlin, 1937.
- KICK, Wilhelm: *Das Volk von Arandu und sein Chogo Lungma. „Berge der Welt“,* 1956/57, 178—188.
- KING, Sir George & PANTLING, Robert: *The Orchids of the Sikkim-Himalaya.* Ann. of the Royal Bot. Garden, vol. VIII. Calcutta 1898.
- KIRKPATRICK, W.: *An Account of the Kingdom of Nepal, being the substance of observations made during a mission to that country in the year 1793.* London, 1811. 388 pp.
- KNOCH, Karl: *Die Herkunft der Winterregen in Nordindien.* PM 68, p. 5—6, 1922.
- KNOCH, Karl u. SCHULZE, A.: *Methoden der Klimaklassifikation.* PME 249, Gotha 1952.
- KÖPPEN, W.: *Ursachen der Trockenheit NW-Indiens.* Met. Z., Bd. 23, p. 146—148, 1888.
- KÖPPEN, W.: *Ursachen der Trockenheit NW-Indiens.* Met. Z., 1932, p. 152—153.
- KÖPPEN, W.: *Grundriß der Klimakunde.* Berlin, 1931.
- KOZLOFF, P. K.: *The Russian Tibet Expedition, 1899—1901.* G. J. 19, p. 577—598, 1902.
- KOZLOFF, P. K.: *Through Eastern Tibet and Kam.* G. J. 31, p. 402—415; 522—534; 649—661. 1908.
- KREBS, Norbert: *Vorderindien und Ceylon,* Stuttgart, 1939. 382 pp.
- KREBS, Norbert: *Der Weg von Indien nach China.* Z. f. Erkd., 11, p. 353—366. 1943.
- KREBS, Norbert: *Aus den Vorbergen des westlichen Himalaya.* Z. f. Erdkd., p. 417—423. 1944.
- KREBS, Norbert: *Vergleichende Länderkunde.* 25. Kap.: *Alpen und Himalaya,* p. 273—284. Stuttgart, 1951.
- KRENEK, Ludwig: *Recent and Post Glaciation of Lahoul.* The Ind. Geogr. Journ. XX/3, 93—102. 1945.
- KRUPARZ, Heinz: *Shisha Pangma.* Wien 1954. 192 pp.
- KURZ, Marcel: *Die Erschließung des Himalaya.* Die Alpen, IX, p. 241—259; 321—334; 361—378; 401—417. 1933.
- KURZ, Marcel: *Bibliographie de l'Himalaya.* Die Alpen XII, p. 275—280, 400. 1936.
- KURZ, Marcel: *Himalaya 1951—1952.* Berge der Welt, p. 188—221, 1954.
- KURZ, S.: *Forest Flora of British Burma.* Calcutta, 1877. (2 Bde.)
- LACAITA, C. C.: *Plants collected in Sikkim, including the Kalimpong district, April 8th to May 9th, 1913.* J. Linn. Soc., Bot., 43, p. 457—492. 1916.
- LAMBERT, W. J.: *The Eastern Limit of the Natural Distribution of Deodar.* Ind. For. 50, p. 228—229. 1924.
- LANDON, Percival: *Nepal (2 Bde.),* darin: Bd. I, p. 334—358. App. XIV: *Flora of Nepal — List of plants compiled under the authority of the Director of the Royal Botanic Gardens, Kew.* London, 1928.
- LAUER, W.: *Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln.* Bonner Geogr. Abh., H. 9, p. 15—98. (Studien zur Klima- u. Vegetationskunde der Tropen). 1952.
- LAWRENCE, Walter, R.: *The Valley of Kashmir.* London, 1895. 478 pp.
- LEECH, R.: *Account of parts of the Cabool and Peshawar Territories, and of Samah, Sudoom, Bunher, Swat, Deer, Bajour, visited by Mulla Aleem — ulla of Peshawar, in the latter part of the year 1837.* J. As. Soc. Bengal, XIV, pt. II, p. 660—701. 1845.
- LEECH, R.: *Account of the Panjkora Valley and of Lower and Upper Kashkar, by Rajah Khan of Cabool.* J. As. Soc. Bengal, XIV, pt. II, p. 812—817. 1845.
- LESTER-GARLAND, L. V.: *The Flora of Simla.* Journ. of Botany British and Foreign, LXV, p. 97—102. London, 1927.
- LIMPRICHT, W.: *Reise im westlichen Szetschwan 1914.* PM 65, p. 131—137; 173—180; 208—212. 1919.

- LIMPRICHT, W.: Botanische Reisen in den Hochgebirgen Chinas und Ost-Tibets. Feddes Repert. spec. nov. regni veget. 12. Bd., Beihefte. Dahlem bei Berlin, 1922. 515 pp.
- LINCHEVSKY, J. A. u. PROZOROVSKY, A. V.: The basic Principles of the distribution of the Vegetation of Afghanistan. (Transl. by A. K. Airy Shaw.) Kew Bulletin, 1949, No. 2, p. 179—214. 1949.
- LITTLEDALE, St. R.: A Journey across Tibet, from North to South, and West to Ladakh. G. J. VII, p. 453—483. 1896.
- LLOYD, Peter: New British Exploration in Nepal. G. J. 116, p. 172—182. 1950.
- LOBSIGER-DELLENBACH, M.; LOMBARD, A.; ZIMMERANN, A.: Himalaya du Nepal — Mission scientifique Genevoise. (Rapports sur les travaux de la mission scientifique déléguée par les autorités cantonales et municipales de Genève Mars-Juillet 1952.) 1952.
- LOMBARD, Augustin: Vorläufige Mitteilung über die Geologie zwischen Khatmandu und dem Mount Everest (östliches Nepal). „Berge der Welt“, 1953, 117—129; München 1953.
- LONGSTAFF, T. G.: Notes on a Journey through the Western Himalaya, G. J. 29, p. 201—211. 1907.
- LONGSTAFF, T. G.: A mountaineering Expedition to the Himalaya of Garhwal. G. J. 31, p. 361—395. 1908.
- LONGSTAFF, T. G.: Glacier Exploration in the Eastern Karakoram. G. J. 35, p. 622—658. 1910.
- LONGSTAFF, T. D.: Natural History, in: „The Assault on Mount Everest 1922“ by C. G. Bruce, p. 319—335. London 1923.
- LONGSTAFF, T. D.: The Nanda Devi Group and the Sources of the Nandakgini. G. J. LXXI, p. 417—430. 1928.
- LONGSTAFF, Tom: Ein Alpinist in aller Welt. („This my voyage.“) Zürich 1951. 285 pp.
- LORIMER, E. O.: Language Hunting in the Karakoram. London 1939. 310 pp.
- LOUIS, Herbert: Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens. Geogr. Abh. III/12; Stuttgart 1939. 132 pp.
- LOWE, George: Eine Expedition ins Barun-Tal. „Berge der Welt“, 1955, 105—120; München 1955.
- LOWNDES, D. G.: By Air-Mail from Tibet. Quart. Bull. Alp. Gard. Soc., vol. 12, No. 1, 1944 — No. 55, p. 27—37.
- LOWNDES, D. G.: Wanderings of an Way-side Botanist. Quart. Bull. Alp. Gard. Soc., vol. 18, No. 1 —79. p. 52—65. March 1950.
- LU, A.: Precipitation in the South Chinese-Tibetan Borderland. G. R. XXXVII, p. 88—93. 1947.
- LUDLOW, Frank: The Birds of Bhutan and adjacent Territories of Sikkim and Tibet. The Ibis, Jan. 1937, p. 1—46.
- LUDLOW, Frank: The Source of the Subansiri and the Siyom. H. J. X, p. 1—22. 1938.
- LUDLOW, Frank: Takpo and Kongbo, SE Tibet. H. J. XII, p. 1—16. 1940.
- LUDLOW, Frank: The Birds of South-Eastern Tibet. The Ibis, 1944, p. 43—86; 176—208; 348—389.
- LUDLOW, Frank: The Birds of Kongbo and Pome, SE Tibet. The Ibis, 93, p. 547—578, 1951.
- LUDLOW, Frank: Mitteilungen über Ost-Bhutan. Brief vom 12. X. 1954.
- LUDWIG, Hildegard: Regionale Typen im Jahresgang der Niederschläge in Vorderindien und ihre Beziehung zu Landschaftsgrundlagen. Abh. aus d. Geb. d. Auslandskd., Univ. Hamburg, Bd. 57, Reihe C, Naturw., Bd. 16. Hamburg 1953.
- LUMSDEN, D. M. & WILLIAMSON, Noel: A Journey into the Abor Country, 1909. G. J. 37, p. 621—629. 1911.
- LUNDEGÄRDH, Henrik: Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena 1949.
- MACAULEY, Colman: Report of a Mission to Sikkim and the Tibetan Frontier. Calcutta 1885. 105 pp.
- MACGREGOR, C. R.: Journey of the Expedition under Colonel Woodthorpe, R. E., from Upper Assam to the Irawadi, and return over the Patkoi Range. Proc. Roy. Geogr. Soc., IX, p. 19—42. 1887.

- MACINTYRE, Donald: Hindu-Koh: Wanderings and wild sport on and beyond the Himalayas. London & Edinburgh 1889. 464 pp.
- MC NAIR, W. W.: A Visit to Kafiristan. Proc. Roy. Geogr. Soc. VI, p. 1—18. 1884.
- MADDEN, Edward: Brief Observations on some of the Pines and other coniferous Trees of the Northern Himalaya. Journ. Agric. Hort. Soc. of Ind., Vol. IV, p. 223—270. 1845.
- MADDEN, Edward: The Turae and outer mountains of Kumaon. J. As. Soc. Bengal, XVII, I, p. 349—450, 563—626. 1848.
- MADDEN, Edward: On Himalayan *Coniferae* — being a Supplement to the „Brief Observations“. J. Agric. Hort. Soc. of Ind., VII, p. 75—161. 1850.
- MADDEN, Edward: On the occurrence of Palms and Bambus, with Pines and other Forms considered Northern, at considerable elevations in the Himalaya. J. Agric. Hort. Soc. India, VIII, p. 149—157. 1854.
- MAFFI, Quirino: Sul' Himalaya del Punjab. I. Le imperscrutabili vie del signore. L'Univ., XXIX/6, 735—743; 1949.
- MAFFI, Quirino: Sul' Himalaya del Punjab. III. Ricognizioni: a) un ignorato settore della catena del Pangl. b) Le Cime del Lahoul. L'Univ., XXX/2, 229—243. 1950.
- MAFFI, Quirino e MUSSIO, Giovanni: Sul' Himalaya del Punjab. VII. Chamba Jana - Italy Jana. L'Univ., XXX/6, 799—810. 1950.
- MAILLART, Ella: To the Gosainkund. H. J. XVII, 64—72. 1952.
- MALHOTRA, J. D.: A Tribe of the Western Himalayas. The semi-nomadic Gaddis of Dhaula-Dhar. Scott. Geogr. Mag., LI, p. 14—21. 1935.
- MARILAUN, Anton Kerner von: Pflanzenleben. Leipzig u. Wien 1916. (3 Bde.)
- MARKHAM, C. R.: The Mountain Passes on the Afghan Frontier of British India. Proc. R. G. S., I (N.S.), p. 38—62. 1879.
- MARKHAM, C. R.: Narrative of the Mission of George Bogle to Tibet (1774) and of the Journey of Thomas Manning to Lhasa (1811—1812). London 1879. (2nd edit.).
- MARQUAND, C. V. B.: The Botanical Collection made by Captain F. Kingdon Ward in the Eastern Himalaya and Tibet in 1924—1925. Journ. Linn. Soc. of London, XLVIII, No. 321, p. 149—229. 1929.
- MASON, Kenneth: The Shaksgam Valley and Aghil Range. G. J. LXIX, p. 289—332. 1927.
- MASON, Kenneth: Exploration of the Shaksgam Valley and Aghil Ranges, 1926. Rec. Surv. of India, vol. XXII. Dehra Dun, 1928; darin: FISCHER, C. E. C.: Flora (p. 121—128).
- MASON, Kenneth: Rainfall and rainy days in the Himalaya West of Nepal. H. J. VIII, p. 86—95. 1936.
- MASSIEU, Isabelle: Népal et pays himalayens. Paris 1914. 228 p.
- MASSON, Charles: Narrative of various Journeys in Balochistan, Afghanistan and the Panjab; including a residence in those countries from 1826 to 1838. London 1842. (3 vol.).
- MAYNARD, F. P. & PRAIN, D.: A Note on the Botany of the Baluch - Afghan Boundary commission, 1896. Rec. Bot. Surv. India, 1, p. 125—137. 1896.
- (MAZUCHELLI, Nina E.): The Indian Alps and how we crossed them, being a narrative of two years' residence in the eastern Himalaya and two months' tour into the interior. London 1876. 612 pp.
- MEEBOLD, Alfred: Eine botanische Reise durch Kaschmir. Engl. Bot. Jahrb. 43, Beibl. 99, p. 63—90. 1909.
- MEINERTZHAGEN, R.: Ladakh, with special reference to its natural history. G. J. 70, p. 129—163. 1927.
- MELL, R.: Die ehemalige Waldverbreitung in China auf Grund der Verbreitung von Waldtieren. Z. G. Erdk., p. 101—108. Berlin, 1933.
- MERRILL, E. D.: The Upper Burma Plants collected by Captain F. Kingdon Ward on the Vernay-Cutting Expedition, 1938—1939. Brittonia, IV, p. 20—188. 1941.
- MEYEN, F. J. F.: Vergleichende Bemerkungen über die Verbreitung der Vegetation in den größten Höhen des Himalaya und in Hoch-Peru. Wiegmann's Archiv, II, p. 315—328. 1836.
- MEYER-ILLMERSDORF, Hans: In Tälern und Höhen des Himalaya. Jagden und Reisen in Kaschmir und Ladak. Berlin 1926. 211 pp.

- MOBBS, E. C.: Life in a Himalayan Valley. Ind. For. 60, p. 662—669; 728—739; 792—800; u. Ind. For. 61, p. 1—9. 1934.
- MOHAN, N. P.: Ecology of *Pinus longifolia* in Kangra and Hoshiarpur forest divisions. Ind. For. 59, p. 812—826. 1933.
- MOONSHEE, Munphool Meer: On Gilgit and Chitral. Proc. R. G. S., 13, p. 130—133, 1869.
- MOORCROFT, William & TREBECK, George: Travels in the Himalayan Provinces of Hindustan and the Panjab; in Ladakh and Kashmir; in Peshawar, Kabul, Kunduz and Bokhara: from 1819—1825. Prepared by H. H. Wilson. (2 vol.) London 1841.
- MORRIS, C. J.: The Gorge of the Arun. G. J. LXII, p. 161—173. 1923.
- MORRIS, C. J.: Some valleys and glaciers in Hunza. G. J. LXXI, p. 513—537. 1928.
- MORRIS, C. J.: A Glimpse of Unknown Nepal. H. J. VI, p. 77—80. 1934.
- MORRIS, C. J.: A Journey to Bhutan. G. J. LXVIII, p. 201—217. 1935.
- MORRISON, Hedda: Kashmir. Canad. Geogr. Journ., Dec. 1952, XLV, No. 6.
- MURAKI, Funjiro: Aufruhr der Gläubigen. Ganesh Himal 1954. „Berge der Welt“, 1955, 140—144; München 1955.
- NAKAO, Sasuke: Ecological Notes. In: Fauna and Flora of Nepal Himalaya. Scientific Results of the Japanese Expeditions to Nepal Himalaya, 1952—1953. vol. I, p. 278—290. Kyoto 1955.
- NAKAO, Sasuke: Agricultural Practice. Agricultural Improvement. In: Land and Crops of Nepal Himalaya. Scientific Results of the Jap. Exp. to Nepal Himalaya, 1952—1953. Vol. II, 95—108; 109—114. Kyoto 1956.
- NEEDHAM, J. F.: Excursion in the Abor Hills, from Sadiya on the Upper Assam. Proc. Roy. Geogr. Soc., VIII, p. 313—328. 1886.
- Scientific Results of the Japanese Expeditions to NEPAL HIMALAYA, 1952—1953. Vol. I: Fauna and Flora of Nepal Himalaya. Kyoto 1955. Vol. II: Land and Crops of Nepal Himalaya. Kyoto 1956.
- NEVE, Arthur: Journeys in the Himalayas and some Factors of Himalayan Erosion. G. J. 38, p. 345—362. 1911.
- NEVE, Arthur: Thirty years in Kashmir. London 1913. 316 pp.
- NOEL, E. F.: Some wild Flowers of Kashmir. Nottingham 1903.
- NOEL, J. B.: A Journey to Tashirak in Southern Tibet, and the Eastern Approaches to Mount Everest. G. J. LIII, p. 289—308. 1919.
- NOEL, J. B. L.: Through Tibet to Everest. London 1927. 302 pp.
- NOUGEREDE, L. J. Dela: Natural Regeneration in the Sadiya Frontier Tract. Ind. For. 60, p. 421—431. 1934.
- NOVITZKY, V.: Russian Travel and Research in Asia. III. From India to Fergana. G. J. 23, p. 501—503. 1904.
- NOYCE, Wilfried: Everest 1953. „Berge der Welt“, 1954, p. 21—58.
- ODELL, N. E.: Observations on the Rocks and Glaciers of Mount Everest. G. J. LXVI, p. 289—315. 1925.
- OESTREICH, K.: Die Täler des NW-Himalaya. PME 155, 1906.
- OESTREICH, K.: Betrachtungen über die Hochgebirgsnatur des Himalaya. 16. Dt. Geogr.-Tag, Nürnberg, p. 44—60. 1907.
- OESTREICH, K.: Land und Leute im nordwestlichen Himalaya. Mitt. V. f. Erdk., Leipzig, 11. XI. 1908. 1909.
- OPPERT, Gustav: Reisen nach Kulu im Himalaya. Globus 71, p. 1—8. 1897.
- ORLEANS, Prince Henry of: From Yunnan to British India. G. J. VII, p. 300—309. 1896.
- d'ORLEANS, Prince Henri: Du Tonkin aux Indes. Janvier 1895 — Janvier 1896. Paris 1898.
- d'ORLEANS et BRAGANCE, Prince Louis: A travers l'Hindokush. Paris 1906. 428 pp.
- OSMASTON, A. E.: Fire Protection in chir forest. Ind. For. XL, p. 387—391. 1914.
- OSMASTON, A. E.: Observations on some effects of fires and on lightning-struck trees in the chir forests of the North Garhwal division. Ind. For. 46, p. 125—131. 1920.
- OSMASTON, A. E.: Notes on the Forest Communities of the Garhwal Himalaya. Journ. of Ecol. X, p. 129—167. 1922.
- OSMASTON, A. E.: A Forest Flora for Kumaon. Allahabad 1927.

- OSMASTON, A. E.: On the Forest types in India. Acta For. Fenn. 34, No. 12, p. 1—7, 1929.
- OSMASTON, A. E.: The Natural Regeneration of Silver Fir (*Abies Pindrow*). Ind. For. 57, p. 589—599. 1931.
- OSMASTON, A. E.: Notes on *Pinus Gerardiana*. Ind. For. 57, p. 351—352. 1931.
- OSMASTON, F. C.: An Expedition into Sikkim. Ind. For. 61, p. 424—434, 487—499. 1935.
- OSTENFELD, C. H. u. PAULSEN, O. u. a.: A list of flowering Plants from Inner Asia. In: HEDIN, Sven: Southern Tibet 6, III. Stockholm 1920.
- OTTLEY, J. F. S.: A Journey in Western Chitral. H. J. VIII, p. 44—52. 1936.
- PACKARD, W. P.: The Annapurna Himal, Nepal 1950. New Zealand Alpine Journal, vol. 16 - No. 43, June 1956.
- PAFFEN, KH.: Mündliche Mitteilungen von der Dt.-Österr. Himalaya-Karakorum-Expedition 1954: Hunza-Gebiet, Kaghan-Tal.
- PAFFEN, KH.; PILLEWIZER, W.; SCHNEIDER, H.-J.: Forschungen im Hunza-Karakorum. Vorläufiger Bericht über die wissenschaftlichen Arbeiten der Deutsch-Österreichischen Himalaya-Karakorum-Expedition 1954. Erdkunde (Archiv f. wiss. Geogr.) X/1, 1—33. 1956.
- PALLIS, Marco: Gangotri und Leo Pargial, 1933. H. J. VI, p. 106—126. 1934.
- PAMPANINI, Renato: La Flora del Caracorùm. Spedizione italiana de Filippi nell' Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn cinese (1913—1914). Ser. II, vol. 10. Sotto la direzione di Giotto Dainelli. Bologna 1930.
- PAMPANINI, Renato: Aggiunte alla Flora del Caracorùm. Spedizione italiana de Filippi nell' Himàlaia, Caracorùm e Turchestàn cinese (1913—1914). Ser. II, vol. 11. Sotto la direzione di Giotto Dainelli. Bologna, 1930.
- PANT, S. D.: The social Economy of the Himalayas. Based on a survey in the Kumaun Himalayas. London, 1935. 264 pp.
- PAREKH, Navnit: An Attempt on Pumori. H. J. 1954. XVIII, p. 150—156. 1954.
- PARKER, R. N.: A Forest Flora for the Punjab with Hazara and Delhi. Lahore 1924 (I).
- PARKER, R. N.: Botanical Notes on some Plants of the Kali Valley. Ind. For. 50, p. 397—400. 1924 (II).
- PARKER, R. N.: Three new Spiraeas from the NW-Himalaya. Ind. For. 56, p. 105—108. 1930.
- PARKER, R. N.: List of Plants collected in West Nepal. For. Bull. 76, Bot. Ser., 1931. 9 p. Calcutta, 1932.
- PARKER, R. N.: 40 Trees — common in India. Delhi 1933.
- PARKER, R. N.: The Ecological Status of the Himalayan Fir Forests. (*Abies Pindrow* & *Picea Smithiana*). 150th Anniv. vol. of the Roy. Bot. Gardens, p. 125—128. Calcutta, 1942.
- PARNELL, R.: Hazara Forest Division, NW Frontier Province. Ind. For. 46, p. 224—233. 1920.
- PASCHINGER, Viktor: Schneegrenze in verschiedenen Klimaten. PME 173, Gotha. 93 pp. 1912.
- PATSCHKE, Wilhelm: Über die extratropischen ostasiatischen Coniferen und ihre Bedeutung für die pflanzengeographische Gliederung Ostasiens. Bot. Jahrb. f. Syst., Pflanzenesch. u. Pflanzengeogr., 48. Bd., p. 626—776. 1912.
- PAULSEN, Ove: Studies in the vegetation of Pamir. In: OLUFSEN, O.: Second Danish Pamir Expedition. Kopenhagen, 1920. 132 pp.
- PENCK, Albrecht: Zentralasien. Z. G. Erdkd. Berlin, 1931. p. 1—13.
- PEREIRA, Sir Cecil: Brigadier-General George Pereira's Journey to Lhasa. G. J. LXI, 124—130. 1923.
- PEREIRA, Sir Cecil: Peking to Lhasa (from the diaries of the late Brig.-Gen. George Pereira.) G. J. LXIV, p. 97—120. 1924.
- PETERMANN, August: Der Kintschindjunga und der Sikkim-Himalaya überhaupt. PM 1861, p. 3—11.
- PFANNL, H.: Eine Belagerung des Tschogo-Ri (K 2) in der Mustagh-Kette des Hinduksch (8720 m). Z. D. Ö. A. V., 35. Bd., p. 88—104, 1904.
- PILLEWIZER, W.: Deutsch-Österreichische Karakorum-Expedition 1954: 2. Die Arbeiten der wissenschaftlichen Gruppe. „Berge der Welt“ 1955, 29—35, München 1955.

- PITHAWALLA, M. B.: An Introduction to Kashmir, its geology and geography. Karachi 1953. 121 pp.
- POLUNIN, Oleg: An Expedition to Nepal. J. R. Hort. Soc. LXXV, 8, p. 302—315. 1950 (I).
- POLUNIN, Oleg: Plant Hunting in the Nepal Himalayas. Geogr. Mag., 23, 4, p. 132—147. 1950 (II).
- POLUNIN, Oleg: The Natural History of the Langtang Valley. A List of Plants collected during the 1949 Expedition to Central Nepal. In: TILMAN, H. W.: „Nepal Himalaya“. Cambridge, 1952; p. 242—263.
- POLUNIN, Oleg: Brief vom 15. 6. 1954 (I).
- POLUNIN, Oleg: Brief vom 24. 11. 1954 (II): Zentral- und West-Nepal.
- POLUNIN, Oleg: Brief vom 16. 2. 1955: Zentral- und West-Nepal.
- POLUNIN, Oleg: A Kashmir Journey. Gard. Chronicle, vol. 140/21, 546—547; vol. 140/24, 628—629; vol. 141/3, 66—67. 1956—1957.
- POTTINGER, E. & PRAIN, D.: Note on the Botany of the Kachin Hills. Rec. Bot. Surv. India I, p. 215—310. 1898.
- PRATT, A. E.: Two Journeys to Tatsienlu on the Eastern Border of Tibet. Proc. Roy. Geogr. Soc. XIII, p. 329—343. 1891.
- PRING, N. G.: Notes on Sheep Grazing in Coniferous Forests. Ind. For. 57, p. 481—485. 1931.
- PRITCHARD, B. E. A.: A Journey from Myitkyina to Sadya via the N'mai Hka and Hkamti Long. GJ. 43, p. 521—535, 1914.
- PRÖLSS, Marie: Der Induss, Versuch einer Landschaftsstudie. (Diss.) Dresdner Geogr. Stud., H. 1 Dresden 1931.
- PURI, G. S.: The Problem of Land Erosion and Landslips in the Hoshiarpur Siwaliks. Ind. For. 75, p. 45—51. 1949 (I).
- PURI, G. S.: Physical geology and forest distribution. Science and Culture, vol. 15, No. 5, p. 183—186. Nov. 1949. Calcutta, 1949, (II).
- PURI, G. S.: The distribution of conifers in the Kulu Himalayas with special relation to geology. Ind. For., April 1950.
- PURI, G. S. & GUPTA, A. C.: The Himalayan Conifers II. The ecology of humus in conifer forests of the Kulu Himalayas. Ind. For. 77, p. 55—63; 124—129. 1951.
- RAECHL, Walter (bearb. u. erg. v. L. Distel): Forschung am Nanga Parbat. Arbeit und vorläufige Ergebnisse des Geographen. Sonderveröff. Geogr. Ges. Hannover: Forsch. am Nanga Parbat, Dtsch. Him. Exp. 1934, p. 77—90. 1935.
- RAIZADA, Mukat Behari: New or Little-Known Plants from Kumaon. Ind. For. 60, p. 529—538. 1934.
- RAIZADA, M. B. & VAID, K. M.: Ferns of Nepal. Ind. For. 78, p. 576—581. 1952.
- RAWLING, C. G.: Exploration of Western Tibet and Rudok. GJ. 25, p. 414—429. 1905.
- REBITSCH, Mathias: Deutsch-Österreichische Karakorum-Expedition 1954: 1. Die Bergsteigergruppe. „Berge der Welt“ 1955, 19—28, München 1955.
- REHDER, A. & WILSON, E. H.: Enumeration of the ligneous plants collected by J. F. Rock on the Arnold Arboretum Expedition to Northwestern China and Northeastern Tibet. J. Arnold Arboretum, vol. IX, 1928, p. 4—27, 37—125. 1928.
- REINER, E.: Das Dehra Dun. Geogr. Rundschau, p. 490—493. 1950.
- REINER, E.: Das Dehra Dun. Ein Beitrag zur Landeskunde der Siwalik-Längstäler in Indien. PM 97, p. 1—12. 1953.
- REINER, E.: Vorderindien, Ceylon, Tibet, Nepal. Geogr. Jahrb. Bd. 61, Gotha 1954.
- RICHARDS, P. W.: The Tropical Rain Forest. (An Ecological Study). Cambridge, 1952.
- RICHTHOFEN, Ferdinand Freiherr von: China. Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien. (Bd. I—III.) Berlin 1877—1912.
- RITTER, Carl: Entwurf zu einer Karte vom ganzen Gebirgssystem des Himalaya nach den Quellenangaben. Berlin 1832.
- RITTER, Carl: Die Erdkunde von Asien. Band II: Der Nord-Osten und der Süden von Hoch-Asien, 4. Abschnitt: Der Südrand von Hoch-Asien, p. 407—1203. 1833. — Band III: Der Süd-Osten von Hoch-Asien; dessen Wassersysteme und Gliederungen gegen Osten und Süden, p. 1—424. 1834. — Band V: West-Asien; Übergang von Ost- und West-Asien, p. 1—320. 1837.
- ROBERTS, J. O. M.: Round about Dhaulagiri. Him. Journ. XIX, 98—108. 1955/56.

- ROBERTSON, G. S.: Kafiristan. GJ. IV, p. 193—218. 1894.
- ROBERTSON, Sir G. S.: The Káfirs of the Hindu-Kush. London 1896. 658 pp.
- ROBINSON, William: A descriptive Account of Asam with a sketch of the local Geography and a concise history of the Tea-Plant of Asam to which is added a short account of neighbouring tribes exhibiting their history, manners and customs. Calcutta & London, 1841. 421 pp.
- ROCK, Joseph R.: Through the great river trenches of Asia. The Nat. Geogr. Mag. L, 2, 133—186. Washington 1926.
- ROCK, Joseph R.: The ancient Na-khi kingdom of Southwest China. Harvard Univ. Press, Cambridge, Mass. 1947. (2 vol.)
- ROCKHILL, W. W.: Diary of a Journey through Mongolia and Tibet in 1891 and 1892. Washington, 1894. Darin: p. 381—385: HEMSLEY, W. Botting: app. III: Central Tibetan Plants; extract from J. of Linn. Soc. Bot. XXX, p. 131—140.
- ROEMER, Werner & ROSENSTIEL, Klaus von: Die landwirtschaftlichen Sammelarbeiten der Expedition und ihre Ergebnisse. In: Deutsche im Hindukusch, Ber. Dt. Hindukusch-Exp. 1935 der Dt. Forschgem., p. 55—97, Berlin 1937.
- ROERO, Osvaldo: Ricordi dei Viaggi al Cashemir, Piccolo e medio Thibet e Turkestan in varie escursioni fatte dall' anno 1853 al 1875. Torino, 1881. (3 Bde.)
- RONALDSHAY, Earl of: Lands of the Thunderbolt: Sikkim, Chumbi, and Bhutan. London 1923. 258 pp.
- ROSE, Archibald: Chinese Frontier of India. GJ. 39, p. 193—223. 1912.
- ROWBOTHAM, C. J.: Regeneration of Tropical Evergreen (Rain) Forest (in Assam). Proc. 3rd Silv. Conf., p. 115—132. 1929.
- ROXBURGH, William: Flora Indica; or Descriptions of Indian Plants. Serampore - Calcutta - London 1832. (3 vol.)
- ROYLE, J. F.: Illustrations of the Botany and other branches of the Natural History of the Himalayan Mountains, and of the Flora of Kashmere. London 1839—1840.
- RUBNER, Konrad: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Radebeul u. Berlin 1953. 584 pp.
- RÜBEL, Eduard: Geobotanische Untersuchungsmethoden. Berlin 1922. 291 pp.
- RÜBEL, Eduard: Pflanzengesellschaften der Erde. Bern u. Berlin 1930.
- RUPF, Elsa: Beiträge zur Chorologie des Laubmischwaldgürtels. Decheniana. Bonn 1952.
- RUTTLEDGE, Hugh: Notes on a visit to Western Tibet in 1926. GJ. 71, p. 431—438, 1928.
- RUTTLEDGE, Hugh: Everest 1933. London 1934. Darin: SHEBBEARE, E. O.: Natural History and Botany, p. 296—302. List of Plants collected in the Rongbuk Valley, p. 303—312.
- RUTTLEDGE, Hugh: The Mount Everest Expedition of 1936. GJ. 88, p. 491—523, 1936.
- SAHAI, R.: Trek to Gangotri (Source of the Ganga). Ind. For. 1953, p. 147—151.
- SALISBURY, E. J.: The Geographical Distribution of Plants in Relation to Climatic Factors. GJ. 67, p. 312—342, 1926.
- SAXTON, W. T.: Phases of Vegetation under Monsoon Conditions. Journ. of Ecol. XII, p. 1—38, 1924.
- SCHÄFER, Ernst: Berge, Buddhas und Bären. Berlin 1933. 316 pp.
- SCHÄFER, Ernst: Ornithologische Ergebnisse zweier Forschungsreisen nach Tibet. Journ. für Ornithologie, 86. Jahrg. 1938 (I).
- SCHÄFER, Ernst: Dach der Erde. Durch das Wunderland Hochtibet. Berlin 1938 (II). 292 pp.
- SCHÄFER, Ernst: Tibet ruft. Forschung und Jagd in den Hochgebirgen Osttibets. Tibetexpedition 1931/32. Berlin 1942.
- SCHÄFER, Ernst: Geheimnis Tibet. 1. Bericht der Deutschen Tibetexpedition Ernst Schäfer, 1938/39. München 1943. 184 pp.
- SCHÄFER, Ernst: Über den Himalaya ins Land der Götter. Braunschweig 1950. 200 pp.
- SCHATZ, Ruedi: AACZ-Expedition 1953 zum Dhaulagiri. „Berge der Welt“, p. 67—76. München 1954.
- SCHEIBE, Arnold: Organisation und Verlauf der Expedition (Tagebuch). In: „Deutsche im Hindukusch“, Bericht der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935 der Deutschen Forschungsgemeinschaft, p. 19—54. Berlin 1937 (I).

- SCHEIBE, Arnold: Die Landbauverhältnisse in Nuristan. In: „Deutsche im Hindu-kusch“, Bericht der Deutschen Hindu-kusch-Expedition 1935 der Deutschen Forschungsgemeinschaft, p. 98—140. Berlin 1937 (II).
- SCHELPE, E. A. C. L. E.: Ecological factors affecting vegetation in the Kangra Himalaya. Huitième Congrès Intern. de Botanique, Paris 1954. Rapport et communic. parvenus avant le Congrès aux sect. 7 et 8. Paris 1954.
- SCHENCK, Carl Alwin: Fremdländische Wald- und Parkbäume. 1. Band: Klima-sektionen und Urwaldbilder. Berlin 1939.
- SCHIMPER, A. F. W. — FABER, F. C. v.: Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1935.
- SCHLAGINTWEIT - SAKÜLÜNSKI, Hermann v.: Reisen in Indien und Hochasien. Bd. I—IV. Jena 1869—1880.
- SCHLAGINTWEIT - SAKÜLÜNSKI, Hermann v.: Die Pässe über die Kammlinien des Karakorum und des Künlün in Bäliti, Ladakh und im östlichen Turkistan. (Nach unseren Beobachtungen von 1856 und 1857 und den neueren Expeditionen). Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Klasse, Bd. XII, 1. Abt., p. 1—116. München 1875.
- SCHLAGINTWEIT - SAKÜLÜNSKI, Hermann v.: Der klimatische Charakter der pflanzengeographischen Regionen Hochasiens. Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Klasse, Bd. XII, 3. Abt., p. 197—243. München 1876.
- SCHLAGINTWEIT - SAKÜLÜNSKI, Hermann v.: Die Regenverhältnisse in Indien, nebst dem indischen Archipel, und in Hochasien. Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Klasse, Bd. XIV, Abt. 1/2, p. 101—252; 27—68. München 1881—1883.
- SCHLAGINTWEIT, Robert v.: Physikalisch-geographische Schilderung von Hoch-asien. PM. 1865, p. 361—377, 1865.
- SCHLAGINTWEIT, Emil: Tibet. PM. 50, p. 107—112, 1904.
- SCHMID, E.: Contribution to the knowledge of flora and vegetation in the Central Himalayas. Journ. Ind. Bot. Soc., XVII, 4, p. 269—278. Madras 1938.
- SCHNEIDER - CARIUS, Karl: Klimazonen und Vegetationsgürtel in tropischen und subtropischen Gebirgen. Erdkd. (Arch. f. wiss. Geogr.) 2, p. 303—313. 1948.
- SCHOMBERG, Reginald: The Yarkhun valley of Upper Chitral. Scott. Geogr. Mag., 50, p. 209—212. 1934.
- SCHOMBERG, Reginald: Between the Oxus and the Indus. London 1935.
- SCHOMBERG, Reginald: Unknown Karakorum. London 1936.
- SCHOMBERG, Reginald: North Karakorum: a journey in the Muztagh-Shaksgam Area. G.J. 109, p. 94—98. 1947 (I).
- SCHOMBERG, Reginald: The Bagrot Valley, Gilgit. H.J. 14, p. 72—75. 1947 (II).
- SCHOMBERG, Reginald: Eastern Ladakh from the Shyok to the Indus Valley. Scott. Geogr. Mag. 64, p. 89—92. 1948.
- SCHOTTKY, Ernst: Die Eichen des extratropischen Ostasiens und ihre pflanzen-geographische Bedeutung. Bot. Jahrb. 47, p. 617—707. 1912.
- SCHWARZGRUBER, Rudolf: Die Gangotrigruppe (Westl. Garwhalhimalaya). Z. D. A. V., Bd. 70, p. 21—31. 1939.
- SCHWEINFURTH, Ulrich: Über klimatische Trockentäler im Himalaya. Erdkunde (Archiv f. wiss. Geogr.) X/4, 297—302. 1956.
- SCHWEINFURTH, Ulrich: The distribution of vegetation in the Tsangpo Gorge. Oriental Geographer, vol. I/No. 1, Jan. 1957, 59—73. - 1957.
- SCHWEINFURTH, Ulrich: Über kartographische Darstellungen der Vegetation des Himalaya. Erdkunde (Archiv f. wiss. Geogr.) XII - 1958.
- SCOTT, John: Notes on the tree-ferns of British Sikkim, with descriptions of three new species and a few supplemented remarks on their relations to Palms and Cycads. Transact. Linn. Soc., vol. 30, p. 1—44, pl. 1—18. London 1874.
- SHEBBEARE, E. O.: The conifers of the Sikkim Himalaya and adjoining country. Ind. For. 1934, p. 710—713. 1934.
- SHERRING, Ch. A.: Western Tibet and the British Borderland. London 1906.
- SHIPTON, Eric: Survey work in the Nanda Devi region. H. J. 9, p. 74—87. 1937 (I).
- SHIPTON, Eric: More explorations round Nanda Devi. G.J. 90, p. 97—110. 1937 (II).
- SHIPTON, Eric: The Shaksgam expedition 1937. G.J. 91, p. 313—339. 1938.

- SHIPTON, Eric: Karakorum 1939. GJ. 95, p. 409—427. 1940. Darin: RUSSELL, R. Scott: Botanical Investigations.
- SHIPTON, Eric: The Everest „Tigers“. The Sherpas and their country. The Geogr. Mag., vol. 25, No. 4, p. 172—183. 1952 (I).
- SHIPTON, Eric: Everest. The 1951 reconnaissance of the southern route. GJ. 118, p. 117—141. 1952 (II).
- SHIPTON, Eric: The Mount Everest Reconnaissance Expedition 1951. London 1952 (III).
- SHIPTON, Eric: The expedition to Cho Oyu. GJ. 119, p. 129—139. 1953.
- SHOR, Jean & SHOR, Franc: At world's end in Hunza. The Nat. Geogr. Mag., vol. 104, No. 4 p. 485—518. 1953.
- SHUTTLEWORTH, H. Lee: Border countries of the Punjab Himalaya. GJ. 60, p. 241—268. 1922.
- SIEVERS, Wilhelm: Asien. (Allgemeine Länderkunde). Leipzig u. Wien 1904.
- SINGH, D. P.: Cultivation of Willows and Poplars in Lahaul. Ind. For. 76, p. 526—527. 1950.
- SINGH, D. P.: Kuth cultivation in Lahaul and its future. Ind. For. 77, p. 71—74. 1951.
- SINGH, Gurdial: Three months in Upper Garhwal and adjacent Tibet. Him. Journ. XIX, 3—17. 1955/56.
- SINGH, J.: Hoshiarpur forest division. Ind. For. 57, p. 121—125. 1931.
- SINGH, Jalmeja: Erosion in Kanawar, Upper Sutlej Valley. Ind. For. 60, p. 410—415. 1934.
- SINGH, Mian Moti: Deodar in Kulu. Ind. For. 19, p. 168—174. 1893.
- SINGH, Sher: The effect of climate on the conifers of Kashmir. Ind. For. 55, p. 189—203. 1929.
- SINGH, Sher: When wild life awakens in Kashmir. Ind. For. 57, p. 613—617. 1931.
- SINGH, Sher: Regeneration of fir forests of Pir Panjal, Kashmir. Ind. For. 74, p. 147—152. 1948.
- SINGH, Thakur J.: Note on ecological changes in the transitional belt between the wet zone and the dry zone in Kanawar. East Punjab Forestry Notes 1948, p. 1—36. 1948.
- SION, Jules: Asie des Moussons. Géographie Universelle, tome IX. Paris 1929.
- SKOTTSBERG, C.: Die Vegetationsverhältnisse längs der Kordillera de los Andes südlich von 41° s. Br. Bot. Ergebn. d. schwed. Exped. nach Patagonien und Feuerland 1907—1909. Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handl., Bd. 56, No. 5. 1916.
- SMITH, W. W. & CAVE, G. H.: The vegetation of the Zemu and Llonakh Valleys of Sikkim. Rec. Bot. Survey of India IV, 5, p. 141—260. 1911.
- SMITH, W. W.: Some additions to the flora of Eastern Himalaya. Rec. Bot. Survey of India IV, 5, p. 261—272. 1911.
- SMITH, W. W.: The alpine and subalpine vegetation of South-East Sikkim. Rec. Bot. Survey of India 4, p. 323—431. 1913.
- SMITH, W. W. & WARD, F. Kingdon: New species of *Primula* from Tibet. Notes from the Royal Bot. Gard. Edinburgh XV, p. 69—89. (Narrative and observations on distribution p. 89—97). Edinburgh 1926.
- SMYTHE, F. S.: Explorations in Garhwal around Kamet. GJ. 79, p. 1—16. 1932 (I).
- SMYTHE, F. S.: Kamet conquered. London 1932 (II). Darin: HOLDSWORTH, R. L.: The flowers of the Kamet and Badrinath Ranges (p. 348—371).
- SMYTHE, F. S.: The Valley of flowers. London 1938. 322 pp.
- SMYTHIES, E. A.: Geology and forest distribution. Ind. For. 45, p. 239—243, 1919, Ind. For. 46, p. 319—320, 1920.
- SMYTHIES, E. A.: Note on the miscellaneous forests of the Kumaon Bhabar. Forest Bulletin No. 45, Calcutta 1921.
- SMYTHIES, E. A. & HOWARD, S. H.: A sal yield table for the United Provinces with an account of the types and distribution of sal forest in the United Provinces. Ind. For. Rec. X, Pt. III. 1923.
- SMYTHIES, E. A.: The sal forests of Haldwani, North Kheri and Nepal. Ind. For. 1930, p. 243—250. 1930.
- SNELSON, Kenneth: The Dibibokri Basin . . . and beyond. H. J. 18, p. 110—117. 1954.
- SPATE, O. H. K.: India and Pakistan. London 1954. 827 pp.

- SPRECHER VON BERNEGG, Andreas: Tropische und subtropische Weltwirtschaftspflanzen: ihre Geschichte, Kultur und volkswirtschaftliche Bedeutung. Teil III: Genußpflanzen. Bd. 3: Der Teestrauch und der Tee. Stuttgart 1936.
- STAMP, L. Dudley: Notes on the vegetation of Burma. G.J. 64, p. 231—237. 1924.
- STAMP, L. Dudley: The vegetation of Burma from an ecological standpoint. (Univ. of Rangoon, Res. Monogr. No. 1). Calcutta 1925. 58 pp.
- STEBBING, E. P.: The forest of India. London 1923. (3 Bde.)
- STECHE, Hans: Indien und Pakistan. Berlin 1952.
- STEIN, Sir Aurel: Sir Aurel Stein's new expedition in Central Asia. G.J. 42, p. 540-545. 1913.
- STEIN, Sir Aurel: A third journey of exploration in Central Asia 1913/16. G.J. 48, p. 97—130; 193—229. 1916.
- STEIN, Sir Aurel: Alexander's campaign on the Indian North West frontier. G.J. 70, p. 417—440; 515—540. 1927.
- STEIN, Sir Aurel: On Alexander's trek to the Indus. London 1929.
- STEIN, Sir Aurel: From Swat to the georges of the Indus. G.J. 100, p. 49—56. 1942.
- STEINMETZ, Heinz & WELLENKAMP, Jürgen (†): Nepal — ein Sommer am Rande der Welt. Stuttgart 1956.
- STEINMETZ, Heinz: Vier im Himalaya. Stuttgart 1957. 209 pp.
- STEWART, John Lindsay: Notes on the flora of the country passed through by the expeditionary force under Brigadier-General Chamberlain, against the Mahsood Wuzeeris. April 17th to May 19th, 1860. J. R. G. S. 32, p. 316—334. 1862.
- STEWART, J. L.: Memoranda on the Peshawar Valley, chiefly regarding its flora. Journ. As. Soc. Bengal, 32, p. 219—266. 1863.
- STEWART, J. L.: The Sub-Sewalik tract with especial reference to the Bijnour Forest and its trees, and an account of their useful products. Journ. Agr. Hort. Soc. of Ind., vol. 13, p. 265—334. 1865.
- STEWART, J. L.: Journal of a botanizing tour in Hazara and Kaghan in April and May 1859. Journ. Agr. Hort. Soc. of Ind., vol. 14, p. 1—73. 1867.
- STEWART, J. L.: Notes of a botanical tour in Ladak and Western Tibet. Trans. Bot. Soc. Edinb., vol. 10, p. 207—239. 1869 (I).
- STEWART, J. L.: Punjab Plants. Lahore 1869. (II).
- STEWART, Ralph Randles: Flora of Ladakh, West Tibet. Bull. Torrey Bot. Club 43, p. 571—590; p. 625—650. 1916.
- STEWART, R. R.: Ferns of Kashmir. Bull. Torrey Bot. Club 72, p. 399—426. 1945.
- STEWART, R. R.: The ferns of Pahlgam, Kashmir. Journ. Ind. Bot. Soc. 30, p. 137-142. 1951.
- STOCKLEY, C. H.: The Tsarap Valley, Eastern Lahul. H. J. 4, p. 101—111. 1932.
- STOLICZKA, F.: Das Setledsch-Tal im Himalaya. PM. 1870, p. 8—12. 1870.
- STONE, S. J.: In and beyond the Himalayas. London 1896. 330 pp.
- STRABO (von Amaseia): Geographika (volumen tertium) recognovit Augustus Meineke. Leipzig 1898.
- STRACHEY, Henry: Physical Geography of Western Tibet. J. R. G. S. 23, p. 1—69. 1853.
- STRACHEY, Richard: On the physical geography of the provinces Kumaon and Garhwal in the Himalaya mountains, and of the adjoining parts of Tibet. J. R. G. S. 21, p. 57—85. 1851.
- STRACHEY, Sir Richard: Narrative of a journey to the Lakes Rakas-Tal and Manasarowar, in Western Tibet, undertaken in September, 1848. G.J. 15, p. 150—170; 243—264; 394—415. 1900.
- SURI, P. N.: The ecology and silviculture of the Himalayan spruce and silver fir. Ind. For. 59, p. 532—550. 1933.
- TAKAGI, M.: Manaslu, 8125 m. „Berge der Welt“, p. 59—66. München 1954.
- TANNER, H. C. B.: Our present knowledge of the Himalayas. Proc. Roy. Geogr. Soc., vol. 13, p. 403—423. 1891.
- TAYLOR, E. Mackenzie, METHA, M. L., HOON, R. C.: An investigation of some Bajrundi forest soils with reference to regeneration of spruce fir (*Picea Morinda*). Ind. For. 1934, p. 388—401, 1934. Reprint. in Ind. For. Rec. (New Series) Silviculture I, 2, 1935.

- TAYLOR, E. Mackenzie, MAHENDRU, J. D., MEHTA, M. L., HOON, R. C.: A study of the soils in the hill areas of the Kulu Forest Division, Punjab. Part I: An investigation of soil-profiles under deodar, spruce, blue pine and chir. Ind. For. Rec. (New Series) Silviculture I, 2, p. 289—332. 1935.
- TAYLOR, George: Plant collecting in South-Eastern Tibet. J. R. Hort. Soc. 72, part I, p. 130—144, part II, p. 166—177. 1947.
- TEICHMAN, Eric: Travels of a consular officer in Eastern Tibet. Cambridge 1922 (I). 248 pp.
- TEICHMAN, Eric: Journeys through Kam (Eastern Tibet). G.J. 59, p. 1—19. 1922 (II).
- TEMPLE, Sir Richard: The lake region of Sikkim, on the frontier of Tibet. Proc. R. G. S. III (N.S.), p. 321—340. 1881.
- TERRA, Helmut de: Geomorphologische Studien zwischen oberem Indus und südlichem Tarimbecken. Ztschr. f. Geomorphologie, Bd. 5, p. 79—131. Leipzig 1930.
- TERRA, Helmut de: A scientific exploration of the Eastern Karakoram and Zaskar Himalaya. H. J. 5, p. 33—45, 1933.
- TERRA, Helmut de: Durch Urwelten am Indus. Leipzig 1940.
- THEOPHRASTUS: Ἡερὶ φυτῶν ἱστορία — Enquiry into Plants (with an English translation by Sir Arthur Host.) London 1948.
- THOMAS, Lowell: Tibet im Gewitter. Berlin und Darmstadt 1951. 248 pp.
- THOMPSON, H. Gordon: From Yunnan-Fu to Peking along the Tibetan and Mongolian borders G. J. 67, 2—27, 1926.
- THOMSON, Thomas: Successful journey to the Karakoram Pass, in Central Asia. J. R. G. S. 19, p. 25—29. 1849.
- THOMSON, Thomas: Western Himalaya and Tibet; a narrative of a journey through the mountains of Northern India during the years 1847/48. London 1852. 501 pp.
- THOMSON, Thomas: Sketch of the climate and vegetation of the Himalaya. Journ. Agr. Hort. Soc. India 8, p. 14—26. 1854.
- TICHY, Herbert: Zum heiligsten Berg der Welt. Wien 1937. 192 pp.
- TICHY, Herbert: Land der namenlosen Berge. Wien 1954. 221 pp.
- TILMAN, H. W.: The Mount Everest Expedition of 1938. G.J. 92, p. 481—498. 1938. Darin: FISHER, C. E. C.: Note on the botanical collection.
- TILMAN, H. W.: Peaks of the Assam Himalaya. G.J. 94, p. 402—404. 1939.
- TILMAN, H. W.: Mount Everest, 1938. Cambridge 1948.
- TILMAN, H. W.: China to Chitral. Cambridge 1951 (I). 124 pp.
- TILMAN, H. W.: Explorations in the Nepal Himalayas. G.J. 117, p. 263—272. 1951 (II).
- TILMAN, H. W.: Nepal Himalaya. Cambridge 1952. 272 pp.
- TREBGE, Eckart: Die Grenzen des Monsuns in Asien. Diss., Jena 1937.
- TREVOR, C. G.: Sheep grazing in coniferous forests. Ind. For. 57, p. 541—542. 1931.
- TRINKLER, Emil: Tibet; sein geographisches Bild und seine Stellung im asiatischen Kontinent. Mitt. Geogr. Ges. München 15, p. 1—146. 1922.
- TRINKLER, Emil: Afghanistan. Eine landeskundliche Studie auf Grund des vorhandenen Materials und eigener Beobachtungen. PME 196, 1928. 80 pp.
- TRINKLER, Emil: Im Land der Stürme. Leipzig 1930.
- TRINKLER, Emil: Geographische Forschungen im westlichen Zentralasien und Karakorum-Himalaya. Wiss. Ergebn. d. Dr. Trinkler'schen Zentralasien-Expedition. Berlin 1932.
- TROLL, Carl: Reisen in den östlichen Anden Boliviens. PM. 1929, p. 180—188.
- TROLL, Carl: Gedanken und Bemerkungen zur ökologischen Pflanzengeographie. GZ. 41, p. 380—388. 1935.
- TROLL, Carl: Auszüge aus Tagebüchern:
1. Rawalpindi — Srinagar — Nanga Parbat und zurück;
 2. Dehra Dun;
 3. Siliguri — Darjeeling — Gangtok — Natu La und zurück;
Mai bis August 1937 (unveröffentlicht).
- TROLL, Carl: Der Nanga Parbat als Ziel deutscher Forschung. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1938, p. 1—26. 1938. (I).
- TROLL, Carl: Der Nanga Parbat als geographische Erscheinung. Bildbeilage Ztschr. f. Erdk. 6, H. 7. 1938 (II).

- TROLL, Carl: Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Begleitworte zur Vegetationskarte der Nanga-Parbat-Gruppe (NW-Himalaya) 1 : 50 000. Wiss. Veröff. Dtsch. Mus. f. Ldkd., N. F. 7, p. 151—180. Leipzig 1939.
- TROLL, Carl: Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge. Ber. der 23. Hauptversammlung der Ges. von Freunden und Förderern der Rhein. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, am 2. Nov. 1940, p. 49—96. Bonn 1941.
- TROLL, Carl: Neue Gletscherforschungen in den Subtropen der Alten und der Neuen Welt. Ztschr. Ges. f. Erdk. Berlin 1942, p. 54—65. 1942.
- TROLL, Carl: Thermische Klimatypen der Erde. PM. 1943, p. 81—89. 1943.
- TROLL, Carl: Der asymmetrische Aufbau der Vegetationszonen und Vegetationsstufen auf der Nord- und Südhalbkugel. Jahresber. Geobot. Forsch. Inst. Rübel in Zürich, p. 46—83. 1947.
- TROLL, Carl: Die Natur der Hochgebirge in den verschiedenen Klimazonen der Erde. Mitt. Naturf. Ges. Bern, N. F., Bd. 6, p. 1—3. 1949.
- TROLL, Carl: Der Vergleich der Tropenvegetation der Alten und der Neuen Welt. Pres. Addr. Proc. 7th Int. Bot. Congr. Stockholm 1950, p. 602—604. 1950 (I).
- TROLL, Carl: Die thermischen Klimatypen und das Vegetationsprofil der Erde. Pres. Addr. Proc. 7th Int. Bot. Congr. Stockholm 1950, p. 646—648. 1950 (II).
- TROLL, Carl: Tatsachen und Gedanken zur Klimatypenlehre. Festschrift J. Sölch, Geogr. Studien, p. 184—202. Wien 1951.
- TROLL, Carl: Das Pflanzenkleid der Tropen in seiner Abhängigkeit von Klima, Boden und Mensch. Wiss. Abh. Dtsch. Geographentag Frankfurt/Main 1951, p. 35-66. Remagen 1952.
- TROLL, Carl: Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation. (Studien zur Vegetations- und Landschaftskunde der Tropen III). Bonner Geogr. Abh., H. 9, p. 124—182. 1952.
- TROLL, Carl: Alpinismus und Wissenschaft. Naturwiss. Rundschau 1954, H. 8, p. 316—322. 1954.
- TROLL, Carl: Der Mount Rainier und das Mittlere Cascaden-Gebirge. Erdkunde (Archiv f. wiss. Geogr.), IX, H. 4, 264—274. 1955.
- TROLL, Carl: Über das Wesen der Hochgebirgsnatur. Jahrb. Dt. Alpen-Verein 1955, Alpenvereinszeitschrift Bd. 80, 142—157. 1955.
- TROLL, Carl: Das Wasser als pflanzengeographischer Faktor. Handb. d. Pflanzenphysiologie, Bd. III, 750—786. Heidelberg 1956.
- TROUP, R. S.: *Pinus longifolia* Roxb., a silvicultural study. The Indian Forest Memoirs, vol. I. Calcutta 1916. 126 pp.
- TROUP, R. S.: The Silviculture of Indian Trees. Oxford 1921.
- TURNER, J. E. C.: West Almora Division, U. P. Ind. For. 55, p. 578—586. 1929.
- TURNER, Samuel: An account of an Embassy to the court of the Teshoo Lama in Tibet containing a narrative of a journey through Bhootan and a part of Tibet. London 1800. 473 pp.
- TURILL, W. B.: Pioneer Plant Geography. The phytogeographical researches of Sir Joseph Dalton Hooker. (Lotsya — A Biological Miscellany, vol. 4). The Hague 1953.
- TYSON, J. B.: Oxford University Expedition to Tehri-Garhwal, 1952. HJ. XVIII, p. 87—92. 1954.
- UJFALVY, Karl Eugen von: Aus dem westlichen Himalaya. Leipzig 1884. 330 pp.
- „VAGRANT“: A high forest of *Quercus dilatata*. Ind. For. 13, p. 124—125. 1887.
- VAHID, S. A.: Pakistan. In: A World Geography of Forest Resources. Am. Geogr. Soc. Spec. Publ. No. 33, 1956, p. 441—454.
- VIGNE, G. T.: Travels in Kashmir, Ladakh, Iscardo, the countries adjoining the mountain-course of the Indus, and the Himalaya, north of the Panjab. London 1842. (2 Bde.) Bd. II, p. 440—462; ROYLE, J. Forbes: Observations on the vegetation and products of Afghanistan, Kashmir and Tibet.
- VIGNE, G. T.: A personal narrative of a visit to Ghuzni, Kabul, and Afghanistan, and of a residence at the court of Dost Mahomed. London 1843. 480 pp.
- VISSER, Ph. C.: Naar Himalaya en Karakorum. Rotterdam 1923. 154 pp.
- VISSER, Ph. C.: Zwischen Karakorum und Hindukusch. Leipzig 1928 (I). 288 pp.
- VISSER, Ph. C.: Bergsteigen im Karakorum. Die Alpen IV, p. 81—103, 1928 (II).

- VISSER, Ph. C.: Von den Gletschern am oberen Indus. *Ztschr. f. Gletscherk.* 16, p. 169—229. 1928 (III).
- VISSER, Ph. C. & VISSER-HOOFT, Jenny: Wissenschaftliche Ergebnisse der Niederländischen Expeditionen in den Karakorum und die angrenzenden Gebiete in den Jahren 1922, 1925 und 1929/30. Leipzig 1935—38.
- VISSER, Ph. C.: Meine 3. und 4. Expedition in den Karakorum. *Z. D. Ö. A. V.* 1937, p. 30—37.
- VOIGT, Martin: Kafiristan. Versuch einer Landeskunde auf Grund einer Reise im Jahre 1928. Diss. Breslau. *Geogr. Wochenschrift, Beih.* 2. Breslau 1933.
- VOLK, O. H.: Vegetationseindrücke in Afghanistan. *Vegetatio (Acta Geobotanica)* vol. III (1950), Fasc. 3, p. 210—212. 1951.
- VOLK, O. H.: Klima und Pflanzenverbreitung in Afghanistan. *Vegetatio*, vol. V—VI, 422—433 (Braun-Blanquet-Festschr.) 1954.
- WADDELL, L. A.: Among the Himalayas. London 1899. 452 pp.
- WADIA, D. N.: The trend-line of the Himalaya, its Northwest and South-East limits. *Him. Journ.* VIII, p. 63—69. 1936.
- WAGER, L. R.: The Arun river drainage pattern and the rise of the Himalaya. *GJ.* 89, p. 239—250. 1937.
- WAGNER, A.: Hangwind — Ausgleichsströmung — Berg- und Talwind. *M. Z.*, 49, 209—217, 1932 (I).
- WAGNER, A.: Neue Theorie des Berg- und Talwindes. *M. Z.*, 49, 329—341, 1932 (II).
- WALKER, J. T.: Four years' journeyings through Great Tibet, by one of the Trans-Himalayan explorers of the Survey of India. *Proc. Roy. Geogr. Soc.* 7, p. 65—92. 1885.
- WALLICH, N.: Tentamen Florae Nepalensis. Illustratae consisting of botanical descriptions and lithographical figures of selected Nipal plants. Printed and published at the Asiatic Lithographical Press. London 1826.
- WALTER, O. H.: The revised working plan for the Gali Forest of Hazara. *Ind. For.* 50, p. 495—498. 1924.
- WANG, Tehchih: Die Dauer der ariden, humiden und nivalen Zeiten des Jahres in China. *Tübinger geogr. u. geol. Abh., Reihe II, H. 7.* Öhringen 1941. 33 pp.
- WARD, Francis Kingdon: Through the Lutz Country to Menkong. *GJ.* 39, p. 582—592. 1912.
- WARD, F. Kingdon: The land of the blue poppy. Cambridge 1913 (I).
- WARD, F. Kingdon: Wanderings of a naturalist in Tibet and Western China. *Scott. Geogr. Mag.*, 29, 341—350, 1913 (II).
- WARD, F. Kingdon: Notes on a journey across Tsa-rung. *GJ.* 47, p. 45—51. 1916 (I).
- WARD, F. Kingdon: Glacial phenomena on the Yunnan-Tibet frontier. *GJ.* 48, p. 55—68. 1916 (II).
- WARD, F. Kingdon: The hydrography of the Yunnan-Tibet frontier. *GJ.* 52, p. 288—299. 1918.
- WARD, F. Kingdon: On the possible prolongation of the Himalayan axis beyond the Dihang. *GJ.* 54, p. 231—241. 1919 (I).
- WARD, F. Kingdon: On the Sino-Himalayan flora. *Transact. and Proc. of Bot. Soc. Edinb.*, vol. 27, p. 13—53. 1919 (II).
- WARD, F. Kingdon: The valleys of Kham. *GJ.* 56, p. 183—195. 1920.
- WARD, F. Kingdon: The Mekong-Salween Divide as a geographical barrier. *GJ.* 58, p. 49—56. 1921 (I).
- WARD, F. Kingdon: In farthest Burma. London 1921 (II). 303 pp.
- WARD, F. Kingdon: The distribution of floras in Southeast Asia as affected by the Burma Yunnan ranges. *Journ. Ind. Bot.* 1921, p. 20—26. 1921 (III).
- WARD, F. Kingdon: The glaciation of Chinese Tibet. *GJ.* 59, p. 363—369. 1922 (I).
- WARD, F. Kingdon: Through Western Yunnan. *GJ.* 60, p. 195—205. 1922 (II).
- WARD, F. Kingdon: From the Yangtse to the Irrawaddy. *GJ.* 62, p. 6—20. 1923 (I).
- WARD, F. Kingdon: The flora of the Tibetan marches. *J. Roy. Hortic. Soc.* 48, p. 201—212. 1923 (II).
- WARD, F. Kingdon: The mystery rivers of Tibet. London 1923 (III).
- WARD, F. Kingdon: The snow mountains of Yunnan. *GJ.* 64, p. 222—231. 1924 (I).
- WARD, F. Kingdon: From China to Hkamti Long. London 1924 (II). 312 pp.

- WARD, F. Kingdon: The romance of plant hunting. London 1924 (III). 275 pp.
- WARD, F. Kingdon: Mr. F. Kingdon Ward's eighth expedition in Asia. Verschiedene Fortsetzungen in: The Gardener's Chronicle (3rd series), Bd. 75—79. 1924—1926.
- WARD, F. Kingdon: The riddle of the Tsangpo-gorges. London 1926 (I). 324 pp.
- WARD, F. Kingdon: Explorations in South-Eastern Tibet. GJ. 67, p. 97—123. 1926 (II).
- WARD, F. Kingdon: Mr. F. Kingdon Ward's ninth and tenth expedition in Asia. Verschiedene Fortsetzungen in: The Gardener's Chronicle (3rd series), Bd. 80—86. 1926—1929.
- WARD, F. Kingdon: A note on deglaciation in Tibet. Geological Magazine 64, p. 278—281. 1927.
- WARD, F. Kingdon: Botanical explorations in the Mishmi Hills. H. J. I, p. 51—59. 1929.
- WARD, F. Kingdon: Botanical exploration: Mishmi Hills, Assam. Proc. Linn. Soc., London, 142nd session. p. 60—64. 1929—1930.
- WARD, F. Kingdon: The forests of the North-East frontier of India. Empire Forestry Journal, vol. 9, No. 1, p. 11—31. 1930 (I).
- WARD, F. Kingdon: The distribution of Primulas from the Himalaya to China, with description of some new species. Annals of Botany, London, vol. 44, p. 111—125. 1930 (II).
- WARD, F. Kingdon: The Seinghku and Delei valleys, North-East frontier of India. GJ. 75, p. 412—435. 1930 (III).
- WARD, F. Kingdon: Plant hunting on the edge of the world. London 1930 (IV). 383 pp.
- WARD, F. Kingdon: Plant hunting in the wilds. Pioneer Series. London 1931.
- WARD, F. Kingdon: Botanical exploration on the Burma-Tibet frontier. Proc. Linn. Soc., London, 144th session, p. 140—143. 1931—1932.
- WARD, F. Kingdon: Explorations on the Burma-Tibet frontier. GJ. 80, p. 465—483. 1932.
- WARD, F. Kingdon: Plant collecting at the source of the Irrawaddy. J. Roy. Hortic. Soc. 58, p. 103—114. 1933 (I).
- WARD, F. Kingdon: A naturalist's journey to the sources of the Irrawaddy. H. J. V, p. 46—47. 1933 (II).
- WARD, F. Kingdon: Explorations in Tibet, 1933. Proc. Linn. Soc., London, 146th session, p. 110—113. 1933—1934.
- WARD, F. Kingdon: A plant hunter in Tibet. London 1934 (I). 317 pp.
- WARD, F. Kingdon: The Himalaya east of the Tsangpo. GJ. 84, p. 369—397. 1934 (II).
- WARD, F. Kingdon: The Forest of Tibet. H. J. VII, p. 101—118. 1935 (I).
- WARD, F. Kingdon: A sketch of the botany and geography of Tibet. Journ. Linn. Soc., London, vol. 50, p. 239—265. 1935 (II).
- WARD, Francis K.: A sketch of the vegetation and geography of Tibet (The Hooker Lecture). Proc. Linn. Soc., 148th sess., pt. 3, 133—160, London 1935—1936.
- WARD, F. Kingdon: Across Southern Tibet. H. J. VIII, p. 124—129. 1936 (I).
- WARD, F. Kingdon: Botanical and geographical explorations in Tibet, 1935. GJ. 88, p. 385—413. 1936 (II).
- WARD, F. Kingdon: Plant Hunter's paradise. London 1937. 347 pp.
- WARD, F. Kingdon: The Irrawaddy Plateau. GJ. 94, p. 293—308. 1939 (I).
- WARD, F. Kingdon: Ka Karpo Razi: Burma's highest peak. H. J. IX, p. 74—88. 1939 (II).
- WARD, F. Kingdon: Botanical and geographical exploration in the Assam Himalaya. GJ. 96, p. 1—13. 1940 (I).
- WARD, F. Kingdon: Exploration in the Eastern Himalaya. J. Roy. Centr. As. Soc. 27, p. 211—220. London 1940 (II).
- WARD, F. Kingdon: Assam adventure. London 1941 (I).
- WARD, F. Kingdon: The Vernay-Cutting Expedition, Nov. 1938 to April 1939. Report of the vegetation and flora of the Hpimaw and Htawgaw Hills, Northern Burma. Brittonia IV, p. 1—19. 1941 (II).
- WARD, F. Kingdon: An outline of vegetation and flora of Tibet. Roy. Bot. Gardens, Calcutta, 150 th anniv. vol., p. 99—103. 1942.
- WARD, F. Kingdon: A sketch of the botany and geography of North Burma. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., vol. 44, p. 550—574, 1944; vol. 45 (I), p. 16—30, 1944; vol. 45 (II), p. 133—148, 1945.

- WARD, F. Kingdon: Additional notes on the botany of North Burma. Journ. Bombay Nat. Hist. Soc., vol. 46 (II), p. 381—390. 1946 (I).
- WARD, F. Kingdon: Botanical explorations in North Burma. J. Roy. Hort. Soc. 71, p. 318—325. 1946 (II).
- WARD, F. Kingdon: About this earth. London 1946 (III).
- WARD, F. Kingdon: Tibet as a grazing land. GJ. 110, p. 60—76. 1947.
- WARD, F. Kingdon: Burma's icy mountains. London 1949. 287 pp.
- WARD, F. Kingdon: Notes on the Assam earthquake. Nature, No. 4239 (Bd. 167, 130-131), Jan. 27, 1951.
- WARD, F. Kingdon: The Lohit valley in 1950. Proc. Linn. Soc. London, vol. 164, Part 1, p. 2—8. 1953 (I).
- WARD, F. Kingdon: The Assam earthquake of 1950. GJ. 119, p. 169—182. 1953 (II).
- WARD, F. Kingdon: Aftermath of the great Assam earthquake of 1950. GJ. 121, 290—303, 1955.
- WARD, F. Kingdon: Return to the Irrawaddy. London 1956. 224 pp.
- WATT, George. Notes on the vegetation etc. of Chumba State and British Lahoul; with description of new species. J. Linn. Soc. Bot. 18, p. 368—382. 1881.
- WEBBER, T. W.: The forests of Upper India and their inhabitants. London 1902. 344 pp.
- WEGENER, Georg: Die Entschleierung der unbekanntesten Teile von Tibet und die tibetische Centralkette. Festschr. f. F. Frh. v. Richthofen, p. 385—418. 1893.
- WEGENER, Georg: Tibet und die englische Expedition. Halle a. S. 1904. 147 pp.
- WEGENER, Georg: Zentral- und Ostasien. Handbuch d. Geogr. Wissensch. Potsdam 1937.
- WEIGOLD, H.: Südost-Tibet als Lebensraum. Jahrb. Geogr. Ges. Hannover, 1935, p. 203—247. 1935.
- WEIR, Thomas: High adventure in the Himalayas. The Nat. Geogr. Mag., vol. 102, p. 193—234. 1952.
- WEIR, Thomas: East of Katmandu. London, 1955. 138 pp.
- WELLBY, M. S.: Through unknown Tibet. London 1898. 440 pp.
- WENDELBO, Per: Plants from Tirich Mir. A contribution to the flora of Hindukush. Scientific Results of the Norwegian Expedition to Tirich Mir 1950, No. 1. Nytt Magasin for Botanikk, vol. 1, p. 1—70. Oslo 1952.
- WENDELBO, Per: Brief vom 20. 5. 1954.
- WERESCHAGIN, V. V.: Reiseskizzen aus Indien. I: Ost-Himalaya. Leipzig 1882. 80 pp.
- WHITE, J. Claude: Sikkim und Bhutan. (Twenty-one years on the North-East frontier, 1887—1908). London 1909. 332 pp.
- WHITE, J. Claude: Journeys in Bhutan. GJ. 35, p. 18—42. 1910.
- WIEN, K.: Die Wetterverhältnisse am Nanga Parbat während der Katastrophe auf der deutschen Himalaya-Expedition 1934. Met. Z. 1936, H. 1, p. 26—32. 1936.
- WIEN, K.: The ascent of Siniolchu and Simvu North Peak. H. J. IX, p. 58—73, 1937 (I).
- WIEN, K.: Sikkim, die deutsche Himalaya-Expedition 1936. Ztschr. f. Erdk. 1937, p. 586 bis 600. 1937 (II).
- WILLIAMS, L. H. J.: British naturalists in Nepal. „The Times“, No. 52 528, Jan. 24, 1953, p. 7. 1953 (I).
- WILLIAMS, L. H. J.: The 1952 Expedition to Western Nepal. J. Roy. Hort. Soc., vol. 78, part 9, p. 323—337. 1953 (II).
- WILLIAMS, L. H. J.: Brief aus Zentral-Nepal vom 11. 8. 1954.
- WILLIAMS, L. H. J.: Brief vom 19. März 1955.
- WILLIAMSON, Noël: The Lohit-Brahmaputra between Assam and South-Eastern Tibet, November, 1907 to January, 1908. GJ. 34, p. 363—383. 1909.
- WILSON, Ernest Henry: A naturalist in Western China with vasculum, camera, and gun. London 1913.
- WISSMANN, Hermann von: Die quartäre Vergletscherung in China. Ztschr. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1937, p. 241—262. 1937 (I).
- WISSMANN, Herman von: Begleitworte zu einer Niederschlagskarte von China. Ztschr. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1937, p. 38—43. 1937 (II).

- WISSMANN, Hermann von: Die Klimate Chinas im Quartär. GZ. 1938, p. 321—340. 1938.
- WISSMANN, Hermann von: Die Klima- und Vegetationsgebiete Eurasiens. (Begleitworte zu einer Karte der Klimagebiete Eurasiens). Ztschr. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1939, p. 1—14. 1939.
- WISSMANN, Hermann von: Pflanzenklimatische Grenzen der warmen Tropen. Erdkunde (Archiv f. wiss. Geogr), Bd. 2, p. 81—92. 1948.
- WOEIKOF, A.: Der tägliche Gang der Temperatur und Hydrometeore in Nordindien. Met. Z. 11, p. 403—411. 1894.
- WOEIKOF, A.: Das sommerliche asiatische Luftdruckminimum. Met. Z. 21, p. 502—510. 1904.
- WOLLASTON, A. F. R.: The natural history of South-western Tibet. GJ. 60, p. 5—20. 1922 (I).
- WOLLASTON, A. F. R.: Natural history. In: HOWARD-BURY, C. K.: Mt. Everest: The reconnaissance, 1921. London 1922 (II).
- WORKMAN, Fanny Bullock: First exploration of the Hoh Lumba and Sosbon glaciers. GJ. 27, p. 129—144. 1906.
- WORKMAN, Fanny Bullock: The Hispar glacier. GJ. 35, p. 105—132. 1910.
- WORKMAN, Fanny Bullock: The exploration of the Siachen or Rose Glacier, Eastern Karakoram. GJ. 43, p. 117—148. 1914.
- WORKMAN, William Hunter: From Srinagar to the Sources of the Chogo Lungma Glacier. GJ. 25, p. 245—268. 1905.
- WORKMAN, William Hunter: An exploration of the Nunkun Mountain Group and its glaciers. GJ. 31, p. 12—42. 1908.
- WORKMAN, William Hunter: Physical characteristics of the Siachen Basin and Glacier-System. GJ. 43, p. 273—292. 1914.
- WRIGHT, H. L.: The forests of Kashmir. Emp. For. Journ., vol. 10, No. 2, p. 182—189. 1931.
- WYNTER-BLYTH, M. A.: A naturalist in the North-West Himalaya. J. Bomb. Nat. Hist. Soc., vol. 50, No. 2, p. 344—354; vol. 50, No. 3, p. 559—572. 1951.
- WYSS-DUNANT, Ed.: The First Swiss Expedition to Mount Everest, 1952. GJ. 119, p. 266—279. 1953.
- YOUNG, E. C.: A journey from Yün-nan to Assam. GJ. 30, p. 152—180. 1907.
- YOUNGHUSBAND, F. E.: A journey across Central Asia, from Manchuria and Peking to Kashmir, over the Mustagh Pass. Proc. Roy. Geogr. Soc. 10, p. 486—518. 1888.
- YOUNGHUSBAND, F. E.: Chitral, Hunza, and the Hindukush. GJ. 5, p. 409—426. 1895.
- YOUNGHUSBAND, F. E.: The heart of a continent. London 1896. 402 pp.
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: The geographical results of the Tibet Mission. GJ. 25, p. 481—498. 1905.
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: India and Tibet. London 1910. 455 pp.
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: Kashmir. London 1924 (I), 238 pp.
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: Wonders of the Himalaya. London 1924 (II), 210 pp.
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: The problem of the Shaksgam Valley. GJ. 68, p. 225—235; 1926 (I).
- YOUNGHUSBAND, Sir Francis: The epic of Mount Everest. London 1926 (II).
- ZAHN, G. W. von: Die Mount Everest-Gruppe. Z. D. Ö. A. V. 1924, p. 149—172; 1924.
- ZIMMERMANN, Albert: Botanique. In: LOBSIGER-DELLENBACH, M. - LOMBARD, A. - ZIMMERMANN, A.: Himalaya du Nepal; Genève 1952, p. 29—32.
- ZIMMERMANN, Albert: Pflanzen an der obersten Grenze der Vegetation. „Berge der Welt“, München 1953, p. 130—136.
- ZON, Raphael & SPARHAWK, William N.: Forest resources of the world. London 1923.
- ZUGMAYER, Erich: Eine Reise durch Zentralasien im Jahre 1906. Berlin 1908, 441 pp.

Atlanten und Kartenwerke.

a) Atlanten :

- 1845 BERGHAUS, Heinrich: Physikalischer Atlas oder Sammlung von Karten, auf denen die hauptsächlichsten Erscheinungen der anorganischen und organischen Natur nach ihrer geographischen Verbreitung und Vertheilung bildlich dargestellt sind. Gotha 1845, 1. Aufl., 5. Abt., No. 1; 1851, 2. Aufl., 5. Abt., No. 1; 1886, 3. Aufl., 5. Abt., No. 5, Bl. 48 (bearb. v. O. DRUDE).
- 1928 The OXFORD ADVANCED ATLAS; 3rd edit., p. 64. London 1928.
- 1946 The UNIVERSITY ATLAS; 5th edit., p. 59. London 1946.
- 1948 SCHWEIZERISCHER MITTELSCHULATLAS; 9. Aufl. (Jubiläumsausgabe 1898—1948), p. 85. Zürich 1948.
- 1951 The OXFORD ATLAS; p. XXIV. Oxford & London 1951.
- 1952 Die STAATEN DER ERDE UND IHRE WIRTSCHAFT; p. 69—70, 73—74. Leipzig 1952; 2. Aufl. 1957.
- 1953 The ADVANCED ATLAS OF MODERN GEOGRAPHY; p. 28. London 1953.
- 1953 ÖSTERREICHISCHER MITTELSCHULATLAS; (78. Aufl.), p. 92—93. Wien 1953.
- 1953 OXFORD ECONOMIC ATLAS FOR INDIA and CEYLON; p. 38/39. Oxford and London 1953.
- 1954, 1955 ATLAS ZUR ERDKUNDE; 1. und 2. Aufl., p. 84—85. Heidelberg 1954, 1955.

b) Kartenwerke :

Internationale Weltkarte: 1 : 1 000 000:

Blatt J 42	Samarkand	G 44	Allahabad
I 42	Kabul	H 45	Tsangpo
J 43	Jarkand	G 45	Bihar
I 43	Srinagar	H 46	Lhasa
H 43	Delhi	G 46	Assam
I 44	West-Tibet	H 47	Upper Mekong
H 44	Bareilly (Manasarowar)	G 47	Tali.

Survey of India: verschiedene Blätter: 1 : 253 440 (1 inch to 4 miles), 1 : 126 720 (1 inch to 2 miles); 1 : 63 360 (1 inch to 1 mile).

Schweizerische Stiftung für alpine Forschung: Sikkim-Karte, 1 : 150 000; 1951.

— Garhwal - Himalaya - Ost, 1 : 150 000; 2. Aufl. 1955.

c) Wandkarten :

BROCKMANN-JEROSCH, H.: Vegetation der Erde. Gotha 1935.

MAULL, O.: Die Vegetationsgebiete der Erde. Braunschweig 1954.

Summary

The idea of attempting a geographical survey of the vegetation of the Himalayas was conceived when in 1937 Professor C. TROLL was travelling in the north-western and eastern parts of the hills (Nanga Parbat, Sikkim). The character of the vegetation in both these parts of the mountains is entirely different and demands a transition from W to E (or from E to W). Furthermore it was also clear, both in the NW and in the E, that there is a change in the nature of the vegetation going from S to N as well as a transition in the vertical arrangement of the various belts of vegetation. TROLL's observations and the general conception of the contrary nature of the plains of India in the S and the Tibetan highlands in the N, the wet tropical rain-forest of Assam in the E and the desert-like regions of Afghanistan in the NW and of the vertical gradation from tropical conditions along the foot-hills to alpine conditions high up in the mountains, represent the basis of this thesis, the object of which has been to check and to fill out this generally known frame-work in a careful regional analysis based on the data contained in the prolific literature and on a number of particularly valuable personal discoveries.

A map has been drawn on a scale of 1 : 1 000 000 showing the regional distribution of the Himalayan vegetation on the basis of the types of vegetation classified during the work on this subject. This map gives a clear idea of the great contrast between the southern slope of the main Himalayan range and the Tibetan highland in the N and it furthermore reveals the gradual transition in the vegetation from W to E (or E to W). Eight cross-sections of important parts of the mountain system help to give a better appreciation of the vertical arrangement of the vegetation.

Regional analysis and description of the types of vegetation under discussion constitute the main part of this paper which is introduced by general remarks about the material used, the method employed and the bounds of the Himalayan regions under consideration. There is also a brief survey of the history of research in the plant geography of the Himalayas, the beginnings of which can be traced as far back as Alexander the Great's campaign in India. The main part is followed by a concluding chapter which summarises the results of the work undertaken and deals with certain phenomena of particular interest with special reference to the whole Himalayan area, e. g. dry valleys, the influence of aspect, the position of the tree-line and the influence of man on natural vegetation.

This paper on the distribution of vegetation in the Himalayas has, I believe, met the following needs: a compilation of the literature of the plant

geography of the area has been made and is, on the whole, complete up to and including 1956; a comprehensive survey of the vegetation of the Himalayas has been carried out; a map (1 : 1 000 000) has been designed and published (1 : 2 000 000). On it the regional distribution of the vegetation is demonstrated. The areas in which our knowledge of the vegetation still has great gaps have been clearly shown up and the way has been paved for advances in the researches concerning these parts.

Résumé

Les impressions que le professeur TROLL a, en 1937, rapportées de ses voyages dans les parties NW et E de l'Himalaya (Nanga Parbat, Sikkim), ont donné l'idée d'essayer d'étudier la végétation de l'Himalaya du point de vue de la géographie. Le caractère fondamentalement différent de la végétation dans ces deux parties de la montagne implique, semble-t-il, une transition dans la végétation en allant de l'Est à l'Ouest, ou inversement. Mais également les observations font apparaître, du côté NW comme du côté E, des changements de végétation du S vers le N et dans le sens vertical. Un ensemble de considérations est au point de départ de ce travail, d'une part les observations faites par M. TROLL et d'autre part des données générales. Ces dernières sont au nombre de trois: premièrement la nature opposée de la plaine indoue au S et du plateau tibétain au N, deuxièmement la nature opposée des forêts humides tropicales de l'Assam à l'Est et des territoires désertiques de l'Afghanistan au NW, et enfin troisièmement la gradation verticale existante qui va du caractère tropical au pied à celui alpin des sommets. Une analyse consciencieuse de chaque région, basée sur des recherches bibliographiques et sur une série de communications personnelles particulièrement dignes de foi, devait remplir et prouver ce cadre généralement connu.

On a essayé d'établir une représentation cartographique au 1 : 1 000 000 de la répartition de la végétation de l'Himalaya, et cela à l'aide des types de végétation tels qu'ils résultaient de l'étude du sujet. Cette carte fait apparaître clairement le contraste extraordinaire existant entre le versant méridional de l'Himalaya et le haut-plateau tibétain au N, ainsi que la transition lente de la végétation de l'Est vers l'Ouest. Huit coupes, pour des parties importantes de la chaîne, éclairent l'étude de la répartition verticale de la végétation.

Une analyse régionale et une étude des types de végétation forment la partie centrale de ce travail. L'introduction comporte des observations générales sur la raison d'être et les méthodes de cette étude, fixe une limite à l'Himalaya et, en outre, donne une vue d'ensemble sur les recherches effectuées dans l'Himalaya à propos de la géographie des plantes, recherches que l'on peut faire remonter à l'expédition d'Alexandre le Grand vers l'Inde. Une observation globale de la montagne permet, dans un chapitre de conclusion, de regrouper les résultats, obtenus par l'étude de la géographie des plantes et fait ressortir quelques phénomènes particulièrement intéressants tels que vallées déséchées par suite de changements climatiques, différences d'exposition, limite de forêt et action de l'homme sur la végétation naturelle.

Ce travail sur la répartition de la végétation dans l'Himalaya donne les résultats suivants: tout ce qui a été écrit, jusqu'en 1956, sur la géographie des plantes de cette montagne est ici rassemblé, une étude globale de la végétation de l'Himalaya qui jusqu'à présent était inexistante, est maintenant réalisée, une carte tracée au 1 : 1 000 000 et publiée ici au 1 : 2 000 000 montre clairement la répartition spaciale de la végétation. Mais également, dans notre connaissance de la végétation de cette montagne, existent des lacunes qui apparaissent nettement et lesquelles, il faut l'espérer, ouvriront la voie à des recherches futures.

Resumen

El motivo de intentar una consideración geográfica de la vegetación del Himalaya, lo han dado las impresiones recogidas en 1937 por el profesor TROLL, durante sus viajes al Himalaya oriental y noroccidental (Nanga Parbat, Sikkim). El caracter radicalmente diverso de la vegetación en estos dos sectores de la cordillera postula una transición de la vegetación de E a O, o, si se quiere, en sentido contrario. Pero las observaciones permiten también reconocer, tanto en el NO como en el O, el cambio en la dirección S-N y el escalonamiento de la vegetación en la vertical. Juntamente con las ideas generales sobre el opuesto caracter de la llanura indica al S y de las altas tierras tibetanas al N, de la pluvisilva húmedo-tropical de Assam al E y de la zona desértica de Afghanistan al NO, y de un escalonamiento vertical de la vegetación desde la zona tropical del piedemonte hasta la región de alturas alpinas, el punto de partida de este trabajo han sido las observaciones de TROLL, y su objetivo, compulsar y colmar este marco universalmente conocido, mediante un meticuloso análisis regional a base de la literatura científica existente y de una serie de comunicaciones personales singularmente valiosas.

Con ayuda de los tipos de vegetación que han resultado des estudio de la materia, se ha ensayado una representación cartográfica de la distribución de la vegetación en el Himalaya a escala 1 : 1.000.000, la cual da una visión expresiva del imponente contraste entre la vertiente meridional del Himalaya y las altas tierras tibetanas al N, y pone claramente de manifiesto el tránsito gradual de la vegetación en la dirección E—O (O—E). Ocho perfiles de importantes secciones de la cordillera sirven de base al estudio del escalonamiento vertical.

La parte principal de este trabajo la constituyen los análisis regionales y la caracterización de los tipos de vegetación, a los que precede una serie de consideraciones generales sobre fundamentos, método y delimitación regional, así como una visión de conjunto sobre la historia de las investigaciones geobotánicas en el Himalaya, las cuales se inauguran con las expediciones de Alejandro Magno a la India. Tras la parte principal, el remate lo constituye un capítulo en el que, a la vista de la cordillera como un todo, se resumen los resultados geobotánicos y se estudian a este respecto algunos fenómenos especialmente interesantes, tales como valles secos de origen climático, diferencias de exposición, situación del límite arbóreo e influencia del hombre sobre la vegetación natural.

Con este trabajo sobre la distribución de la vegetación en el Himalaya parecen haberse satisfecho las siguientes exigencias: ha sido recopilada la bibliografía fitogeográfica sobre la cordillera hasta el año 1956; se ha

llevado a cabo una elaboración de conjunto — hasta la fecha inexistente — de la vegetación del Himalaya, confeccionándose un mapa a escala 1 : 1.000.000 (publicado aquí en 1 : 2.000.000) que expresa gráficamente la distribución regional de la vegetación. Pero al mismo tiempo se ponen también claramente de manifiesto las lagunas que existen en nuestro conocimiento de la vegetación de la cordillera. Que ellas indiquen el camino a seguir por las futuras investigaciones.

Резюме

Поводом для разработки географической характеристики растительности Гималайских гор послужили впечатления, которые зарегистрировал профессор ТРОЛЛЬ во время своих экспедиций в северо-западной и восточной частях этой горной системы в 1937 году; совершенно различным характером растительности в этих двух частях Гималайских гор обуславливается изменение растительности с востока на запад (и наоборот); в то же время наблюдения выявили, как на северо-западе, так и на востоке, изменение растительности в направлении с юга на север, а также и разнообразную зональность растительности в вертикальном направлении.

Совместно с общими представлениями о контрастах природы в Индо-Гангской низменной равнине на юге и в Тибетском плоскогорье на севере, о тропических влажных лесах Ассама на востоке и пустынных ландшафтах Афганистана на северо-западе, а также и о вертикальной поясности, простирающейся от тропических до высотных альпийских условий, наблюдения ТРОЛЛЯ являются исходным пунктом настоящей работы, которая, добросовестно анализируя отдельные долины Гималайской горной системы на основе данных существующей литературы, но и целого ряда чрезвычайно ценных личных сообщений, поставила себе задачей проверить рамки общеизвестных положений и восполнить их более точными данными.

При помощи типов растительности, выявившихся при изучении собранного материала, было построено картографическое изображение распространения растительности в Гималайских горах в масштабе 1:1 000 000, дающее убедительное представление об ошеломляющем контрасте между южными склонами Гималайских гор и Тибетским плоскогорьем на севере, а также и о постепенном переходе растительности с востока на запад (с запада на восток), в то время как восемь профилей способствуют изучению вертикальной поясности в важнейших частях этой горной системы.

Анализ отдельных долин и характеристика типов растительности вышеозначенной горной системы составляют главную часть выпускаемой работы; в введении находятся общие замечания об основах, о методе и о пространственном ограничении работы, кроме того дается исторический обзор ботанико-географических исследо-

ваний в Гималайской горной системе, восходящих к Индийскому походу Александра Македонского. В заключительной главе составлены ботанико-географические результаты по отношению к Гималайской системе в целом, при чем подвергаются систематической оценке некоторые явления ботанической географии, представляющие особенный интерес, как например: сухие долины, различные экспозиций, граница леса и воздействие человека на природу и ее естественную растительность.

Предлагаемая работа о распространении растительности в Гималаях, по всей вероятности, смогла удовлетворить следующим требованиям: собрана литература по ботанической географии Гималайских гор до 1956 года; впервые обработано общее, подробное описание растительности этой горной системы, которого до сих пор не доставало; разработана карта в масштабе 1 : 1 000 000, которая публикуется здесь в масштабе 1 : 2 000 000 и дает ясное представление о пространственном распространении растительности. А там, где в наших познаниях о растительности Гималайских гор проявляются пробелы, они ярко вырисовываются на карте и указывают пути, по которым должны пойти последующие исследования.

(Перевод с немецкого: Доктор Георгий Кандлер.)

Mittlere monatliche und jährliche Niederschlagsmengen im Bereich des Himalaya

Station	φ	λ	Höhe m	Niederschlag in mm												Jahr	Ref.
				II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
Jelalabad	34° 30'	70° 28'	622	26	25	33	29	8	2	2	6	4	3	3	6	147	VOLK 1954 (n. STENZ)
Peshawar	34° 0'	71° 33'	370	41	31	49	42	21	14	33	50	20	4	12	13	330	TREBGE 1937
Drosh	35° 34'	71° 47'	1465	35	40	95	104	49	16	15	16	18	32	9	30	459	WENDELBO 1952
Rawalpindi	33° 38'	73° 5'	436	63	55	58	48	30	53	183	200	83	15	10	25	823	CHAMPION 1936
Murree	33° 54'	73° 27'	1903	80	87	105	97	80	102	305	347	125	37	25	32	1422	SCHENCK 1939
Srinagar	34° 6'	74° 51'	1586	68	71	91	96	58	38	56	58	40	30	10	38	654	SCHENCK 1939
Gurais	34° 38'	74° 51'	2643	136	189	228	169	112	60	56	85	47	62	26	69	1239	PITHAWALLA 1953
Sonamarg	34° 19'	75° 19'	2750	258	233	335	248	137	72	89	91	76	63	39	141	1782	PITHAWALLA 1953
Gilgit	35° 35'	74° 22'	1630	6	7	20	24	20	9	10	14	10	6	1	3	130	PITHAWALLA 1953
Skardu	35° 18'	75° 37'	2502	22	17	26	24	24	6	10	9	10	4	2	10	164	PITHAWALLA 1953
Leh	34° 6'	77° 42'	3506	10	8	8	5	5	5	13	3	8	5	0	5	75	SCHENCK 1939
Simla	31° 6'	77° 12'	2114	37	37	77	82	95	192	440	452	135	22	12	20	1601	SCHENCK 1939
Kilba	31° 40'	79° 0'	1525	92	90	130	87	62	37	90	72	67	20	27	32	806	SCHENCK 1939
Pu	31° 46'	78° 35'	3000	52	54	81	56	23	6	15	14	13	13	8	18	353	GORRIE 1933, I
Dehra Dun	30° 19'	78° 1'	672	50	47	32	17	35	205	612	572	225	17	2	12	1826	SCHENCK 1939
Almora	29° 40'	79° 30'	1677	52	47	50	27	52	142	260	247	130	32	5	15	1059	SCHENCK 1939
Ranikhet	29° 38'	79° 29'	1820	60	55	52	35	57	147	325	337	167	37	10	20	1302	SCHENCK 1939
Chakrata	30° 40'	77° 55'	2115	100	95	87	57	65	195	495	457	177	37	17	37	1819	SCHENCK 1939
Jalpaiguri	26° 32'	88° 45'	90	8	18	35	93	280	592	783	625	497	122	5	3	3061	CHAMPION 1936
Kurseong	26° 54'	88° 17'	1640	18	28	45	100	295	822	1090	860	612	142	13	8	4033	CHAMPION 1936
Kalimpong	27° 4'	88° 29'	1200	15	20	38	73	138	437	597	475	313	80	15	8	2209	CHAMPION 1936
Darjeeling	27° 3'	88° 15'	2266	15	27	45	97	217	622	807	652	460	112	20	5	3079	SCHENCK 1939
Dibrugarh	27° 29'	94° 55'	105	38	66	125	247	327	472	530	467	470	138	23	15	2918	CHAMPION 1936
Lhasa	29° 48'	91° 2'	3730	0	1	9	4	131	159	656	451	182	7	0	0	1600	FLOHN 1947 (Periode von 4 Jahren mit außergewöhnlich hohen Niederschlägen).

Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde

Herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn
durch C. Troll und F. Bartz

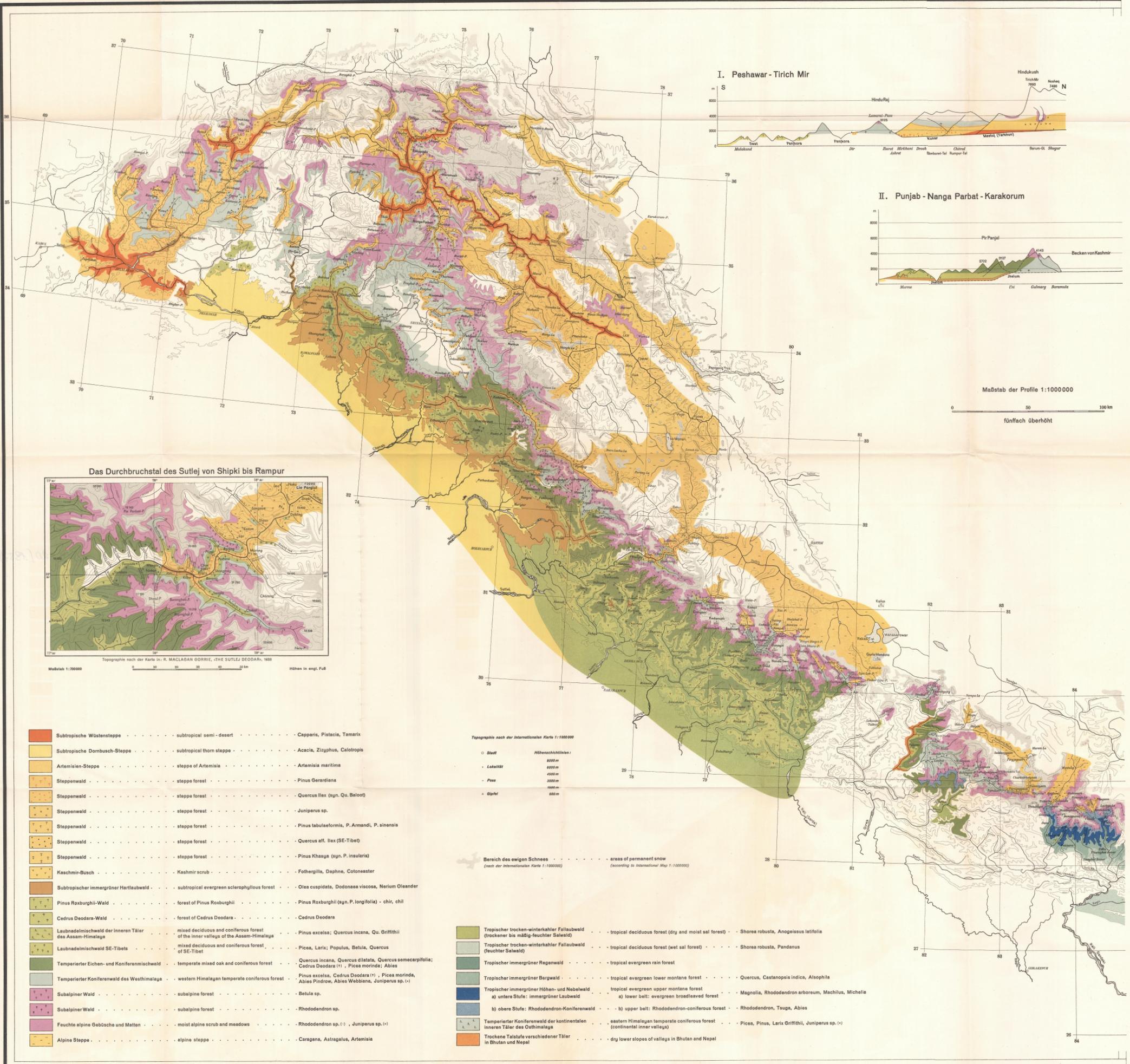
Schriftleitung: Helmut Hahn

- Heft 1: *Straka, Herbert*: Zur spätquartären Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. 1952. 116 S., 7 Abb., 5 Tafeln und 23 Tabellen. DM 5.—
- Heft 2: *Kötter, Heinrich*: Die Textilindustrie des deutsch-niederländischen Grenzgebietes in ihrer wirtschaftsgeographischen Verflechtung. 1952. 86 S. und 16 Abb. DM 3.50
- Heft 3: *Schwickerath, Hildegard*: Die Basaltindustrie zwischen Rhein, Sieg und Wied. 1953. 59 S., 13 Abb. und 1 Kartenbeilage. DM 3.50
- Heft 4: *Sins, Gabriele*: Die Baumschulen des Rheinlandes mit besonderer Betonung der Verhältnisse von Meckenheim. 1953. 69 S., 14 Abb. und 2 Kartenbeilagen. DM 4.—
- Heft 5: *Schneider, Matthias*: Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft im Gebiet der Erftquellflüsse (Nordeifel). 1953. 89 S. und 30 Abb. DM 5.—
- Heft 6: *Kremer, Elisabeth*: Die Terrassenlandschaft der mittleren Mosel als Beitrag zur Quartärgeschichte. 1954. 100 S., 28 Abb., 11 Profile, 5 Tab. und 2 Karten im Anhang. DM 5.—
- Heft 7: *Emonds, Hubert*: Das Bonner Stadtklima. 1954. 64 S., 35 Abb. und 6 Tabellen. DM 4.—
- Heft 8: *Barners, Ernst*: Landnutzung und agrargeographische Struktur des Bitburger Landes. 1955. 83 S., 40 Abb., 11 Tab. und 1 mehrfarbige Nutzflächenkartierung als Beilage. DM 6.—
- Heft 9: *Kufferath-Sieberin, Günter*: Die Zuckerindustrie der linksrheinischen Bördenlandschaft. 1955. 44 S., 13 Abb. und 3 mehrfarbige Kartenbeilagen. DM 5.—
- Heft 10: *Heyn, Erich*: Zerstörung und Aufbau der Großstadt Essen. 1955. 149 S., 22 Abb., 15 Bilder im Anhang und 1 Kartenbeilage. DM 6.—
- Heft 11: *Herzog, Wilhelm*: Die Rieselfeldkulturen der Stadt Dortmund. Kultur-geographische Auswirkungen städtischer Abwasserwirtschaft. 1956. 58 S., 15 Abb., 12 Diagramme und 1 mehrfarbige Karte. DM 6.—
- Heft 12: *Ballensiefen, Willi*: Die Agrarlandschaft der Wittlicher Senke und ihrer Nachbargebiete. 1957. 137 S., 67 Abb., 16 Tab. im Anhang und 2 Bodennutzungskarten als Beilage. DM 8.—

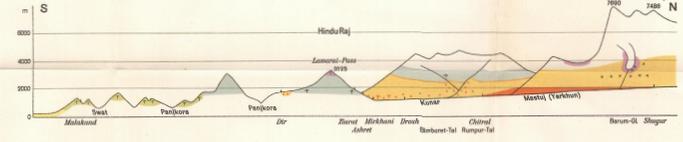
In Vorbereitung:

- Heft 13: *Pley, Herbert*: Der Garten- und Feldgemüsebau am mittleren Niederrhein.

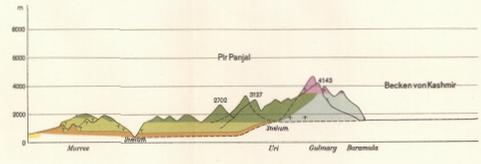
In Kommission bei Ferd. Dünnlars Verlag Bonn



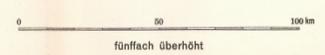
I. Peshawar - Tirich Mir



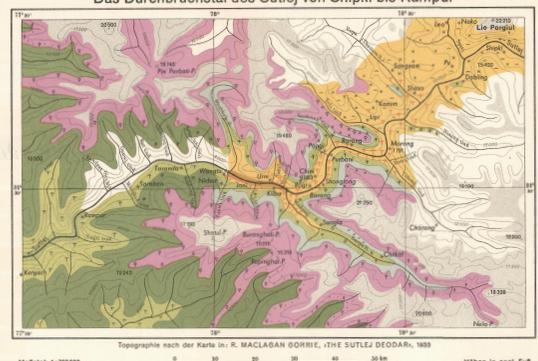
II. Punjab - Nanga Parbat - Karakorum



Maßstab der Profile 1:1000000



Das Durchbruchstal des Sutlej von Shipki bis Rampur



Topographie nach der Internationalen Karte 1:1000000

- o Stadt
- o Lokaltitel
- Pass
- Gipfel

Bereich des ewigen Schnees

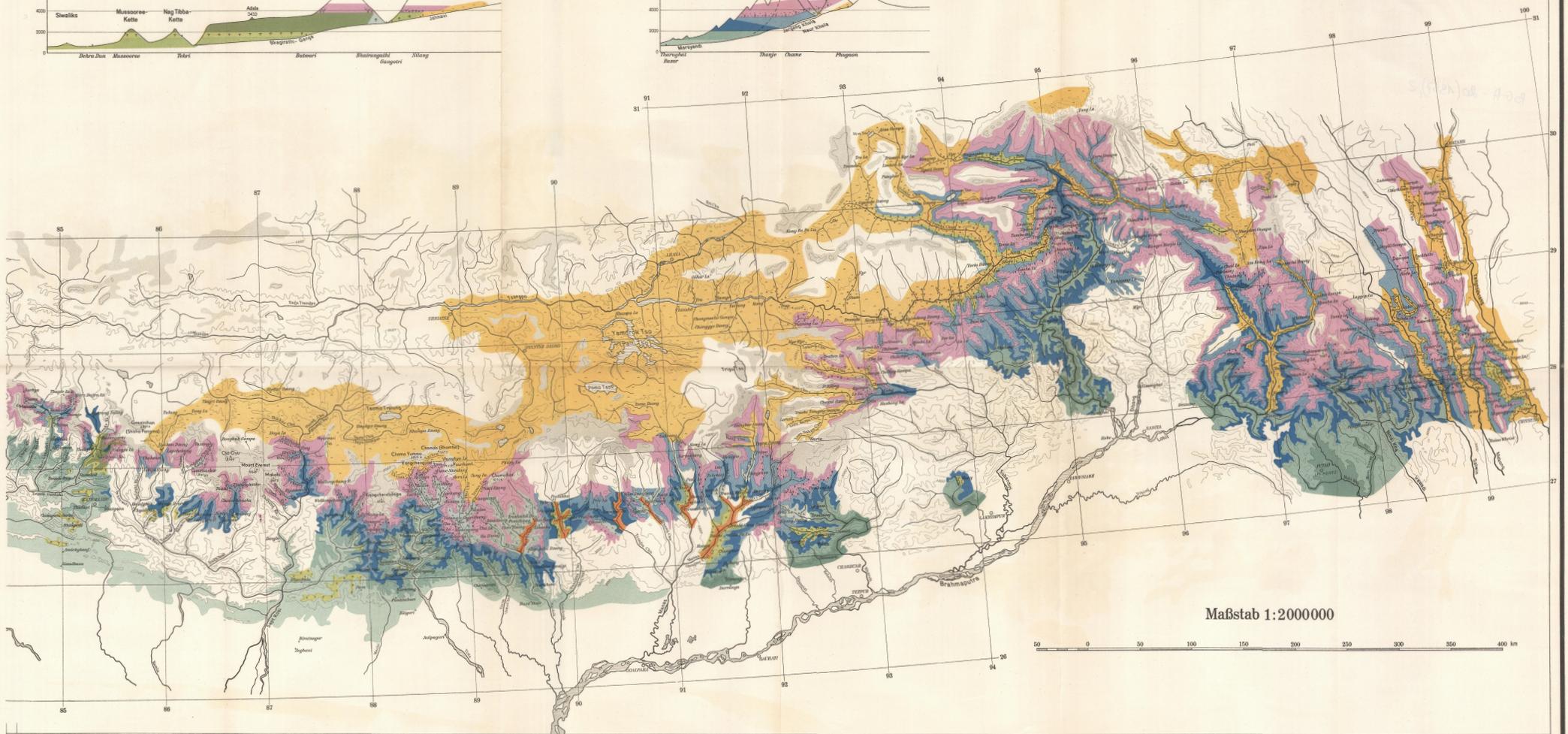
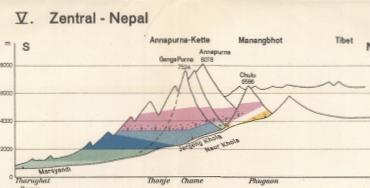
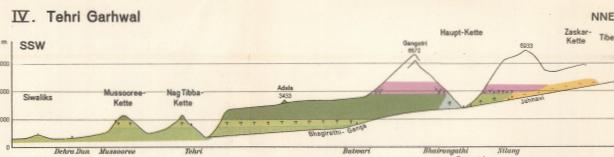
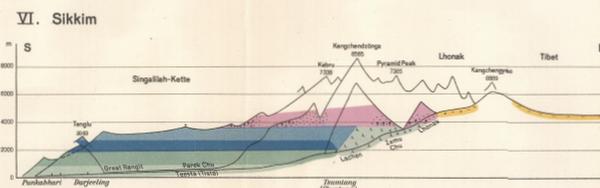
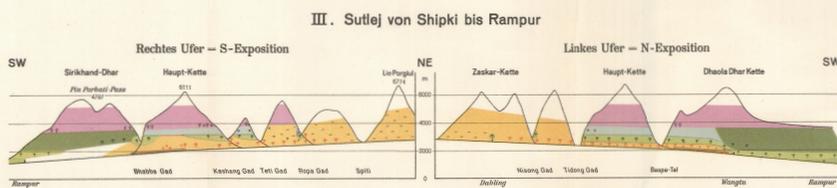
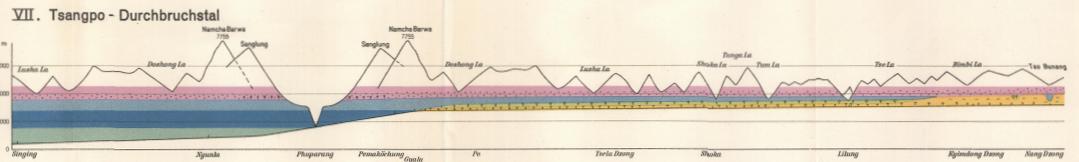
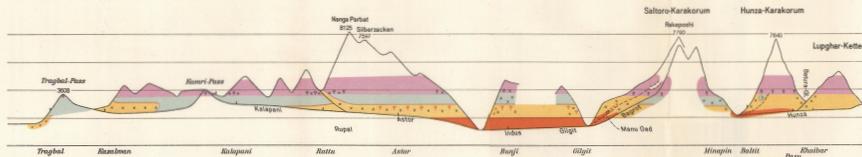
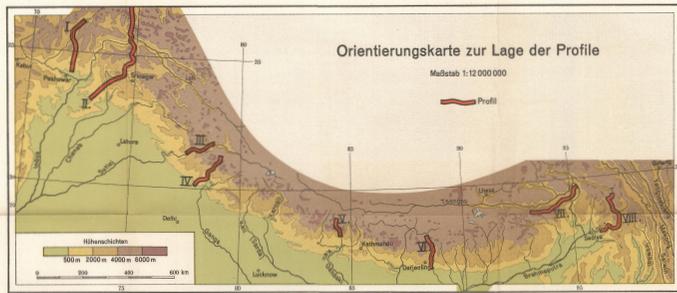
(nach der Internationalen Karte 1:1000000)

- | | | | |
|--|---|--|---|
| | Subtropische Wüstensteppe | subtropical semi-desert | Capparis, Pistacia, Tamarix |
| | Subtropische Dornbusch-Steppe | subtropical thorn steppe | Acacia, Zizyphus, Calotropis |
| | Artemisien-Steppe | steppe of Artemisia | Artemisia maritima |
| | Steppenwald | steppe forest | Pinus Gerardiana |
| | Steppenwald | steppe forest | Quercus ilex (syn. Qu. Baloo) |
| | Steppenwald | steppe forest | Juniperus sp. |
| | Steppenwald | steppe forest | Pinus tabulaeformis, P. Armandi, P. sinensis |
| | Steppenwald | steppe forest | Quercus aff. ilex (SE-Tibet) |
| | Steppenwald | steppe forest | Pinus Khasya (syn. P. insularis) |
| | Kaschmir-Busch | Kashmir scrub | Fothergilla, Daphne, Colanaster |
| | Subtropischer immergrüner Hartlaubwald | subtropical evergreen sclerophyllous forest | Olea cuspidata, Dodonaea viscosa, Nerium Oleander |
| | Pinus Roxburghii-Wald | forest of Pinus Roxburghii | Pinus Roxburghii (syn. P. longifolia) - chir, chil |
| | Cedrus Deodara-Wald | forest of Cedrus Deodara | Cedrus Deodara |
| | Laubnadelmischwald der inneren Täler des Assam-Himalaya | mixed deciduous and coniferous forest of the inner valleys of the Assam-Himalaya | Pinus excelsa; Quercus incana, Qu. Griffithii |
| | Laubnadelmischwald SE-Tibets | mixed deciduous and coniferous forest of SE-Tibet | Picea, Larix; Populus, Betula, Quercus |
| | Temperierter Eichen- und Koniferenmischwald | temperate mixed oak and coniferous forest | Quercus incana, Quercus dilatata, Quercus semicarpifolia; Cedrus Deodara (?) - Picea morinda; Abies |
| | Temperierter Koniferenwald des Westhimalaya | western Himalayan temperate coniferous forest | Pinus excelsa, Cedrus Deodara (?) - Picea morinda, Abies Pindrow, Abies Webbiana, Juniperus sp. (-) |
| | Subalpiner Wald | subalpine forest | Betula sp. |
| | Subalpiner Wald | subalpine forest | Rhododendron sp. |
| | Feuchte alpine Gebüsch und Matten | moist alpine scrub and meadows | Rhododendron sp. (-), Juniperus sp. (-) |
| | Alpine Steppe | alpine steppe | Caragana, Astragalus, Artemisia |

- | | | | |
|--|---|---|---|
| | Tropischer trocken-winterkahler Fallwald (trockener bis mäßig-feuchter Salwald) | tropical deciduous forest (dry and moist sal forest) | Shorea robusta, Anogeissus latifolia |
| | Tropischer trocken-winterkahler Fallwald (feuchter Salwald) | tropical deciduous forest (wet sal forest) | Shorea robusta, Pandanus |
| | Tropischer immergrüner Regenwald | tropical evergreen rain forest | |
| | Tropischer immergrüner Bergwald | tropical evergreen lower montane forest | Quercus, Castanopsis indica, Aiseophila |
| | Tropischer immergrüner Höhen- und Nebelwald | tropical evergreen upper montane forest | |
| | a) untere Stufe: immergrüner Laubwald | a) lower belt: evergreen broadleaved forest | Magnolia, Rhododendron arboreum, Machilus, Michelia |
| | b) obere Stufe: Rhododendron-Koniferenwald | b) upper belt: Rhododendron-coniferous forest | Rhododendron, Tsuga, Abies |
| | Temperierter Koniferenwald der kontinentalen inneren Täler des Osthimalaya | eastern Himalayan temperate coniferous forest (continental inner valleys) | Picea, Pinus, Larix Griffithii, Juniperus sp. (-) |
| | Trockene Talstufe verschiedener Täler in Bhutan und Nepal | dry lower slopes of valleys in Bhutan and Nepal | |

REITUNG DER VEGETATION IM HIMALAYA

Bearbeitet im Geographischen Institut der Universität Bonn
- Direktor Prof. Dr. C. Troll - in den Jahren 1953-1956.



U. Schwanhäußer: DIE HORIZONTALE UND VERTIKALE VERBREITUNG DER VEGETATION IM HIMALAYA (Göttingen) Beiträge zur Bonner Geographischen Abhandlungen, Heft 20