

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

ISSN 0373-0468

Herausgegeben von

W. Lauer - P. Höllermann - K.A. Boesler - E. Ehlers - J. Grunert - M. Winiger

Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 87

Udo Schickhoff

Das Kaghan—Tal im Westhimalaya (Pakistan)

**Studien zur landschaftsökologischen
Differenzierung und zum Landschaftswandel
mit vegetationskundlichem Ansatz**

1993

In Kommission bei
Ferdinand Dümmlers Verlag - Bonn

Das Kaghan—Tal im Westhimalaya (Pakistan)

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN

ISSN 0373-0468

Herausgegeben von

W. Lauer P. Höllermann K.A. Boesler E. Ehlers J. Grunert M. Winiger

Schriftleitung: H.-J. Ruckert

Heft 87

Udo Schickhoff

Das Kaghan—Tal im Westhimalaya (Pakistan)

Studien zur landschaftsökologischen
Differenzierung und zum Landschaftswandel
mit vegetationskundlichem Ansatz



1993

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

—Dümmlerbuch 7637—

Das Kaghan – Tal im Westhimalaya (Pakistan)

**Studien zur landschaftsökologischen Differenzierung
und zum Landschaftswandel mit vegetationskundlichem Ansatz**

von

Udo Schickhoff

mit 26 Abbildungen, 18 Tabellen und einer farbigen Kartenbeilage

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

 **Dümmersbuch 7637**

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-427-76371-4

© 1993 Ferd. Dümmers Verlag, 5300 Bonn 1
Herstellung: Druckerei Plump, 5342 Rheinbreitbach

Vorwort

Die landschaftsökologische Erkundung eines Himalaya-Tales stellte von der Planung am Schreibtisch über die Arbeiten im Gelände bis zur Auswertung und Abfassung der Ergebnisse eine herausfordernde und zugleich faszinierende Aufgabe für mich dar. Die Umsetzung des von der Graduiertenförderung der Universität Münster sowie vom Deutschen Akademischen Austausch-Dienst mit Stipendien geförderten Forschungsvorhabens wäre in dieser Form jedoch ohne die Unterstützung zahlreicher Personen, von denen nur einige stellvertretend genannt werden können, nicht möglich gewesen.

Mein verehrter Lehrer, Prof. Dr. Friedrich-Karl Holtmeier (Münster), lenkte mein Interesse auf die Hochgebirgsforschung, unterstützte bereits meine früheren Reisen in den Himalaya und ermöglichte mir die Anfertigung dieser Arbeit. Darüber hinaus möchte ich ihm für seine engagierte wissenschaftliche Betreuung und für seine stete Diskussionsbereitschaft meinen herzlichen Dank aussprechen. Prof. Dr. Hermann Mattes (Münster) danke ich für die Übernahme des Zweitgutachtens.

Prof. Dr. Matthias Winiger (Bonn) ermöglichte in seiner Eigenschaft als Koordinator die organisatorische Einbindung dieser Arbeit in das Schwerpunktprogramm "Kulturraum Karakorum" der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Ich möchte ihm herzlich für die Gelegenheit danken, diese Abhandlung als wissenschaftlicher Mitarbeiter des Geographischen Institutes der Universität Bonn im Rahmen meiner Forschungsarbeit für das DFG-Schwerpunktprogramm fertigzustellen. Prof. Dr. Irmtraud Stellrecht (Tübingen) als Chefkoordinatorin und Prof. Dr. Eckart Ehlers (Bonn) als Koordinator danke ich ebenfalls für die Bereitstellung der projekteigenen Infrastruktur. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft bin ich für die Unterstützung zu Dank verpflichtet.

Drs. Georg und Sabine Miehe (Göttingen) verdanke ich die Bestimmungen eines wesentlichen Teils des Expeditionsherbars. Darüber hinaus stellten sie 25 Vegetationsaufnahmen, die während einer einwöchigen gemeinsamen Exkursion im Juli 1990 entstanden sind, für die Einarbeitung in die Vegetationstabellen dieser Arbeit zur Verfügung. Auch für die anregenden und lehrreichen Diskussionen während dieser Zeit möchte ich ihnen herzlich danken.

Meinem Geländeassistenten, Sajjad Hussain Haider aus Jared (Kaghan-Tal), danke ich für seine stete Hilfsbereitschaft und sein Engagement während der sechs Monate, in denen er mich im Arbeitsgebiet begleitet hat. Gulbaz Khan, Range Officer in Malkandi (Kaghan-Tal), bin ich für die freundliche Aufnahme und für die erwiesene Gastfreundschaft im Forest Training Centre Malkandi zu Dank verpflichtet.

Für ihre Hilfsbereitschaft und uneigennützig Unterstützung möchte ich mich zudem bei folgenden Damen und Herren bedanken: B. Dickoré (Göttingen), G. u. M. Seeber, J. Huljus, W. Ammerer, Dr. H. Beigl (alle GTZ-Forstprojekt Kaghan), Dr. H. Kreuzmann (Berlin), S. Weiers (Bonn), D. Kaltenbach (Freckenfeld), Th. Scholten, M. Knodel, B. Klauke, R. Pfeiffer (alle Münster), U. Cordes (Lippstadt) u. M. Peters (Hannover).

Den Herausgebern der "Bonner Geographischen Abhandlungen" danke ich für die Aufnahme meiner Arbeit in ihre Schriftenreihe.

Ich widme diese Arbeit meinen Eltern, meiner lieben Frau Ursula Hillebrand und unserer kleinen Tochter Meike.

Ratzeburg, im Februar 1993

Udo Schickhoff

Inhalt

Vorwort	V
Verzeichnis der Abbildungen	X
Verzeichnis der Tabellen	XII
Verzeichnis der Abkürzungen	XIII
1. Einleitung und Problemstellung	1
1.1 Ziele landschaftsökologischer Forschung im Himalaya	1
1.2 Stand der vegetationskundlich-landschaftsökologischen Forschung	4
1.3 Untersuchungsmethoden	7
1.4 Das Arbeitsgebiet	10
1.4.1 Lage, Begrenzung und Beziehungen zu benachbarten Hochgebirgsräumen	10
1.4.2 Topographie und naturräumliche Gliederung	13
2. Die natürliche Vegetationsverbreitung in ihrer Abhängigkeit von den landschaftsökologischen Faktorenkomplexen	16
2.1 Klima und Vegetationsverbreitung	16
2.1.1 Regionale klimatische Rahmenbedingungen	16
2.1.2 Klimaökologische Differenzierung des Kaghan-Tales und Verbreitung der Vegetation	23
2.1.2.1 Die Differenzierung im Tallängsprofil	24
2.1.2.2 Der hypsometrische Wandel	39
2.1.2.3 Der Einfluß des Geländeklimas	52
2.2 Der Boden als Standortfaktor	59
2.2.1 Ausgangsgestein und Bodenbildung	59
2.2.2 Der Einfluß der Böden auf die Vegetationsverbreitung	68
2.3 Paläoökologische Aspekte der Vegetationsdifferenzierung	70
2.3.1 Die jungtertiäre und quartäre Klima- und Vegetationsgeschichte	71
2.3.2 Die Bedeutung der paläoökologischen Entwicklungen für das Artenspektrum der rezenten westhimalayischen Flora	77

3. Die Pflanzengesellschaften im Wirkungsgefüge landschaftsökologischer und anthropo-zoogener Einflußfaktoren	84
3.1 Synökologische Charakterisierung und Interpretation der anthropo-zoogenen Beeinflussung	85
3.1.1 Waldgesellschaften der unteren montanen Stufe	85
3.1.1.1 <i>Pinus roxburghii</i> -Gesellschaften	85
3.1.1.2 Der Gesellschaftskomplex der subtropisch-temperierten Hartlaubwälder (<i>Acacia modesta</i> - <i>Olea cuspidata</i> / <i>Quercus baloot</i>) und ihre Degradationsstadien	90
3.1.2 Wald- und Gehölzgesellschaften der montanen und subalpinen Stufe	96
3.1.2.1 Der Gesellschaftskomplex der feucht-temperierten Koniferenwälder	96
3.1.2.1.1 <i>Cedrus deodara</i> -Gesellschaften	96
3.1.2.1.2 <i>Pinus wallichiana</i> -Gesellschaften	106
3.1.2.1.3 <i>Abies pindrow</i> -Gesellschaften	115
3.1.2.1.4 Diagnostisch wichtige Artengruppen der feucht- temperierten Koniferenwälder und ihr ökologischer Indikatorwert	124
3.1.2.2 <i>Betula utilis</i> -Gesellschaften	127
3.1.2.3 <i>Salix denticulata</i> -Gesellschaften des Krummholzgürtels . . .	131
3.1.2.4 Der Gesellschaftskomplex der <i>Artemisia maritima</i> - <i>Juniperus macropoda</i> -Steppen(-wälder)	135
3.1.2.5 <i>Myricaria bracteata</i> -Schotterfluren	142
3.1.3 Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe	144
3.1.3.1 <i>Juniperus squamata</i> -Gesellschaften	144
3.1.3.2 <i>Rhododendron anthopogon</i> -Gesellschaften	148
3.1.3.3 Der Gesellschaftskomplex der Cyperaceenrasen sowie Frostschuttfluren	151
3.2 Die physiognomisch-ökologische Struktur der Pflanzen- gesellschaften als Indikator der landschaftsökologischen Differenzierung	159
3.3 Das floristisch-chorologische Spektrum der Pflanzengesellschaften als Indikator der landschaftsökologischen Differenzierung	165
4. Die Verbreitung der Vegetation - dargestellt in einer Karte im Maßstab 1:150.000	173

5. Vegetations- und Landschaftswandel unter dem Einfluß des Menschen	176
5.1 Sozio-ökonomische Hintergründe des Vegetations- und Landschaftswandels	176
5.1.1 Der Einfluß der gemischten Hochgebirgslandwirtschaft	176
5.1.2 Der Einfluß der Forstwirtschaft	184
5.2 Die Auswirkungen der sozio-ökonomischen Einflußfaktoren auf die jüngere zeitliche Entwicklung der Kulturlandschaft	193
6. Landschaftsökologische Differenzierung und Kulturlandschaftswandel - eine integrative Schlußbetrachtung	197
7. Zusammenfassung / Summary	200
8. Literatur- und Kartenverzeichnis	205
9. Anhang	250
9.1 Photo-Anhang	250
9.2 Verzeichnis der bestimmten, vom Verfasser gesammelten Pflanzenarten	258

Vegetationskarte des Kaghan

Abbildungen

Abb. 1:	Lage des Kaghan im nordpakistanischen Hochgebirgsraum	12
Abb. 2:	Topographische Übersicht des Kaghan	15
Abb. 3:	Klimadiagramme monsunal und randmonsunal beeinflusster Stationen des nordpakistanischen Hochgebirgsraumes	20
Abb. 4:	Klimaökologische Raumgliederung des Kaghan	25
Abb. 5:	Klimadiagramme der Stationen Balakot, Naran und Battakundi im Vergleich	26
Abb. 6:	Klimadiagrammstreifen der Stationen Balakot (1971-1979) und Naran (1971-1975, 1979-1980)	27
Abb. 7:	Jahressummen der Niederschläge im unteren Kaghan (Balakot) und im oberen Kaghan (Naran) mit Anteil der monsunzeitlichen Niederschläge	28
Abb. 8:	Monatsmittel-Temperaturen (mittlere Minima, Mitteltemperaturen, mittlere Maxima) der Stationen Balakot und Naran	29
Abb. 9:	Vergleich der Monatsmittel-Niederschläge in Balakot (1545 mm/a), Naran (1210 mm/a) und Battakundi (1010 mm/a)	33
Abb. 10:	Tagessummen der Niederschläge von Juni bis September 1977 im unteren Kaghan (Balakot) und im oberen Kaghan (Naran) im Vergleich	34
Abb. 11:	Hygrisches Profil von der Vorbergzone über die Himalaya-Hauptkette in das Indus-Tal	38
Abb. 12:	Vegetationshöhenstufen verschiedener Talräume	45
Abb. 13:	Höhenstufung der Vegetation im Tallängsprofil - Sonnlage	46
Abb. 14:	Höhenstufung der Vegetation im Tallängsprofil - Schattlage	50
Abb. 15:	Vegetationsprofil des Manchi Danna	55
Abb. 16:	Umkehrung der natürlichen Vegetationshöhenstufung in Lawinenrinnen	56
Abb. 17:	Aufhebung der Expositionsunterschiede und inverse Vegetations- verbreitung am Unterhang des schluchtartig tief ingeschnittenen Chhapri Katha	57
Abb. 18:	Geologische Karte des Kaghan und angrenzender Gebiete	62
Abb. 19:	Pflanzengeographische Lage des Westhimalaya	78
Abb. 20:	Lebensformen-Spektren im hypsometrischen Wandel	162
Abb. 21:	Die Differenzierung der Lebensformen im Tallängsprofil am Beispiel der Sonnhänge der oberen montanen Stufe	164
Abb. 22:	Die floristischen Beziehungen der Pflanzengesellschaften im hypsometrischen Wandel	168

Abb. 23: Der Wandel der floristischen Beziehungen im Tallängsprofil am Beispiel der Sonnhänge der oberen montanen Stufe	171
Abb. 24: Unterschiede in den Bestandesstrukturen in einem "Reserved Forest" und einem dorfnahen "Guzara Forest"	190
Abb. 25: Stammzahlverteilung nach Stärkeklassen in den "Reserved Forests" und den nach dem "Selection System" bewirtschafteten "Guzara Forests"	191
Abb. 26: Karte der Standorte der Vegetationsaufnahmen	268

Tabellen

Tab. 1:	Niederschlagsanteile (Juli-Sept. /Feb.-Apr.) in % der Jahressummen im nordpakistanischen Hochgebirgsraum	22
Tab. 2:	Differenzen der Monatsmittel-Temperaturen (in °C) der Stationen Balakot (991 m), Jared (1470 m), Naran (2362 m) und Battakundi (2670 m)	40
Tab. 3:	Übersicht der regionalen jungtertiären und quartären Klima- und Vegetationsgeschichte Kashmirs und angrenzender Regionen	72
Tab. 4:	<i>Pinus roxburghii</i> - Gesellschaften	87
Tab. 5:	Der Gesellschaftskomplex der subtropisch-temperierten Hartlaubwälder (<i>Acacia modesta-Olea cuspidata/Quercus baloot</i>) und ihre Degradationsstadien	91
Tab. 6:	<i>Cedrus deodara</i> - Gesellschaften	97
Tab. 7:	<i>Pinus wallichiana</i> - Gesellschaften	109
Tab. 8:	<i>Abies pindrow</i> - Gesellschaften	118
Tab. 9:	Stetigkeitstabelle der Charakterarten feucht-temperierter Koniferenwaldgesellschaften	125
Tab. 10:	<i>Betula utilis</i> - Bestand	130
Tab. 11:	<i>Salix denticulata</i> - Gesellschaften	132
Tab. 12:	Der Gesellschaftskomplex der <i>Artemisia maritima-Juniperus macropoda</i> - Steppen(-wälder)	136
Tab. 13:	<i>Myricaria bracteata</i> - Schotterflur	144
Tab. 14:	<i>Juniperus squamata</i> - Gesellschaften	147
Tab. 15:	<i>Rhododendron anthopogon</i> - Gesellschaften	149
Tab. 16:	Der Gesellschaftskomplex der Cyperaceenrasen sowie Frostschuttfluren	154
Tab. 17:	Gesamtflächenreport zur Vegetationskarte des Kaghan	174
Tab. 18:	Prozentuale Verteilung des Holzvorrates auf verschiedene Stärkeklassen in den "Reserved Forests" und den nach dem "Selection System" bewirtschafteten "Guzara Forests"	191

Abkürzungen

Symbole der Vegetationstabellen:

- r = einzelnes Individuum
- + = Individuenzahl und Deckungsgrad sehr schwach
- 1 = Individuenzahl mehr oder weniger hoch, Deckungsgrad < 5 %
- 2 = 5-25 % der Aufnahme­fläche deckend
- 3 = 25-50 % der Aufnahme­fläche deckend
- 4 = 50-75 % der Aufnahme­fläche deckend
- 5 = 75-100 % der Aufnahme­fläche deckend

- | | | | | | |
|-----|---|----------------|----------------|---|-------------------|
| B | = | Baum | B ₁ | = | 1. Baumschicht |
| Str | = | Strauch | B ₂ | = | 2. Baumschicht |
| Klg | = | Keimling | S ₁ | = | 1. Strauchschicht |
| Bs | = | Baumschicht | | | |
| Ss | = | Strauchschicht | M | = | Moose |
| Ks | = | Krautschicht | Fl | = | Flechten |

Hanglage:

- K = Kuppe
- KF = Firstbereich (Grat)
- HO = Oberhang
- HM = Mittelhang
- HU = Unterhang
- S = Hangschulter
- V = Konkaver Hangbereich
- X = Konvexer Hangbereich
- G = gestreckter Hangbereich
- M = Hangmulde

Bodentypen:

- O = Syrosem
- N = Ranker
- R = Rendzina
- B = Braunerde
- pB = podsolige Braunerde

Lebensformen:

- P = Phanerophyten
- Ch = Chamaephyten
- H = Hemikryptophyten
- G = Geophyten
- T = Therophyten

Intensitätsstufen der Beweidung:

- 0 = fehlend
- 1 = gering
- 2 = mittel
- 3 = stark

1. Einleitung und Problemstellung

1.1 Ziele landschaftsökologischer Forschung im Himalaya

Als der anglikanische Bischof R. HEBER (1849) aufgrund seiner in den Jahren 1823/24 gesammelten Reiseeindrücke aus den Himalaya-Vorbergen in Kumaon erstmals vor den Folgen der Waldverwüstung durch Mensch und Vieh warnte, eröffnete er damit eine Diskussion, die seit langem geführt wird und gerade in jüngster Zeit an Kontroversen zugenommen hat.

Die nach der Etablierung der britischen Herrschaft einsetzende unkontrollierte Exploitation der Himalaya-Wälder führte bereits 1864 zum Aufbau der britisch-indischen Forstverwaltung. Mit dem Bonner Botaniker und Forstmann Sir Dietrich BRANDIS als erstem "Inspector-General of Forests" bemühte sie sich fortan, eine nachhaltige Forstwirtschaft einzuführen und dem ansteigenden Nutzungsdruck auf die Wälder mit walderhaltenden Maßnahmen zu begegnen.

Auf die ökologischen Probleme, die sich durch die Waldnutzung der anwachsenden und überwiegend Subsistenzlandwirtschaft betreibenden Bevölkerung ergaben, ist in der Folgezeit vornehmlich von forstlicher Seite hingewiesen worden. Zum einen sind die Auswirkungen auf Vegetation und Landschaft beschrieben worden (z.B. CHAMPION 1923a, 1939, 1969, COVENTRY 1929, GLOVER 1944, HOLLAND & GLOVER 1931, GORRIE 1938, SINGH & WALI 1962), zum anderen wurde darüber hinaus vor allem von HESKE (1930a, b, 1931, 1932, 1944) auf die erforderlichen Konsequenzen für die forstliche Bewirtschaftung hingewiesen.

Eine neuerliche Belebung erfuhr das wissenschaftliche Interesse an der ökologischen Problematik im Himalaya in den 70er Jahren dieses Jahrhunderts, als im Gefolge des zunehmenden Tourismus und der Berichterstattung in den Medien die dortige Umweltkrise in den Blickpunkt der Öffentlichkeit geriet. Die Arbeiten von ECKHOLM (1975, 1976), STERLING (1976), RIEGER (1976, 1977, 1979), RIEGER et al. (1976), HOFFPAUIR (1978), KOLLMANNSPERGER (1979), MARTENS (1981) u. a. aus dem Nepal-Himalaya, in denen meist simplifizierte Zusammenhänge zwischen Bevölkerungswachstum, Waldvernichtung, Bodenerosion und Überschwemmungen in den vorgelagerten Ebenen hergestellt wurden¹, lösten eine intensive Beschäftigung mit diesen Umweltproblemen aus. Sie fand ihren Niederschlag in einem bis heute fortdauernden Diskussionsprozeß über Ursachen, Wirkungen, Ausmaß und zeitliche Dimension der Landschaftsdegradation (BISHOP 1978, LALL & MODDIE 1981, SHAH 1982, WIART 1983, KLEINERT 1983, KADOTA & MORITA 1983, BAJRACHARYA 1983, IVES 1984, 1987, IVES, MESSERLI &

¹ In diesem Sinne auch KARAN & IJIMA (1985), NAUTIYAL & BABOR (1985), MYERS (1986).

THOMPSON 1987, J.S. SINGH 1985, SINGH & KAUR 1985, BANDYOPADHYAY et al. 1985, THOMPSON & WARBURTON 1985, HAFFNER 1986, POHLE 1986, 1992, MÜLLER 1986, MAHAT, GRIFFIN & SHEPHERD 1986a, b, 1987a, b, H.B. JOSHI 1986, S.C. JOSHI 1986, TUCKER 1987, HAMILTON 1987, GILMOUR 1988, MESSERLI et al. 1988, SCHMIDT-VOGT 1990).

Der gegenwärtige Stand der Diskussion (vgl. IVES & MESSERLI 1989, MESSERLI & HOFER 1992), läßt zum einen eine Reihe früherer Fehleinschätzungen deutlich werden, die auf unzureichenden räumlichen und zeitlichen Differenzierungen der Degradationsprozesse und nicht gesicherten wissenschaftlichen Grundlagen beruhen. So wurden die komplexen Ursache-Wirkung-Beziehungen innerhalb dieser Prozesse zu stark schematisiert, die Gebirge-Vorland-Interaktionen hinsichtlich Überschwemmungen weit überschätzt und die Waldvernichtung nicht in der notwendigen historischen Dimension betrachtet.

Zum anderen zeichnen sich beträchtliche Wissensdefizite und ein großer Forschungsbedarf ab. Bisher war die Forschung im wesentlichen auf den Nepal-Himalaya konzentriert. Die dort gewonnenen Erkenntnisse sind aber aufgrund der hohen ökofaktoriellen Diversität innerhalb des Gebirgsbogens nur sehr begrenzt auf andere Gebiete übertragbar. Um so dringender sind Untersuchungen in anderen, von der Forschung vernachlässigten Himalaya-Regionen. Zudem steckt die Erhebung naturwissenschaftlicher Grunddaten, die die Basis für die Beurteilung von Veränderungen landschaftlicher Ökosysteme sowie für die Erforschung des räumlich-funktionalen Zusammenwirkens von Gebirgs- und Vorlandökosystemen bilden, erst in den Anfängen. Schließlich sind innerhalb der Mensch-Umwelt-Beziehungen sozio-ökonomische Transformationsprozesse oder ethnospezifische Umweltkenntnis und -perzeption, die zum Verständnis der Veränderungen wesentlich sind und auch für entwicklungspolitisch-planerische Aspekte große Bedeutung besitzen², bisher zu wenig berücksichtigt worden.

Zum Ausgleich dieser Defizite benötigt die Umweltforschung im Himalaya noch einen sehr langen Weg. Sie ist dabei auf zahlreiche, möglichst interdisziplinäre Beiträge angewiesen³. In diesem Sinne möchte die vorliegende landschaftsökologische Untersuchung über das Kaghan-Tal im Westhimalaya bestehende Defizite angehen. Dabei steht innerhalb der "geographisch-synoptischen Naturbetrachtung",

² Vgl. dazu MÜLLER-BÖKER (1991), STELLRECHT (1992).

³ WINIGER (1992: 403) fordert in diesem Zusammenhang einen "operationalisierbaren Ansatz", d. h. die "Identifikation konkreter Forschungsgegenstände, deren Annäherung aus unterschiedlicher Perspektive gesucht werden muß, um sie als Ganzes zu verstehen". Vgl. dazu auch SCHWEINFURTH (1983a), HAFFNER (1982).

wie ihr Begründer TROLL⁴ (1966) die Landschaftsökologie verstand, entsprechend dem Pioniercharakter dieser Arbeit die naturräumlich-ökologische Betrachtungsweise (TROLL 1968, 1970) im Vordergrund. Ausgehend von dieser Perspektive ist eine Zielsetzung dieser Arbeit, eine dreidimensionale landschaftsökologische Differenzierung des Kaghan-Tales vorzunehmen, für die die Erfassung und die Analyse der Pflanzengesellschaften und ihrer Umweltbedingungen eine wesentliche Grundlage darstellen.

Der vegetationskundliche Ansatz wurde gewählt, da die Vegetation als eines der ökologischen Hauptmerkmale landschaftlicher Ökosysteme über ihre summarische Aussagekraft der sichtbarste Ausdruck des Naturhaushaltes ist (vgl. LESER 1978: 52f, FINKE 1986: 77ff). Sie eignet sich daher besonders bei einer landschaftsökologischen Vorerkundung in wenig erforschem Gebiet - als eine solche ist die vorliegende Arbeit einzuordnen - zur Abgrenzung ökologischer Raumeinheiten. Zudem können mit diesem Ansatz grundlegende Einsichten in Mensch-Umwelt-Beziehungen gewonnen werden (vgl. SCHMITHÜSEN 1968: 14, 1970: 211). Die Kenntnis der natürlichen Vegetation "als umfassendsten Ausdruck der ökologischen Bedingungen eines Raumes" (KLINK & GLAWION 1982: 461) vermag dabei die Differenz zwischen realer und potentieller Naturraumausstattung zu verdeutlichen⁵.

Diese Differenz hat im Zuge der fortschreitenden Kulturlandschaftsentwicklung im Himalaya eine räumliche Dimension erreicht, die die Einbeziehung der Aktivitäten des Menschen als gestaltendem Faktor im Ökosystem in die Forschungsstrategie verlangt. Dies gilt insbesondere für weniger stabile Hochgebirgsökosysteme. Innerhalb der Landschaftsökologie, die sich "als Wissenschaft von der Mensch-Umwelt-Beziehung im weitesten Sinne" (LESER 1989: 32) versteht, kann somit eine rein naturwissenschaftlich ausgerichtete Arbeitsweise der angedeuteten kulturräumlichen Problematik nicht gerecht werden. Im Sinne einer ganzheitlicheren Sicht in der Landschaftsforschung ist in dieser Arbeit auf der Grundlage der landschaftsökologischen Erkenntnisse auch die Entwicklung der Kulturlandschaft Gegenstand der Untersuchungen. Damit wird den gerade im Hochgebirge sehr eng miteinander

⁴ Der Begriff Landschaftsökologie wurde von TROLL (1939a) eingeführt. In der Folgezeit hat er dieser Disziplin wichtige Impulse verliehen.

⁵ Diesem Ansatz entsprechend werden in dieser Arbeit die für die Vegetationsverbreitung wesentlichen Faktoren komplexe Klima und Böden, paläoökologische Entwicklungen, die Interpretation der Pflanzengesellschaften sowie der Vegetations- und Landschaftswandel in den Vordergrund gestellt. In Arbeiten nach dem "geomorphologischen Ansatz" (LESER 1978: 47ff) wird dagegen u.a. die Bedeutung des Reliefs als Regelfaktor im landschaftlichen Ökosystem besonders hervorgehoben (vgl. LESER 1988, 1991, GREINERT & HEIDT 1987). Ohne der steuernden Funktion des Reliefs ein eigenes Kapitel zu widmen, wird auf sie in der vorliegenden Arbeit häufig hingewiesen.

verbundenen landschaftsökologischen und kulturgeographischen Geofaktorenkomplexen Rechnung getragen (vgl. UHLIG 1984).

Mit dem Kaghan in Nordpakistan wurde ein Tal ausgewählt, das in besonderem Maße geeignet ist, die dargelegten Forschungsziele zu verfolgen. Zum einen ist es "bisher geographisch wenig bearbeitet" (HASERODT 1989b: 200) bzw. "wissenschaftlich so gut wie unbekannt geblieben" (GRÖTZBACH 1989: 1), was insbesondere für Klima, Böden und Vegetation gilt. Zum anderen ist es in seiner Längserstreckung von einem ausgeprägten Klimagradien⁶ sowie von markanten Kontrasten zwischen Sonn- und Schatthängen gekennzeichnet und weist ein extremes Hochgebirgsrelief auf. Aufgrund der früheren britischen Verwaltung ist im Hinblick auf die kulturlandschaftlichen Verhältnisse die Datenlage relativ gut, weit besser jedenfalls als z.B. im Nepal-Himalaya.

Das Kaghan-Tal wurde von VAHID (1951: 99) in den folgenden Worten charakterisiert:

"Legend, romance, history and natural scenery have all combined to endow this valley with that unsurpassable beauty and inexpressible charm which is rarely met anywhere else in the world. ... The valley is a land of green plateaus, flowery meadows, pineclad hills, high mountains, snow-capped peaks, majestic glaciers, beautiful lakes and exquisite waterfalls. There is a perplexing variety of scenery but everywhere there is the loveliness of colour, perfection of form and endlessness of change."

Angesichts der Landschaftsdegradation im Himalaya, die auch den nordpakistani-schen Hochgebirgsraum zunehmend erfaßt (vgl. z.B. REPP 1963, NAGEL 1983, ALLAN 1986, 1987a, NOOR 1989, BARI 1989, SHRODER 1989, GRÖTZBACH 1990, SCHICKHOFF 1992, BRAUN & WINIGER 1992), wird in dieser Arbeit zu klären sein, ob eine solche euphemistische Beschreibung noch der Realität entspricht.

1.2 Stand der vegetationskundlich-landschaftsökologischen Forschung

Die Vegetation des Kaghan-Tales ist bisher nicht systematisch untersucht worden. Erste Kenntnisse gehen auf die Reisenotizen von CLEGHORN (1864) und J.L. STEWART (1867) zurück. Sehr viel später folgen die Beobachtungen von PAFFEN (in PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER 1956) auf seiner Reise durch das Kaghan sowie der kurze Überblick über die Vegetationstypen und über medizinisch nutzbare Pflanzen von CHAUDHRI (1959, 1960). Daneben gibt TROUP (1921) in

⁶ Die ökologische Differenzierung im Tallängsprofil war bisher nur in wenigen Westhimalaya-Tälern Gegenstand der Untersuchungen (z.B. GLOVER 1931, GORRIE 1933, J.S. SINGH 1948, A.C. GUPTA 1963).

seinem waldbaulichen Standardwerk Hinweise zur Ökologie der Baumarten an Beispielen aus dem Kaghan-Tal. Die im Auftrag von J. F. DUTHIE (Botanical Survey of India) in den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts erfolgten botanischen Sammlungen von Inayat KHAN trugen maßgeblich zur floristischen Erforschung des Kaghan bei. Hierüber wurde jedoch nichts publiziert. Wenig später erschien dann die erste den Hazara-Distrikt und das Kaghan-Tal berücksichtigende Flora (PARKER 1918)⁷.

Obwohl in jüngerer Zeit eine nahezu unüberschaubare Fülle von Fachliteratur, insbesondere von einheimischen Wissenschaftlern, erschienen ist, sind die vegetationskundlichen und landschaftsökologischen Kenntnisse im Westhimalaya immer noch sehr begrenzt. Während sich in den Arbeiten der botanisch und vegetationskundlich interessierten Pioniere der naturkundlichen Erforschung (u.a. v. HÜGEL 1840-44, MOORCROFT & TREBECK 1841, JACQUEMONT 1841-44, VIGNE 1842, MADDEN 1845, 1850, HOFFMEISTER 1847, SCHLAGINTWEIT et al. 1861-66, 1865, SCHLAGINTWEIT-SAKÜNLÜNSKI 1876, ADAMS 1867, DREW 1875) zahlreiche Hinweise zum Pflanzenkleid finden, setzte mit den Reisen von ROYLE (1839/40) sowie von THOMSON (1852, 1854) und HOOKER (1848/49, 1852a, b (im Osthimalaya)) die systematische botanische und vegetationskundliche Erforschung ein. Sie fand floristisch zunächst in der "Flora Indica" (HOOKER & THOMSON 1855) und später in der "Flora of British India" (HOOKER 1872-1897, vgl. auch 1906) ihren Niederschlag⁸.

Mit der Gründung des britisch-indischen Forstdienstes im Jahre 1864 wurden die vegetationskundliche Forschung intensiviert und die Ergebnisse in dem seit 1875 erscheinenden "Indian Forester" laufend publiziert⁹. In diesem Zusammenhang verdienen die Arbeiten des ersten "Inspector-General of Forests", Sir D. BRANDIS (1883, 1884a, b, c, 1888) besondere Beachtung. BRANDIS, von Hause aus Botaniker, legte seine hervorragenden floristischen Kenntnisse in zwei Florenwerken (1874 (zusammen mit J.L. STEWART), 1906) nieder. Zugleich wurde durch J.L. STEWART (1869), GANZENMÜLLER (1881, 1887), DUTHIE (1893/94), MEEBOLD

⁷ Neuere, für das Arbeitsgebiet relevante Florenwerke sind RECHINGER (1963), KITAMURA (1964), NASIR & ALI (1970), STEWART (1972), HARA et al. (1978-1982), POLUNIN & STANTON (1984), STANTON (1988). Zur Bestimmung von Gräsern sind AHMAD & STEWART (1958/59), BOR (1960) und STEWART (1970), von Farnen CLARKE (1880), BEDDOME (1883), HOPE (1899-1904), STEWART (1957) und DHIR (1980) heranzuziehen.

⁸ Zur Geschichte der botanischen und vegetationskundlichen Erforschung vgl. SANTAPAU (1958), BURKILL (1965), STEWART (1967a, 1982), KAZMI (1970), WADHWA (1977), ALI (1978).

⁹ Seit 1951 auch im "Pakistan Journal of Forestry".

(1909), R.R. STEWART (1916) u.a. die vegetationskundliche Erforschung Kashmirs fortgesetzt, die später um die Floren von COVENTRY (1923-30) und BLATTER (1928/29) erweitert wurde.

In den Arbeiten von KENOYER (1921), OSMASTON (1922) und DUDGEON & KENOYER (1925) wurden erstmals Pflanzengesellschaften und ihre Umweltbedingungen beschrieben. Darüber hinaus sind als bedeutende frühe Arbeiten mit ökologischem Ansatz die Studien von HESKE (1932), GORRIE (1933) sowie von BOR (1938 (im Osthimalaya)) hervorzuheben. Auf der Grundlage seiner langjährigen Forschungstätigkeit veröffentlichte der Forstmann CHAMPION (1936) einen ersten zusammenfassenden Überblick über die Waldtypen, dessen überarbeitete Fassungen für Pakistan (CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a) und für Indien (CHAMPION & SETH 1968) zur Standardliteratur gehören.

Einen großen Fortschritt in der Erforschung brachten die Arbeiten von TROLL (1938a, b, 1939b, 1967, 1973b) am Nanga Parbat. Neben einer eingehenden ökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften legte er eine detaillierte Vegetationskarte im Maßstab 1:50.000 vor. In einer umfangreichen Studie faßte SCHWEINFURTH (1957) den bis dahin erreichten Forschungsstand in einer dreidimensionalen Analyse der Vegetationsverbreitung im gesamten Gebirgsbogen zusammen und gab damit einen umfassenden Überblick über die Vegetationstypen. Dieses mit einer Vegetationskarte im Maßstab 1:2 Mio. versehene Standardwerk bildet auch heute noch eine Grundlage für weiterführende Untersuchungen der Vegetation des Himalaya.

Ein wesentliches Merkmal dieser Untersuchungen war ihre eng dreidimensionale Betrachtungsweise¹⁰, die auch den Arbeiten von PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER (1956), v. WISSMANN (1960/61), HAFFNER (1968, 1972, 1979), DOBREMEZ (1976), MEURER (1982) und MIEHE (1982) zugrundeliegt.

MEUSEL & SCHUBERT (1971) haben durch ihre umfassenden floristisch-chorologischen Analysen einen wesentlichen Beitrag zur arealkundlichen Forschung im Westhimalaya geleistet, der zudem eine ausgezeichnete synökologische Beschreibung verschiedener Pflanzengesellschaften beinhaltet. Ein weiteres grundlegendes Werk, daß allerdings nahezu ausschließlich die zahlreichen indischen Arbeiten zur Vegeta-

¹⁰ Die dreidimensionale Analyse von Klima, Vegetation und Landschaft bildet die Grundlage für die "Vergleichende Geographie der Hochgebirge" (TROLL 1941, 1955, 1961, 1962). Zur Entwicklung der vergleichenden Hochgebirgsforschung vgl. TROLL (1975), UHLIG & HAFFNER (1984), RATHJENS (1968, 1982b, 1984). Die in jüngerer Zeit zunehmende Anzahl von Lehrbüchern über Hochgebirge (u.a. FRANZ 1979, PRICE 1981, BARRY 1981, RATHJENS 1982a, BAUMGARTNER et al. 1983, GERRARD 1990) verdeutlicht das allgemein ansteigende Interesse an der Hochgebirgsforschung.

tionskunde zusammenfaßt, ist die 1983/89 in zweiter Auflage erschienene "Forest Ecology" von PURI et al. Die Vegetation der alpinen Stufe des NW-Himalaya wird von MANI (1978) und DHAR & KACHROO (1983) ausführlich behandelt.

Eine Pionierleistung in der vegetationskundlichen Erforschung des Karakorum vollbrachte HARTMANN (1968, 1972). Er differenzierte in einer umfangreichen Untersuchung erstmals die dortigen Pflanzengesellschaften nach den pflanzensoziologischen Methoden von BRAUN-BLANQUET und ging damit über die bis dahin übliche Typisierung der Vegetation nach dominanten Arten durch die Ausscheidung von Charakter- und Differentialarten hinaus. Erst viel später wurde diese fortschrittliche Methode von HARTMANN (1983, 1987) in Ladakh sowie von KIKUCHI & OHBA (1988b), KOJIMA (1990) und MIEHE (1990a) im zentralen Himalaya angewandt. In der Vegetationsmonographie des Langtang Himal von MIEHE wird auf der Basis von zahlreichen erstbeschriebenen Pflanzengesellschaften der subalpinen/alpinen Stufe mit einer vorläufigen Hierarchisierung erstmals ein System von Pflanzengesellschaften im Himalaya vorgeschlagen¹¹.

1.3 Untersuchungsmethoden

Nach einer vierwöchigen Vorexkursion im November 1989 wurden die Feldarbeiten zu der vorliegenden Abhandlung während eines sechsmonatigen Geländeaufenthaltes im Kaghan-Tal von März bis September 1990 durchgeführt. Den Schwerpunkt bildeten vegetationskundliche Untersuchungen. Die Standorte der Vegetationsaufnahmen wurden gemäß der Zielsetzung ausgewählt, die dreidimensionale Veränderung der ökologischen Bedingungen im Tal herauszuarbeiten. Zum einen erfolgte die Auswahl nach der Transekt-Methode entlang der ökologischen Gradienten. Im Tallängsprofil wie in vertikaler Richtung konnte auf diese Weise eine Gliederung in floristisch relativ homogene Vegetationszonen bzw. -höhenstufen vorgenommen werden. Zum anderen wurden mit der Wahl der Standorte die verschiedenen Expositionen in klimatisch einheitlichen Talräumen jeweils abgedeckt (zur Lage der Standorte vgl. die Karte im Anhang).

Die Erfassung und Analyse der Vegetation, die der synökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften zugrundeliegt, erfolgte nach den pflanzensoziologi-

¹¹ Dagegen werden in den neueren pflanzensoziologischen Arbeiten einheimischer Wissenschaftler im indischen Westhimalaya (KAUL & SARIN 1971, SAXENA & SRIVASTAVA 1973, JAVEID 1982, SINGH & KACHROO 1983, DAR, KACHROO & DHAR 1983) und im nordpakistanischen Hochgebirgsraum (BEG & BAKHSH 1974, M. AHMED 1976, 1988, AHMED & QADIR 1976, CHAGHTAI & GHAWAS 1976, M.H. KHAN 1978, BEG & KHAN 1980, 1984), die meist Methoden der nordamerikanischen Schule benutzen, weniger bzw. kaum aussagekräftige Ergebnisse erzielt.

schen Methoden von BRAUN-BLANQUET (vgl. ELLENBERG 1956, BRAUN-BLANQUET 1964, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, DIERSSEN 1990). Für die Auswahl der Probeflächen war die Grundforderung nach der ökologischen und floristischen Homogenität entscheidend. Das Minimumareal betrug bei den Waldgesellschaften in der Regel 200-350 m². Die quantitative Erfassung der Pflanzenbestände erfolgte nach der Artmächtigkeitsskala von BRAUN-BLANQUET (s. Symbole der Veg.-tabellen im Abkürzungsverzeichnis). Die Stufe 2 wurde nach REICHELTE & WILMANN (1973: 66) untergliedert¹². Die qualitativ-quantitative Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften wird in den Vegetationstabellen dokumentiert. Die Nomenklatur entspricht den Angaben der Taxonomen (s. Kap. 3), die die Bestimmungen des Expeditionsherbars durchgeführt haben. Besonderer Wert wurde auf die Darstellung des realen Zustandes der Vegetation gelegt. Die Tabellen, in denen sämtliche Vegetationsaufnahmen wiedergegeben sind, schließen daher auch Übergänge zwischen den Gesellschaften ein. Der Treuegrad der Kennarten wurde nach den Schemata in BRAUN-BLANQUET (1964: 95) und DIERSSEN (1990: 51) ermittelt.

Die BRAUN-BLANQUET-Methoden erwiesen sich als vortrefflich geeignet, um über die Ausscheidung von Differentialartengruppen zu einem vertieften Verständnis der Synökologie der Pflanzengesellschaften zu gelangen. Durch die Korrelation von Artenspektren und Standortuntersuchungen konnten die Wechselbeziehungen zwischen Vegetation und Standort erfaßt und eine eingehende Interpretation des anthropo-zoogenen Einflusses vorgenommen werden. Darüber hinaus wurde anhand des vollständigen Aufnahmемaterials eine räumlich-vergleichende Gegenüberstellung der physiognomisch-ökologischen Strukturen und der floristisch-chorologischen Spektren verschiedener Pflanzengesellschaften möglich. Mit dem Aufnahmемaterial wurde eine gesicherte Grundlage geschaffen, die eine detaillierte landschaftsökologische Differenzierung des Arbeitsgebietes erst ermöglichte. Darin liegen nach den Erfahrungen des Verfassers die entscheidenden Vorteile bei der Anwendung der BRAUN-BLANQUET-Methoden im Himalaya. Dagegen muß der Gültigkeitsbereich der nach dieser Methode abgegrenzten Assoziationen und ranglosen Gesellschaften aufgrund der hohen standörtlichen Diversität und der Artenvielfalt auf engem Raum zurückhaltend beurteilt werden. Daher läßt eine hierarchische Klassifikation von Gesellschaften in einem pflanzensoziologischen System nach dem Vorbild Mitteleuropas größere Schwierigkeiten erwarten.

Die Vegetationsaufnahmen wurden jeweils durch Standortuntersuchungen ergänzt. Anhand von Bodenprofilen erfolgte die Ansprache der Bodenhorizonte sowie der

¹² Beim Druck der Tabellen wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit die klassische Skala benutzt.

Merkmale Humusform, Humusgehalt, Bodenart, Gefügeform, Bodenfarbe, Kalkgehalt, Bodenfeuchtezustand und Durchwurzelung. Bestimmungen des pH-Wertes wurden mit dem Hellige-pH-Meter durchgeführt. Nachdem Höhe ü. NN, Exposition, Hangneigung, Deckung der Schichten, Größe der Probestfläche und des Bestandes, Lage am Hang und Geländecharakteristik notiert wurden, wurde der Standort zusätzlich durch Angaben zu Geologie, Erosionserscheinungen, Mikroklima, Fauna, Nutzung, weiterer Umgebung sowie durch sonstige Beobachtungen gekennzeichnet. Der anthropo-zoogene Einfluß wurde nach einem Belastungsindex (0= fehlend, 1= gering, 2= mittel, 3= stark) erfaßt. Die Beeinträchtigungen wurden getrennt nach Holzeinschlag, Schneitelung, Streunutzung und Beweidung nach diesem Index abgeschätzt.

Von hochgelegenen Aussichtspunkten aus wurden Skizzen und Panoramaaufnahmen angefertigt, die neben den Vegetationsaufnahmen zur Herstellung einer großformatigen, farbigen Vegetationskarte im Maßstab 1:150.000 dienen. Ferner wurden regelmäßig vegetationskundliche Beobachtungen auf Friedhöfen gemacht, wo in der Regel Relikte der natürlichen Vegetation erhalten geblieben sind.

Die klimaökologische Gliederung des Tales erfolgte zum einen auf der Grundlage bislang größtenteils unveröffentlichten Datenmaterials der WAPDA (Water and Power Development Authority) in Lahore. Zum anderen wurde sie anhand der klimaindikativen Vegetationszonierung sowie eigener Meßreihen und Beobachtungen vorgenommen. Die Darstellung der für das Artenspektrum der rezenten Flora und für die aktuelle Vegetationsdifferenzierung bedeutenden paläoökologischen Entwicklungen basiert insbesondere auf neueren regionalen Arbeiten zur Klima- und Vegetationsgeschichte.

Auf der Grundlage der landschaftsökologischen Erkenntnisse konnte die Entwicklung der Kulturlandschaft untersucht werden. Die Vegetationsanalysen führten zu einer detaillierten Vorstellung von der potentiellen natürlichen Vegetation, die die Differenz zwischen realer und potentieller Naturraumausstattung verdeutlicht. Mit Hilfe von Geländebeobachtungen, Befragungen und z. T. schwer zugänglicher forstlicher Literatur wurden die Auswirkungen der entscheidenden sozio-ökonomischen Einflußgrößen (Hochgebirgslandwirtschaft und Forstwirtschaft) auf den Vegetations- und Landschaftswandel charakterisiert. Die Auswertung der verfügbaren historischen Quellen über das Arbeitsgebiet, die im "India Office Library & Records" in London studiert wurden, ermöglichte es, die Dynamik des Kulturlandschaftswandels in ihrer historischen Dimension zu erfassen.

1.4 Das Arbeitsgebiet

1.4.1 Lage, Begrenzung und Beziehungen zu benachbarten Hochgebirgsräumen

Das Arbeitsgebiet liegt im pakistanischen Westhimalaya zwischen 34°33' und 35°11' nördlicher Breite sowie zwischen 73°17' und 74°09' östlicher Länge. Es umfaßt das Kaghan-Tal im engeren Sinne, d.h. das Wassereinzugsgebiet des Kunhar-Flusses vom Babusar-Pass im Norden bis zur Ortschaft Balakot im Süden. In diesem Bereich des Tales, der nach dem früheren Hauptort Kaghan benannt ist, herrscht Hochgebirgsrelief vor¹³ (Abb. 1, 2). Der Kunhar-Fluß verläuft von Balakot aus weiter in süd-östlicher Richtung durch die Mittelgebirgslandschaft der Himalaya-Vorberge und mündet nach ca. 35 km südlich Muzaffarabad in den Jhelum.

Das Kaghan-Tal erstreckt sich in nordöstlich-südwestlicher Richtung über eine Länge von ca. 100 km. Es umfaßt eine Fläche von ca. 2250 km² und liegt auf der Südabdachung der Himalaya-Hauptkette, die hier südwestlich des Nanga Parbat (8125 m NN) nur noch 4600-4700 m NN erreicht. Die administrativen Grenzen folgen den natürlichen Grenzen des schmalen, langgestreckten Einzugsgebietes des Kunhar-Flusses. An das Kaghan-Tal, im Norden des Distriktes Mansehra der North West Frontier Province (N.W.F.P.) gelegen, grenzt im Westen der Distrikt Kohistan (ebenfalls N.W.F.P.) an. Nördlich des Babusar-Passes schließen sich die Northern Areas mit dem Diamir-Distrikt (Subdivision Chilas) und im Osten das autonom verwaltete, zu Pakistan gehörende Azad Kashmir mit dem Neelam (Kishanganga)-Tal an¹⁴ (Abb. 1).

Im Rahmen einer naturräumlichen Gliederung des Gebirgssystems Hindukusch-Karakorum-Himalaya wird das Indus-Durchbruchstal häufig als Westgrenze des Himalaya angegeben. In landschaftsökologischer Sicht ist eine solche Begrenzung jedoch problematisch, da gerade in E-W-Richtung die Übergänge zwischen den einzelnen Naturräumen im Nordwesten des indo-pakistanischen Subkontinents ganz allmählich erfolgen (vgl. TROLL 1967: 369, SCHWEINFURTH 1957: 5, FAUTZ 1963: 15). So treten viele Vegetationstypen des Westhimalaya auch in Swat, Dir, Chitral und in Afghanistan auf (SCHWEINFURTH 1957: 10). Eine scharfe Grenze läßt sich daher nicht festlegen.

Im S-N-Profil, beim Übergang von der monsunbeeinflussten Südabdachung (unteres Kaghan) über die Himalaya-Hauptkette hinweg in das wüstenhafte Indus-Tal hinein,

¹³ Im folgenden wird mit dem Terminus Kaghan bzw. Kaghan-Tal jeweils dieser Talbereich bezeichnet.

¹⁴ Zur Verwaltungsgliederung in Nordpakistan vgl. KREUTZMANN (1990: 13), ALLAN (1989: 132), Survey of Pakistan (1985: 26).

treten dagegen auf kurzer Distanz die Unterschiede im Landschaftscharakter wesentlich deutlicher hervor.

Innerhalb der dreidimensionalen Landschaftsgliederung des Himalaya-Systems nach SCHWEINFURTH (1957: 312 ff, 1984) und TROLL (1967: 357ff) nimmt das Kaghan-Tal aufgrund des klimatisch-ökologischen Wandels im Tallängsprofil eine vermittelnde Stellung ein: das unter dem Einfluß des Monsuns stehende untere Kaghan als Teil des äußeren Himalaya entspricht dem Abschnitt des Punjab-Himalaya, während das randmonsunal beeinflusste obere Kaghan im inneren Himalaya¹⁵ bereits dem Indus-Himalaya zuzurechnen ist.

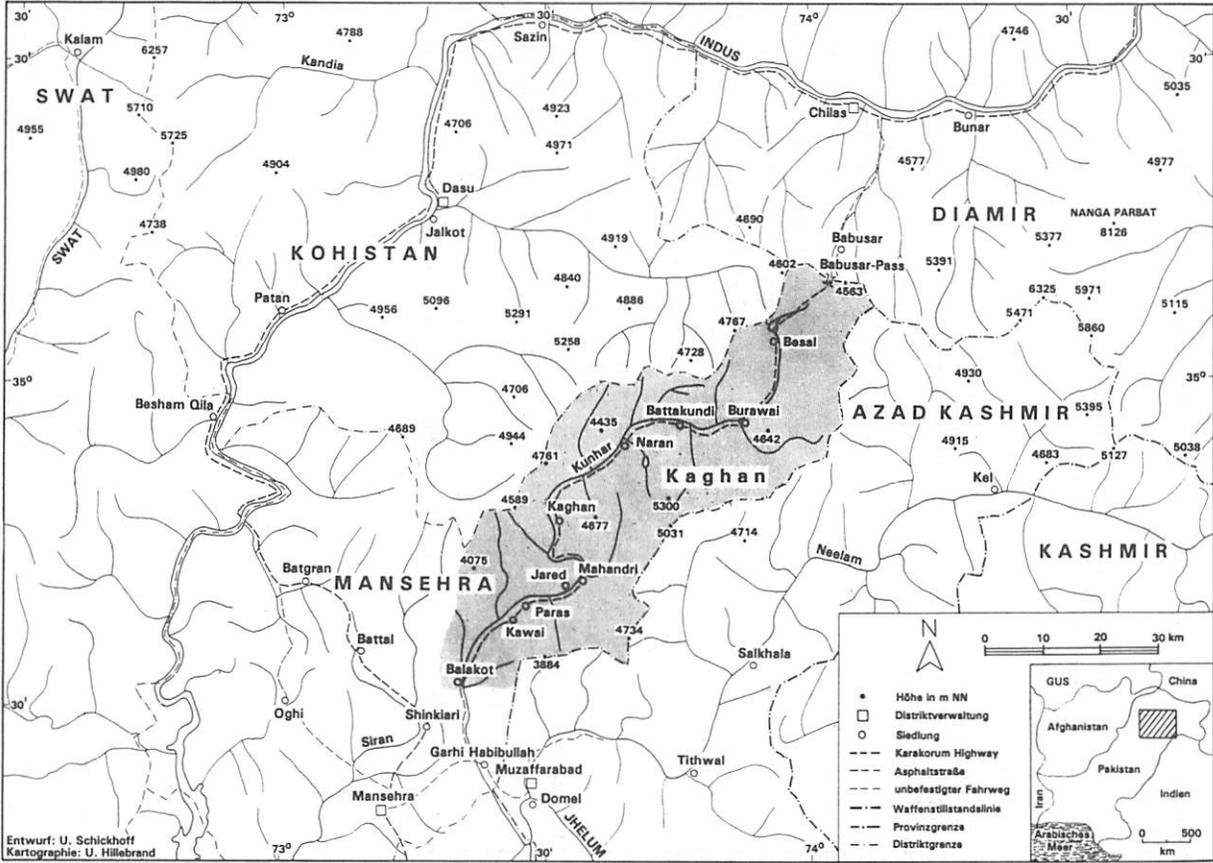
Der Übergang aus dem Kaghan über die Himalaya-Hauptkette am Babusar-Paß, als Kaghan- oder Babusar-Route bezeichnet, ist auch in kulturgeographischer Hinsicht von besonderem Interesse. Er besaß vor dem 1965 begonnenen Ausbau des Verkehrsnetzes im Karakorum, das die einstmals isolierten Karakorum-Täler an das Indus-Tiefland anbindet¹⁶, große Bedeutung für den Handels- und Personenverkehr (Punjab Government 1883/84: 158ff, WATSON 1908: 210, STEIN 1928: 6, ANGWIN 1930: 48, DICHTER 1967: 79, GRÖTZBACH 1985: 14, 1989: 1).

Neben der Hauptroute von Srinagar über den Burzil-Pass und durch das Astor-Tal, die nach der Teilung Kaschmirs im Jahre 1949 unterbrochen wurde, war es die einzige Süd-Nord-Verbindung in die frühere Gilgit-Agency (heute Northern Areas). Aufgrund des Verlustes dieser wichtigen Verbindungsfunktion charakterisiert GRÖTZBACH (1989: 1f) das Kaghan-Tal als einen "wenig dynamischen peripheren Raum", der darüber hinaus wegen der traditionell angespannten Beziehungen der Kaghani zu den Ethnien in den angrenzenden Talschaften (Jalkoti, Chilasi) "ziemlich isoliert erscheint".

¹⁵ Vgl. zur Differenzierung in äußeren, inneren und tibetischen Himalaya SCHWEINFURTH (1982, 1984).

¹⁶ Zu den vielfältigen Auswirkungen der externen Einflüsse auf den nordpakistanischen Hochgebirgsraum infolge des Karakorum-Highway-Baues vgl. z.B. JETTMAR (1977), GRÖTZBACH (1984, 1985, 1990), KREUTZMANN (1987, 1989a, b, 1991), ALLAN (1989). Der sich daraus ergebende Wandel in der Beziehung Umwelt-Mensch-Kultur ist der Hintergrund des DFG-Schwerpunktprogramms "Kulturraum Karakorum", in das die vorliegende Untersuchung über das Kaghan-Tal organisatorisch eingebunden wurde.

Abb. 1: Lage des Kaghan im nordpakistanischen Hochgebirgsraum. Grundlage: Atlas of Pakistan (Survey of Pakistan 1985)



1.4.2 Topographie und naturräumliche Gliederung

Das Einzugsgebiet des Kunhar-Flusses auf der Südabdachung des Himalaya (Abb. 1, 2) wird von zwei Gebirgszügen begrenzt, die von der Hauptkette in etwa 4600 m NN abzweigen und mehr oder weniger parallel in nordöstlich-südwestlicher Richtung verlaufen. Der östliche Gebirgszug bildet auf ganzer Länge die Wasserscheide zwischen Kunhar und Neelam (Kishanganga). Er erreicht im mittleren und oberen Kaghan Höhen von 4500-4800 m, z.T. über 5000 m NN; südlich der Kuppe des Makra (3884 m NN) streicht er in Richtung Jhelum-Tal aus. Der im Westen etwa in gleichen Höhen verlaufende Gebirgszug teilt sich nördlich des Musa-ka-Musalla (4075 m NN) in mehrere Kämmen, von denen der nach Süden auslaufende die Wasserscheide zwischen Kaghan- und Siran-Tal bildet.

Diese einrahmenden Gebirgszüge verzweigen sich in eine Vielzahl von Graten, Kämmen und Spornen und verleihen dem Kaghan-Tal durch ein System von Haupt- und Seitentälern verschiedener Ordnungen das Gepräge eines eng gekammerten Hochgebirgsraumes. Die höchsten Erhebungen im Kaghan liegen dort, wo die nordwestlichen Ausläufer der Pir Panjal-Kette und die südlichen Ausläufer der Himalaya-Hauptkette aufeinandertreffen; der Malika Parbat erreicht hier 5300 m NN, der Siran-Gipfel 5031 m Höhe NN (Abb. 1, 2).

Im gesamten Kaghan-Tal herrscht Hochgebirgsrelief vor. Vor allem der V-förmig eingeschnittene untere Talbereich zwischen Balakot und Jared wird durch ein starkes vertikales Gefälle innerhalb geringer Horizontaldistanzen gekennzeichnet. Es kommt in den Höhenunterschieden vom Talboden bei 900-1300 m bis zu den zugeschärften Graten bei 3000-4500 m, in engen Talprofilen und in der extremen Steilheit der Hänge mit durchschnittlichen Gradienten von etwa 40° ¹⁷ zum Ausdruck. Charakteristisch für dieses Hochgebirgsrelief ist die vertikale Zonierung der Steilhänge in durch intensive Fluvialerosion gebildete Runsen und dazwischenliegende Geländeerücken sowie die konvexe Form der Hangprofile.

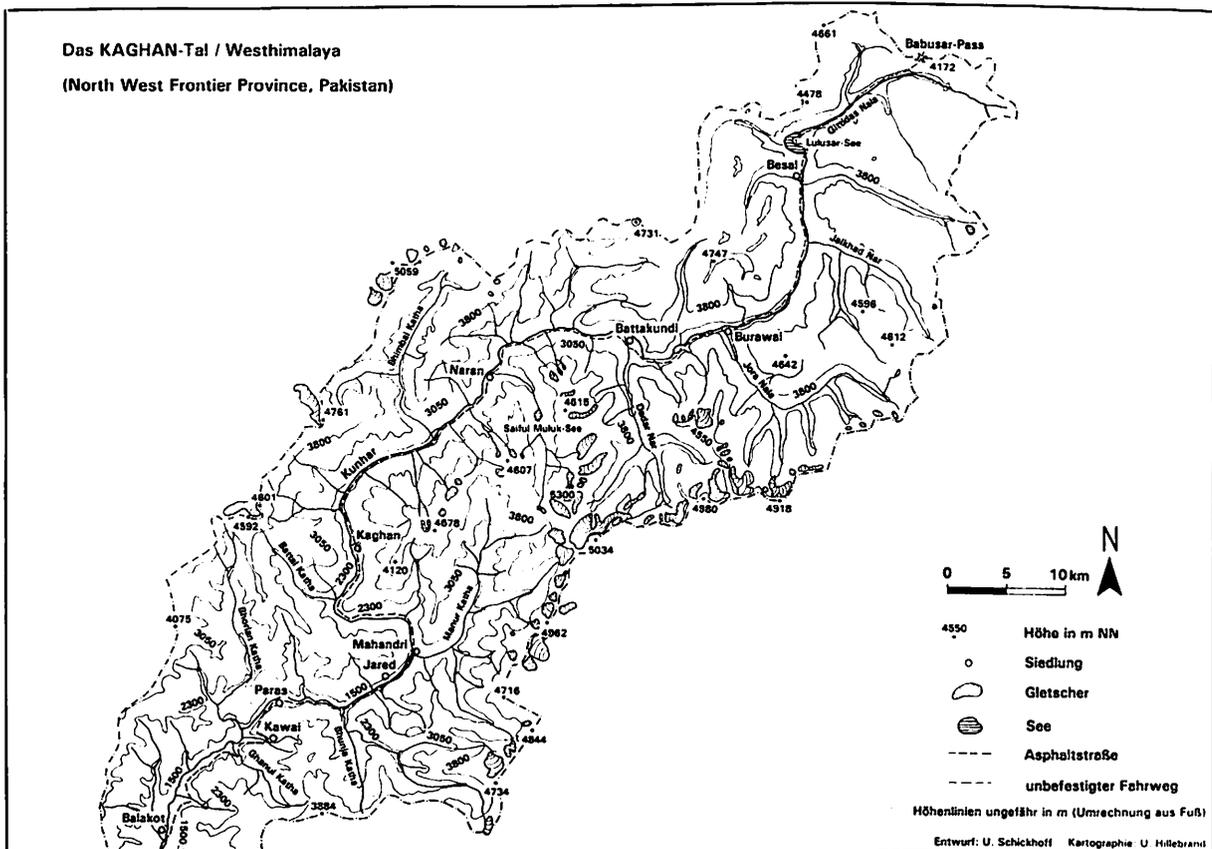
Im unteren Kaghan-Tal, das den monsonalen Einflüssen zunächst noch voll ausgesetzt ist, wird die untere montane Stufe von anthropo-zoogen stark zurückgedrängten *Pinus roxburghii*-Wäldern und trocken-temperierten Hartlaubwaldgesellschaften bzw. ihren Degradationsstadien eingenommen. In höheren Lagen stocken feucht-temperierte Koniferenwälder aus *Pinus wallichiana*, *Cedrus deodara*, *Abies pindrow* und *Picea smithiana*, denen Laubhölzer der Gattungen *Acer*, *Prunus*, *Juglans*, *Aesculus* u.a. beigemischt sind. In der subalpinen Stufe geht die natürliche Vegetation auf Schatthängen in *Betula utilis*-Wälder und einen *Salix*-Krummholzgürtel über, wäh-

¹⁷ Vgl. dazu MASRUR (1973: 167).

rend sich auf Sonnhängen *Juniperus*-Heiden anschließen. Mit zunehmender Höhe treten alpine Zwergstrauchheiden und Matten auf.

Im mittleren und oberen Kaghan, insbesondere im Mündungsbereich eiszeitlich vergletscherter Seitentäler, weitet sich das Haupttal im Querprofil etwas auf. Zwischen Naran (2362 m NN) und Battakundi (2670 m NN) tritt zudem eine Änderung des Landschaftscharakters ein. In der oberen montanen und subalpinen Stufe werden südliche Expositionen flächendeckend von *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Steppen(-wäldern) besiedelt, während die feucht-temperierten Koniferen- und Birkenwälder zunehmend auf Schatthänge beschränkt bleiben. Zwischen Burawai (2922 m NN) und Besal (3265 m NN) wird die talaufwärtige Grenze hochstämmiger Koniferenwälder erreicht. Im obersten Talabschnitt zwischen Luluzar-See (3440 m NN) und Babusar-Paß (4175 m NN) prägen weitgespannte, glazial überformte Muldentäler und weiche abgerundete Formen das Landschaftsbild. Die alpine Mattenvegetation besteht hier aus krautreichen Cyperaceenrasen.

Abb. 2: Topographische Übersicht des Kaghan. Grundlage: Karte "India and Pakistan 1:250.000"



2. Die natürliche Vegetationsverbreitung in ihrer Abhängigkeit von den landschaftsökologischen Faktorenkomplexen

2.1 Klima und Vegetationsverbreitung

2.1.1 Regionale klimatische Rahmenbedingungen

In der detaillierten klimazonalen Gliederung der Erde von TROLL & PAFFEN (1964), die in erster Linie auf dem jahreszeitlichen Wechsel vegetationsökologisch entscheidender Klimaelemente und auf dem ökologisch bedingten Habitus der Vegetation basiert, werden die klimatischen Höhenstufen der Gebirge als Höhenvarianten der entsprechenden Klimazonen des Tieflandes aufgefaßt.

Nach dieser Gliederung und Terminologie ist das Kaghan-Tal als Höhenvariante einem Übergangsbereich zweier Klimaregionen der warmgemäßigten Subtropenzone zuzuordnen, die im Westhimalaya aneinandergrenzen: der Region der durch subtropische Hartlaub- und Nadelgehölze gekennzeichneten winterfeucht-sommertrockenen Klimate des mediterranen Typus¹ und der Region der kurz sommerfeuchten und wintertrockenen Steppenklimate des Himalaya-Vorlandes mit subtropischen Dornstrauch- und Sukkulantensteppen². Die Himalaya-Hauptkette als nördliche Begrenzung des Kaghan-Tales bildet zugleich die Grenze zur kühlgemäßigten Klimazone mit Steppenklimate.

Die generalisierende globale Darstellung bedingt eine linienhaft scharfe Abgrenzung der Klimazonen, die dem Kontinuumcharakter der natürlichen Verhältnisse nicht entsprechen kann; verschiedene Klimazonen können sich daher überschneiden (TROLL & PAFFEN 1964: 24). Im Westhimalaya kommt als Abgrenzungsproblem die in südöstlich-nordwestlicher Richtung abnehmende klimaökologische Wirksamkeit der monsunalen Einflüsse hinzu, die in kleinmaßstäblichen Gliederungen kaum ausreichend berücksichtigt werden kann.

Die ebenfalls unter klimaökologischen Gesichtspunkten vorgenommene Gliederung der Geo-Biosphäre von WALTER & BRECKLE (1991) in zonale Lebensräume (Zonobiome) und Übergangsräume (Zonoökotone) ist zwar weniger detailliert, es wird jedoch die unnatürlich scharfe Abgrenzung zwischen den Klimazonen vermieden, indem entsprechende Zonoökotone ausgegliedert werden. Die Gebirge mit ihren klimatischen Höhenstufen werden aus den Zonobiomen und Zonoökotonen herausgenommen und als Orobiome gesondert beschrieben. Damit wird eine diffe-

¹ Zur Abgrenzung der Klimate des mediterranen Typus in Pakistan vgl. BAGNOULS & MEHER-HOMJI (1959), SELOD (1961), LABROUE, LEGRIS & VIART (1965), MEHER-HOMJI (1971a, b, 1973).

² Zum Verhältnis der natürlichen Vegetation zu den Klimaregionen des indo-pakistanischen Subkontinents vgl. BHARUCHA & SHANBHAG (1956) und SUBRAHMANYAM (1958).

renzierte Charakterisierung von Gebirgsökosystemen im Rahmen einer ökozonalen Gliederung der Erde angestrebt. Nach dieser Gliederung erhebt sich der Westhimalaya mit dem Kaghan-Tal als Orobiom aus dem "Dreiecks-Zonoökoton" zwischen dem mittelasiatischen Raum mit arid-mediterranem Charakter, dem arid-gemäßigten zentralasiatischen Raum und dem humiden indischen Monsungebiet (WALTER & BRECKLE 1991: 24).

Pakistanische Klimatologen nehmen die regionale klimatische Gliederung Pakistans zum einen nach den globalen Klassifikationen von KÖPPEN oder THORNTHWAITE vor (NAQVI & RAHAMATULLAH 1962, N. KHAN 1968). Zum anderen werden darauf aufbauende kombinierte Ansätze (AHMAD 1951, SHAMSHAD 1988) angewendet, mit denen feinere Untergliederungen ermöglicht werden. AHMAD (1951) bezieht landschaftskundliche Aspekte bei der Einteilung Pakistans in vier Klimaregionen mit ein und ordnet das Kaghan-Tal dem humiden äußeren Himalaya innerhalb des subtropisch kontinentalen Gebirgslandes zu. Darauf aufbauend beschreiben AHMAD & KHAN (1959, 1961) diese Region als die niederschlagsreichste mit der zugleich geringsten Variabilität der jährlichen Niederschlagsmengen innerhalb Pakistans (vgl. auch KHURSHID ALAM 1972: 298). SHAMSHAD (1988) berücksichtigt in seiner Klassifikation unterschiedliche Jahreszeitenklimaregionen und bezeichnet das Klima der nördlichen Gebirgsregionen als "extratropical quadruple season type". Diesen Klimatyp teilt er in verschiedene Zonen von arid bis humid ein, deren Grenzen bzw. Grenzbereiche jedoch ebenso wie in AHMAD's Gliederung nicht eindeutig festgelegt werden.

Die Probleme bei der eindeutigen Zuordnung des Kaghan-Tales zu den Klima- bzw. Ökozonen der Erde und zu den Klimaregionen Pakistans ergeben sich aus dessen Lage innerhalb eines klimatischen Übergangsgebietes. In den Hochgebirgsräumen Nordpakistans gehen zum einen warmgemäßigte und kühlgemäßigte Klimazonen ineinander über und es herrschen hier sowohl ganzjährig humide als auch ganzjährig aride Klimate vor. Zum anderen verläuft in dieser Region, in der zwei genetisch verschiedene Niederschlagsregimes wirksam sind, die Grenzlinie dominierender monsunaler Sommerregen.

Dieser komplexe, von den klimatischen Höhenstufen der Gebirge stark modifizierte Wandel der makroklimatischen Verhältnisse ist auch für das Verständnis der Klimazonierung im Kaghan von Bedeutung. Daher wird die hygrische Raumgliederung

dieser Region im folgenden anhand von ökologischen Klimadiagrammen³ der Stationen des Kaghan-Tales und angrenzender Gebiete kurz charakterisiert⁴ (Abb. 3).

Bei einer Betrachtung der einzelnen Klimadiagramme fallen neben der unterschiedlichen jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge zunächst die großen Humiditätsunterschiede der Stationen südlich und nördlich der Himalaya-Hauptkette auf. Sie wird südwestlich des Nanga Parbat von PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER (1956: 29) als Klimascheide sowie als Vegetations- und Landschaftsgrenze erster Ordnung bezeichnet. TROLL (1939b: 155) spricht von einer wichtigen Klima-, Landschafts- und Florenzgrenze unmittelbar südlich des Nanga Parbat-Stockes⁵.

Diese erste Gebirgsbarriere schirmt das tief eingeschnittene Indus-Tal und die unteren Abschnitte der Indus-Seitentäler weitgehend vor den aus südlichen Richtungen heranströmenden feuchten Luftmassen des indischen Sommermonsuns ab. Diese bringen jedoch auch den inneren, im Regenschatten der äußeren Randketten gelegenen Tälern (Stationen Naran, Battakundi, auch Kalam) und dem Kaschmir-Becken (Station Srinagar) jenseits der Pir Panjal-Kette bereits erheblich weniger Sommerniederschläge als den Gebirgsrändern (z.B. Station Murree). Als zweite Barriere fungiert die etwa E-W verlaufende Gilgit-Kette⁶ zwischen Indus-Tal im Süden und Ghizar-Gilgit-Tal im Norden, deren abschirmende Wirkung sich von der Shandur-Paß-Region in Richtung Lowari-Paß im Südwesten fortsetzt.

³ Klimadiagramme nach der Methode WALTER (WALTER 1955, WALTER & LIETH 1960-67, WALTER, HARNICKELL & MUELLER-DOMBOIS 1975) werden in ökologischen Untersuchungen inzwischen weltweit verwendet, da sie eine rasche ökologische Beurteilung der Großklimaverhältnisse ermöglichen. Zur Kritik und Diskussion in geophysikal.-klimatologischer Hinsicht vgl. LAUER (1960), JÄTZOLD (1962: 92), WEISCHET (1983: 152). Die Klimadiagramme wurden nach größtenteils unveröffentlichten Daten der WAPDA (Water and Power Development Authority), Lahore, zusammengestellt. Sie basieren auf einer umfangreichen Umrechnung und Auswertung der Daten in den wöchentlichen "Station Files" der einzelnen Stationen. Zusätzlich fanden Angaben in WALTER & LIETH (1960-67) für Murree, Srinagar, in AHMAD (1951) für Murree, in FLOHN (1969) für Saidu Sharif, in HASERODT (1989a) für Chitral, Drosh, sowie in MASRUR & KHAN (1973) für Balakot Verwendung. Daten für Battakundi stellte freundlicherweise das dortige "Seed Potato Research Project" zur Verfügung.

⁴ Auf die mangelnde Repräsentativität der Talstationen für die höher gelegenen Gebirgsbereiche in Hochasien ist wiederholt hingewiesen worden (FLOHN 1956: 88, 1959: 1414, 1969: 208, 1970a: 9, HASERODT 1984a: 158, 1989a: 60, vgl. auch TROLL 1952, 1967, SCHWEINFURTH 1956, 1981a), vorerst stehen jedoch keine anderen Daten in größerem Umfang zur Verfügung.

⁵ Vgl. auch KASHYAP (1925, 1932), HARTMANN (1983) für östlich anschließende Regionen. Zur darüber hinausgehenden Bedeutung des Himalaya als Landschaftsscheide vgl. SCHWEINFURTH (1965).

⁶ Die Bezeichnung "Gilgit-Kette" wird von WICHE (1961) und HASERODT (1989b) benutzt.

Während im oberen Swat (Station Kalam) die Sommerniederschläge noch leicht ansteigen, weisen die weiter im Westen gelegenen Stationen Chitral und Drosh bereits keine monsunzeitliche Zunahme der Niederschläge mehr auf. Sie werden lediglich ausnahmsweise einmal randmonsunal beeinflusst⁷ (HASERODT 1980: 241, 1984a: 147, 1989a: 61). Eine randmonsunale Beeinflussung weisen zwar ebenfalls die Stationen Chilas, Gilgit und Astore auf, im Gegensatz zu Chitral und Drosh zeichnet sich hier im Mittel aber eine leichte Zunahme der Niederschläge im August ab.

Trotz der abschirmenden Wirkung der Gebirgsketten reicht die Wetterwirksamkeit der feuchten monsunalen Luftmassen weit in den nordpakistanischen Hochgebirgsraum hinein (vgl. REIMERS 1992: 188f). Sie werden von dem sommerlich quasipermanenten Tiefdrucksystem angezogen, das sich als Monsuntrog vom nördlichen Golf von Bengalen in nordwestlicher Richtung etwa entlang der Gangesebene bis nach Pakistan erstreckt⁸. Zu intensiven, lang anhaltenden Niederschlägen auf der Südabdachung des Himalaya kommt es insbesondere dann, wenn sich die Achse dieses Monsuntroges nach Norden an den Rand des Himalaya verschiebt (DOMRÖS 1968: 41)⁹.

Die Klimadiagramme der monsun und randmonsunal beeinflussten Stationen dieser Region (Abb. 3) verdeutlichen, wie der Anteil der Sommerniederschläge an der Jahresmenge jeweils zur Peripherie des Monsungebietes hin abnimmt (vgl. Tab. 1). In südwestlich-nordöstlicher Richtung sinkt z.B. der Anteil der Sommerregen an der Jahresmenge von etwa 50 % (Murree, Muzaffarabad, Balakot) bis auf etwa 10 % (Naran, Battakundi, Chilas, auch Kalam). In ähnlicher Weise erfolgt in südöstlich-nordwestlicher Richtung eine Abnahme des Sommerregenanteils, der in Oghi, Besham und Saidu Sharif noch etwa 35 % beträgt und in Chitral auf unter 5 % zurückgeht (vgl. dazu auch TREBGE 1937: 29ff, SCHICK 1953: 162, KHURSHID ALAM 1972: 302).

⁷ Zur monsunalen Beeinflussung im westlich angrenzenden Afghanistan vgl. VOLK (1954), STENZ (1957), FLOHN (1969), RATHJENS (1974a, 1975, 1978), SIVALL (1977).

⁸ Zur Klimatologie des Monsuns in Südasien vgl. insbesondere die Arbeiten von FLOHN (1955, 1956a, b 1960, 1965, 1968, 1969, 1970a), SIMPSON (1921), WAGNER (1931), RAMANATHAN & RAMAKRISHNAN (1939 a, b), SAWYER (1947), YIN (1949), RAMAKRISHNAN et al. (1960), REITER & HEUBERGER (1960), KOTESWARAM & RAO (1963), PÉDELABORDE (1963), ANANTHAKRISHNAN & RAJAGOPALACHARI (1964), RAMASWAMY (1967), CHANG (1967), RAMAGE (1971), RAMDAS (1974), HAHN & MANABE (1975), HUQ (1978).

⁹ Vgl. dazu auch CHANG (1967: 391), SCHICK (1953: 153), ANANTHAKRISHNAN & BHATIA (1960: 161), RAHMATULLAH (1952: 177), LUDWIG (1953: 43), RAMASWAMY (1959: 456).

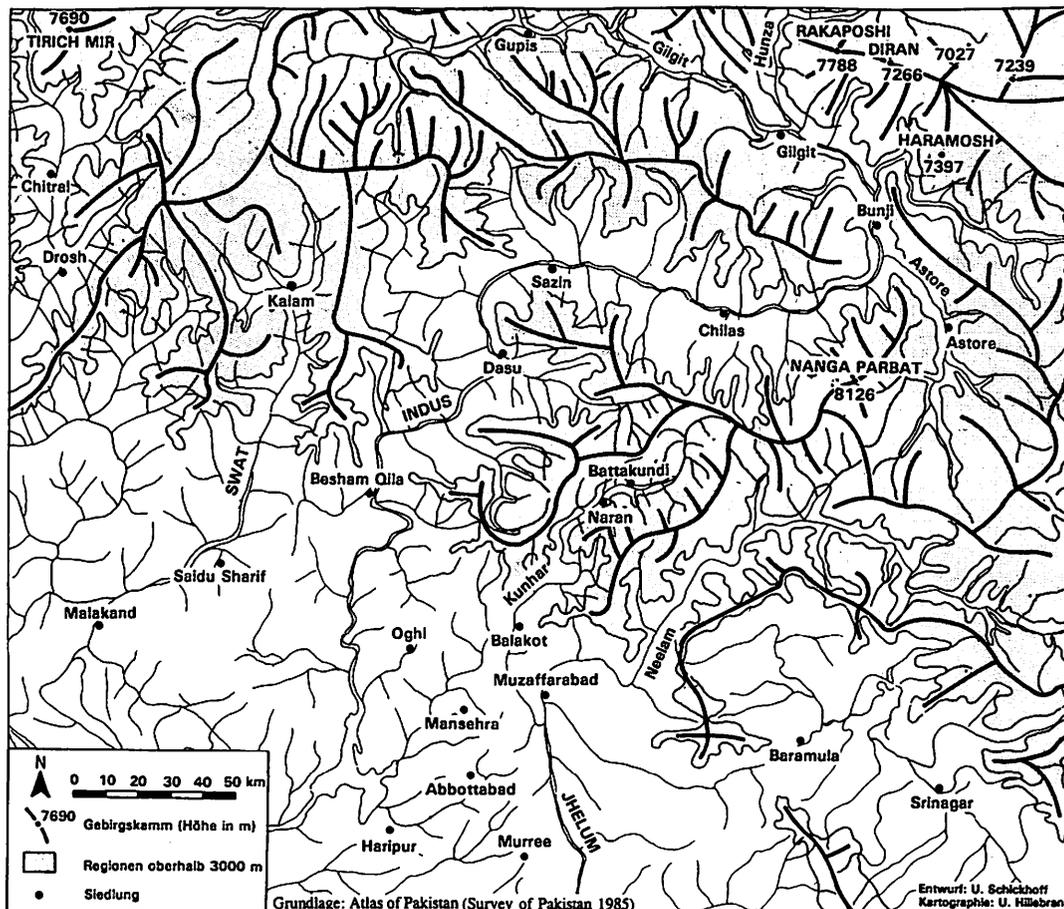
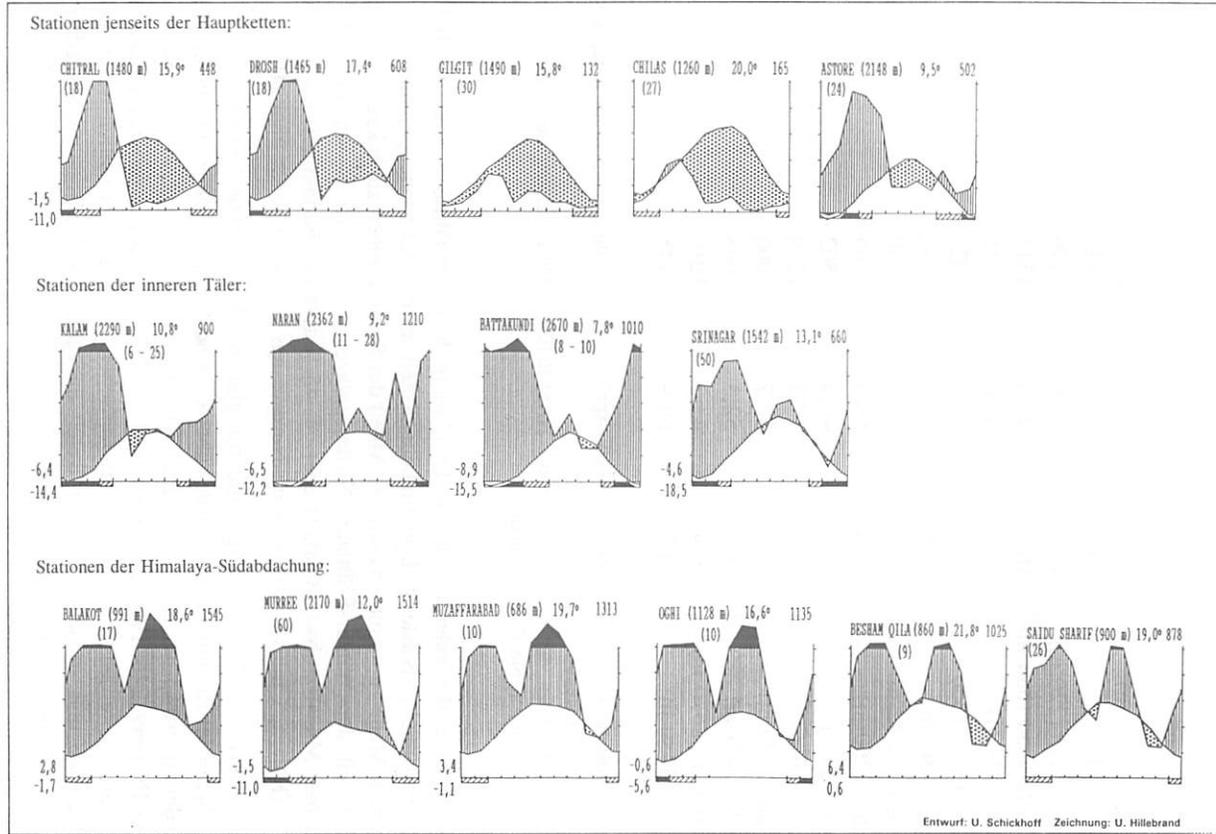


Abb. 3: Klimadiagramme monsunale und randmonsunale beeinflusster Stationen (vgl. Kammerverlaufskarte) des nordpakistanischen Hochgebirgsraumes



Station	Juli-Sept.	Feb.-Apr.	Jahressumme (mm)
Murree (2170 m)	53,3	22,3	1514
Balakot (991 m)	49,7	24,7	1545
Abbottabad (1220 m)	47,7	25,6	1179
Muzaffarabad (686 m)	46,2	23,3	1313
Oghi (1128 m)	36,5	30,0	1135
Besham Qila (860 m)	34,6	35,4	1025
Gilgit (1490 m)	25,8	38,6	132
Srinagar (1542 m)	24,2	38,9	660
Chilas (1260 m)	13,0	55,5	165
Astor (2148 m)	12,8	46,9	502
Naran (2362 m)	12,5	47,3	1210
Kalam (2290 m)	12,1	52,7	900
Drosh (1465 m)	11,5	52,3	608
Battakundi (2670 m)	10,4	43,2	1010
Chitral (1480 m)	4,7	60,9	448

Tab. 1: Niederschlagsanteile (Juli-Sept. /Feb.-Apr.) in % der Jahressummen im nordpakistischen Hochgebirgsraum

Quelle: nach Daten der WAPDA, Lahore, HASERODT (1989a), Daten des "Seed Potato Research Project", Battakundi

Eine weitere Besonderheit der makroklimatischen Verhältnisse sind die hohen Winter-Frühjahrs-Niederschläge und ihr Anteil an der Jahresmenge, der etwa in gleichem Maße zunimmt, in dem der Anteil der Sommerregen zurückgeht. So steigt der Anteil der Winter-Frühjahrs-Niederschläge von S nach N von etwa 25 % (Murree, Muzaffarabad, Balakot) über ca. 45 % (Naran, Battakundi) bis auf etwa 55 % (Kalam, Chilas), in Chitral im Nordwesten beträgt er sogar über 60 %.

Die winterlichen Niederschläge, die für eine mächtige Schneebedeckung in den Hochlagen der Region sorgen, werden überwiegend durch westliche Störungen innerhalb der außertropischen Westwinddrift, den "Western Disturbances", hervorgerufen (FLOHN 1969: 245, 1970a: 9). Sie entstehen meist durch gesteigerte Konvektion auf der Vorderseite der innerhalb des subtropischen Strahlstromes östlich wandernden Höhenträge und -rücken. Seltener treten dagegen großflächige, an ausgedehnte frontale Störungen gebundene zyklonale Niederschläge auf, da die meisten Zyklonen die Region in okkludierter Form erreichen (vgl. FLOHN 1956b: 86, 1958: 303, 1959: 1409, 1969: 208, DOMRÖS 1968: 37, MULL & DESAI 1947: 6, PISHAROTY & DESAI 1956: 333, MOOLEY 1957: 253).

Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge in dieser Region mit außertropischen Winterregen und monsunal-randtropischen Sommerregen steht somit in Zusammenhang mit zwei verschiedenen synoptischen Situationen, die entsprechend der jahreszeitlichen Verlagerung der Zirkulationsglieder der Atmosphäre zu unterschiedlichen Jahreszeiten vorherrschen und ihre volle klimatische Wirksamkeit alternierend entfalten (vgl. FLOHN 1959: 1410).

Während die Winterniederschläge genetisch den "Western Disturbances" innerhalb der außertropischen Westwindzone entstammen, die das Wettergeschehen jedoch auch das übrige Jahr hindurch beeinflusst (vgl. FLOHN 1953a: 180, 1956b: 88, SIDDIQI & KHAN 1964: 235, WAGNER 1962: 191, 1970: 199, SINHA 1959: 55), sind die Sommerniederschläge neben lokalen Konvektionsschauern überwiegend an Monsunstörungen gebunden, deren Effekte sich mit denen der westlichen Störungen zeitweise überlagern¹⁰. In den Monaten Juni-September werden SE-NW wandernde Monsuntiefs gelegentlich auf der Vorderseite eines östlich wandernden Höhentroges der Westdrift in dessen Bereich miteinbezogen, was zu länger anhaltenden Aufgleitvorgängen mit intensiven, z. T. wolkenbruchartigen Niederschlägen führt (FLOHN 1956b: 87, 1958: 303, 1959: 1424, 1965: 247). Die bimodalen Niederschlagskurven in den Klimadiagrammen der monsunal beeinflussten Stationen sind damit ein Ausdruck für die Lage innerhalb eines Übergangsbereiches, in dem sich das winterlich zyklonal-außertropische und das sommerlich monsunal-randtropische Niederschlagsregime überlagern (FLOHN 1969: 209, REIMERS 1992: 103).

2.1.2 Klimaökologische Differenzierung des Kaghan-Tales und Verbreitung der Vegetation

Der Wandel der makroklimatischen Verhältnisse in diesem klimatischen Übergangsbereich spiegelt sich auch im Kaghan-Tal selbst wider. Das Tal wird in seinem Längsprofil durch einen ausgeprägten Klimagradienten gekennzeichnet, der aufgrund der orographisch-topographischen Kammerung des Talraumes weiter differenziert wird. Dieser Klimagradient bedingt als primärer Standortfaktor eine charakteristische Verbreitung der Vegetation mit einer großen Artenvielfalt. Die Zusammenhänge zwischen dem dreidimensionalen Wandel der Klimatelemente und der Vegetationsdifferenzierung werden im folgenden näher herausgearbeitet.

¹⁰ Darüber hinaus scheint ein Zusammenhang zu bestehen zwischen Mächtigkeit und Andauer der winterlichen Schneebedeckung sowie Beginn und Intensität des Sommermonsuns (vgl. HAHN & SHUKLA 1976, DEY & BHANU KUMAR 1982, 1983, BHANU KUMAR 1987, PARTHASARATHY & PANT 1987). Gletscherschwankungen im Himalaya und Transhimalaya werden ebenfalls auf die Intensität des Sommermonsuns zurückgeführt (MAYEWSKI et al. 1980).

Dabei werden die klimaökologischen Verhältnisse im Kaghan auf der Grundlage einer systematischen Auswertung der verfügbaren Klimadaten der Stationen in Kombination mit den vegetationskundlichen Untersuchungen erstmals interpretiert¹¹. Zunächst erfolgt eine klimaökologische Raumgliederung, die einhergeht mit einer Charakterisierung der hygrothermischen Wachstumsbedingungen der Vegetation und einer Beschreibung der Vegetationszonierung im Tallängsprofil. Anschließend werden die Höhenstufung von Klima und Vegetation und die Modifikationen der Vegetationsverbreitung durch den Einfluß des Geländeklimas dargestellt.

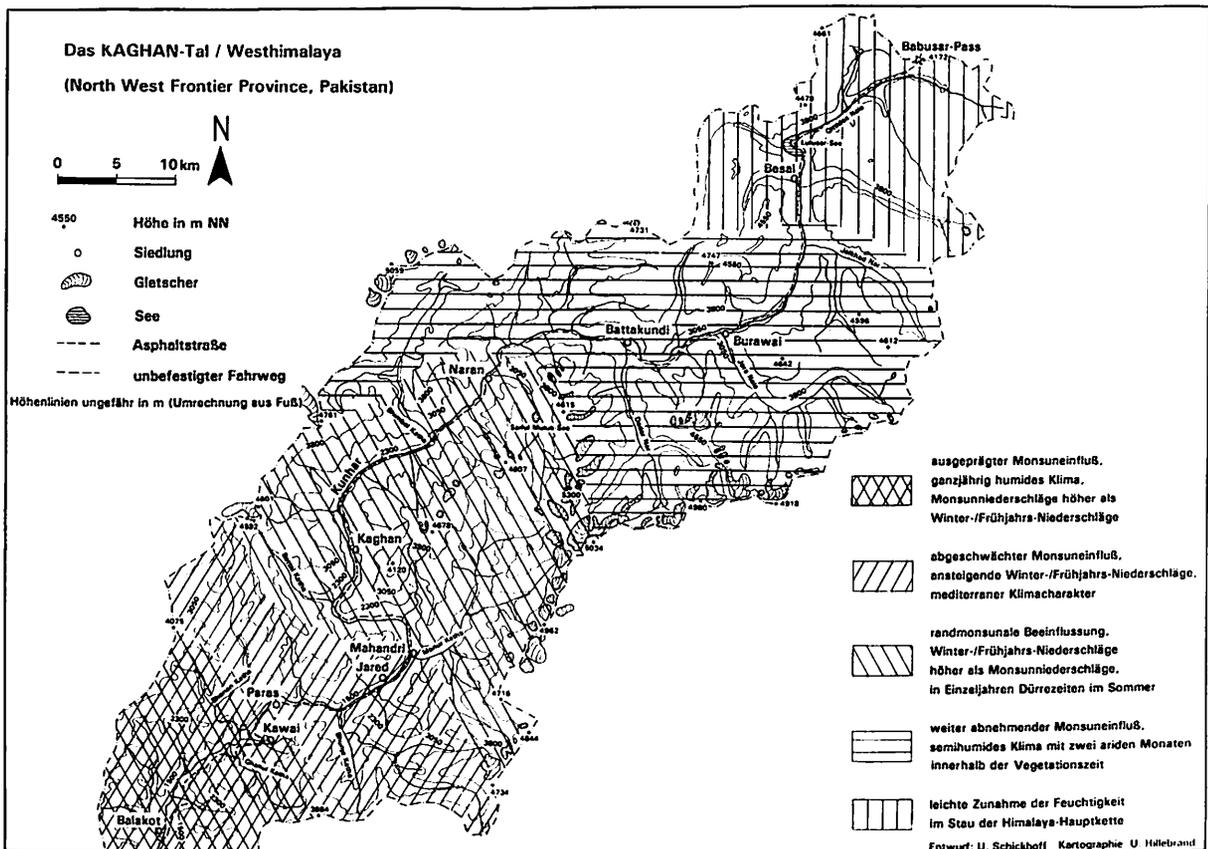
2.1.2.1 Die Differenzierung im Tallängsprofil

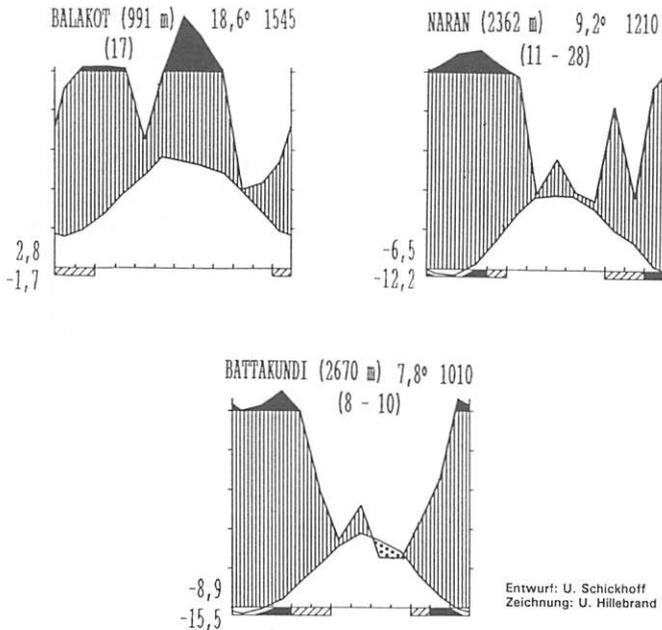
Die landschaftsökologischen Untersuchungen im Kaghan haben eine Differenzierung des Tales in fünf verschiedene klimaökologisch einheitliche Talräume ergeben. Zum besseren Verständnis wird diesem Kapitel eine Karte der klimaökologischen Raumgliederung (Abb. 4) vorangestellt, anhand der die folgende Beschreibung des klima- und vegetationsökologischen Charakters dieser Talräume verfolgt werden kann.

Das Klima im unteren äußeren Kaghan-Tal, repräsentiert durch die Station Balakot (991 m NN) (Abb. 5), wird bei einer mittleren jährlichen Niederschlagsmenge von 1545 mm durch ganzjährige Humidität gekennzeichnet. Die jahreszeitliche Verteilung der Niederschläge läßt neben dem monsunezeitlichen Maximum ein sekundäres Maximum durch Winter-Frühjahrs-Niederschläge erkennen, die in der Zeit von Januar bis April etwa 30 % der Jahresmenge ausmachen.

¹¹ Das Klima im Kaghan-Tal ist bisher kaum untersucht worden. Erste Auswertungen von Klimadaten finden sich in MASRUR & KHAN (1973), KHATTAK (1983) und HASE-RODT (1984b), Daten zu Winterniederschlägen in Snow and Ice Hydrology Project (1989), de SCALLY (1989). Die hier ausgewerteten Klimadaten wurden überwiegend aus bisher unveröffentlichten, wöchentlichen "Station Files" der Stationen des Kaghan-Tales (Balakot, Naran) gewonnen und waren nur z. T. bereits als Monatswerte in die WAPDA-Statistiken (1971-80) übertragen worden.

Abb. 4: Klimakologische Raumgliederung des Kaghan



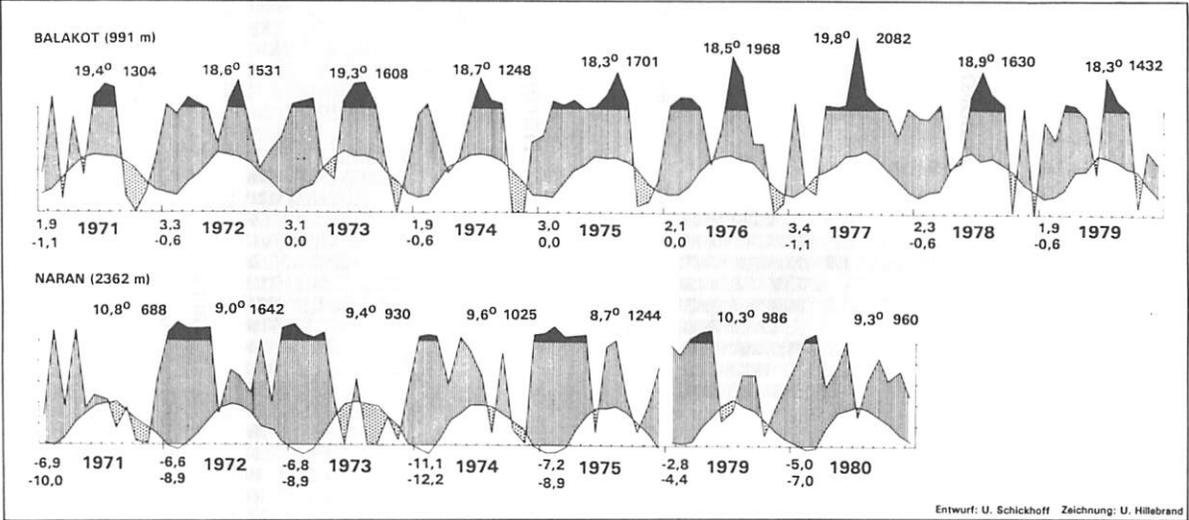


Quelle: WAPDA (1971-80), "Station Files" der WAPDA-Stationen (Balakot, Naran) 1962-89, MASRUR & KHAN (1973), Daten des "Seed Potato Research Project", Battakundi

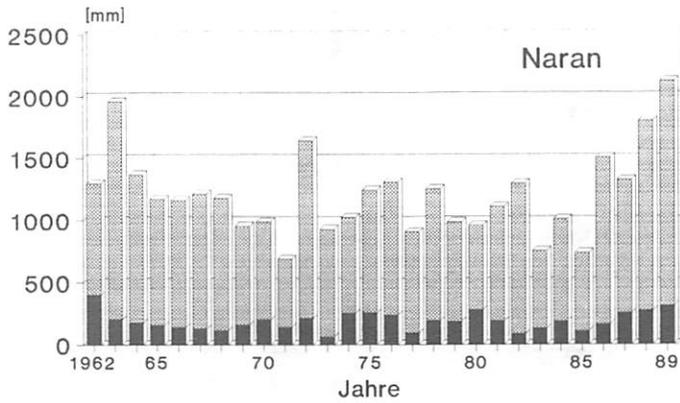
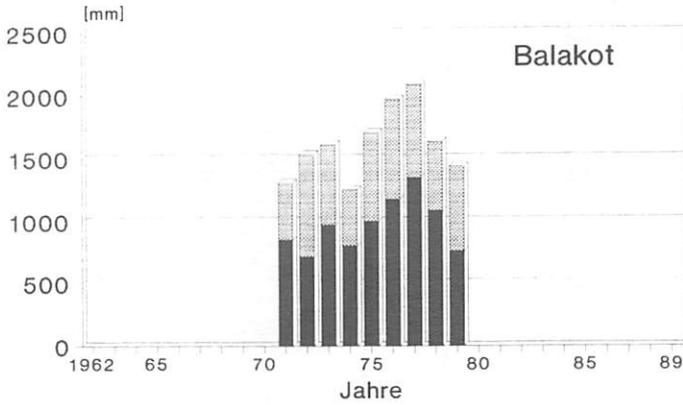
Abb. 5: Klimadiagramme der Stationen Balakot, Naran und Battakundi im Vergleich

Nach dem Beginn der Monsunperiode kommt es häufig zu leichten konvektiven Schauern, die zusätzlich zur Bodenwasserversorgung beitragen. Der Wassergehalt des Bodens geht erst im Oktober/November zurück, wenn es zwischen dem Ende des Monsuns und dem Beginn der Winterniederschläge in einzelnen Jahren zu ariden Phasen kommt. Sie können kurzfristig auch in der Vormonsunzeit auftreten, wie der Klimadiagramm-Streifen der Jahre 1971-79 (Abb. 6) zeigt. Im langjährigen Mittel (vgl. Abb. 5) sind jedoch auch die Herbstmonate humid.

Die Höhe der jährlichen Niederschlagsmenge, die z.B. in den Jahren 1971-79 zwischen 1248 und 2082 mm schwankt, hängt im unteren Kaghan entscheidend von der Höhe der monsunezeitlichen Niederschläge ab (Abb. 7). Sie machen von Juni bis September im Mittel etwa 56 % der Jahresmenge aus. Der Juli ist mit durchschnittlich 384 mm der niederschlagsreichste Monat (vgl. Abb. 9).



Quelle: WAPDA (1971-80), WAPDA-"Station Files" 1971-80
 Abb. 6: Klimadiagrammstreifen der Stationen Balakot (1971-1979) und Naran (1971-1975, 1979-1980)

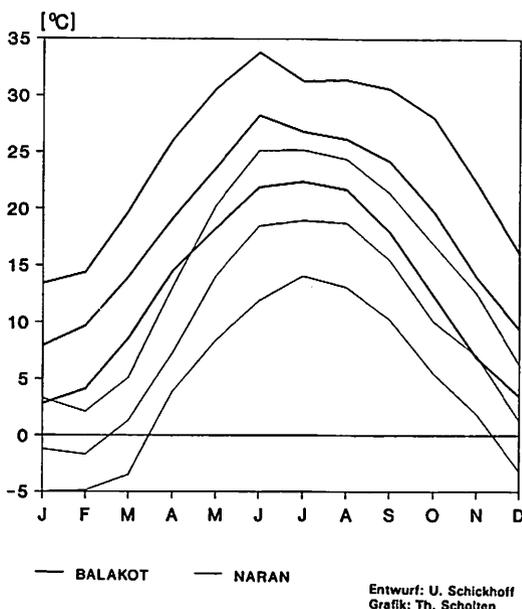


■ Jun - Sep ▨ Okt - Mai

Entwurf: U. Schickhoff
Grafik: Th. Scholten

Quelle: WAPDA (1971-80), WAPDA-"Station Files" 1962-89

Abb. 7: Jahressummen der Niederschläge im unteren Kaghan (Balakot) und im oberen Kaghan (Naran) mit Anteil der monsunzeitlichen Niederschläge



Quelle: WAPDA (1971-80), WAPDA-"Station Files" 1962-89

Abb. 8: Monatsmittel-Temperaturen (mittlere Minima, Mitteltemperaturen, mittlere Maxima) der Stationen Balakot und Naran

Die Abhängigkeit der jährlichen Niederschlagssummen von der Höhe der jeweiligen monsunalen Sommerregen verdeutlicht den überragenden Einfluß des Monsunregimes¹² auf das Klima im unteren Talbereich.

Bei ganzjähriger relativer Humidität ist für die Länge der Vegetationszeit der thermische Schwellenwert entscheidend, der in der Regel zwischen 5 °C und 10 °C liegt. Die Kurve der mittleren Monatstemperaturen in Balakot (Abb. 8) verläuft im Sommerhalbjahr auf einem der subtropischen Breitenlage entsprechend hohen Niveau. Die Mittelwerte von 7 Monaten liegen über 18 °C, wobei bereits der Juni der

¹² Wie bereits aus den Arbeiten von SCHLAGINTWEIT-SAKÜNLÜNSKI (1876, 1881-83) und BRANDIS (1884b: 388) hervorgeht, ist im Vergleich zum Westhimalaya der Einfluß des Monsunregimes im Zentral- und Osthimalaya, wo der Anteil an den Jahresniederschlägen mehr als 80 % erreichen kann, naturgemäß wesentlich größer (vgl. FLOHN 1970b: 37f, DOMRÖS 1970, HAFFNER 1979: 9, R.K. GUPTA 1983: 140, HORMANN 1986: 167, MIEHE 1991a: 182), während die Auswirkungen der Western Disturbances abnehmen (vgl. DOMRÖS 1978: 55, MANI 1981: 4, DAS 1983: 6, DHAR, MANDAL & KULKARNI 1987: 78).

wärmste Monat ist. Die relativ große mittlere jährliche Temperaturamplitude zwischen Januarmittel (7,85 °C) und Junimittel (28,3 °C) deutet die thermische Kontinentalität des Klimas an.

Die Mitteltemperaturkurve sinkt im Jahresgang lediglich von Dezember bis Februar geringfügig unter die 10 °C-Grenze ab. In dieser Zeit können jedoch leichte Fröste auftreten, ohne daß das mittlere Tagesminimum unter den Gefrierpunkt fällt (vgl. Abb. 8).

Das winterliche Pflanzenwachstum wird somit durch die niedrigeren Temperaturen eingeschränkt, da sie deutlich unter dem Optimum für Lebensprozesse zurückbleiben. Eine völlige Vegetationsruhe kann aber für den überwiegenden Teil der Pflanzendecke ausgeschlossen werden.

Die alternierende Vorherrschaft der oben beschriebenen synoptischen Situationen mit Winterniederschlägen der Westdrift und monsonalen Sommerregen, deren jeweilige Jahresmengen im Vergleich zum oberen Kaghan zudem eine relativ geringe Variabilität aufweisen, ermöglichen hier bei dem skizzierten jährlichen Temperaturgang (Abb. 8) unbewässertes "double cropping". Weizen und Gerste können als Wintergetreide sowie vor allem Mais als Sommerfrucht im Regenfeldebau angebaut werden.

Zusammenfassend können die klimatischen Umweltbedingungen im unteren äußeren Kaghan charakterisiert werden als ganzjährig humid mit sehr warmen, sehr feuchten Sommern und kühlen feuchten Wintern, die in den Tallagen eine ganzjährige Vegetationszeit zulassen.

In Anpassung an diese klimatischen Gegebenheiten setzt sich die natürliche Vegetation in der collinen und unteren montanen Stufe aus thermophilen Pflanzengesellschaften zusammen, die zur Vegetation der Vorbergzone und des Potwar-Plateaus überleiten. Ursprünglich sind hier weite Bereiche von hypsozonalen¹³, d.h. alle Expositionen besetzenden *Pinus roxburghii*-Wäldern eingenommen worden, deren Areal weitgehend in landwirtschaftliche Nutzflächen mit Ersatz- bzw. Bodennutzungsgesellschaften umgewandelt und auf wenige zusammenhängende Restbestände zurückgedrängt wurde. Daneben treten auf Sonnhängen vereinzelt subtropische Hartlaubwaldgesellschaften mit Dominanz von *Acacia modesta* und *Olea cuspidata* sowie deren Degradationsstadien auf. Die obere montane Stufe wird von feuchttemperierten Koniferenwäldern eingenommen¹⁴.

Im klimaökologisch einheitlichen Talraum zwischen Paras (1320 m NN) und Mahandri (1550 m NN) (vgl. Abb. 4), im Regenschatten der äußeren Gebirgsketten,

¹³ Im Sinne von WALTER & BRECKLE (1986: 94) und MIEHE (1986: 56) nach einer Anregung von HÖVERMANN (vgl. auch WALTER 1954).

¹⁴ Zur detaillierten Höhenstufung der Vegetation vgl. Abb. 12, 13, 14.

werden die monsunalen Niederschläge erstmals bedeutend abgeschwächt. Zugleich steigen die Winterniederschläge an. Die Sonnhänge dieses Talraumes werden weiterhin weitgehend von Kulturland und von Degradationsstadien der natürlichen Vegetation eingenommen. Diese besteht überwiegend aus trocken-temperierten Hartlaubwaldgesellschaften, die den vollen Monsuneinfluß meiden. Sie sind bis auf einige geschützte Restbestände von *Quercus baloot*-Wäldern durch den Einfluß des Menschen verdrängt worden. Auf den Schatthängen tritt feucht-temperierter Koniferenwald auf, in dem zunächst *Cedrus deodara* und *Pinus wallichiana* vorherrschen, während *Abies pindrow* und *Picea smithiana* in höheren Lagen der oberen montanen Stufe dominieren.

Etwa an der großen Biegung des Tales, im Bereich des E-W-verlaufenden Talabschnittes oberhalb Mahandri, vollzieht sich ein Wechsel in der Vorherrschaft des für den jahreszeitlichen Ablauf der Witterung verantwortlichen Niederschlagsregimes (vgl. Abb. 4). In der Ortschaft Kaghan (2050 m NN), die aufgrund der topographischen Lage im Regenschatten südwestlich vorgelagerter Gebirgsbarrieren vor den monsunalen Winden und Niederschlägen noch erheblich stärker geschützt ist als die Orte im unteren Talbereich, dürften bei insgesamt weiter zurückgehenden Jahressummen die Winter-Frühjahrs-Niederschläge bereits jene der Sommermonate übertreffen. Aufgrund der niedrigen Kondensationshöhe der monsunalen Niederschläge geht der größte Teil dieser Sommerregen im Stau der ersten Randketten nieder, während im Winter bei höheren Kondensationsniveaus die Niederschläge relativ gleichmäßig bis ins Gebirgsinnere auftreten.

Im Gegensatz zu Mahandri, das noch nicht im lawinengefährdeten Bereich liegt und wo es nur zu leichteren Schneefällen in den Wintermonaten kommt, ist in Kaghan-Ort bereits mit starken Schneefällen und erhöhter Lawinentätigkeit zu rechnen (vgl. de SCALLY 1989: 192, Snow and Ice Hydrology Project 1989: 148). Oberhalb Mahandri ist die Talstraße im Winter und häufig bis in den Mai hinein durch Schnee und Lawinen blockiert. Nach GRÖTZBACH (1989: 2) spricht auch der Siedlungscharakter und die geringe Zahl der Winterbevölkerung oberhalb der großen Biegung des Tales dafür, daß die Masse der Niederschläge hier im Winter/Frühjahr fällt.

Mit dem Wechsel des vorherrschenden Niederschlagsregimes im Tallängsprofil ist auch ein Rückgang der Jahressummen verbunden (vgl. Abb. 4, 5, 7), der sich in der Vegetationsdecke vor allem auf den früh ausapernden Sonnhängen bemerkbar macht. Zwischen Kaghan-Ort und Naran treten nämlich in Südexposition mit *Artemisia maritima*-Fluren erstmals vereinzelt xerophile Vegetationstypen auf, die die zunehmende Trockenheit anzeigen. Die Talhänge werden nun in Sonn- und Schattlage überwiegend von feucht-temperierten Koniferenwäldern eingenommen, während der Anteil des Kulturlandes zurückgeht. Die sich verschärfenden klimatischen Bedingun-

gen wirken sich auch auf die Bonität und die Vitalität der Bestände aus, wie von forstlicher Seite betont wird (vgl. HENNIKER-GOTLEY 1932: 56).

Gegenüber dem unteren Kaghan weist die horizontal etwa 50 km nordöstlich von Balakot gelegene Station Naran (2362 m NN) im oberen Kaghan im Jahresgang erheblich abweichende Klimamerkmale auf. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge geht bei weiterhin ganzjähriger relativer Humidität auf 1210 mm zurück. Die Niederschlagskurve (Abb. 5) läßt in ihrem jahreszeitlichen Verlauf nur noch ein ausgeprägtes Maximum im Winter/ Frühjahr erkennen.

Die Winter-Frühjahrs-Niederschläge, die bereits im Dezember verstärkt einsetzen und bis in den Mai hinein andauern, machen in diesem Zeitraum 74 % der Jahresmenge aus. Im Gegensatz zum unteren Kaghan fallen in den Monsunmonaten Juni bis September lediglich 15,7 % der jährlichen Niederschlagsmenge (in Balakot 56 %). Der Vergleich der Klimadiagramme von Naran und Balakot (Abb. 5) verdeutlicht den stark abnehmenden Einfluß des Monsuns, der in Naran nur noch eine sehr geringe Zunahme der Niederschläge im Juli bewirkt (vgl. auch Abb. 9).

Im Unterschied zum unteren Kaghan fällt zum einen die Zeit des Niederschlagsmaximums¹⁵ überwiegend mit der Vegetationsruhe bzw. der gerade beginnenden Vegetationsperiode zusammen. Da die Winter-Frühjahrs-Niederschläge im oberen Talbereich überwiegend in Form von Schnee fallen (vgl. de SCALLY 1989: 50), der insbesondere auf den Nordhängen lang vor Ausaperung geschützt ist und im Frühsommer nach und nach Feuchtigkeit an die Böden abgibt¹⁶, ist zu Beginn der Vegetationszeit eine ausreichende Bodenwasserversorgung gewährleistet.

Zum anderen gehen die Niederschläge in der Hauptvegetationszeit bei hohen Temperaturen und entsprechend hoher potentieller Evaporation stark zurück. In einzelnen Jahren treten kurzfristige Dürrezeiten in den Sommermonaten auf (Abb. 6). In den relativ trockenen Sommer- und Spätherbstmonaten, die im langjährigen Mittel die Schwelle humid-arid jedoch nicht unterschreiten (vgl. Abb. 5), nimmt der Wassergehalt des Bodens ab. Der Wassermangel kann dann auf Südhängen zum Streßfaktor für die Vegetation werden. Erst gegen Ende der Vegetationszeit nehmen die Niederschläge im langjährigen Mittel aufgrund westlicher Störungen wieder leicht zu, bevor dann im Dezember die Winter-Frühjahrs-Niederschläge einsetzen.

In dem Klimadiagramm-Streifen der Jahre 1971-75/1979-80¹⁷ von Naran (Abb. 6) erkennt man neben den ariden Phasen in den Sommermonaten einzelner Jahrgänge,

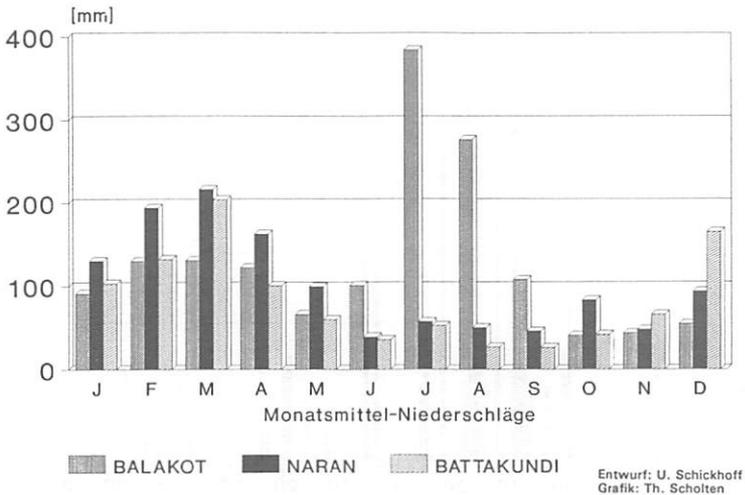
¹⁵ Im März als niederschlagsreichstem Monat fallen im Durchschnitt 216 mm.

¹⁶ Im Mai erreicht die Schneeschmelze bei stark ansteigenden Temperaturen ihren Höhepunkt (de SCALLY 1989: 54).

¹⁷ Für die fehlenden Jahrgänge liegen keine Temperaturwerte vor.

die zeitlich mit dem monsonalen Niederschlagsmaximum im unteren Kaghan zusammenfallen, auch kurzfristige Dürrezeiten im Spätherbst. Bei einem Vergleich mit dem Klimadiagramm-Streifen von Balakot ergibt sich eine ungefähre Übereinstimmung dieser Dürrezeiten im Oktober/November vor dem Einsetzen der Winterniederschläge. Nach dem Ende der Monsunperiode wird somit das Klima im gesamten Kaghan-Tal wieder von einer großräumigen synoptischen Situation bestimmt.

Im Gegensatz zum unteren Kaghan hängt die Höhe der jährlichen Niederschlagsmenge in Naran von der Höhe der Winter-Frühjahrs-Niederschläge ab (vgl. Abb. 7). Die Jahresmengen variieren je nach Anzahl und Auswirkungen der "Western Disturbances" zwischen 688 und 2121 mm (Zeitraum 1962-1989). Sie weisen damit eine wesentlich höhere Schwankungsbreite auf als in Balakot, wo durch das alternierende Zusammenwirken beider Niederschlagsregimes einzelne Variabilitäten leichter ausgeglichen werden.



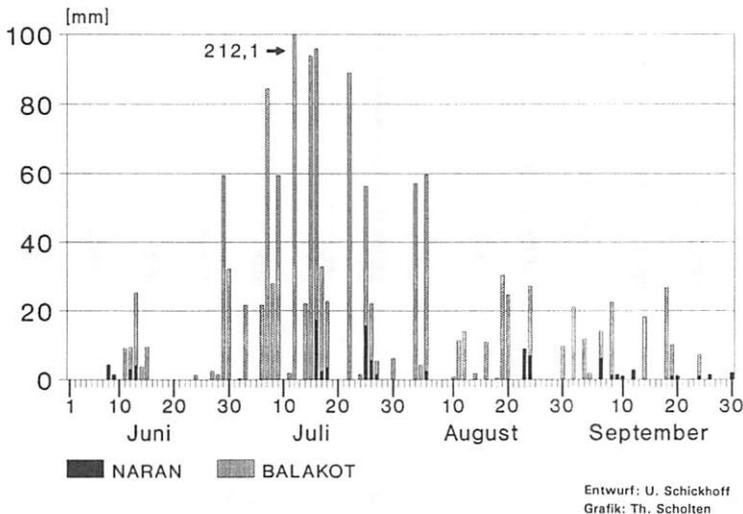
Quelle: WAPDA (1971-80), WAPDA-"Station Files" 1962-89, Daten des "Seed Potato Research Project", Battakundi

Abb. 9: Vergleich der Monatsmittel-Niederschläge in Balakot (1545 mm/a), Naran (1210 mm/a) und Battakundi (1010 mm/a)

Neben dem Vergleich der Monatsmittel-Niederschläge (Abb. 9) verdeutlicht die Gegenüberstellung der Tagessummen von Juni bis September 1977 (Abb. 10) die Differenz der monsunzeitlichen Niederschläge im unteren und oberen Kaghan.

Während in diesem Zeitraum in Balakot 52 Regentage mit durchschnittlich 25,9 mm Niederschlag zu verzeichnen waren, regnete es in Naran lediglich an 23 Tagen und die Durchschnittsmenge lag nur bei 4,2 mm. Die Auswertung der Tagessummen verschiedener Monsunperioden ergab ferner, daß 85-90 % der Niederschlagsereignisse in Naran zeitlich mit Regenfällen in Balakot übereinstimmen bzw. einige Stunden oder einen Tag zeitversetzt auftreten.

Aus diesem zeitlichen und damit auch genetischen Zusammenhang geht hervor, daß das Monsunregime für den größten Teil der insgesamt sehr geringen Sommerniederschläge im oberen Kaghan verantwortlich ist. Der Monsun hat hier jedoch keineswegs mehr den dominierenden Charakter im Witterungsablauf der Sommermonate wie noch im unteren Kaghan. Er gerät im Längsprofil des Kaghan-Tales an die Grenze seines klimapragenden Einflußbereiches. Jenseits dieser Grenze, die, wie bereits STEIN (1928: 6) vermutete, bei der großen Biegung des Tales oberhalb Mahandri liegt (s.o.), ist das obere Kaghan durch eine randmonsunale Beeinflussung gekennzeichnet (vgl. Abb. 4).



Quelle: WAPDA-"Station Files" 6-9/1977

Abb. 10: Tagessummen der Niederschläge von Juni bis September 1977 im unteren Kaghan (Balakot) und im oberen Kaghan (Naran) im Vergleich

Der Temperaturbereich von 5-10 °C, der im Mittel die thermische Vegetationsperiode begrenzt, wird in Naran von Dezember bis März deutlich unterschritten. Sowohl die Mitteltemperaturen im Januar und Februar als auch die mittleren Tagesminima von Dezember bis März liegen unter dem Gefrierpunkt (Abb. 8). Vereinzelt Fröste können schon im Oktober/November sowie noch im April auftreten. Aufgrund der Einschränkung bzw. Unterbrechung des Pflanzenwachstums von November bis April und der somit gegenüber dem unteren Kaghan wesentlich kürzeren thermischen Vegetationszeit von 6,5 - 7 Monaten mit deutlich niedrigeren Temperaturen entsprechen die klimatischen Umweltbedingungen im oberen Kaghan einem kühl- bis kaltgemäßigten Klima mit warmen, trockenen Sommern und kalten, feuchten Wintern. Das Klima läßt hier nur noch den Anbau in den Sommermonaten zu. Die Hauptanbafrüchte sind Mais sowie Kartoffeln, die oberhalb Naran bis zur talaufwärtigen Grenze des Feldbaues bei etwa 3150 m NN nahezu in Monokultur angebaut werden (GRÖTZBACH 1989: 9, 1990: 22).

Weiter talaufwärts setzt sich der thermische und hygrische Kontinentalitätstrend im Längsprofil des Kaghan-Tales fort (vgl. Abb. 4). In Battakundi¹⁸ (2670 m NN), nur 15 km nordöstlich Naran gelegen, gehen die Niederschläge auf 1010 mm zurück. Dieser Rückgang gegenüber Naran, der durch den im Talinneren weiter abnehmenden Monsuneinfluß sowie durch die topographische Situation im Regenschatten südlich-südwestlich vorgelagerter Gebirgsketten hervorgerufen wird (vgl. Abb. 2, 3, 5), überwiegt bei weitem die aufgrund der höheren Lage theoretisch zu erwartende Zunahme der Niederschläge.

Die jahreszeitliche Verteilung ist zwar in etwa mit jener in Naran vergleichbar. Es fällt jedoch auf, daß die Niederschläge insbesondere während der Vegetationsperiode abnehmen. In der Zeit von Mai bis Oktober betragen sie durchschnittlich 241 mm gegenüber 372 mm in Naran. Diese Abnahme der Niederschläge bedingt einen auffälligen Wandel im Landschaftsbild oberhalb Narans, wo die Vegetation auf Südhängen einen deutlich xeromorpheren Charakter besitzt. Hier treten nun großflächig *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Steppen(-wälder) auf, die sich auch auf östliche und westliche Expositionen ausdehnen, während *Pinus wallichiana*- und *Cedrus deodara*-Bestände in Südexposition nur noch vereinzelt anzutreffen sind. Feuchttemperierte Koniferenwälder, in denen *Abies pindrow* und *Pinus wallichiana* dominieren, sind zunehmend auf Schatthänge beschränkt.

Auch die Temperaturen gehen gegenüber Naran weiter zurück. Die Jahresmitteltemperatur sinkt von 9,2 °C auf 8,0 °C. Die thermische Vegetationsperiode verkürzt sich um einen Monat, während das Julimittel mit 18,9 °C aufgrund der zunehmenden

¹⁸ Bisher unveröffentlichte Klimadaten wurden freundlicherweise vom Seed Potato Research Project, Battakundi, zur Verfügung gestellt.

Kontinentalisierung annähernd den gleichen Wert wie in Naran (19,0 °C) erreicht. Die Verkürzung der Vegetationsperiode ist die ökologisch bedeutendste Auswirkung des Temperaturgradienten im Tallängsprofil. Die Differenzierung dieses Gradienten wird von den Regen- und Schneeanteilen am Gesamtniederschlag und den entsprechenden Strahlungsverhältnissen beeinflusst. So ist die Temperaturdifferenz zwischen Balakot und Battakundi (vgl. Tab. 2) in den Frühjahrsmonaten am größten, wenn weite Teile des unteren und mittleren Talbereiches ausgeapert sind, während im oberen Kaghan noch die Schneeschmelze andauert. Der Vergleich der Temperaturdifferenzen zeigt ferner, daß der Temperaturrückgang im Verhältnis zum Höhenunterschied zwischen Jared (1470 m NN) im unteren und Naran (2362 m NN) im oberen Kaghan besonders hoch ist. Innerhalb des unteren und innerhalb des oberen Tales sind die Differenzen dagegen geringer. Der Temperaturgradient weist somit im Tallängsprofil einen vorübergehend steileren Verlauf auf, der auf den Wechsel des dominanten Niederschlagsregimes mit den stark abweichenden Regen- und Schneeanteilen am Gesamtniederschlag zurückzuführen ist.

Im Gegensatz zu Naran, wo in den Sommermonaten einzelner Jahre aride Phasen auftreten (vgl. Abb. 6), weist die Kombination der Jahressgänge von Temperatur und Niederschlag im Klimadiagramm von Battakundi (Abb. 5) die Monate August und September auch im langjährigen Mittel als arid aus. Im Zuge der thermischen Einschränkung der Vegetationszeit auf 5,5 - 6 Monate wirkt sich die zweimonatige Dürrezeit im Raum Battakundi aufgrund der jahreszeitlichen Lage innerhalb der Vegetationsperiode, der Zeit des höchsten Wasserbedarfs, sehr ungünstig auf die hygrischen Wachstumsbedingungen aus. Die Dürrezeit ist der ökologisch entscheidende Faktor, der zur Ausbildung xerophiler Pflanzengesellschaften führt.

Im Längsprofil des Kaghan-Tales wird oberhalb Naran erstmals die Schwelle humid/arid für die Dauer von zwei Monaten unterschritten. Da sich gerade hier ein ziemlich abrupter Wandel des Vegetations- und Landschaftscharakters vollzieht, ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung zwischen natürlicher Vegetationsverbreitung und Charakterisierung der hygrothermischen Wachstumsbedingungen anhand der WALTER'schen Klimadiagramme. Die Dauer der humiden und ariden Zeiten im Jahresgang weist das Klima im Raum Battakundi als semihumid aus; in der reinen Vegetationszeit herrschen dagegen nahezu semiaride Verhältnisse¹⁹.

Im weiteren Verlauf des oberen Tales von Battakundi bis zum Babusar-Paß verlangsamt sich der Niederschlagsrückgang. Oberhalb des Jalkhad Nar in 3100-3200 m NN ist eine leicht gegenläufige Tendenz anzunehmen, die auf die mit zunehmender Annäherung an die Himalaya-Hauptkette vornehmlich während der Sommermo-

¹⁹ Für benachbarte Regionen des Westhimalaya vgl. R.K. GUPTA (1964b), DUGGAL (1968).

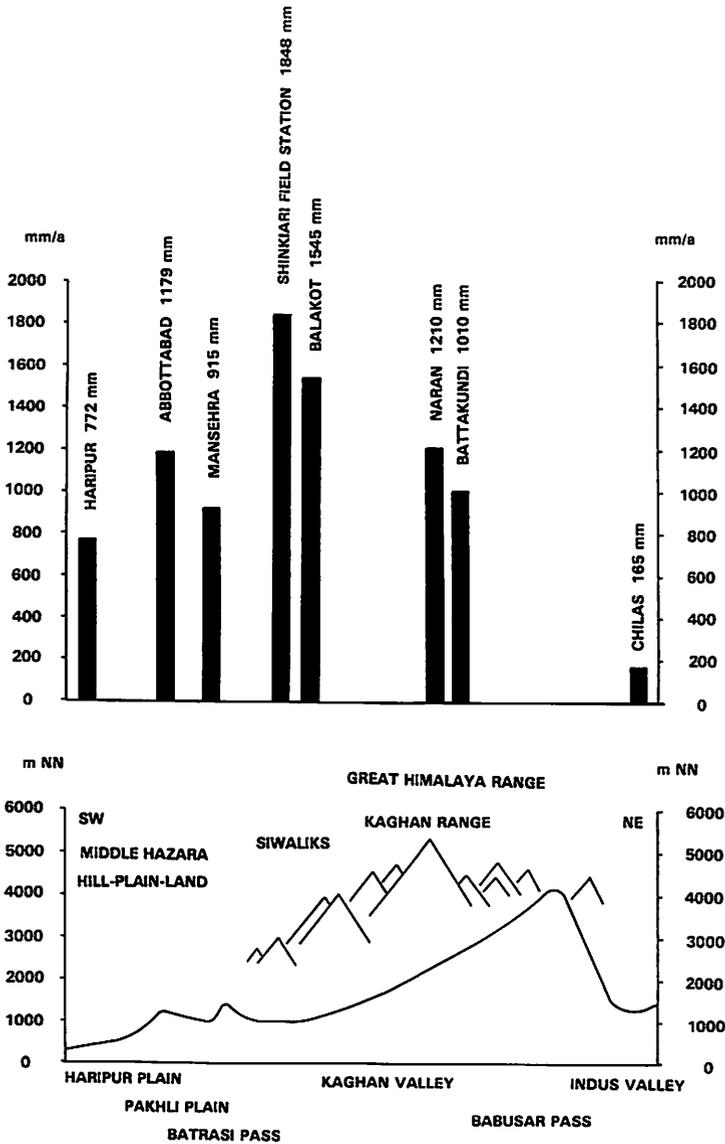
nate entstehende Stausituation zurückzuführen ist (vgl. Abb. 4). Bis zum Jalkhad Nar reichen nämlich die xerophilen *Artemisia maritima*-Steppen und gehen in den feuchteren Vegetationstyp der alpinen Matten über. Zudem werden im Bereich Besal (3265 m NN) - Lulusar-See (3440 m NN) - Babusar-Paß (4175 m NN) nicht selten Niederschlagsereignisse registriert, während es in Battakundi trocken bleibt²⁰.

Die sich weiter verkürzende Vegetationszeit hat entscheidenden Einfluß auf die Vegetationsverbreitung im obersten Kaghan. Im Bereich der Mündung des Jalkhad Nar in den Kunhar-Fluß (3130 m NN) erreicht der temperierte Koniferenwald innerhalb der horizontalen Vegetationszonierung des Tales mit letzten hochstämmigen *Pinus wallichiana*-Beständen seine aktuelle talaufwärtige Grenze. Diese Grenze ist zwar in erster Linie durch den Wärmemangel bedingt, zusätzlich wirken aber auch orographische Einflüsse (Schuttdecken), abkühlende Winde und edaphische Ungunst auf sie ein. Nicht zuletzt ist die hohe anthropo-zoogene Beeinflussung für die aktuelle Ausprägung verantwortlich (vgl. Kap. 5.1.1).

Jenseits der talaufwärtigen Waldgrenze kommen *Juniperus macropoda*-Individuen mit krüppeligen Wuchsformen noch bis oberhalb des Lulusar-Sees und dort bis in 3800 m NN Höhe vor. Daneben sind Cyperaceenrasen, Zwergstrauchheiden und vereinzelt *Ligularia thomsonii*-Hochstaudenfluren verbreitet. Die alpinen Matten setzen sich in dem weitgespannten Muldental zwischen Lulusar-See und Babusar-Pass fort. An ihrer Obergrenze gehen sie in Frostschuttfluren über.

Das hygrische Profil durch die Vorbergzone, das Kaghan-Tal und über den Babusar-Pass bis in das Indus-Tal hinein (Abb. 11) verdeutlicht noch einmal die regionalen Niederschlagsverhältnisse beim Übergang über die Himalaya-Hauptkette. Die in den Vorbergen je nach Relief variierenden Niederschläge nehmen in den randlichen Gebirgsketten zunächst stark zu. Im Längsverlauf des Kaghan-Tales ist dann eine Gegenläufigkeit von hygrischem und topographischem Profil zu beobachten. Der Monsuneinfluß schwächt sich ab und die Niederschläge gehen bis in das randmonsunal beeinflusste obere Tal deutlich zurück. Im obersten Talabschnitt ist aufgrund der Staulage vor der Hauptkette mit einer leichten Zunahme zu rechnen, bevor die Niederschläge jenseits des als Klima- und Landschaftsscheide wirkenden Hauptkammes noch einmal rapide abnehmen. Im Indus-Tal bei Chilas erreichen sie nur noch 165 mm im Jahr.

²⁰ Nach Geländebeobachtungen des Verf. und Auskünften Einheimischer.



Entwurf: U. Schickhoff
 Zeichnung: U. Hillebrand

Quelle: nach Daten der WAPDA, Lahore, und Daten der Shinkhari Field Station des Pakistan Forest Institute, Peshawar

Abb. 11: Hygrisches Profil von der Vorbergzone über die Himalaya-Hauptkette in das Indus-Tal

2.1.2.2 Der hypsometrische Wandel

Entsprechend den standörtlichen Differenzierungen im Tallängsprofil treten Unterschiede in der vertikalen Abstufung zwischen unterem und oberem Kaghan auf, die in einem deutlichen Anstieg von klimaindikativen Höhengrenzen und Höhenstufen der Vegetation zum Ausdruck kommen. Nach einer kurzen Betrachtung der Veränderung von Temperatur und Niederschlag mit der Höhe wird im folgenden die Höhenstufung der Vegetation charakterisiert und zu diesen Vertikalgradienten in Beziehung gesetzt.

Über die vertikalen Temperatur- und Niederschlagsgradienten, aus denen klimatische Schwellenwerte bestimmter Höhengrenzen näherungsweise abgeleitet werden können, ist im Westhimalaya wie in benachbarten Hochgebirgsregionen immer noch sehr wenig bekannt. Die Angaben für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe weichen gemäß unterschiedlicher Meßmethoden, Meßperioden und Berechnungsverfahren verschiedener Autoren voneinander ab.

Nachdem bereits HILL (1885: 285) einen durchschnittlichen Rückgang von 0,51 °C/100 m für den NW-Himalaya berechnete, gibt M.L. KHAN (1958: 31) einen Wert von 0,45 °C/100 m für diese Region an und hebt die im Vergleich zum Januar wesentlich stärkere Abnahme im Juli hervor. Diese Werte wurden aber offenbar ebenso wie die Angabe von JAGANNATHAN (1948: 89), der für den Nordwesten des indischen Subkontinents 0,37 °C/100 m ermittelte, zu niedrig angesetzt. Nach verschiedenen Beobachtungen im Sommer wurde am Nanga Parbat eine Abnahme von 0,62 °C/100 m (FLOHN 1953a: 190), in Kashmir und Ladakh eine solche von 0,8 bzw. 1,0 °C festgestellt (BRAZEL & MARCUS 1991: 81)²¹, während nach Schätzungen von FLOHN (1969: 212) in der Region zwischen 34° und 36° n. Br. der Rückgang im Jahresdurchschnitt bei etwa 0,7 °C/100 m liegt²².

Im Kaghan treten zwischen unterem und oberem Tal zum einen Unterschiede in der Höhe des mittleren vertikalen Temperaturgradienten auf, die auf die zunehmende Kontinentalisierung des Klimas zurückzuführen sind. Zum anderen ergeben sich Differenzen im Jahresgang des Gradienten, die auf abweichenden Strahlungsverhältnissen infolge der unterschiedlichen Schneedeckendauer beruhen.

Nach den Meßreihen der Stationen Balakot (991 m NN) und Jared (1470 m NN)²³ beträgt der Gradient im unteren Talbereich 0,63 °C/100 m. Dort ist die vertikale

²¹ Auch für den afghanischen Hindukusch gibt RATHJENS (1980: 44) 0,8 °C/100 m im Sommer an.

²² Im Zentral-Himalaya ist der vertikale Temperaturgradient bei abnehmender Kontinentalität schwächer ausgeprägt (vgl. KIKUCHI & OHBA 1988a).

²³ Die Daten für Jared beruhen auf einer einjährigen Meßreihe, die mein Geländeassistent, Herr Sajjad Hussain Haider, freundlicherweise dort durchführte.

Temperaturabnahme im Frühjahr (März/April) besonders hoch, wenn die Schneebedeckung in den Hochlagen einen geringeren Wärmeumsatz gegenüber der aperen Talstufe bedingt. In der zweiten Jahreshälfte zwischen August und Dezember gehen die Temperaturdifferenzen höhenwärts bei einheitlicherem Strahlungs- und Wärmehaushalt sehr stark zurück (vgl. die Differenz Balakot/Jared in Tab. 2).

	Balakot/ Jared	Balakot/ Naran	Balakot/ Battakundi	Jared/ Naran	Jared/ Battakundi	Naran/ Battakundi
J	2,65	9,07	9,48	6,42	6,83	-0,41
F	3,49	11,37	10,48	7,88	6,99	0,89
M	7,76	12,67	11,94	7,30	6,57	-0,73
A	6,20	11,86	12,34	5,66	6,14	0,48
M	5,44	9,49	12,27	4,05	6,83	2,78
J	-	9,83	12,86	-	-	3,03
J	-	7,80	7,86	-	-	0,06
A	1,63	7,38	8,79	5,75	7,16	1,41
S	1,48	8,69	9,88	7,21	8,40	1,19
O	1,53	9,70	11,34	8,17	9,81	1,64
N	-1,82	6,87	10,22	8,69	12,04	3,35
D	0,72	8,11	9,71	7,39	8,99	1,60
	3,01	9,40	10,60	6,58	7,87	1,27

Tab. 2: Differenzen der Monatsmittel-Temperaturen (in °C) der Stationen Balakot (991 m NN), Jared (1470 m NN), Naran (2362 m NN) und Battakundi (2670 m NN)

Quelle: WAPDA (1971-80), WAPDA-"Station Files" 1962-89, Daten des "Seed Potato Research Project", Battakundi, eigene Meßreihen

Im kontinentaleren, schneereicheren oberen Kaghan ist der vertikale Gradient schwächer ausgeprägt; zwischen 2362 m NN (Naran) und 2670 m NN (Battakundi) beträgt er z.B. im Mittel nur 0,41 °C/100 m. Vor allem in den strahlungsarmen Wintermonaten, wenn vom Talboden bis zur Gipfelregion mächtige Schneedecken abgelagert werden, ist die vertikale Temperaturabnahme vergleichsweise sehr gering (vgl. Tab. 2). Dabei spielen vermutlich auch winterliche Inversionen im inneren Talraum eine Rolle. Wenn im Mai/Juni die Schneeschmelze auch in den Hochlagen oberhalb

3000 m NN beginnt²⁴ und höhenwärts mehr Schmelzwärme benötigt wird, erreicht der Temperaturrückgang mit der Höhe hier sehr hohe Werte (Tab. 2). Nach Messungen von de SCALLY (1989: 115) im Saiful-Muluk-Seitental bei Naran beträgt der Temperaturrückgang in dieser Zeit im Mittel 0,75 °C/100 m.

Wie der vertikale Temperaturgradient unterliegt die Vertikalverteilung der Niederschläge im Tallängsprofil bestimmten Modifikationen. So führen die sich überlagernden Niederschlagsregimes im stark monsunbeeinflussten Talbereich zu einer jahreszeitlichen Differenzierung in verschiedene Höhenstufen mit maximalen Niederschlägen. Die vertikale Niederschlagsdifferenzierung im Untersuchungsgebiet scheint den von WEISCHET (1965, 1969, vgl. auch HAVLIK 1969) aufgestellten klimatologischen Regeln zur Abhängigkeit der Vertikalverteilung der Niederschläge von den verursachenden genetischen Niederschlagstypen weitgehend zu entsprechen.

Advektive Niederschläge stellen im Kaghan-Tal aufgrund der im Jahresmittel dominierenden Niederschlagswetterlagen (vgl. Kap. 2.1.1) den weitaus häufigsten Niederschlagstyp dar. Nach eigenen Geländebeobachtungen verursachte die von westlichen Winden herangeführte Stratus- und Altocumulus-Bewölkung die überwiegende Mehrzahl der Niederschlagsereignisse in der Zeit von April bis Juni. Im Jahresmittel ist daher eine durchgehende Zunahme der Niederschläge bis in Höhen von mindestens 3500-4000 m NN und ein weitgehend konformer Verlauf von hygrischem und topographischem Profil in vertikaler Richtung zu erwarten (vgl. WEISCHET 1965: 8, FLOHN 1970b: 43f, BLÜTHGEN & WEISCHET 1980: 312). Die Abnahme des absoluten Wasserdampfgehaltes der Luft mit der Höhe wird dabei durch advektiven Wasserdampftransport überkompensiert.

Gewissen Veränderungen unterliegt die Vertikalverteilung der Niederschläge in der Monsunperiode. Die monsunalen Sommerregen sind von ihrer Genese her überwiegend dem tropisch-konvektiven Typ mit einer häufig dominierenden Komponente orographischer Niederschläge zuzuordnen. Im Sommer werden feucht-warme Luftmassen in einer relativ flachen Strömung aus S-SW gegen die äußeren Himalaya-Ketten im unteren Talbereich geführt. Orographisch erzwungene Aufwinde rufen dann besonders starke konvektive Niederschläge hervor²⁵ (vgl. FLOHN 1958: 303, 1970b: 40). Darüber hinaus führen aufsteigende Hangwinde bei der in der Monsunzeit ansteigenden Evapotranspiration zu konvektiver Quellbewölkung mit nachfolgender Schauerfähigkeit. In diesem Zeitraum, in dem die konvektiven Sommerregen

²⁴ Zu Schneeschmelz-Phasen in verschiedenen Höhenlagen im Kaghan vgl. de SCALLY (1989: 54), für das Indus-Tal TARAR (1982: 186).

²⁵ Zur allgemeinen Bedeutung der Kondensationshöhe für die N-Verteilung vgl. auch FLIRI (1967).

überwiegen, ist demnach mit einer Stufe maximalen Niederschlages in einem niedrigeren Höhenniveau zu rechnen.

Über die allgemeine vertikale Niederschlagsdifferenzierung im Westhimalaya wie auch über die Stufe des monsuneitlichen Niederschlagsmaximums, die bereits HILL (1885: 282) mit 1300 m NN in den südlichen Randketten ansetzte, gibt es nur wenige Untersuchungen. Nach KHURSHID ALAM (1972: 297) liegt die Stufe maximaler Niederschläge von Juni bis Oktober zwischen 1200 und 1850 m NN. BHAN (1958: 53) gibt eine beständige Zunahme sowohl der monsuneitlichen Niederschläge als auch der Jahressummen zwischen 1500 und 2000 m NN im oberen Jhelum-Tal an, während die konvektiven Sommerregen nach FLOHN (1970b: 40) ihre höchste Intensität in den Himalaya-Randketten in einer Stufe zwischen 2000 und 2500 m NN, nach NAQVI (1959: 59) um 3000 m NN entfalten²⁶.

Für eine detaillierte Darstellung der Vertikalverteilung der Niederschläge liegen im Kaghan-Tal bisher zu wenige Messungen vor; es lassen sich jedoch anhand der verfügbaren Daten gewisse Tendenzen aufzeigen. Im unteren Kaghan können für einen Vergleich mit der Station Balakot (991 m NN) zunächst die Daten der 10 km südwestlich im Siran-Tal gelegenen Shinkiari Field Station²⁷ (1350 m NN) des Pakistan Forest Institute²⁸ herangezogen werden. Danach ergibt sich eine Zunahme der Jahressummen um 20 % von 1545 auf 1848 mm, wobei sowohl die Sommerregen als auch die Winter-/Frühjahrs-Niederschläge relativ gleichmäßig ansteigen.

Bezüglich der Winter-Frühjahrs-Niederschläge erlauben Daten der WAPDA (1969, zit. in de SCALLY 1989: 51ff, MASRUR & KHAN 1973: 43ff, z. T. in FLOHN 1969: 212) Aussagen zur vertikalen Differenzierung. Die WAPDA führte von 1961-1968 im Raum Shogran (unteres Tal) und im Raum Naran (oberes Tal) Schneedeckenaufnahmen durch. Demnach zeichnet sich eine Zunahme sowohl der Höhe der Schneedecke als auch deren Wassergehaltes ab. Im Raum Shogran beträgt die mittlere Schneehöhe im Februar in 2380 m NN (Shogran Rest House) 99 cm und steigt in 700 Höhenmetern am Paya Makra Saddle auf 213 cm an, während der Wassergehalt im Durchschnitt um 65 % (9,3 % pro 100 m) zunimmt. Zu Beginn der Schneeschmelze Ende März bis Mitte April hat sich hier in 3080 m NN eine Schnee-

²⁶ Im Zentral-Himalaya liegt die Stufe des monsuneitlichen Niederschlagsmaximums nach Untersuchungen von MIEHE (1990a: 21) und SCHMIDT-VOGT (1990: 43) mit über 3000 m NN wesentlich höher (vgl. auch HAFFNER 1979: 15, YASUNARI & INOUE 1978, HIGUCHI et al. 1982, SMADJA 1991).

²⁷ Die Station liegt im Vergleich zu Balakot (Tallage) allerdings in SW-exponierter Hanglage.

²⁸ Die unveröffentlichten Daten der bislang vierjährigen Meßreihen wurden freundlicherweise von Herrn Iqbal Mohammad, Asst. Forest Engineer, Pakistan Forest Institute, zur Verfügung gestellt.

decke mit einem mittleren Wassergehalt von 904 mm akkumuliert; im Zeitraum von Dezember bis Mitte April empfängt Balakot dagegen nur 465 mm Niederschlag.

Bei zunehmenden Winter-Frühjahrs-Niederschlägen werden im oberen Kaghan (Raum Naran - Saiful-Muluk-See) noch mächtigere Schneedecken mit erhöhtem Wassergehalt angehäuft. Die mittlere Schneehöhe beträgt im April nahe des Saiful-Muluk-Sees in 3220 m NN 265 cm. Der Wassergehalt nimmt zwischen 2460 und 3220 m NN im Mittel um 157 % (20,7 %/100 m) zu.

Zusammenfassend ist eine durchgehende vertikale Zunahme der Niederschläge mit der Höhe außerhalb der Monsunzeit als gesichert anzunehmen, wobei die Winter-Frühjahrs-Niederschläge zwischen 1000 und 1500 m NN zunächst mäßig, zwischen 2000 und 3000 m NN dann stärker ansteigen. Dieser Anstieg verläuft im oberen Tal bei höheren Niederschlagssummen wesentlich steiler²⁹. Darüber hinaus ist aufgrund der Vegetationshöhenstufung zu vermuten, daß die Niederschläge in der Monsunperiode bis 3000-3500 m NN zunehmen. Die Klärung der detaillierten monsunzeitlichen Vertikalverteilung steht noch aus.

Entlang der skizzierten klimatischen Vertikalgradienten kommt es zur Ausbildung von Höhengrenzen verschiedener Vegetationstypen, die eine Gliederung in Höhenstufen ermöglichen. Innerhalb des Gesamt-Klimacharakters sind in erster Linie thermische Schwellenwerte für die Lage der Höhengrenzen entscheidend³⁰. Die Höhenstufen werden im folgenden indirekt nach floristisch-vegetationskundlichen Kriterien abgegrenzt (vgl. dazu LANDOLT 1983) und ihr Anstieg im Talverlauf diskutiert. Die Bezeichnung der Höhenstufen erfolgt nach den in Europa verwendeten Begriffen, da sich anders als z.B. in den Anden bisher keine regionalen Termini für die Höhenstufen des Himalaya-Systems durchgesetzt haben³¹.

Der Anstieg der Höhengrenzen im Tallängsprofil wird in der Darstellung der Vegetationshöhenstufung verschiedener Talräume (Abb. 12) verdeutlicht. Bei einem Vergleich der Abb. 13 und 14 kommen darüber hinaus der expositionsbedingt asymmetrische Verlauf der Höhengrenzen und die unterschiedliche Vegetationsverbreitung in Sonn- und Schattlage zum Ausdruck.

²⁹ Vgl. BAGCHI (1982) für die Verhältnisse im Beas-Tal (Himachal Pradesh).

³⁰ Die Ausprägung der Höhengrenzen wird daneben auch durch andere Einflüsse des Ökofaktorenkomplexes modifiziert.

³¹ RATHJENS (1982a: 58) fordert regionale Bezeichnungen von Höhenstufen bis zur Durchsetzung eines neutralen weltweiten Systems.

Die colline Stufe

Auf die subtropische Dornbuschsteppe, die als zonale Vegetation die Ebenen des Punjab besiedelt, folgen in der collinen Stufe subtropische Trockenwaldgesellschaften, die sich von der Rawalpindi-Hochfläche (Potwar-Plateau) bis in die Himalaya-Vorbergzone erstrecken. (vgl. STEWART 1957-61: 238).

Diese von *Acacia modesta* und *Olea cuspidata* dominierten Waldgesellschaften dehnen sich höhenwärts auch bis in die untere montane Stufe des Kaghan-Tales aus, wo sie zwischen Balakot und Paras vereinzelt extrazonal auf Sonnhängen auftreten und sich mit dem *Pinus roxburghii*-Wald verzahnen (Abb. 12, 13).

Die obere Grenze der collinen Stufe fällt mit dem Übergang vom subtropischen Hartlaubwald zum *Pinus roxburghii*-Wald zusammen, der sich auf dem Sonnhang etwa bei 1000 m NN und auf dem Schatthang bei 900 m NN vollzieht. Es ist zugleich der Übergang von paläotropischen zu den holarktisch geprägten Vegetationstypen des Kaghan-Tales. An der oberen Grenze der collinen Stufe treten nur selten Fröste auf, die mittleren Temperaturminima liegen im Januar noch bei 2-3 °C. Die colline Stufe reicht bis an die südliche und untere Grenze des Untersuchungsgebietes heran.

Die untere montane Stufe

Die untere montane Stufe, die im Kaghan auf den monsunal beeinflussten Talbereich beschränkt ist, ist als Gunstraum für Siedlungen und Landwirtschaft durch eine besonders hohe anthropo-zoogene Beeinflussung gekennzeichnet. Sie hat vor allem auf Sonnhängen zu einer weitgehenden Umwandlung der ursprünglichen Vegetation in Ersatz- bzw. Bodennutzungsgesellschaften geführt. Die natürlich verbreiteten *Pinus roxburghii*-Wälder sind häufig zu Strauchgesellschaften degradiert, die in der Waldtypengliederung von CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a) dem "Himalayan Subtropical Scrub" bzw. dem "Himalayan Moist Temperate Scrub" entsprechen.

Neben vereinzelt extrazonalen, wärmebegünstigten *Acacia-Olea*-Trockenwäldern treten unter abgeschwächtem Monsuneinfluß von *Quercus baloot* dominierte Hartlaubwälder auf, die zwischen Paras und Mahandri in einigen Restbeständen auf Sonnhängen vorkommen. Sie zeigen mediterranoide Klimaverhältnisse an³².

³² Vgl. JÄGER (1968: 255) zu der an mediterrane Verhältnisse erinnernde Vegetationshöhenstufung im Westhimalaya und westlich angrenzenden Regionen.

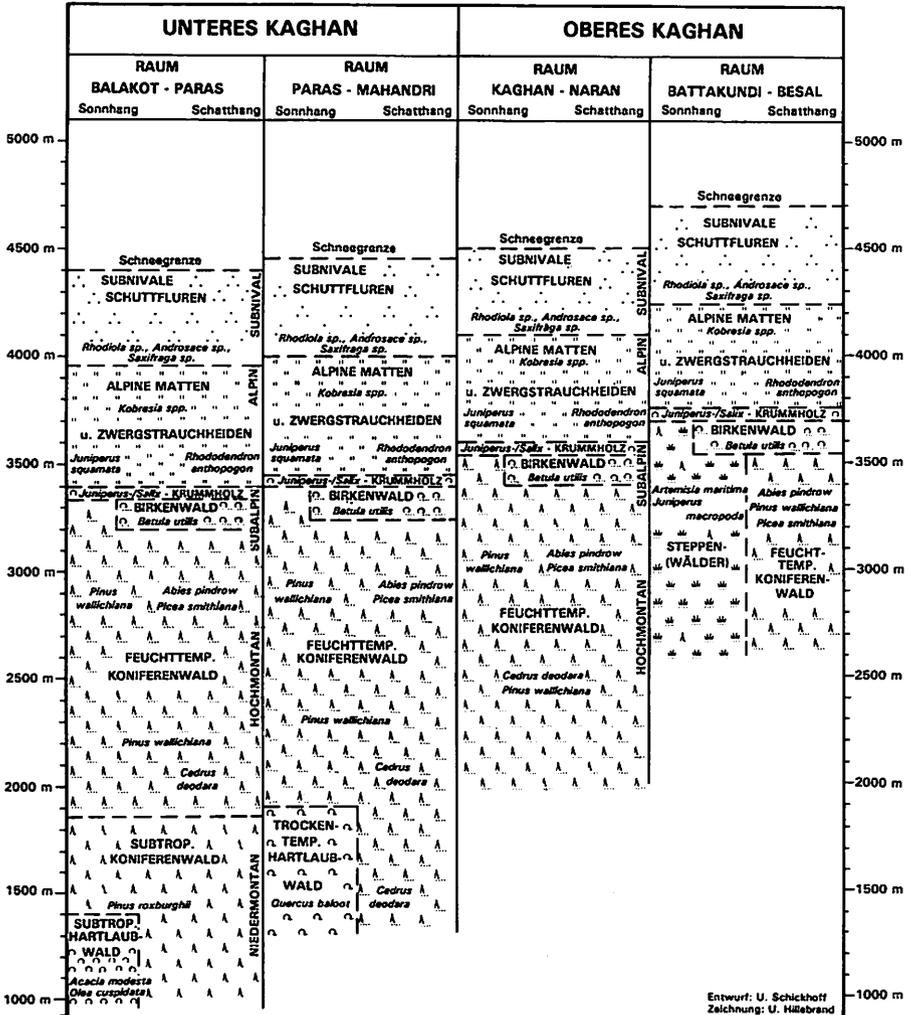


Abb. 12: Vegetationshöhenstufen verschiedener Talräume

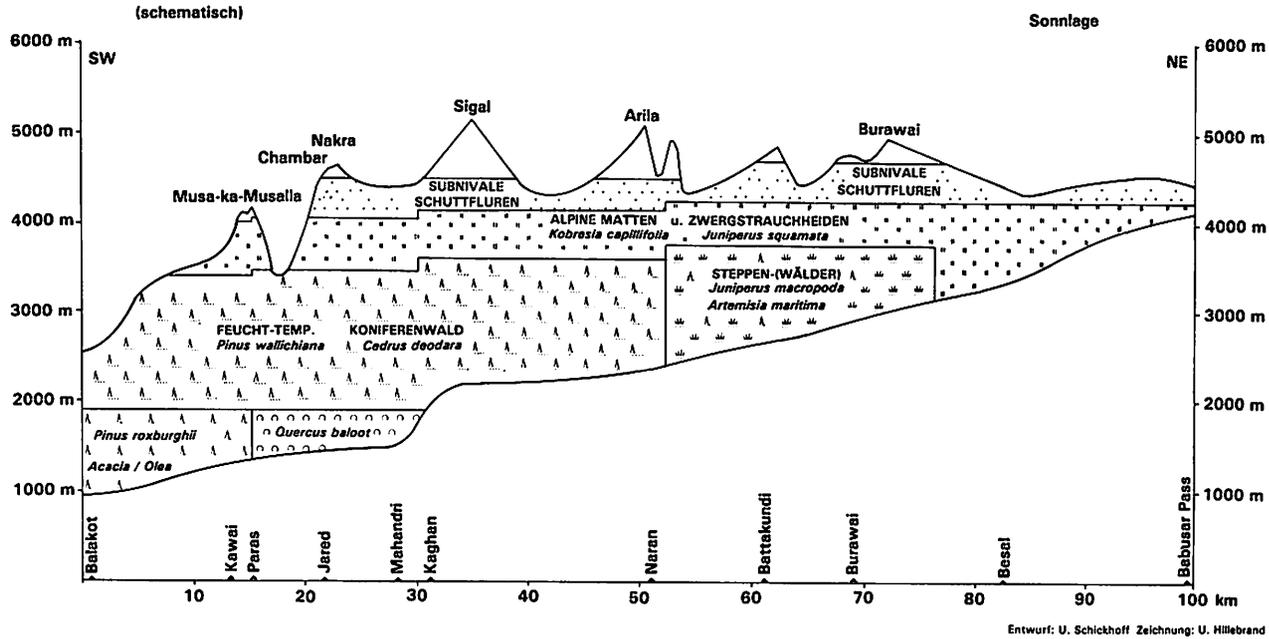


Abb. 13: Höhenstufung der Vegetation im Tianshanprofil - Sonnseite

Die Abgrenzung der unteren gegenüber der oberen montanen Stufe erfolgt mit dem Übergang zum feucht-temperierten Koniferenwald, der sich oberhalb der Grenze geschlossener *Pinus roxburghii*-Wälder anschließt, die etwa bei 1800 m NN (Schatt- hang) bzw. 1900 m NN (Sonnhang) anzusetzen ist.

Die mittleren Monatstemperaturen liegen ganzjährig über dem Gefrierpunkt (Januar: 2-3 °C), während die mittleren Minima von Dezember bis Februar leicht darunter absinken. In der unteren montanen Stufe ist mit höheren Niederschlägen (> 1500 mm/a) als in der collinen Stufe zu rechnen.

Die obere montane Stufe

Bis auf die colline und untere montane Stufe sind alle folgenden Höhenstufen im gesamten Talraum verbreitet, wobei verschiedene Ausbildungen der einzelnen Höhenstufen im unteren und oberen Kaghan deutlich unterschieden werden können. Im unteren Kaghan wird die obere montane Stufe vom feucht-temperierten Koniferenwald mit *Cedrus deodara*-, *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften eingenommen. Dabei dominieren die *Pinus wallichiana*-Wälder auf den Sonnhängen. Auf den Schatthängen bis 2000-2200 m NN herrschen *Cedrus deodara*-Wälder vor, an die sich höhenwärts *Abies pindrow*-Wälder mit stellenweise hohem Anteil von *Picea smithiana* anschliessen. Diese erstrecken sich bis 3000/3200 m NN und verzahnen sich vor allem in Lawinenrunsen mit subalpinen Birken-Weiden-Ge- büschen.

Das Auftreten von *Betula utilis* und der Übergang zum subalpinen Birken-Koniferenwald bildet die Begrenzung der oberen montanen Stufe (vgl. SCHWEINFURTH 1957: 303, CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a: 202). Diese Grenze verschiebt sich im weiteren Verlauf des Tales um 250-300 m nach oben, wobei sich zugleich die Ausbildung der oberen montanen Stufe auf den Sonnhängen oberhalb Naran grundlegend verändert (vgl. Abb. 12, 13). Dort wird die natürliche Vegetation von *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Steppen(-wäldern) gebildet. Aufgrund des Vegetationscharakters wird diese Höhenstufe hier als obere montane Stufe der inneren Täler bezeichnet.

Die unterschiedliche floristische Ausbildung der oberen montanen Stufe spiegelt den Wandel der hygrischen Verhältnisse im Talverlauf wider. Im unteren Talbereich ist in vertikaler Richtung aufgrund des Übergangs von trockeneren *Pinus roxburghii*-Wäldern zu hygrophileren, feucht-temperierten Koniferenwäldern von einer weiteren Niederschlagszunahme im Höhenprofil auszugehen. Darüber hinaus dürften Wolken- und Nebelniederschläge (vgl. GRUNOW & TOLLNER 1969, GRUNOW 1955) vor allem in Luvlagen und bei niedrigen Kondensationsniveaus in der Monsunperiode

eine große Rolle im Wasserhaushalt der oberen montanen wie auch der subalpinen Stufe spielen.

Die subalpine Stufe

Die natürliche Vegetation der subalpinen Stufe wird im unteren Kaghan vornehmlich von Koniferen- und Birkenwäldern gebildet. Auf den Schatthängen gehen *Abies pindrow*-Bestände mit zunehmender Höhe in einen schmalen Gürtel von *Betula utilis*-Wäldern über. Diese bilden in 3300-3400 m NN die natürliche Waldgrenze. Infolge der 200-300 m betragenden, anthropo-zoogenen Depression der Waldgrenze ist der *Betula*-Gürtel sehr stark reduziert worden und nur noch fragmentarisch vorhanden (vgl. Kap. 3.1.2.2).

Auf die geschlossenen, sich mit der Höhe auflichtenden *Betula*-Bestände folgt ein 50-100 m breiter Übergangssaum mit kleinen Gruppen oder einzelnen krüppelwüchsigen Exemplaren der gleichen Baumarten (neben *Betula utilis* einzelne *Abies pindrow* und *Pinus wallichiana*), der sich mit einem Krummholzgürtel³³ verzahnt. Der zum Waldgrenzsaum gehörende Krummholzgürtel (vgl. Kap. 3.1.2.3), der meist aus *Salix denticulata* aufgebaut wird, bildet die obere Grenze der subalpinen Stufe.

Die Sonnhänge werden in der subalpinen Stufe von *Pinus wallichiana*-Beständen dominiert. Sie gehen mit zunehmender Höhe in einen Übergangssaum mit krüppelwüchsigen Exemplaren (neben *Pinus wallichiana*³⁴ einzelne *Abies pindrow* und *Betula utilis*) und *Juniperus*-Sträuchern (*J. squamata*, *J. communis*) über. Die höhenwärts niedriger bleibenden *Juniperus squamata*-Sträucher bilden ausgedehnte Zwergstrauchheiden bis weit in die alpine Stufe hinein.

Die natürlichen Waldgrenzen entsprechen somit dem dritten physiognomischen Waldgrenztyp nach HOLTMEIER (1989)³⁵. Auf Schatthängen ist den sich auflösenden Waldbeständen eine durchgehende *Salix*-Krummholzstufe vorgelagert, die auf Sonnhängen von *Juniperus*-Sträuchern gebildet wird. In der Krummholzstufe treten

³³ Der Begriff Krummholz wird hier im Sinne von HOLTMEIER (1981) verwendet.

³⁴ Möglicherweise hängt das Verbreitungsmuster von *Pinus wallichiana* im Waldgrenzsaum auch von ornithochorer Samenverbreitung ab. Beobachtungen von KEVE & KRETZOI (zit. in TURCEK & KELSO 1968: 283) an einem Häher (*Garrulus lanceolatus*) sowie die Vorliebe der himalayischen Unterarten des Tannenhähers (*Nucifraga caryocatactes*) für *Pinus*-Samen (ALI & RIPLEY 1968, Bd. V: 234) deuten darauf hin. Vgl. dazu das beeindruckende Beispiel der Koevolution von Tannenhäher und Arve aus den Alpen (MATTES 1978, 1982).

³⁵ Es werden die Haupt-Waldgrenztypen a) in linienhaft scharfer Front verlaufend, b) Waldgrenzökoton und c) hochstämmiger Wald mit Krummholzstufe unterschieden (vgl. auch HOLTMEIER 1985, 1986, 1987).

sowohl klimatisch bedingter Krüppelwuchs als Wuchsform als auch genetisch bedingtes Krummholz als Lebensform auf.

Auch in der subalpinen Stufe kann man eine kontinentalere Ausbildung der inneren Täler unterscheiden. Zum einen ist ein deutliches Ansteigen der Waldgrenze im Tallängsprofil zu beobachten. Ferner dehnen sich die subalpinen Wälder im oberen Kaghan über eine wesentlich breitere Höhenstufe aus (Abb. 12), da sich das Areal von *Betula utilis* aufgrund der längeren Dauer der Schneebedeckung von der Waldgrenze aus in tiefere Lagen ausweitet.

Zum anderen bestehen floristische Unterschiede gegenüber dem unteren Kaghan, denn die *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Steppen(-wälder) steigen auf Sonnhängen bis in die subalpine Stufe und, ohne eindeutige Ausbildung einer Waldgrenze, in Fragmenten bis in die alpine Stufe auf. Gegenüber den Schatthängen wirkt die Strahlungsexposition hier sehr vereinheitlichend auf die Stufenfolge. Der *Betula utilis*-Gürtel der Schatthänge dringt nur gelegentlich, aufgelöst in einzelne Flecken, bis in stärker sonnenexponierte Lagen vor.

Für den Anstieg der Höhengrenzen im Tallängsprofil ist neben der Wirkung des Massenerhebungseffektes vor allem der zunehmende Kontinentalitätsgrad des Klimas entscheidend. Innerhalb des Zusammenwirkens von Relief und Wettergeschehen sind dabei die abschirmende Wirkung der Gebirgsketten und die Abnahme der Niederschläge in der Vegetationsperiode wesentliche Faktoren.

Die topographische Situation im Lee der vorgelagerten Gebirgsketten, die bei vorherrschenden südlichen bis westlichen Winden insbesondere die relativ flach heranströmenden feuchten monsonalen Luftmassen zurückhalten, führt zu einer stark verminderten Wolkenbildung und einer längeren Sonnenscheindauer. Eine vermehrte Sonneneinstrahlung, eine starke Bodenerwärmung und ein insgesamt günstiger lokaler Wärmehaushalt sind die Folge. Der Anstieg der isothermen Flächen beruht letztlich auf dem günstigeren Lokalklima³⁶.

³⁶ Zu Temperaturverteilung und Wärmehaushalt in den inneren Hochtälern des Himalaya vgl. FLOHN (1958: 298, 1959: 1412, 1970b: 33).

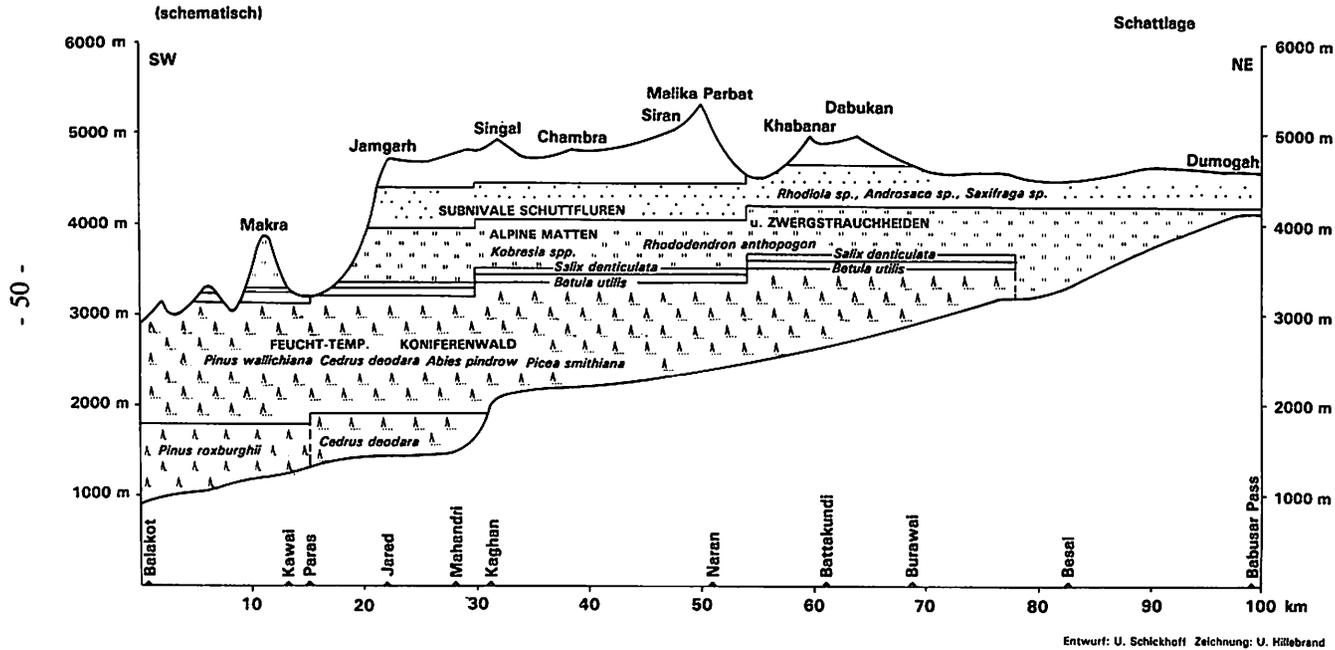


Abb. 14: Höhenstufung der Vegetation im Talängsprofil - Schattlage

Der Effekt der Massenerhebung, mit der ja stets eine Kontinentalisierung des Klimas verbunden ist, ist von dieser Faktorenkombination nicht zu trennen. Der Massenerhebungseffekt³⁷ äußert sich in einem schwächeren Vertikalgradienten der Temperatur aufgrund der Wirkung der inneren Gebirgsräume als gehobene Heizflächen. Er trägt zusätzlich zu dem Anstieg der Höhengrenzen bei. Gegenüber dem unteren Kaghan ergibt sich somit in gleicher Meereshöhe eine größere Anzahl an Tagen mit Temperaturmitteln, die günstige Photosynthesebedingungen gewährleisten. Diese Verlängerung der Vegetationszeit verschiebt die Wärmemangelgrenze des Baumwuchses um etwa 300 m nach oben.

Der Anstieg der Waldgrenze im Tallängsprofil setzt sich bis in das Nanga-Parbat-Gebiet fort. Dort liegt sie auf Schatthängen in 3800-3900 m NN (TROLL 1939b: 168, 1973a: 8, b: 45, vgl. auch FINSTERWALDER et al. 1935: 88, FINSTERWALDER 1938: 161)³⁸.

Die alpine Stufe

Die natürliche Vegetation der alpinen Stufe besteht aus Zwergstrauchheiden und Cyperaceenrasen, die insbesondere in tieferen Lagen, wo die Zwergstrauchheiden häufig durch übermäßige Beweidung aufgelöst sind, ein kleinräumiges Vegetationsmosaik bilden.

Auf den Sonnhängen werden die Zwergstrauchheiden von *Juniperus squamata* dominiert. Mit der Depression der Waldgrenze haben sie ihr Areal bis weit in die subalpine Stufe ausgedehnt. Die *Rhododendron anthopogon*-Zwergstrauchheiden der Schatthänge bleiben dagegen auf die alpine Stufe beschränkt, wo sie bis 3900-4000 m NN aufsteigen. In der oberen alpinen Stufe gelangen bei einer höhenbedingt verkürzten Vegetationszeit die von *Kobresia*-Arten dominierten Cyperaceenrasen mehr und mehr zur Vorherrschaft. Sie sind durch eine große Vielfalt von Gräsern und Kräutern gekennzeichnet. Die obere Grenze der alpinen Stufe liegt zwischen 4100 und 4300 m NN in einem Bereich, in dem sich die zusammenhängenden Pionier-Rasenflecken zunehmend auflösen.

³⁷ Zur Auswirkung des sog. Massenerhebungseffektes gibt es unterschiedliche Auffassungen (vgl. die Diskussion in TOLLNER 1949, FLOHN 1953b, 1955, FLIRI 1975, HOLTMEIER 1969, FISCHER 1979).

³⁸ In SE-Richtung entlang des Gebirgsbogens steigen die Waldgrenzen ebenfalls an (vgl. die Höhenprofile in MIEHE 1991a, vgl. auch MIEHE 1984, 1987, 1989).

Die subnivale und die nivale Stufe

Die Pflanzengesellschaften der subnivalen Stufe, in denen Polsterpflanzen (*Androsace*- und *Saxifraga*-Arten) und Kryptogamen vorherrschen, dehnen sich höhenwärts bis in die nivale Stufe oberhalb der klimatischen Schneegrenze aus. Sie treten nur noch selten in geschlossenen Beständen auf.

Die klimatische Schneegrenze steigt ebenso wie die Höhengrenzen der Vegetation im Tallängsprofil an³⁹ (Abb. 12). Sie weist mit 300-400 m eine weit höhere Expositionsdifferenz als die Waldgrenze (etwa 100 m) auf (vgl. v. WISSMANN 1961: 22) und rückt im Expositionsmittel von 4400 m im unteren Tal auf 4700 m NN am Babusar-Pass vor⁴⁰.

In der nivalen Stufe geht die Anzahl der Blütenpflanzen stark zurück. Sie kommen nur noch vereinzelt auf extrazonalen, wärmebegünstigten Standorten vor, während der Anteil an verschiedenen Kryptogamen, die bis in die Gipfelregionen die Pioniervegetation bilden, zunimmt.

2.1.2.3 Der Einfluß des Geländeklimas

Nach der klimaökologischen Differenzierung werden im folgenden bei kleinräumiger Betrachtung lokal abgewandelte Gegebenheiten des regionalen Klimas, die auf Reliefeffekte zurückzuführen sind, sowie ihre differenzierende Wirkung auf die Vegetation untersucht.

Durch Reliefeffekte abgewandelte Strahlungs-, Niederschlags- und Windverhältnisse schaffen veränderte Standortbedingungen, an die sich die Vegetation häufig mit extrazonalen Verbreitungsmustern anpaßt. In diesem Zusammenhang ist auf das Gesetz des Biotopwechsels und der relativen Standortkonstanz (WALTER, H. & E. 1953) hinzuweisen, das bei den kleinräumig wechselnden Standortbedingungen im Kaghan-Tal wie auch in anderen Himalaya-Regionen ein häufig wiederkehrendes Prinzip der Vegetationsverbreitung darstellt (vgl. MIEHE 1991a: 187).

Zu den wichtigsten geländeklimatischen Phänomenen, die anhand von verschiedenen Beispielen beschrieben werden, gehören die Wirkungen der Strahlungsexposition und

³⁹ Auf das gleichartige Verhalten von Wald- und Schneegrenze in Hochasien hat besonders v. WISSMANN (1961: 22ff) hingewiesen. Es können bei zunehmender Trockenheit aber auch gegenläufige Bewegungen beider Grenzen beobachtet werden (vgl. HERMES 1955: 246).

⁴⁰ Vgl. zur Höhe der Schneegrenze im Westhimalaya OESTREICH (1914: 441), v. WISSMANN (1959: 1245ff), HERMES (1955: 203), WEHLMANN (1955: 63), am Nanga Parbat TROLL (1939b: 176), im Kaghan HASERODT (1989b: 200).

des Bergschattens, die Luv-Lee-Effekte, inverse Vegetationsverteilung in Lawenrinnen und in schluchtartig eingeschnittenen Tälern sowie lokale Windsysteme.

Wie in allen subtropischen Hochgebirgen ist auch im Westhimalaya eine ausgeprägte geländeklimatische Wirkung der Strahlungsexposition zu beobachten⁴¹ (vgl. die Veg.-Karte im Anhang). Das Maximum der Expositionswirkung in subtropischen Breiten beruht bei maximaler Strahlungsintensität im Sommer auf dem geringen Anteil der diffusen Himmelsstrahlung an der Globalstrahlung. In Hochgebirgen kommt der weiter zunehmende Anteil der direkten Sonnenstrahlung mit der Höhe und damit der sich verstärkende Bergschatten hinzu. Der hohe sommerliche Strahlungsgenuß hat bei der lang anhaltenden winterlichen Schneebedeckung entscheidenden Einfluß auf die Bodenbildung und die Vegetationsentwicklung (vgl. TROLL 1938b: 18, 1941: 78, 1949: 16, 1967: 378).

Im Kaghan-Tal wird die Wirkung der Strahlungsexposition auf die natürliche Vegetationsbedeckung sehr stark von der anthropo-zoogenen Beeinflussung überlagert. Die großen Kontraste zwischen Sonn- und Schatthängen werden durch das Zusammenwirken des klimatischen und des anthropogenen Faktors geschaffen; beide lassen sich jedoch im Längsverlauf des Tales in ihrer jeweiligen Wirkung recht gut voneinander differenzieren. Im oberen Kaghan kommt dem klimatischen Faktor größere Bedeutung für die "striking contrasts" zu, während der anthropogene Faktor im unteren Kaghan eine entscheidende Rolle spielt.

Im unteren Kaghan sind zum einen die Unterschiede zwischen Nord- und Südhängen bezüglich der Strahlungsintensität im Sommer nicht so deutlich ausgeprägt wie im oberen Kaghan. Während des Sonnenhöchststandes innerhalb der Monsunperiode vermindert der hohe Bewölkungsgrad die Einstrahlung, die einen relativ hohen Anteil diffuser Himmelsstrahlung aufweist. Zum anderen wurden gerade die Sonnhänge als Gunsträume für Siedlungen und Landwirtschaft im dicht besiedelten unteren Talbereich bei der Anlage von Kulturflächen und Siedlungen bevorzugt (vgl. dazu BÖHM 1966) und die ursprüngliche Vegetation weitgehend in Ersatz- bzw. Bodennutzungsgesellschaften umgewandelt.

Die Strahlungsverhältnisse führen zwar im unteren Kaghan zwischen Paras und Mahandri zu einer merklichen Vegetationsdifferenzierung auf Sonn- und Schatthängen, die "striking contrasts" sind jedoch anthropogen bedingt. Die entwaldeten und durch Degradation gekennzeichneten Sonnhänge sind hier durchweg potentielle Waldstandorte.

⁴¹ Vgl. dazu die Vegetationskarten von TROLL (1939b) und SCHWEINFURTH (1957) sowie TROLL (1939b: 157), SCHWEINFURTH (1957: 320ff), v. WISSMANN (1960: 268).

Bei nur noch randmonsunaler Beeinflussung und ausgesprochener Leelage mit geringen Bewölkungsgraden werden im oberen Kaghan dagegen hohe Strahlungsintensitäten erreicht. Gleichzeitig nimmt der Anteil der diffusen Himmelsstrahlung stark ab und die Bergschatten verstärken sich, so daß große Unterschiede zwischen Sonn- und Schatthängen hinsichtlich des Strahlungsgenusses auftreten. Diese führen zu weitaus markanteren natürlichen Vegetationskontrasten mit *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Steppen(-wäldern) auf Sonnhängen und feucht-temperiertem Koniferenwald, Birkenwald und Weidengebüsch auf Schatthängen.

Dagegen wird die landwirtschaftliche Nutzung durch das geringe Inwertsetzungspotential der Steppenhänge und die kurze Vegetationszeit eingeschränkt. Der anthropogene Einfluß hat hier nicht zur großflächigen Umwandlung der natürlichen Vegetation der Sonnhänge geführt.

Die natürlichen Auswirkungen der Strahlungsexposition sind daher sehr stark von dem Grad der monsunalen Beeinflussung abhängig. Sie werden von den anthropozogenen Einwirkungen überlagert.

Da sich die Wirkung der Strahlungsexposition mit zunehmender Meereshöhe verstärkt, treten in der alpinen Stufe auf kleinstem Raum sehr markante Unterschiede in der Vegetationsbedeckung auf, wie es das Beispiel des Vegetationsmosaiks an einem Westhang des N-S gerichteten Saiful-Muluk-Hochtales zeigt (Photo 8). Auf der südexponierten Flanke eines flachen Geländerückens breitet sich ein dichter Teppich aus *Juniperus squamata*-Sträuchern aus, während die nordexponierte Flanke von einer Zwergstrauchheide aus *Rhododendron anthopogon* eingenommen wird.

Trotz des deutlichen Monsuneinflusses im unteren Talbereich reicht die Wirkung der Strahlungsexposition auch dort immer noch aus, um die Wirkung der Niederschlagsexposition zu überlagern. So nehmen vielfach hygrophilere Vegetationstypen die leeseitigen Hänge ein, während trockenere Waldgesellschaften die Luvseiten besiedeln. Wie die Veg.-Karte (im Anhang) zeigt, ist dies ein regelmäßig vorkommendes Verbreitungsmuster bei quer zur Hauptwindrichtung verlaufenden Kämmen.

Dieses häufige Verbreitungsmuster wird am Beispiel des SE-NW verlaufenden Abschnittes des Manchi Danna, eines Kammes oberhalb des Sharan Rest House, dargestellt (Abb. 15). In Staulage stockt auf dem SW-exponierten Hang ein *Pinus wallichiana*-Bestand, der in Kammnähe krüppelige Wuchsformen annimmt und mit Zwergsträuchern (*Lonicera obovata*, *Juniperus communis* ssp. *alpina*) vergesellschaftet ist. Die ganzjährig Niederschlag und Feuchte bringenden südlichen bis westlichen Winde führen zwar zu einem Besatz mit *Usnea*-Bartflechten⁴² an einigen

⁴² zur Gattung *Usnea* im Westhimalaya vgl. CHOPRA (1934), SCHUBERT & KLEMENT (1966), für den indischen Subkontinent vgl. D.D. AWASTHI (1965: 126-133), G.

Pinus-Stämmen, der leeseitige NE-exponierte Hang wird jedoch von den hygrophileren Gesellschaften (*Abies pindrow*-Ges., *Betula utilis*-Ges., *Salix denticulata*-Ges.) eingenommen. Der Luv-Lee-Effekt ist demnach gegenüber der Expositionswirkung nur von untergeordneter Bedeutung.

In dem Profil des Manchi Danna (Abb. 15) ist die windexponierte Kammlage nicht mit Wald bedeckt, obwohl sie mit 3200 m NN die klimatische Waldgrenze nicht überragt. Dies wird durch die lokalklimatische Benachteiligung der Kammlage verursacht, die aus verschärften Strahlungs- und Windverhältnissen resultiert; man kann diese Situation dem sog. Gipfelphänomen zuschreiben (vgl. RATHJENS 1982a: 135).

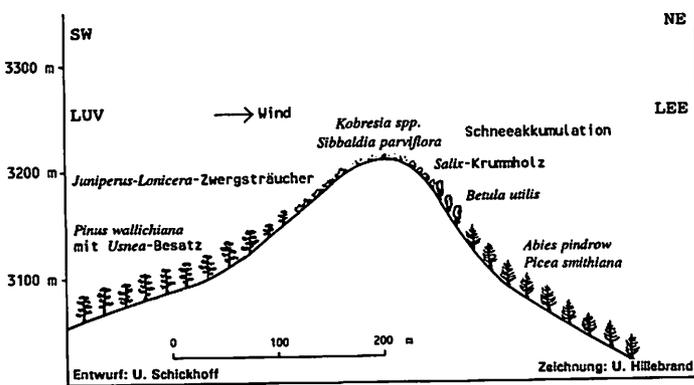


Abb. 15: Vegetationsprofil des Manchi Danna

Die verstärkte Windwirkung in der Kammlage hat ferner entscheidenden Einfluß auf die Schneeverteilung. Der vom Kamm verblasene Schnee wird auf der Leeseite akkumuliert, wo die mächtige, lang anhaltende winterliche Schneebedeckung im Verein mit der lokalklimatischen Ungunst zu Standortbedingungen führt, die das extrazonale Vorkommen des *Salix*-Krummholzgürtels unterhalb der klimatischen Waldgrenze ermöglichen⁴³.

Aufgrund jahreszeitlich wechselnder Windrichtungen und geringerer Windgeschwindigkeiten sind ausgeprägte windinduzierte Wuchsformen im Waldgrenzbereich, wie

AWASTHI (1986).

⁴³ Vgl. HOLTMEIER (1971: 182, 1974: 49 ff) und FRIEDEL (1952, 1961) zur Vegetationsdifferenzierung unter dem Einfluß von Wind- und Schneedeckenverhältnissen in vergleichbaren Situationen.

sie aus anderen Hochgebirgen beschrieben wurden (vgl. z.B. HOLTMEIER 1980) nur selten anzutreffen⁴⁴.

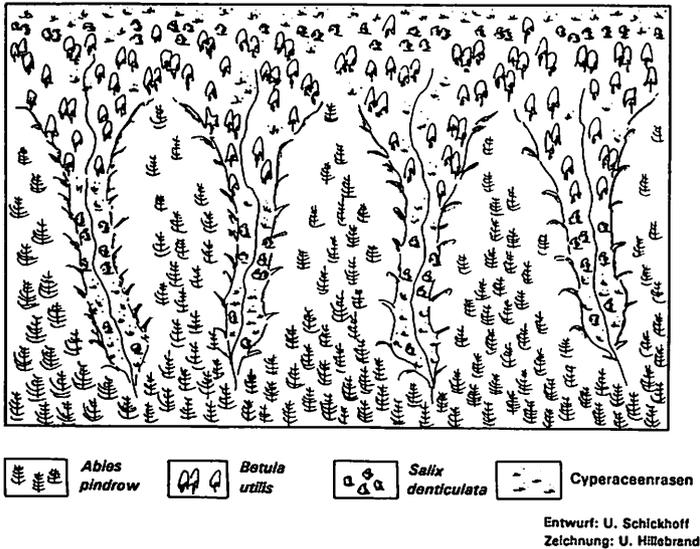


Abb. 16: Umkehrung der natürlichen Vegetationshöhenstufung in Lawenrinnen

Die lang anhaltende Schneebedeckung und die damit kürzere Vegetationszeit bestimmen auch die Vegetationsverteilung in den Lawenrinnen, in denen häufig eine Umkehrung der natürlichen Höhenstufung der Vegetation zu beobachten ist (Abb. 16). Das Abschmelzen des durch Lawinentransport verdichteten Schnees verzögert sich in Lawenbahnen um 2-3 Monate gegenüber den benachbarten Hängen (de SCALLY 1989: 209)⁴⁵, die auch in wesentlich höheren Lagen (bis zu 1000 m höher) schon ausgeapert sein können. Die Pflanzengesellschaften der makroklimatisch höheren Stufen erlangen durch diese lokal erheblich verkürzte Vegetationszeit und die lokalklimatische Ungunst entscheidende Konkurrenzvorteile.

Im Nadelwaldgürtel der oberen montanen/subalpinen Stufe gliedert sich das Steill relief in charakteristischer Weise in mit Koniferenwald bestandenen Geländerücken und dazwischenliegende nadelholzfreie Lawenrinnen, in denen von unten nach oben auf alpine Rasenvegetation zunächst Weidenbüsche und schließlich *Betula utilis*-

⁴⁴ Desgleichen werden Windwurf- oder Windbruchschäden im Kaghan äußerst selten beobachtet (SWATI 1985: 6).

⁴⁵ Durch Lawenkegel im Bereich der Mündung von Seitentälern wird der Verkehr auf der Kaghanstraße bis in den Juli hinein stark behindert.

Bestände folgen. Die obere Waldgrenze weist auf derartig gegliederten Steilhängen eine typische Aufsplitterung durch die Lawinenrunsen auf. Die Birken und Weiden sind durch die Ausbildung von Umlegeformen in hervorragender Weise an die mechanische Wirkung der Schneelawinen angepaßt. Diese Anpassung verschafft ihnen auf diesen Standorten weitere Konkurrenzvorteile gegenüber den Koniferen, die nur vereinzelt in krüppeligen Exemplaren vorkommen⁴⁶.

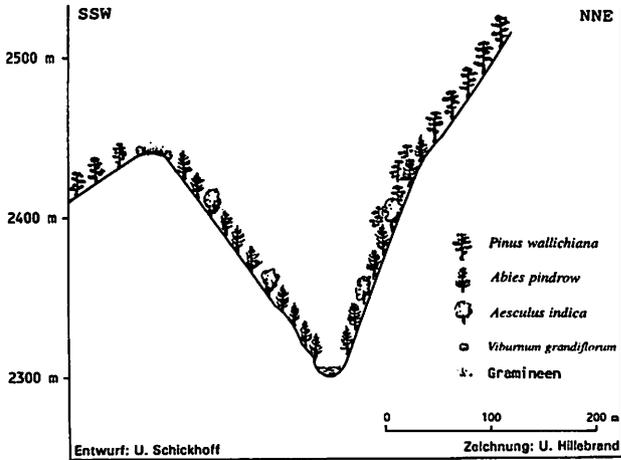


Abb. 17: Aufhebung der Expositionsunterschiede und inverse Vegetationsverbreitung am Unterhang des schluchtartig tief eingeschnittenen Chhapri Katha

Eine inverse Vegetationsverbreitung tritt ebenfalls in manchen schluchtartig tief eingeschnittenen, engen Talgründen auf, wo zugleich die natürlichen Expositionsunterschiede aufgehoben werden. Der Abschnitt des Chhapri Katha nordwestlich des Sharan Rest House (Abb. 17) ist hierfür ein gutes Beispiel. Auf dem extrem übersteilten Unterhang stockt in SSW-Exposition unter dem *Pinus wallichiana*-Wald noch ein ausgedehnter *Abies pindrow*-Bestand in 2300-2450 m NN. Der geringe Strahlungsgenuß und der Kaltluftfluß schaffen hier ein ungünstiges Lokalklima, das die Wirkung der Exposition aufhebt und das extrazonale Vorkommen von *Abies pindrow* (Standortkonstanz) hervorruft.

Im Rahmen der Differenzierung von Niederschlag und Vegetation durch regionale und lokale Zirkulationssysteme im Himalaya wurde immer wieder auf die auffälligen

⁴⁶ Zu den Verhältnissen am Nanga Parbat vgl. TROLL (1938b: 19, 1939b: 169, 1967: 380f).

Erscheinungen in den tief eingeschnittenen, N-S gerichteten Durchbruchstälern im Zentral- und Osthimalaya hingewiesen. Diese Erscheinungen treten im trockeneren Westhimalaya in weit geringerem Maße auf (vgl. SCHWEINFURTH 1956: 298, 1957: 317ff, 1981a: 2009, 1987, TROLL 1967: 377).

Die vom tibetischen Hochplateau hervorgerufene thermische Zirkulation mit ganztägigen, auch nachts überwiegend anhaltenden, heftigen Talwinden (vgl. FLOHN 1970b: 29, 1971: 14)⁴⁷ führt in Verbindung mit der seitlichen Hangwind-Zirkulation⁴⁸ in diesen Durchbruchstälern zu dem Phänomen einer trockenen Talsohle mit xerophiler Vegetation bei zugleich niederschlagsreichen Talhängen und Kämmen mit regenfeuchten Wäldern.

Der Effekt der Hangwind-Zirkulation, dessen aufsteigende Äste als Hangwinde zu Feuchtigkeitszunahme, Bewölkung und Kondensation in den Hang- und Kammlagen führen, während sich die absteigenden Äste in der Talmitte treffen und über dem Talstreifen Austrocknung, Wolkenauflösung und starke Einstrahlung nach sich ziehen, wurde zuerst von TROLL (1952: 140) aus den Anden beschrieben. Mit diesem sog. "Troll-Effekt" wird im Karakorum der auffällige Gegensatz zwischen den wüstenhaft trockenen Haupttälern und der ausgedehnten Vergletscherung der Hochlagen erklärt, der die Abschätzung des repräsentativen Gebietsniederschlages so schwierig macht (FLOHN 1969: 206, 1970b: 25).

Mit abnehmender Höhendifferenz Talsohle - Kamm und mit zunehmender Verengung des Talquerprofils nimmt die Intensität dieses Effektes ab. Auch die Konfiguration eines Tales und der Verlauf zur Hauptwindrichtung beeinflussen die differenzierende Wirkung lokaler Zirkulationssysteme auf Niederschlag und Vegetation. Im Kaghan-Tal, das durch einen mehrfachen Richtungswechsel in seiner Längserstreckung und durch ein sehr enges Talquerprofil gekennzeichnet ist, treten die oben beschriebenen Effekte nur in abgeschwächter Form auf. Sie haben hier nicht zu einem ausgeprägten Gegensatz zwischen xerophiler Vegetation in der Talsohle und hygrophiler Vegetation an den Talhängen geführt, wie sie aus den Trockentälern des östlichen Himalaya bekannt ist (SCHWEINFURTH 1956). Die Situation einer im Tagesverlauf zunehmenden Quellbewölkung an den Oberhängen und Kämmen bei wolkenloser Talmitte wurde während der Geländearbeiten häufig beobachtet. Sie ruft aber in der Talsohle im Kaghan lediglich trockenere Ausbildungen der gleichen Vegetationstypen der

⁴⁷ Erste Vorstellungen über "Ausgleichsströmungen" zwischen dem tibetischen Hochland und der indischen Tiefebene wurden von STRACHEY (1851: 73) entwickelt, vgl. auch BLANFORD (1889: 36).

⁴⁸ Zur Theorie von Berg- u. Talwind bzw. Hangwind-Zirkulation vgl. WAGNER (1932a, b), DEFANT (1949).

Talhänge mit lokaler Konzentration xerophilerer Elemente (*Fraxinus xanthoxyloides*, *Pistacia khinjuk* u.a.) hervor.

2.2 Der Boden als Standortfaktor

Nachdem die Bedeutung der klimatischen Verhältnisse für die Verbreitung der Vegetationstypen im Kaghan herausgestellt wurde, wird hier der Frage nachgegangen, inwieweit die primär klimabedingte Vegetationsdifferenzierung von den Böden als sekundärem Faktorenkomplex abgewandelt wird.

Die Böden wirken über ihren Wasser-, Wärme-, Luft- und Nährstoffhaushalt differenzierend auf die Pflanzendecke ein. Diese ökologischen Hauptmerkmale der Böden prägen in einem klimatisch einheitlichen Raum das kleinräumige Verbreitungsmuster der Vegetation. Im folgenden werden auf der Grundlage der klimaökologischen Gliederung (vgl. Kap. 2.1.2) zunächst die bestimmenden Faktoren der Pedogenese und die Eigenschaften der im Kaghan entwickelten Bodentypen beschrieben, bevor im Anschluß daran die Zusammenhänge zwischen der Verbreitung der Böden und der Vegetation untersucht werden.

2.2.1 Ausgangsgestein und Bodenbildung

Die lokal herrschende Konstellation und die wechselseitige Beeinflussung der bodenbildenden Faktoren, zu denen Klima, Ausgangsgestein, Relief, Wasser, Flora und Fauna, anthropogene Einflüsse sowie die Zeit gehören, bestimmen Art und Intensität der bodenbildenden Prozesse wie Verwitterung, Mineralneubildung, Stoffumlagerung etc.. Der Entwicklungsstand eines Bodens, der in der Differenzierung des Profils in verschiedene Horizonte mit unterschiedlichen Eigenschaften zum Ausdruck kommt, hängt dabei von dem zur Verfügung stehenden Zeitraum ab (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1989: 362ff, SEMMEL 1983: 16ff).

Im Gegensatz zu anderen geo- und biowissenschaftlichen Fragestellungen ist der geologische Untergrund und damit auch das Ausgangsgestein, das das Substrat für die Pedogenese bildet, aufgrund der geologischen Besonderheiten des Kaghan-Tales Gegenstand zahlreicher neuerer Abhandlungen⁴⁹ geworden.

⁴⁹ Nach den Pionieren der geologischen Erforschung des Kaghan-Tales (WYNNE 1879, LYDEKKER 1882, 1883, MIDDLEMISS 1896, WADIA 1931, vgl. auch Karte XLVIII in BURRARD & HAYDEN 1933) und den Arbeiten von CALKINS (1966), CALKINS et al. (1975), GANSSER (1979) und TAHIRKHELI (1982) haben in den letzten Jahren zwei Forscherteams aus Lahore (ZULFIQAR & CHAUDHRY 1976, GHAZANFAR & CHAUDHRY 1985, GHAZANFAR et al. 1986, 1990, CHAUDHRY, GHAZANFAR & QAYYUM 1986, CHAUDHRY & GHAZANFAR 1987) sowie aus Zürich (BOSSART

Das Kaghan-Tal bietet einen beispielhaften Querschnitt durch die indische Platte im Himalaya. Es sind alle tektonischen Haupteinheiten der indischen Platte, strukturgeologische Besonderheiten des NW-Himalayas wie die Hazara-Kashmir- und die Kaghan-Syntaxis sowie Gesteine verschiedenster Lithologien und Metamorphosegrade vertreten (SPENCER, GHAZANFAR & CHAUDHRY 1990: 2).

Ein weiter Bereich im unteren Kaghan wird von dem Kern der Hazara-Kashmir-Syntaxis eingenommen (Abb. 18). Es handelt sich dabei um eine bogenförmige Struktur, die eine Umbiegung der regionalen Streichrichtung von NW-SE nach NE-SW anzeigt. Den Kern der Syntaxis bilden tertiäre, molasseartige Gesteine der Murree-Formation, die zur tektonischen Einheit des Subhimalaya gehört. Es sind hauptsächlich feinkörnige rote und grüne Sandsteine sowie tonige Siltsteine aus brackisch bis fluviatilen Ablagerungen (OTTIGER 1986: 41).

Die Murree-Formation wird von der bis ins obere Kaghan verbreiteten Salkhala-Formation durch die Panjal-Sequenz getrennt, die von zwei Verwerfungen (Murree-Thrust und Panjal-Thrust) eingeschlossen wird. Die Panjal-Sequenz besteht aus paläozoischen und mesozoischen Gesteinen. In kleinräumigem Wechsel sind hier Basalte, triassische Kalksilikatgesteine und Kalkmarmore, graphithaltige Schiefer, Mixtite, Konglomerate, Sandsteine und Kalksteine einer Mélange-Zone vertreten (OTTIGER 1986: 6, BOSSART 1986: 44, 56).

Auf die Gesteine der Panjal-Sequenz sind die präkambrischen und kambrischen Gesteine der zur tektonischen Einheit des Lesser Himalaya gehörenden Salkhala-Formation aufgeschoben (Abb. 18), die ebenfalls durch einen sehr heterogenen Gesteinsaufbau sowie durch verschiedene Metamorphosegrade gekennzeichnet wird. Die vorherrschenden Gesteine sind hier feinkörnige Quarzglimmerschiefer. Daneben kommen Tonschiefer, Graphitschiefer, Phyllite, Quarzite, Kalke, Marmore sowie Gneise und wenige Konglomerate vor (GRECO et al. 1989: 633, OTTIGER 1986: 8, CHAUDHRY, GHAZANFAR & QAYYUM 1986: 69).

Eine Mylonitzone, die im Kaghan dem Main Central Thrust des Himalaya entspricht und als Kaghan-Syntaxis bezeichnet wird, trennt unterhalb Naran den Lesser Himalaya von der wesentlich stärker metamorphisierten tektonischen Einheit des Higher Himalaya Crystalline, das als Decke (Upper Kaghan Nappe) die Salkhala-Formation überschoben hat (Abb. 18).

1986, BOSSART et al. 1984, 1988, BOSSART & OTTIGER 1989, OTTIGER 1986, GRECO 1989, GRECO et al. 1989, PAPRITZ 1989, SPENCER, GHAZANFAR & CHAUDHRY 1990) wesentliche Beiträge zur Geologie des Tales geliefert; die Züricher Gruppe hat sich vor allem um die weitere Erforschung der Hazara-Kashmir- und der Kaghan-Syntaxis verdient gemacht (zur regionalen Tektonik vgl. auch COWARD et al. 1988, dort weitere Literatur).

Granitische Gneise, Metagrauwacken, Tonschiefer, Metapelite, Metakarbonate, Graphitschiefer und Amphibolite paläozoisch-mesozoischen Alters sind die vorherrschenden Gesteine dieser Einheit. Die aus stark deformierten graphitischen und phyllitischen Schiefern bestehende Indus-Sutur, die in der Nähe des Babusar-Passes verläuft, bildet die Grenzlinie zwischen dem Higher Himalaya Crystalline und der Kohistan-Sequenz, die sich inselbogenartig zwischen der indischen und der asiatischen Platte aufgewölbt hat (CHAUDHRY & GHAZANFAR 1987: 17ff, GRECO et al. 1989: 634ff, SPENCER, GHAZANFAR & CHAUDHRY 1990: 9ff).

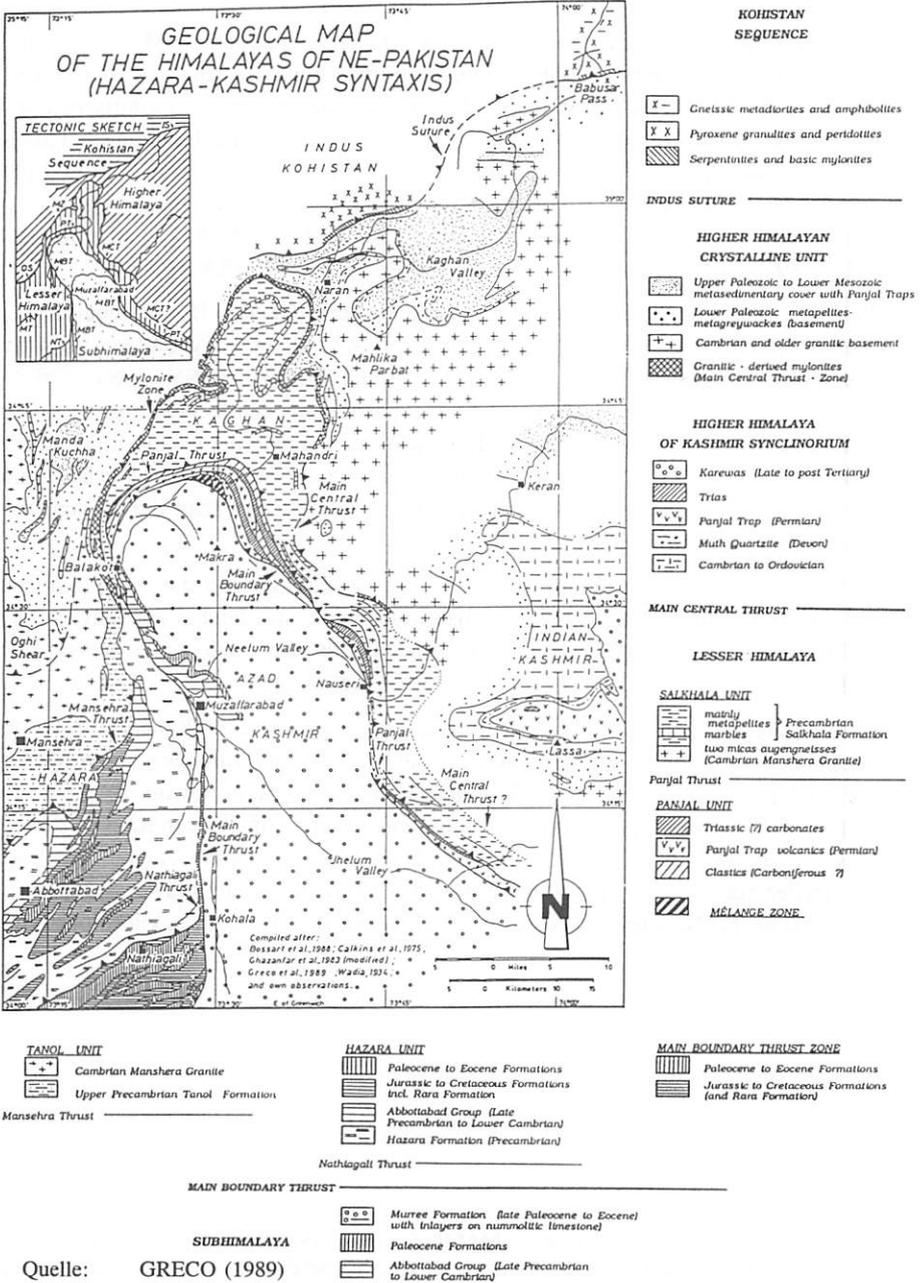
Über die aus diesen Ausgangsgesteinen im Kaghan entwickelten Böden liegen bisher keine systematischen Untersuchungen vor; einige sehr allgemein gehaltene Angaben finden sich in MASRUR & KHAN (1973: 14) und ECKELMANN (1983: 40ff)⁵⁰. Auf der Grundlage der Beobachtungen im Gelände lassen sich jedoch, ergänzt durch Angaben aus der Literatur über die Böden des Westhimalaya, die für die edaphischen Differenzierungen der Vegetation wesentlichen pedologischen Charakteristika im Kaghan, vor allem der Entwicklungsstand und der Wasserhaushalt der Böden, mit ausreichender Genauigkeit beschreiben.

Da das Klima die Bodenentwicklung maßgeblich beeinflusst und die Auswirkungen aller anderen bodenbildenden Faktoren häufig übertönt, werden bei der Betrachtung der Böden und ihrer Genese im Kaghan zunächst die unter stärkerem monsunalen Einfluß stehenden Talräume (vgl. Abb. 4) behandelt.

In der unteren montanen Stufe haben sich hier aus den zwischen Balakot und Paras anstehenden tertiären Molassesedimenten flach- bis mittelgründige, skelettreiche, sandig-lehmige, z. T. auch schluffig-tonige Böden entwickelt, die im Vergleich zu den Böden aus metamorphen und magmatischen Gesteinen im oberen Kaghan durchlässiger und edaphisch trockener sind. Die Böden weisen einen geringen Gehalt an organischer Substanz, einen geringmächtigen Auflagehumus aus schwer abbaubaren *Pinus roxburghii*-Nadeln⁵¹ sowie eine neutrale bis schwach saure Reaktion (pH-Wert 6-7) auf.

⁵⁰ Vgl. auch die Untersuchungen von MALIK & KHAN (1970) und STAUT (1988: 35 ff) aus dem Lehrwald des Pakistan Forest Institute nahe Kund auf dem Höhenzug zwischen Kaghan- und Siran-Tal (Siran-Seite).

⁵¹ Zur Dekomposition der *Pinus roxburghii*-Nadelstreu vgl. SINGH & SINGH (1987: 148).



Quelle: GRECO (1989)

Abb. 18: Geologische Karte des Kaghan und angrenzender Gebiete

In der Literatur werden die Böden der tektonischen Einheit des Subhimalaya, die im westhimalayischen Raum unter einer weitgehend vergleichbaren Konstellation von bodenbildenden Faktoren entstanden sind, überwiegend in die Gruppe der Braunerden (FAO-Bezeichnung: Cambisole) eingestuft (vgl. HOON 1938: 246, RAFIQUE 1960: 85, SHUKLA, RAYCHAUDHURI & ANJANEYULU 1965: 116, DHIR 1969: 68, SHAMANNA, CHIBBER & MURTHY 1970: 257, NEGI 1990: 78). Diese Klassifizierung trifft ebenfalls für die Subhimalaya-Böden des Kunhar-Einzugsgebietes zu (vgl. McVEAN & ROBERTSON 1969: 105) und hat demnach auch für das Kaghan-Tal Gültigkeit.

Während diese Böden z. T. das Stadium eines Rohbodens mit A-C-Profil aufweisen (WADIA 1945: 366, PURI & GUPTA 1951: 57, CHAMPION, SETH & KHAT-TAK 1965b: 62), ist die Bodenentwicklung aufgrund des humiden und warmgemäßigten Klimas mit intensiver chemischer Verwitterung meist bis zur Profildifferenzierung in A-, B- und C-Horizonte fortgeschritten. Auch die eigenen Beobachtungen im Kaghan weisen auf eine meist ausgeprägte Horizontierung und auf ein reiferes Entwicklungsstadium hin.

Diese "brown forest soils" sind im Westhimalaya z. T. als humus-, nährstoff- und basenarme Ranker-Braunerden, häufig jedoch als mesotrophe Braunerden mit höherer Basensättigung und Austauschkapazität, höheren pH-Werten und engerem C/N-Verhältnis entwickelt (TAYLOR et al. 1936: 303ff, HOON 1938: 248, HOON & DHAWAN 1941: 201, MUKERJI & DAS 1940: 1002, 1941: 945, 1942: 322, R.D. GUPTA 1989: 237, SHAMANNA, CHIBBER & MURTHY 1967: 405).

Basensättigung und pH-Wert werden im Monsunklima nach PURI (1950: 147) von der hohen potentiellen Evaporation in der Vor- und Nachmonsunzeit beeinflusst, wenn der Basengehalt der oberen Horizonte durch ascendierendes, basenreicheres Wasser jeweils ansteigt. Während der Monsunzeit sinken dagegen bei hohen Niederschlägen Basengehalt und pH-Wert durch Auswaschung und Verlagerung basischer Kationen und Salze in tiefere Bereiche (PURI 1954: 400).

Insbesondere in der unteren montanen Stufe des Kaghan-Tales hat die wirtschaftende Tätigkeit des Menschen zu nachhaltigen Störungen der natürlichen Bodenentwicklung geführt. Vor allem auf abgeholzten, intensiv beweideten Sonnhängen, die keine geschlossene Vegetationsdecke mehr tragen, sind die Bodenprofile der ohnehin flachgründigen Böden durch die verstärkte Erosion⁵² der Oberböden gekappt worden. Örtlich ist das Solum vollständig beseitigt worden.

⁵² Zum Ausmaß der Bodenerosion im Kunhar-Einzugsgebiet vgl. AHMAD & PERVEZ (1963), AHMAD & ALI (1968).

Die als Folge der Degradation entstandenen Syrosemi (Lithosole) weisen gegenwärtig einen nur lückig zwischen anstehendem Gestein und Geröll vorhandenen, äußerst geringmächtigen humosen Oberboden auf, sind aufgrund des geringen Wasserhaltevermögens über klüftigem Festgestein extrem wechsell trocken und durch Auswaschung an Nährstoffen und organischer Substanz verarmt. Aufgrund der tiefgreifenden Veränderung der bodenbildenden Faktoren (extremes Mikroklima, fehlende Waldvegetation, Beeinträchtigung des Edaphon)⁵³ und der durch den verstärkten Oberflächenabfluß erhöhten Erosionsanfälligkeit werden sich diese Böden, die nur noch als unproduktives Weideland genutzt werden, bei der hohen Erosivität der monsunalen Niederschläge nur sehr langfristig regenerieren können.

Auch durch die regelmäßig zur Förderung des Gramineenwuchses gelegten Brände in den Beständen der feuerresistenten *Pinus roxburghii* wird in die natürliche Bodenentwicklung eingegriffen. Auf die Vernichtung des Auflagehumus folgt eine Verdichtung und Verhärtung des nun exponierten Ah-Horizontes, die wiederum die Infiltrationsrate und die Wasserkapazität sowie die Aktivität der Bodenfauna herabsetzt. Der Oberflächenabfluß wird erhöht und die durch das Feuer aus ihren organischen Bindungen gelösten Nährstoffe können ausgewaschen werden (vgl. COVENTRY 1929: 8, HEYWARD 1937: 24, CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965b: 52).

Darüber hinaus besteht neben den verbreiteten Trittschäden durch die übermäßige Waldweide ein weiterer anthropogener Eingriff in die Bodenentwicklung darin, daß vornehmlich unter Koniferenmischwald in höheren Lagen die als Dünger verwendete Laub- und Nadelstreu in Siedlungsnähe aufgesammelt wird und dem Waldboden dadurch regelmäßig organische Substanz und die darin gebundenen Nährstoffe entzogen werden.

Saure Ranker-Braunerden und mesotrophe Braunerden sind auch über den Metamorphiten der Panjal-Sequenz und der Salkhala-Formation, die sich oberhalb Paras anschließen (Abb. 18), die vorherrschenden Bodentypen in der unteren montanen Stufe. Sie weisen hier einen höheren Gehalt an organischer Substanz und Nährstoffen sowie eine geringere Wasserdurchlässigkeit auf. Vor allem unter Koniferenwald auf Nordhängen sind sie schluffig-lehmig, feinkörniger und tiefgründiger.

Daneben treten lokal begrenzt Kalkstein- und Dolomit-Syrosemi auf, wo Karbonatgesteine der Panjal-Sequenz das Ausgangsgestein bilden. Es sind extrem flachgründige, trockene Gesteinsrohböden, die ebenfalls nur einen sehr lückigen, geringmächtigen A-Horizont mit neutraler bis schwach alkalischer Reaktion aufweisen.

⁵³ Vgl. dazu auch die Beispiele in HOON & DHAWAN (1950), KRISHNASWAMY, DABRAL & PREM NATH (1957), SHAH, ALI & KHAN (1964), SINGH & KACHROO (1976a), SAXENA & SINGH (1980), DAR & KAUL (1987), HANIF & SHAH (1989).

Unter Koniferenmischwald auf Nordhängen mit einer aufgrund günstigerer Temperatur-Feuchte-Verhältnisse beschleunigten Verwitterung ist die Bodenentwicklung auf den Kalken und Dolomiten weiter fortgeschritten, so daß Rendzinen und Braunerden anzutreffen sind.

Beim Übergang in die obere montane und subalpine Stufe verändert sich in der Konstellation der bodenbildenden Faktoren mit dem Klima der maßgebliche Faktor, der Veränderungen in der Vegetation, der Bodenfauna und der Bodenentwicklung bewirkt. Vor allem die Zunahme der Niederschläge und die Abnahme der Temperatur rufen modifizierte pedogenetische Prozesse und Merkmale hervor⁵⁴.

Insbesondere auf Nordhängen sind die Böden dieser Höhenstufe im Kaghan relativ tiefgründig, feinkörnig (lehmiger Schluff) und frisch-feucht. Sie besitzen einen braun bis schwarz-braun gefärbten Ah-Horizont mit pH-Werten zwischen 5 und 6,5. Der Gehalt an organischer Substanz steigt mit der Höhe an. Es hat sich durchweg ein mächtiger Auflagehumus (z. T. bis zu 15 cm) mit bis zu 10 cm mächtiger Nadelstreu gebildet. Die Humusform geht mit der Höhe zunehmend von Moder in Rohhumus über⁵⁵.

Bei der Klassifikation der hochmontanen und subalpinen Böden des temperierten Koniferenwaldes im Westhimalaya ergeben sich gewisse Schwierigkeiten. Verschiedene Autoren weisen darauf hin, daß in den humosen Braunerden etwa ab 2500 m NN zunehmend Podsolierungserscheinungen erkennbar sind: es wird ein mächtiger Auflagehumus angehäuft, der Gehalt an organischer Substanz nimmt zu, das C/N-Verhältnis weitet sich auf, die mikrobielle Aktivität nimmt ab, der pH-Wert sinkt, es sind schwach ausgeprägte Eluvial- und Illuvialhorizonte zu erkennen und es findet eine Akkumulation von organischen Stoffen und Sesquioxiden im B-Horizont statt. Sie bezeichnen diese Böden als "immature podsols" oder "podsolc soils" und stellen sie in die Gruppe der Podsole (TAYLOR, MEHTA & HOON 1934: 396, TAYLOR et al. 1936: 312, HOON 1936: 348, 1938: 252, RAINA 1963: 191, QURESHI et al. 1964: 726, CHOUDHRI & RAFIQ 1966: 26, GHILDYAL 1981: 124, IHA, RATHORE & PANDE 1984: 294).

Die Klassifikation dieser Böden als Podsole stößt bei anderen Autoren auf Ablehnung. Sie heben die Unterschiede zu den klassischen Podsolen der höheren Breiten besonders hervor: ein z. T. eutropher Moderhorizont, eine hohe Basensättigung, ein relativ hoher pH-Wert, ein relativ enges C/N-Verhältnis sowie untypische Translokationsprozesse, z.B. die Anwesenheit von mobilen Fe-Al-Oxiden im A-Horizont

⁵⁴ Zu den Veränderungen des Gehaltes an Stickstoff und organischer Substanz mit zunehmender Meereshöhe vgl. RAYCHAUDHURI & SEN (1957).

⁵⁵ Zu den Humusverhältnissen verschiedener Waldgesellschaften in Bashahar vgl. auch J.S. SINGH (1962).

bei gleichzeitiger Verteilung austauschbarer basischer Kationen im gesamten Profil (PURI 1952: 50, TAMHANE & LOTE 1955: 211, MOHAN, PURI & GUPTA 1956: 306, YADAV 1963: 36, DHIR 1969: 68).

Die unterschiedliche Pedogenese in der Zone der Podsole und in der Koniferenwaldstufe des Westhimalaya wird in erster Linie auf die klimatischen Verhältnisse zurückgeführt. Nach DHIR (1969: 68) führen die hohe Einstrahlung und die milden Winter in der subtropischen Breitenlage zu sehr günstigen Bedingungen für den Abbau der organischen Ausgangsstoffe, wodurch die Rohhumusbildung erschwert wird. PURI (1950: 148) gibt als wesentlichen Unterschied die niedrige Verdunstung und die gleichförmige jährliche Niederschlagsverteilung in den höheren Breiten an; im Westhimalaya herrsche Auswaschung dagegen nur während der Monsunzeit vor⁵⁶.

In der oberen montanen Stufe des Kaghan-Tales sind ferner auf plateauartigen Verebnungen wie z.B. in Shogran tiefgründige, fruchtbare Lößböden⁵⁷ entstanden, die als Anbau- oder Weideflächen genutzt werden. Oberhalb der Waldgrenze sind flachgründige, schwach strukturierte, schluffig-sandige bis lehmig-sandige Ranker mit 10-20 cm mächtigem Solum sowie auch tiefgründigere Rasenbraunerden verbreitet, die eine geringmächtige Rohhumusdecke sowie pH-Werte um 5-6 aufweisen. Mit ansteigender Meereshöhe gehen sie in flachgründigere Syrosem-Ranker und Rohböden über. Unter zunehmenden Frostwechseleinflüssen sind sie z. T. als Frostmusterböden (z.B. am Babusar-Pass in 4100 m NN) entwickelt⁵⁸. Unter günstigen pedogenetischen Bedingungen wird die Bodenentwicklung stellenweise bis zu Nanopodsolen mit deutlich ausgeprägten Ai-Horizonten fortgeschritten sein, wie sie von RIGHI & LORPHELIN (1987: 536) aus der alpinen Stufe des zentralen Himalaya beschrieben werden.

Neben diesem hypsometrischen Formenwandel der Böden ist auch ein Wandel im Tallängsprofil zu beobachten. Wie in vertikaler Richtung bewirkt der Klimagradiant auch im S-N-Profil eine Veränderung in der Konstellation der bodenbildenden Faktoren mit dem Unterschied, daß die Niederschläge bei zugleich stark modifizierter jahreszeitlicher Verteilung zurückgehen (vgl. Kap. 2.1.2.1).

Aufgrund des klimatischen Wandels nimmt die Intensität der chemischen Verwitterung im nur noch randmonsunal beeinflussten oberen Kaghan sehr stark ab. Zudem

⁵⁶ Zur Bedeutung der monsonalen Niederschläge für die Podsolierung im humideren zentralen Himalaya vgl. RIGHI & LORPHELIN (1987: 535), KADDAH (1967: 354).

⁵⁷ Zu pleistozänen Lößablagerungen in der Region vgl. PANT & DILLI (1986), RENDELL (1988, 1989).

⁵⁸ Mit der Höhe nehmen die Strukturbodendimensionen zu. Im zentralen Himalaya wurde von KUHLE (1982: 148, 1987: 30) eine "Strukturbodenoptimalausbildungzone" um 5000 m NN ermittelt.

stellt sich ein anderer jahreszeitlicher Gang des Bodenwasserhaushaltes ein. Im Raum Battakundi, wo im Sommer eine zweimonatige Dürrezeit herrscht und der überwiegende Teil der Jahresniederschläge im Winter/ Frühjahr als Schnee fällt, steht nur zur Zeit der Schneeschmelze von April bis Juni Wasser in ausreichendem Maße für Lösungs- und Verlagerungsprozesse zur Verfügung.

Die semihumiden Klimabedingungen mit für den Wasserhaushalt des Bodens ungünstigen jahreszeitlichen Niederschlags- und Evaporationsverhältnissen führen daher in ihrer Wechselwirkung mit den anderen bodenbildenden Faktoren zu einer stark verlangsamten Bodenentwicklung im oberen Kaghan⁵⁹. Dies gilt insbesondere für die trockenen, mit schütterer, wenig Streu liefernder Steppenvegetation bewachsenen Südhänge.

Während sich die Böden auf den Nordhängen im oberen Kaghan bei einem Bewuchs mit Koniferenwäldern, einer verzögerten Ausaperung sowie einer intensiveren Durchfeuchtung häufig bis zu Braunerden entwickelt haben, sind auf den Südhängen sehr flachgründige, skelettreiche, schluffig-sandige bis sandige, helle, trockene Rohböden verbreitet. Sie weisen einen sehr geringen Gehalt an organischer Substanz auf, die pH-Werte liegen im schwach alkalischen bis schwach sauren Bereich und in dem 10-15 cm mächtigen Solum ist häufig keine Profildifferenzierung zu erkennen. Lediglich unter den vereinzelt auftretenden *Juniperus macropoda*-Stämmen hat sich im Stammbereich ein Ah-Horizont mit einem geringmächtigen Auflagehumus gebildet.

In der Literatur haben diese Böden bisher kaum Beachtung gefunden. RAYCHAUDHURI et al. (1963: 451) erwähnen sie kurz als "dry hill soils", MURTHY & PANDE (1978: 44) als "skeletal soils". WADIA (1945: 366) bezeichnet sie als "highland steppe soils".

Neben diesen in situ verwitterten Primärböden treten im oberen Kaghan-Tal aus Moränenmaterial entwickelte Böden auf. Ausgedehnte Moränensysteme erstrecken sich dort über die Mündungsbereiche eiszeitlich vergletscherter Seitentäler (z.B. bei Battakundi und Burawai). Die fruchtbaren Böden über den pleistozänen Ablagerungen werden vorwiegend zum Kartoffelanbau genutzt.

Zusammenfassend sind im Kaghan vornehmlich flach- bis mittelgründige Ranker-Braunerden und Braunerden verbreitet. Sie weisen in der oberen montanen Stufe Podsolierungserscheinungen auf. In der alpinen Stufe gehen sie in Ranker und Rasenbraunerden, mit zunehmender Höhe in Syrosem-Ranker und Rohböden über.

⁵⁹ Auf die Bedeutung der humiden/ariden Phasen im Jahr für die Bodenentwicklung wiesen bereits TAYLOR, MEHTA & HOON (1934: 390) für Kulu und HOON (1938: 199) für Kashmir hin.

Auf entwaldeten Sonnhängen sind die Böden meist durch Degradation gekennzeichnet und die Profile gekappt. Auf den Steppenhängen im oberen Kaghan treten flachgründige, sandige Rohböden auf.

2.2.2 Der Einfluß der Böden auf die Vegetationsverbreitung

Wenn man die Verbreitungsmuster der Vegetation in klimatisch einheitlichen Talräumen auf ihre Bindung an einen bestimmten geologischen Untergrund hin überprüft, stellt man fest, daß sich die dominierenden Vegetationstypen innerhalb ihres potentiellen klimatischen Verbreitungsgebietes in der Regel über verschiedene Substratgrenzen hinweg erstrecken. Diese Vegetationstypen treten zumeist großflächig auf, während zugleich ein kleinräumiger Wechsel des geologischen Untergrundes aufgrund des sehr heterogenen mineralogischen Gesteinsaufbaues der tektonischen Einheiten stattfindet. Natürlicherweise zu erwartende Affinitäten zwischen Pflanzengesellschaft und Substrat werden daher, mit Ausnahme von azonalen Gesellschaften auf azonalen Böden, durch die prägende Rolle des Klimas als Standortfaktor häufig überdeckt.

Zuweilen fallen klimatische und geologische Grenzen zusammen und sind dann in ihrer jeweiligen Bedeutung als arealbegrenzende Faktoren auf den ersten Blick schwer voneinander zu differenzieren, wie im folgenden am Beispiel der *Pinus roxburghii*-Gesellschaften gezeigt wird.

So stimmt das Areal der *Pinus roxburghii*-Wälder auffallend mit der Verbreitung der tertiären molasseartigen Sedimente des Subhimalaya überein. Auf den meist flachgründigen, edaphisch trockeneren und neutralen bis schwach sauren Rankern und Braunerden über den Sandsteinen und Silten der Murree-Formation erweisen sich die *Pinus roxburghii*-Wälder als konkurrenzkräftigste Waldgesellschaften. Die Reinbestände dieser Kiefer enden etwa dort, wo sich talaufwärts die überwiegend edaphisch feuchteren und leicht saureren Böden über den Metamorphiten des Lesser Himalaya anschließen. Man könnte daher vermuten, daß die Verbreitung der *Pinus roxburghii*-Gesellschaften unter den herrschenden Wettbewerbsbedingungen an die relativ flachgründigen, trockeneren Böden des Subhimalaya gebunden ist. Eine solche mehr oder weniger ausgeprägte Präferenz ist im Westhimalaya von TROUP (1916: 17, 1921: 1064), SMYTHIES (1919: 241), TAYLOR et al. (1936: 312), PURI (1949 b: 183, 1950: 152) und DHAR & IHA (1978: 57) festgestellt worden, wobei PURI die Calciumarmut dieser Böden als Standortfaktor hervorhebt.

Mit dem Wechsel des geologischen Untergrundes bei Paras erfolgt jedoch zugleich auch ein klimatischer Wandel. Unter dem abgeschwächten Monsuneinfluß oberhalb Paras nimmt die Konkurrenzkraft der Kiefer sehr stark ab, so daß nur noch gelegentlich Einzelexemplare auftreten. Wie aus der synökologischen Interpretation der

Pinus roxburghii-Gesellschaften im Kaghan (vgl. Kap 3.1.1.1) sowie aus überregionalen Vergleichen hervorgeht, übt das Klima erwartungsgemäß einen weit größeren Einfluß als Standortfaktor aus als die Böden. Auch innerhalb des klimatisch einheitlichen Raumes Balakot-Paras erstrecken sich die *Pinus roxburghii*-Gesellschaften, die im allgemeinen auf verschiedensten Substraten vorkommen (CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a: 20, 1965b: 57, POLUNIN & STANTON 1984: xviii) über Substratgrenzen hinweg. Die seltene, voneinander unabhängige Übereinstimmung geologischer und klimatischer Grenzen ruft eine recht scharfe Vegetationsgrenze im unteren Kaghan hervor. Die untergeordnete Bedeutung des Substrates wird erst bei synoptischer Betrachtung der ökologischen Faktoren ersichtlich.

Eine weitere, vermeintlich enge Beziehung zwischen Pflanzengesellschaft und Substrat besteht in der Verbreitung von *Quercus baloot*-Restbeständen auf karbonatischem Gesteinsuntergrund. Auf den lokalklimatisch einheitlichen Südhängen zwischen Paras und Mahandri zeichnet sich eine ungefähre räumliche Übereinstimmung zwischen den anstehenden Shinu-Dolomiten, Kamalban- und Lohar Banda-Marmoren und den aktuellen *Quercus baloot*-Vorkommen ab, die jeweils lokal sehr begrenzt auftreten. In ihrem bioklimatisch begrenzten Areal sind sie jedoch eher an physikalische Faktoren als an die chemische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins gebunden⁶⁰. Darüber hinaus ist das Verbreitungsmuster der *Quercus baloot*-Restbestände sehr stark anthropogen überformt.

Für die natürliche Verbreitung der ausgeprägt xerophytischen, auf Sonnhänge beschränkten *Quercus baloot*-Bestände ist weniger der Karbonatgehalt, sondern vielmehr die extreme edaphische Trockenheit der flachgründigen Kalkstein- und Dolomit-Syroseme entscheidend, da sie potentiell auch die edaphisch ebenfalls trockenen, silikatischen Rohböden besiedeln. Dies geht aus der floristisch-soziologischen Typisierung der temperierten Hartlaubwaldgesellschaften hervor (vgl. Kap. 3.1.1.2), wonach die auf silikatischen Böden siedelnden Degradationsstadien in diesem Talraum *Quercus baloot*-Hartlaubwäldern zuzuordnen sind. Auf eine enge Bindung an physikalische Eigenschaften der Böden weisen auch die Angaben von FREITAG (1971a: 324) und BEG & KHAN (1980: 110) hin, die *Quercus baloot*-Wälder auf Braunerden und Xerorendzinen bzw. auf Graniten, Schiefeln und Kalksteinen beschreiben und jeweils explizit auf den Skelettreichtum der Böden hinweisen.

Zudem trägt der Einfluß des Menschen entscheidend dazu bei, daß die verbliebenen *Quercus baloot*-Bestände auf Karbonatgestein konzentriert sind. Zum einen handelt es sich z. T. um durch das Forest Department geschützte Restbestände ("Reserved Forests"). Zum anderen sind die häufig übersteilten, erodierten Standorte zur land-

⁶⁰ Dies gilt offenbar ebenfalls für verschiedene andere Waldgesellschaften im Westhimalaya (vgl. CHAMPION 1920, R.K. GUPTA 1964a).

wirtschaftlichen Nutzung kaum geeignet, so daß die Reliktvorkommen hier bei geringerem Nutzungsdruck überdauern konnten.

Zusammenfassend ist aus dem Verbreitungsmuster der Pflanzengesellschaften in klimatisch einheitlichen Talräumen zu folgern, daß die Böden keinen signifikanten Einfluß auf die Vegetationsverbreitung ausüben. Sie sind in erster Linie für das kleinräumige Vegetationsmosaik von Bedeutung. Edaphisch bedingte Differenzierungen der Vegetation (z.B. lokale Häufung von *Acer caesium*-Gruppen in feuchten Mulden im Koniferenwald) sind vornehmlich auf physikalische Bodeneigenschaften zurückzuführen, weniger auf die chemische Zusammensetzung der Ausgangsgesteine. Ausgeprägte Vegetationskontraste auf kalkhaltigem und silikatischem Untergrund, wie sie aus den europäischen Alpen bekannt sind, treten aufgrund des kleinflächig begrenzten Vorkommens von Karbonatgesteinen nicht in Erscheinung. In erster Linie edaphisch bedingt sind dagegen die an azonale Böden gebundenen Gesellschaften. Dazu gehören die *Populus ciliata*- und *Myricaria bracteata*-Gesellschaften auf den periodisch überschwemmten, stark grundwasserbeeinflussten Schotterbänken im Kunhar-Fluß.

2.3 Paläoökologische Aspekte der Vegetationsdifferenzierung

Die Differenzierung der gegenwärtigen natürlichen Vegetationsdecke hängt nicht nur von klimatischen und edaphischen Faktoren ab, sie wird auch von historisch bedingten Merkmalen gekennzeichnet. Dies gilt insbesondere für Hochgebirgsräume, in denen neben den florenverändernden plio-/pleistozänen klimatischen Entwicklungen auch die tertiären und quartären orogenetischen Vorgänge Florenwandlungen auslösten.

Die floristischen Veränderungen im Westhimalaya wurden begünstigt durch die pflanzengeographische Lage am Südrand der Holarktis, wo sich Elemente der sino-japanischen, zentralasiatischen, orientalisch-turanischen und saharo-sindischen Florenregionen durchdrungen und zur rezenten westhimalayischen Flora vereinigt haben⁶¹.

Im folgenden werden die für die aktuelle Vegetationsdifferenzierung im Kaghan bedeutenden paläoökologischen Entwicklungen dargestellt. Zunächst wird die regionale jungtertiäre und quartäre Klima- und Vegetationsgeschichte beschrieben, bevor der Einfluß der Gebirgsbildung und der Klimaveränderungen auf das Artenspektrum der westhimalayischen Flora untersucht wird.

⁶¹ R.K. GUPTA (1989: xxix) spricht von einem "meeting ground of floristic elements from different directions".

2.3.1 Die jungtertiäre und quartäre Klima- und Vegetationsgeschichte

Wenngleich die Kenntnisse der Klima- und Vegetationsgeschichte des Westhimalaya noch lückenhaft sind, ergibt sich durch die umfassende Korrelation der bislang vorliegenden paläoklimatischen und paläobotanischen Einzeluntersuchungen bereits ein recht genaues Bild der jungtertiären und quartären Ereignisse in dieser Region.

Die Synthese der bisherigen Teilergebnisse ist in Tab. 3 wiedergegeben; sie stützt sich auf die zahlreichen Arbeiten im Kashmir-Becken und den umrahmenden Gebirgszügen. Aufgrund der räumlichen Nähe dürften sie auch die grundlegenden paläoökologischen Entwicklungen im Kaghan-Tal repräsentieren.

Nach VISHNU-MITRE (1984b: 496) bestand die Flora des Westhimalaya im mittleren und oberen Miozän bei humid-tropischem bis subtropischem Klima überwiegend aus malayischen und SE-asiatischen Elementen (*Dipterocarpus*, *Cynometra*, *Anisoptera*, *Gluta*, *Diospyros*, *Elaeocarpus*, *Sterculia*, *Bursera*)⁶².

Im Zuge der tertiären Gebirgsbildung bildete sich eine Vegetationshöhenstufung heraus, wobei die feuchttropischen Wälder noch bis etwa 2400 m NN vorherrschten. Oberhalb breiteten sich bereits feucht-temperierte Wälder aus eingewanderten holarktischen Elementen (*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Alnus*, *Betula*, *Magnolia*) aus.

Als mit der langsam beginnenden Klimaverschlechterung im Jungpliozän eine weitere Hebung der Pir Panjal-Kette erfolgte, die zur Entwicklung des Kashmir-Beckens vor mindestens 4 Mio. Jahren führte (BURBANK & JOHNSON 1982: 436, 1983: 232), bestimmten zunehmend feucht-temperierte, holarktisch geprägte Wälder das Vegetationsbild der montanen und subalpinen Stufe. Dies geht aus pollenanalytischen Untersuchungen der untersten Schichten der Lower Karewas⁶³ hervor, die auf etwa 4 Mio. J. datiert wurden (AGRAWAL 1985: 9, SHARMA et al. 1985: 72). Demnach wurde eine warm-gemäßigte und feuchte Klimaphase mit *Picea-Quercus*-Wäldern von einer wärmeren, trockeneren Phase mit *Pinus roxburghii* abgelöst, auf die wiederum eine kühlere, feuchtere Periode mit diversen Koniferen und Laubhölzern folgte.

⁶² Vgl. auch MEHER-HOMJI & MISRA (1973: 18ff), die einen allgemeinen Überblick über die Florengeschichte des indischen Subkontinents geben.

⁶³ Die plio-/pleistozänen synorogenen fluvio-limnischen Sedimente des Kashmir-Beckens werden nach einem Kashmiri-Wort als Karewa-Sedimente bezeichnet (de TERRA & PATERSON 1939: 109).

QUARTÄR		Periode	Epoche	Zeit (v. h.)	Gebirgsbildung, Ablagerungen	Klima	Vegetation (montane/subalpine Stufe)	Quelle
			HOLOZÄN	1000		keine Frostschneelagen; keine signifikante Vereisung	Kontinent (Firs, Abies, Cedrus, Pinus) dominiert; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	WISSELMANN 1965, 1974; SINGH & WISSELMANN 1969; DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; BIRN & KIM 1983; LONE, POKH & BIRN 1982; SINGH & CHOU- HAN 1983
				2800		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; SINGH 1983
				4000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; SINGH 1983
				7000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; SINGH 1983
				10000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; SINGH 1983
			PLEISTOZÄN	12000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	SINGH 1983; SINGH & WISSELMANN 1976; DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; GERRHALL 1983; GERRHALL & WISSELMANN 1983
				15000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	SINGH 1983; SINGH & WISSELMANN 1976; DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; GERRHALL 1983; GERRHALL & WISSELMANN 1983
				17000		Über-großzügig; eindeutige Vereisung	Kontinent (Firs, Pinus) reduziert; Abies nicht mehr; Übergang zurück; Reliefung der Mittelgebirge; Anteil der Laubbäuer geht weiter zurück; typische Mittelgebirgs-Reliefung der Hochlagen	SINGH 1983; SINGH & WISSELMANN 1976; DOOK, GERRHALL & WOOD 1985; GERRHALL 1983; GERRHALL & WISSELMANN 1983

Tab. 3: Übersicht der regionalen jungtertiären und quartären Klima- und Vegetationsgeschichte Kashmirs und angrenzender Regionen

Vergleichbar aufgebaute Waldgesellschaften mit zeitweise hohem Anteil von tropisch/subtropischen Elementen sind aus dem oberen Pliozän vor 3,7 bis 2,63 Mio. J. belegt (H.P. GUPTA et al. 1985: 78ff, AGRAWAL et al. 1989a: 280). Bemerkenswert sind die zu dieser Zeit noch häufigen Pollen der Gattung *Larix*, die in der rezenten westhimalayischen Flora nicht mehr vertreten ist. Der Anteil von tropisch/subtropischen Elementen (*Ficus cunia*, *Mallotus philippinensis*, *Pittosporum eriocarpum*, *Wendlandia exserta*, *Odina wodier*, *Woodfordia floribunda*, *Berchemia spec.*, *Myrsine spec.*) geht im weiteren Verlauf des oberen Pliozäns stetig zurück und die "Karewa Flora" wird zunehmend von temperaten Elementen dominiert.

Die präglaziale Floren- und Vegetationsgeschichte im Zeitraum von etwa 2,5 bis 2,4 Mio. J.v.h., die durch Makrofossil-Funde und Pollenansammlungen der entsprechenden Lower Karewa-Schichten gut dokumentiert ist⁶⁴, wurde durch drei größere Klimaschwankungen (cool oscillations) beeinflusst. Nach einer gemäßigten Klimaphase mit *Quercus-Alnus*-Wäldern folgte eine kalt-aride Phase, die durch tundra-steppenähnliche Verhältnisse gekennzeichnet war. Mit der anschließenden Klimaverbesserung breiteten sich offene *Pinus wallichiana*-Wälder mit *Abies* und *Picea* aus, die später in dichte *Pinus-Quercus*-Mischwälder übergingen. Nach einer zweiten Abkühlungsperiode, die zur Vernichtung der *Pinus*-Wälder führte, entwickelten sich *Picea-Quercus-Cedrus*-Wälder, die während eines erneuten leichten Temperaturrückganges aufgelichtet wurden und in die bei nachfolgend günstigeren Klimabedingungen *Juglans*, *Ulmus* und *Alnus* einwanderten (VISHNU-MITRE 1984a: 161ff, 1974a: 616ff, 1974b: 658ff). Vor 2,4-2,2 Mio. J. beherrschten dann Eichen-Koniferenwälder (*Quercus*, *Pinus*, *Abies*, *Picea*) bei kühl-gemäßigtem, feuchtem Klima das Landschaftsbild (SHARMA & GUPTA 1985: 94, AGRAWAL et al. 1989a: 279).

Bisher gibt es noch keine hinreichenden paläobotanischen Kriterien für eine präzise Grenzziehung zwischen Pliozän und Pleistozän⁶⁵. Nach neueren paläomagnetisch-stratigraphischen Untersuchungen der Siwalik-Sedimente wird das Olduvai-Subchron (1,67-1,87 Mio. J.v.h.) als Grenze zwischen Plio- und Pleistozän angegeben (OPDYKE et al. 1979: 11, vgl. auch AGRAWAL et al. 1981).

⁶⁴ Erste Bestimmungen erfolgten vor allem durch STEWART (in de TERRA & PATERSON 1939: 118ff) und PURI (1948).

⁶⁵ Zunächst wurde die Basis der Lower Karewas in das 1. Interglazial datiert (de TERRA & PATERSON 1939: 109ff, vgl. auch VISHNU-MITRE 1972: 91, 1974a: 616, 1974b: 658). In Ermangelung eindeutiger Vereisungsspuren unterhalb der Lower Karewas setzte sich später die Ansicht durch, daß die untersten Lower Karewas als präglaziale Ablagerungen anzusehen sind (WADIA 1951: 47, 1975: 360, GANSSER 1964: 51). Aus paläobotanischer Sicht wurde vorgeschlagen (VISHNU-MITRE 1974c: 605, 1984a: 163), die Grenze Plio-/Pleistozän mit der Basis der Sedau-Schichten innerhalb der Stratigraphie der Lower Karewas gleichzusetzen, die mit dem Übergang vom Tatro- zum Pinjor-Stadium der Siwaliks (2,5 Mio. J.v.h.) korreliert wurde (vgl. Tab. 3).

Die zunehmende Klimaverschlechterung zu Beginn des Pleistozäns mündete in den Zyklus von Glazialen und Interglazialen, der einherging mit einer beschleunigten Hebung der Gebirgsketten⁶⁶ und der Ausbildung der heutigen Luv-Lee-Gebiete. Auf die wiederholten Veränderungen der ökologischen Bedingungen, die durch die klimatischen und oro-/epirogenetischen Vorgänge im Pleistozän hervorgerufen wurden, reagierten Flora und Vegetation mit verschiedenen Strategien und Anpassungsmechanismen (vgl. Kap. 2.3.2).

Der gegenwärtige Kenntnisstand erlaubt noch keine detaillierten Aussagen über die Vegetationsentwicklung während des Pleistozäns. Paläobotanische Untersuchungen liegen lediglich über den Zeitraum von 0,6 bis 0,2 Mio. J.v.h. vor. Sie basieren auf dem Verhältnis zwischen Laubbäumen und Koniferen. Demzufolge traten alternierend fünf kältere Perioden, von denen drei längere Zeit andauerten, und vier Phasen mit gemäßigtem, meist feuchterem Klima auf, die entsprechende Schwankungen des Koniferen-/Laubholzanteils zur Folge hatten (DODIA 1988a: 690, 1988b: 156).

Die spätglaziale Klima- und Vegetationsgeschichte ist dagegen besser belegt⁶⁷. Die gegenüber Europa und Nordamerika früher einsetzende Klimaverbesserung nach dem Ende des letzten Hochglazials⁶⁸ führte bereits um 17.000 v.h. zu einem warmgemäßigten, feuchten Klima, das nach einem spätglazialen Stadium mit Steppen und *Pinus/Cedrus*-Offenwäldern die Ausbreitung mesophytischer Elemente (*Quercus*, *Alnus*, *Ulmus*, *Juglans*) ermöglichte. Einer leichten Abkühlung, die mit einem Rückgang von *Quercus* und anderen Laubhölzern und der Wiederausbreitung von *Pinus walllichiana* einherging, folgte ab etwa 12.000 v.h. eine leichte Erwärmung. Das Klima blieb zunächst kühl-gemäßigt und es dominierten weiterhin Koniferen (*Pinus*, *Abies*, *Picea*, *Cedrus*); der Anteil verschiedener Laubhölzer (*Quercus*, *Betula alnoides*, *Corylus*, *Ulmus*, *Alnus*) stieg jedoch an (G. SINGH 1963: 83ff, SINGH & AGRAWAL 1976: 232, DODIA, AGRAWAL & VORA 1985: 105, AGRAWAL 1988: 339, vgl. auch VISHNU-MITRE 1984a: 176).

⁶⁶ BURBANK & JOHNSON (1983: 232) stellten eine Hebung der Pir Panjal-Kette um 1400 bis 3000 m seit dem mittleren Pleistozän fest (vgl. zu Hebungsraten in der Region auch HSÜ 1976: 141, ZEITLER 1985: 147, OWEN 1989b: 227).

⁶⁷ Die hier anhand von Pollenanalysen rekonstruierte Klima- und Vegetationsgeschichte entspricht den von RÖTHLISBERGER & GEYH (1985) ermittelten postglazialen Gletscherschwankungen im Himalaya/Karakorum. Vgl. dazu auch FRENZEL (1991) für Zentralasien.

⁶⁸ Nach HÖVERMANN & SÜSSENBERGER (1986: 185) erfolgte der große Klimaschwung in Hochasien um 24.000 v.h.; im Pamir wurde das letzte Hochglazial zwischen 25.000 und 20.000 v.h. datiert (NIKONOV 1982, zit. in DAVIS 1985: 219), auch in Ladakh wurde eine Klimaverbesserung zwischen 21.000 und 18.000 v.h. festgestellt (BHATTACHARYYA 1989: 35).

Zwischen 10.000 und 7000 v.h. setzte sich der Erwärmungstrend fort. Er hatte eine verstärkte Ausbreitung der mesophytischen Laubhölzer (v.a. *Quercus*, *Ulmus*, *Juglans*, *Betula alnoides*) zur Folge, während der Anteil der zunächst noch dominanten Nadelhölzer in den Eichen-Koniferenwäldern zunehmend zurückging. Die nachfolgende warm-gemäßigte, feuchte Klimaphase kulminierte dann um 5000 v.h. in einem Klimaoptimum, das in etwa mit der postglazialen Wärmezeit in Europa korreliert werden kann. Es wurde von einem weiteren Rückgang der Koniferen und einer beherrschenden Stellung der thermo- und hygrophilen Laubhölzer (v.a. *Carpinus*, *Corylus*, *Betula alnoides*, *Juglans*, *Quercus*, *Viburnum*, *Ulmus*, *Acer*, *Rhus*, *Aesculus*) gekennzeichnet (DODIA, AGRAWAL & VORA 1985: 105, G. SINGH 1963: 86ff).

Das warm-feuchte Klima der postglazialen Wärmezeit ging anschließend allmählich in ein kühl-gemäßigtes, humides bis semihumides Klima über, wie es heute in der oberen montanen und subalpinen Stufe der Region vorherrscht. Seit dieser Zeit vollzogen sich verschiedene leichte Klimaschwankungen, deren vegetationsverändernde Auswirkungen insbesondere seit der Landnahme in zunehmendem Maße von anthropogenen Eingriffen überlagert werden.

Mit der einsetzenden Abkühlung (ca. 4000 v.h.), die einen Rückgang der mesophytischen Laubhölzer einleitete, wurden die Verhältnisse für die Koniferen sowie auch für *Betula utilis* zunehmend günstiger. Erste Cerealia-Pollen deuten auf die in größerem Umfang beginnende Landwirtschaft hin. Ab etwa 2800 v.h. erlangten die Koniferen (v.a. *Pinus wallichiana*, *Abies pindrow*) bei kühl-gemäßigtem Klima ihre Dominanz zurück; auch der Anteil von *Betula utilis* nahm weiter zu, während sich der Rückgang der anspruchsvolleren Laubhölzer fortsetzte.

Zugleich weist der Anstieg der Cerealia-Pollen auf den zunehmenden Anbau von Weizen, Gerste, Hülsenfrüchten und Reis hin⁶⁹, der mit einer Dezimierung der Waldflächen verbunden war. Die Ausbreitung der Koniferen und die Rückdrängung der Laubhölzer setzte sich bis in die letzten Jahrhunderte fort. Diese Entwicklung ist nicht nur klimatisch bedingt, sondern wird auf lokaler Ebene sehr stark anthropogen beeinflusst (VISHNU-MITRE 1966: 174, 1984a: 179, SHARMA & VISHNU-MITRE 1969: 242, DODIA, AGRAWAL & VORA 1985: 105, LONE, KHAN & BUTH 1988: 166, SHARMA & CHAUHAN 1988: 178).

⁶⁹ Vgl. zur Geschichte der Landwirtschaft in Nordindien CHOWDHURY (1977).

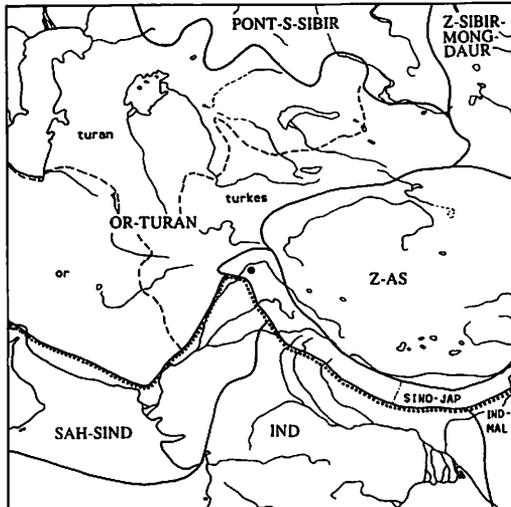
2.3.2 Die Bedeutung der paläoökologischen Entwicklungen für das Artenspektrum der rezenten westhimalayischen Flora

Im Rahmen der floristischen Einteilung der Erde in Florenreiche, Florenregionen, Unterregionen etc. ist der Westhimalaya auf jeder Gliederungsebene durch eine randliche Lage gekennzeichnet (vgl. Abb. 19). Als Vorposten der himalayisch - SW-chinesischen Unterregion, die ihrerseits als schmaler Fortsatz der sino-japonesischen⁷⁰ Florenregion weit nach Westen ausstreicht, bildet er am südlichen Gebirgsrand die Grenze zwischen der Holarktis und der Paläotropis mit der saharo-sindischen bzw. indischen Florenregion. Im Westen und Norden geht er in die irano-turanische bzw. in die zentralasiatische Florenregion über. In östlicher Richtung tritt ein deutliches Florengefälle von der westhimalayischen Provinzgruppe zum humiden Osthimalaya auf⁷¹ (vgl. MEUSEL & SCHUBERT 1971: 600, MEUSEL, JÄGER & WEINERT 1965: 75, MATTICK 1964).

Die floristisch-pflanzengeographische Stellung im Durchdringungsbereich tropischer und extratropischer Florenelemente verschiedener Florenregionen bedingt insbesondere im westlichen Westhimalaya mit seiner ausgeprägten standörtlichen Differenzierung ein ausgesprochen vielfältiges Artenspektrum. Diese Artenvielfalt ist jedoch nicht nur von den rezenten ökologischen Verhältnissen abhängig, sondern hat auch historische sowie genetische Ursachen (vgl. WALTER & STRAKA 1970: 10).

⁷⁰ Der Ausdruck "sino-japonesisch" geht möglicherweise auf japanische Wissenschaftler zurück. Einige Autoren benutzen stattdessen "sino-himalayisch" (WARD 1927, FRASER-JENKINS 1984).

⁷¹ Zum Übergang in die irano-turanische/zentralasiatische Region vgl. GRISEBACH (1868), LINCHEVSKY & PROZOROVSKY (1949), BRECKLE (1975: 90), FREITAG (1986: 79f), KUKKONEN (1987: 41), zum W-E-Gefälle MEUSEL (1971: 53), STEARN (1960), RAVEN (1962: 340), DOBREMEZ (1972: 119), RAU (1974: 269ff), FREITAG (1982: 387), SAHNI (1982) und zum Übergang in die indische Region SHARMA & KACHROO (1981: 69), RAJWAR (1984: 263f).



- Grenze zwischen Florenregionen
- - - Grenze zwischen Unterregionen
- Grenze zwischen westhimalayischer und osthimalayischer Provinz
- Grenze zwischen Kolarktia und Paläotropis
- Lage des Untersuchungsgebietes

PONT-S-SIBIR:	Pontisch-Südsibirische Florenregion
Z-SIBIR-MONG-DAUR:	Zentralsibirisch-Mongolisch-Daurische Florenregion
OR-TURAN:	Orientalisch-Turanische Florenregion
turan:	Turanische Unterregion
turkes:	Turkestanische Unterregion
or:	orientalische Unterregion
Z-AS:	Zentralasiatische Florenregion
SIND-JAP:	Sino-Japanische Florenregion
SAH-SIND:	Saharo-Indische Florenregion
IND:	Indische Florenregion
IND-MAL:	Indo-Malalische Florenregion

Entwurf: U. Schickhoff
Zeichnung: U. Hillebrand

Quelle: MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965), verändert; WALTER & STRAKA (1970), verändert; MEUSEL & SCHUBERT (1971), STEARN (1960), MATTICK (1964), verändert

Abb. 19: Pflanzengeographische Lage des Westhimalaya

Aus den umfangreichen floristisch-chorologischen Untersuchungen von MEUSEL & SCHUBERT (1971)⁷² geht hervor, daß ostasiatisch-humide Elemente einen hohen

⁷² Diese grundlegende Arbeit, in der etwa 500 Arten der Wald- und Gebüschgesellschaften der collinen bis hochmontanen Stufe auf ihren Gesamtarealcharakter hin untersucht wurden, ist die bisher umfassendste floristisch-chorologische Analyse im gesamten Himalaya.

Anteil an der rezenten westhimalayischen Flora haben. Daneben sind sommergrüne Laubwaldarten (ohne ausgesprochene Ostseitenbindung) sowie in der Mediterraneis gehäuft vorkommende extratropisch-semiaride Arten stark vertreten. In florengenetischer Hinsicht weisen die Sippen dieser Elemente überwiegend Beziehungen zu den ostasiatischen Entfaltungszentren der extratropischen Vegetation auf. Im Hinblick auf die heutigen, vielfach disjunkten Arealgürtel dieser Sippen, wobei der Himalaya häufig eine Brücke zwischen ostmediterranen und hyrkanischen sowie südwest-zentralchinesischen Vorkommen bildet, legen diese florengenetischen Beziehungen den Schluß nahe, daß viele Taxa im mittleren Tertiär noch eine subtropisch-meridional⁷³ weitreichende Verbreitung mit geschlossenem Arealgürtel besaßen. Aus einer weitverbreiteten subtropisch-meridionalen humiden Vegetation haben sich später wahrscheinlich viele Taxa der Mediterranflora herausgebildet (eumesogäische Elemente), die im heutigen Arealtypenspektrum des Westhimalaya gegenüber den typisch xerophilen mediterranen Sippen dominieren (MEUSEL & SCHUBERT 1971: 594f, MEUSEL 1971: 66, 1972: 227).

Die Gebirgsbildung und die klimatischen Entwicklungen im weiteren Verlauf des Tertiärs hatten bedeutende Wandlungen der westhimalayischen Flora zur Folge. Die Konfiguration der gegenwärtigen Florengrenzen wurde in ihren Grundzügen festgelegt, wobei allerdings der entsprechend den Klimaschwankungen dynamische Charakter der Florengrenzen betont werden muß.

Die sich verschärfenden Temperaturoegensätze zwischen niederen und hohen Breiten lösten eine zunehmende Differenzierung der Klima- und Vegetationszonen aus (vgl. WOLFE 1985: 357). Die zugleich ablaufenden orogenetischen Vorgänge führten dazu, daß die klimatisch ungünstigen Höhenstufen vornehmlich von holarktischen Elementen (v. a. Koniferen) besiedelt wurden. Sie ersetzten viele tropische Elemente und herrschten bereits im Pliozän in der montanen Stufe vor⁷⁴ (vgl. Tab. 3). Zugleich entwickelten sich oreophytische Ökotypen, die eine bessere Anpassung an das Gebirgsklima besaßen.

Am miozänen/pliozänen südlichen Gebirgsrand entwickelte sich ein Florengefälle sowohl in N-S-Richtung als auch von der collinen in die montane Stufe. Auch in westlicher Richtung baute sich ein Florengefälle auf, nachdem mit der Entwicklung der subtropischen Hochdruckzone eine zunehmende Aridisierung der westlich angrenzenden Regionen einsetzte, die die Arealreduktion der subtropisch-meridional verbreiteten Vegetation nach sich zog (vgl. MEUSEL & SCHUBERT 1971: 595).

⁷³ Meridional im Sinne von MEUSEL (1959: 165).

⁷⁴ Darüber hinaus drangen sie z. T. bis ins insulare SE-Asien vor (vgl. TROLL 1959, 1961, BADER 1960, SCHWEINFURTH 1988).

Die sukzessive Auffaltung der Himalaya-Ketten führte darüber hinaus zu einer zunehmenden Abschirmung der nördlich angrenzenden zentralasiatischen Gebiete vor den Einflüssen des SW-Monsuns. Für das obere Pliozän sind jedoch auch nördlich der Himalaya-Hauptkette, im Bereich des damals um 3000 m niedrigeren Mt. Xixabangma (8013 m NN) nördlich der nepalesischen Grenze in Tibet, noch feucht-gemäßigtes Klima anzeigende *Cedrus-Quercus*-Wälder nachgewiesen (HSÜ 1976: 138, 1981: 142). Die Florengrenze zwischen der sino-japanischen und der zentralasiatischen Region wird sich daher erst mit der verstärkten Hebung der Himalaya-Ketten und des Tibet-Plateaus im Pleistozän der heutigen Lage angenähert haben.

Lediglich in östlicher Richtung kam es nicht zur Ausbildung einer scharfen Florengrenze (vgl. STEARN 1960: 167). Der anzunehmende mitteltertiäre geschlossene Arealgürtel wurde aber durch die im Bereich des Osthimalaya mit der Hebung der Himalaya-Hauptkette und der Entwicklung der Monsun-Zirkulation zunehmenden Humidisierung später unterbrochen. Die westhimalayisch - SW-zentralchinesische Disjunktion, die viele ostasiatisch-himalayische Taxa aufweisen, ist nach MEUSEL & SCHUBERT (1971: 595) durch eine solche Arealreduktion infolge der sich verstärkenden Humidität des Klimas im Osthimalaya entstanden.

Nachdem bereits DIELS (1913: 82), WARD (1927: 71) und HANDEL-MAZZETTI (1931: 318) auf diese Verbreitungslücke hinweisen, wird die "East Nepal-Sikkim Gap" auch von STAINTON (1972: 156ff, 1977: 101) mit der dortigen hohen Humidität erklärt. Ferner betont er die fehlenden Ausweichmöglichkeiten für westhimalayische Arten in ausreichend trockene innere Täler (Standortkonstanz), wie sie weiter westlich und östlich gegeben sind. MIEHE (1990a: 161) hält ebenfalls ein geschlossenes Areal nur unter anderen Klima- oder Reliefverhältnissen für möglich, wobei in Kaltzeiten ein südlicher Wanderweg bestanden haben könnte, während die Refugien in wärmeren und feuchteren Klimaperioden über die Brücke Süd-Tibets verbunden gewesen sein könnten.

Die Intensivierung der orogenetischen Vorgänge und die fortschreitende Klimaver schlechterung im Pleistozän, die den Wechsel von Glazialen und Interglazialen einleitete, lösten weitere Veränderungen der pliozänen westhimalayischen Flora aus. Als Folge der Kaltzeiten konnten sich aus nördlichen Richtungen einwandernde Steppenelemente und Arten temperat-borealer Verwandtschaftskreise (z.B. *Abies pindrow*, *Betula utilis*) in den oberen Höhenstufen etablieren und hier eine Vormachtstellung gegenüber den osthimalayischen Arten erringen⁷⁵ (vgl. dazu Kap. 3.3).

⁷⁵ MANI (1978: 180) ordnet die alpine Flora des NW-Himalaya bereits der zentralasiatischen Florenregion zu; DHAR & KACHROO (1982: 331) ermittelten für die subalpine/alpine Stufe ebenfalls größte Affinitäten mit der afghanischen und zentralasiatischen Flora (vgl. auch R.K. GUPTA 1972: 160).

Zugleich fanden mit den Depressionen der Höhenstufen Florenwanderungen entlang der südlichen Randketten des NW-SE-streichenden Gebirgsbogens statt, die zu einem deutlichen Rückgang der tertiären tropischen und extratropischen osthimalayischen Monsunelemente im Westhimalaya führte⁷⁶.

Die Ausdehnung der Vergletscherung war jedoch im nordpakistanischen Hochgebirgsraum zumindest im Jungpleistozän wesentlich geringer als bislang angenommen wurde (HASERODT 1989b: 223ff). Auch in Kashmir waren die Gletschervorstöße entgegen älteren Auffassungen offenbar weit weniger ausgedehnt und sind in den Tälern nur bis etwa 2200 m NN zweifelsfrei nachzuweisen (HOLMES & STREET-PERROTT 1989: 195)⁷⁷.

Daher ist z.B. gegenüber den Alpen von vergleichsweise wesentlich größeren Ausweich- und Überdauerungsmöglichkeiten für die Flora in randlichen Refugien auszugehen, wenngleich berücksichtigt werden muß, daß der SW-Monsun in den Kaltzeiten vermutlich schwächer ausgebildet gewesen ist (vgl. BRYSON & SWAIN 1981: 135, FONTUGNE & DUPLESSY 1986: 86, FLOHN 1987: 404) und die Flora sich an erheblich veränderte Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse⁷⁸ anpassen mußte.

Auch in Refugien oberhalb der Gletscher haben verschiedene Arten die ungünstigen Klimabedingungen überdauert. Als Folge der Vereisungen und der zugleich sukzessive fortschreitenden Morphogenese der Gebirgsketten wurden Areale getrennt. In den zunehmend voneinander isolierten Gebirgsstöcken vollzog sich die Entwicklung einer recht hohen Anzahl von Endemiten und teilweise vikariierender Arten

⁷⁶ Die disjunkten Areale der himalayisch - südindisch-montan verbreiteten Elemente (vgl. dazu bereits v. HÜGEL 1850: 128) sind vermutlich weniger durch klimatisch bedingte Florenwanderungen entstanden; es handelt sich wohl meist um synanthrope Arten mit Breitgürtel-Arealen (vgl. DIELS 1942: 9, R.K. GUPTA 1962, BLASCO 1971, MEHER-HOMJI 1972, MANI 1978: 178, LEGRIS 1963: 429ff).

⁷⁷ Das klassische Modell der 4 Hauptvereisungsphasen in Kashmir von de TERRA & PATERSON (1939: 223ff, vgl. auch DAINELLI 1922), das lange als charakteristisch für den Westhimalaya galt, wurde unlängst von HOLMES & STREET-PERROTT (1989) einer Revision unterzogen. Sie heben die Bedeutung der sich mit der Hebung der Pir Panjal-Kette verändernden Niederschlagsverhältnisse für die Vergletscherung hervor und stellen lediglich zwei größere Eisvorstöße und eine insgesamt geringere Ausdehnung der Gletscher fest (vgl. dazu auch OESTREICH 1906: 53). Im nordwestlich anschließenden Karakorum sind nach neueren Untersuchungen 3 größere und min. 5 kleinere Eisvorstöße erfolgt (OWEN 1989a: 141, SHRODER et al. 1989: 279).

⁷⁸ Für die Interglazialzeiten des mittleren und oberen Pleistozän wird ein dem Holozän im Ganzen recht ähnliches Klima vermutet. Zwischen dem letzten Interglazial (110.000-90.000 v.h.) und dem Holozän waren die klimatischen Unterschiede wahrscheinlich gering und es traten mindestens drei wärmere Klimaphasen (zwischen 80.000 und 50.000 v.h.) in der letzten Kaltzeit auf (BRONGER, PANT & SINGHVI 1987: 167).

53ff, MIEHE 1990a: 161). Sie stellen im weiteren Sinne häufig Endglieder ost-westlich differenzierter Formenreihen dar (KANAI 1963: 315ff, MEUSEL & SCHUBERT 1971: 191, HARA 1972: 63).

Polyploidie als weitere Anpassungsstrategie der Flora an die Heraushebung der Himalaya-Ketten und damit an ungünstigere Lebensbedingungen beschreibt JANAKI AMMAL (1960: 332) am Beispiel der Gattung *Rhododendron*.

Die morphogenetischen Entwicklungen im mittleren und oberen Pleistozän (vgl. GANSSER 1981) schirmten die inneren Täler zunehmend vor den südlichen Monsunwinden ab. Es entstanden die ausgeprägten Leegebiete mit mediterranem Klima wie z.B. der Raum Battakundi im Kaghan oder das Kashmir-Becken im Regenschatten der Pir Panjal-Kette. Im S-N-Profil von der Vorbergzone bis zur Himalaya-Hauptkette vollzog sich damit eine Differenzierung in Räume verschiedener ökologischer Standortbedingungen. Sie trug zum einen zur weiteren Bildung von Endemiten bei und förderte zum anderen die Ausbreitung mediterran-turkestanischer Sippen und zentralasiatischer Steppenelemente aus westlichen bis nördlichen Richtungen⁷⁹. Zugleich zogen sich die hygrophilen Monsunelemente weiter in die Randketten und nach SE zurück (vgl. PURI 1949a: 66, VISHNU-MITRE 1965: 324, STEWART 1981: 3, R.K. GUPTA 1989: cxix, KAUL & DAR 1985: 47).

Die pleistozänen Ereignisse haben zu größeren Veränderungen des westhimalayischen Florenbestandes geführt. Man muß jedoch unterscheiden zwischen einer Florenverarmung infolge der pleistozänen Vereisungen und einer Bereicherung an Florenelementen, die durch die Veränderungen der ökologischen Bedingungen im Zuge der oro-/epirogenetischen Vorgänge ermöglicht wurde. Aufgrund der Wanderungs- und Überdauerungsmöglichkeiten ist insgesamt eine relativ große Ähnlichkeit der prä- und der postglazialen Flora festzustellen, wie die paläobotanischen Befunde zeigen (vgl. Tab. 3).

Auch die postglaziale westhimalayische Flora wird von der collinen bis in die hochmontane Stufe von humiden japano-himalayischen und sino-himalayischen Monsunelementen sowie semihumiden sommergrünen Laubwaldelementen geprägt (vgl. MEUSEL & SCHUBERT 1971: 601). Während des Pleistozäns ist der Anteil von semiariden eumesogäischen Taxa aufgrund der orogenetisch bedingten räumlichen Differenzierungen und der damit angewachsenen Konkurrenzkraft dieser Taxa (Winterregenadaptation) jedoch angestiegen. Nach AGACHANJANC (1980: 50) wurde die Ausbreitung mediterraner Florenelemente durch den schnellen Rückgang

⁷⁹ Zur Ausbreitung mediterraner Elemente vgl. auch CHATTERJEE (1947: 11), CHAUDHRI (1963: 380), R.K. GUPTA (1982: 184ff).

der Vereisung im Spätglazial und den postglazialen Veränderungen in der Zirkulation der Troposphäre (Mediterranisierung der Niederschlagsrhythmik) noch verstärkt.

Aus dieser florensgeschichtlichen Betrachtung heraus wird die floristisch-pflanzengeographische Stellung des Westhimalaya verständlich. Während im Verlauf des Känozoikums im Westen durch klimatische und im Süden und Norden durch morphogenetisch-klimatische Ursachen mehr oder weniger scharfe Florenkontraste entstanden sind, blieb der Westhimalaya aufgrund der weiterhin ähnlichen klimaökologischen Rahmenbedingungen sowie der engen florengetischen Beziehungen zu den ostasiatischen Entfaltungszentren über einen schmalen Korridor mit der sino-japanischen Florenregion verbunden.

3. Die Pflanzengesellschaften im Wirkungsgefüge landschafts-ökologischer und anthropo-zoogener Einflußfaktoren

In Kap. 2 wurden Kausalitäten zwischen den abiotischen Standortfaktoren und der Verbreitung der zunächst floristisch nicht näher charakterisierten Vegetationstypen herausgearbeitet. Auf diese Weise wurde der ausgeprägte nord-südliche und hypso-metrische Formenwandel verdeutlicht, während zugleich erste synökologische Erkenntnisse gewonnen wurden. Die Synökologie der Pflanzengesellschaften wird im folgenden durch eine Interpretation der Wechselbeziehungen zwischen den Standortfaktoren, nun auch unter Einbeziehung anthropo-zoogener Faktoren, und der qualitativ-quantitativen Zusammensetzung der Phytozoenosen¹ näher charakterisiert.

Dazu werden anschließend die Verbreitung, die floristisch-soziologische und physiognomisch-ökologische Struktur sowie die Syndynamik der Pflanzengesellschaften untersucht und mit dem Wirkungsgefüge der Standortfaktoren korreliert. Erstmals erfolgt in dieser Arbeit eine synthetische Bearbeitung von Pflanzengesellschaften auf der unter ausgeprägtem Monsuneinfluß stehenden Südabdachung des Westhimalaya nach den BRAUN-BLANQUET-Methoden. Die Gesellschaften, die sich aus der mit Hilfe eines synoptischen Tabellenvergleiches durchgeführten floristisch-soziologischen Typisierung der aufgenommenen Bestände ergeben haben, werden zumeist als ranglose Einheiten von lokaler Gültigkeit beschrieben. Eine weitergehende syntaxonomische Bearbeitung der Phytozoenosen verbietet sich bei dem gegenwärtigen Kenntnisstand (vgl. Kap. 1.2) und nicht zuletzt auch aufgrund der begrenzten Anzahl an Vegetationsaufnahmen von selbst (vgl. BRAUN-BLANQUET 1951: 130). Erst spätere vergleichende Untersuchungen in der Region können über den Gültigkeitsbereich der hier beschriebenen Gesellschaften Aufschluß geben. Während die mit 20-

¹ Für die in London, Wien und Göttingen durchgeführten Bestimmungen eines großen Teils des Expeditionsherbars ist der Verfasser Drs. G. u. S. MIEHE, Göttingen, und Dipl.-Biol. B. DICKORÉ, Göttingen, zu größtem Dank verpflichtet. Darüber hinaus stellten Drs. G. u. S. MIEHE die während eines einwöchigen gemeinsamen Geländeaufenthaltes von ihnen erstellten Vegetationsaufnahmen Nr. 96, 101-106, 115, 120, 121, 124-129, 132, 136, 138-142, 144 und 145 zur Einarbeitung in die Vegetationstabellen dieser Arbeit zur Verfügung. Auch dafür sei ihnen herzlichst gedankt. Ferner schuldet der Verfasser folgenden Damen und Herren für die Bestimmung verschiedener Gruppen von Belegexemplaren besonderen Dank: Prof. Dr. H. FREITAG, Kassel; C. TOWNSEND, RBG Kew; Prof. Dr. T. YAMAZAKI, Tokio; Dr. T. NAKAIKE, Tokio; M. LIDEN, Göteborg; Dr. J. SOJAK, Prag; Prof. Dr. H. OHBA, Tokio; P.C. HOCH, St. Louis; Dr. R. DOLL, Greifswald; Prof. Dr. T. HO, Xining; Dr. I. KUKKONEN, Helsinki; Prof. Dr. H. SCHOLZ, Berlin; Dr. I.C. HEDGE, Edinburgh; J. LAMOND, Edinburgh. Die Bestimmungen einzelner Gruppen (Flechten, Valerianaceae, Onagraceae, einige Compositae) stehen leider noch aus. Sterile bzw. nicht bestimmbare Belege sind in den Vegetationstabellen als indet. gekennzeichnet.

30 Vegetationsaufnahmen belegten Gesellschaften als Assoziationen bezeichnet werden (vgl. dazu BRAUN-BLANQUET 1964: 122), stellen die nur durch wenige Aufnahmen charakterisierten Gesellschaften zunächst eine vorläufige Dokumentation dieser Phytozoenosen dar.

Um über die synökologische Interpretation hinaus zu vertieften Einsichten in landschaftsökologische Wirkungszusammenhänge zu gelangen, werden in einem weiteren Schritt physiognomisch-ökologische und floristisch-chorologische Merkmale der Pflanzengesellschaften im Hinblick auf ihre hypsometrischen und nordsüdlichen Differenzierungen vergleichend betrachtet.

3.1 Synökologische Charakterisierung und Interpretation der anthropozogenen Beeinflussung

3.1.1 Waldgesellschaften der unteren montanen Stufe

3.1.1.1 *Pinus roxburghii*-Gesellschaften

Die *Pinus roxburghii*-Gesellschaften sind gegenwärtig nur noch in Restbeständen im unteren äußeren Kaghan verbreitet (s. Veg.-Karte). Zwischen Balakot (991 m NN) und Paras (1320 m NN) besiedeln sie alle Expositionen bis in etwa 1900 m NN, wo sie in *Pinus wallichiana*- oder *Cedrus deodara*-Gesellschaften übergehen. Sie gedeihen jedoch weniger gut auf trocken-heißen Südhängen.

Die natürliche Verbreitung wird talaufwärts in erster Linie hygrisch begrenzt. Die hohen monsonalen Niederschläge, auf deren Rolle als entscheidender Standortfaktor von vielen Autoren (TROUP 1921: 1044, S. SINGH 1929: 197, MOHAN 1933: 815, SCHWEINFURTH 1957: 282, BEG & KHAN 1974: 178) hingewiesen wird, gewinnen im trockeneren NW-Sektor des Gesamtareals von *Pinus roxburghii* noch an Bedeutung. Oberhalb Paras, im Regenschatten der randlichen Gebirgsketten, gehen die monsonalen Sommerregen deutlich zurück. In dem nun mediterranoide Züge annehmenden Klima nimmt die Konkurrenzfähigkeit der langnadeligen Kiefer sehr stark ab, so daß sie nur noch in kleineren Gruppen oder Einzelexemplaren auftritt.

Gegenüber dem Klima spielen die Böden als Standortfaktor kaum eine Rolle. Im Kaghan stocken die *Pinus roxburghii*-Gesellschaften sowohl auf flachgründigen Rohböden als auch auf humosen Braunerden. Ihr Areal stimmt zwar weitgehend mit den zumeist flachgründigen, gut drainierten Böden über den tertiären subhimalayischen Sedimenten überein (vgl. Kap. 2.2.2). Nahe ihrer westlichen Verbreitungsgrenze, wo sie auf verschiedensten Substraten vorkommt, hat die Kiefer ihr ökologisches Optimum jedoch auf tiefgründigen, feuchteren Böden über kristallinen Gesteinen (vgl. TROUP 1921: 1039, CHAMPION 1923b: 406, B. AHMED 1936:

57, A.H. KHAN 1957: 45). Erst mit dem in südöstlicher Richtung zunehmenden Monsuneinfluß vollzieht *Pinus roxburghii* einen Biotopwechsel auf trockenere, im Zentral- und Osthimalaya schließlich im Regenschatten der äußeren Ketten liegende Standorte (vgl. MEUSEL & SCHUBERT 1971: 388, TROUP 1921: 1038-1044, Fig. 6 in OHSAWA, SHAKYA & NUMATA 1986: 149).

Die *Pinus roxburghii*-Gesellschaften im Kaghan (Tab. 4) sind in der Regel lichte, nahezu gleichaltrige, vergleichsweise artenarme Waldbestände, in denen die Kiefer als einzige Art die 20-35 m hohe, unter 50 % deckende Baumschicht bildet². Weitere Baumarten wie *Olea cuspidata*, *Morus australis* oder *Pistacia khinjuk* treten häufig nur in Buschform in der Strauchschicht auf, die aufgrund der regelmäßigen Brände und der intensiven Beweidung sehr stark aufgelichtet ist. Die Strauchschicht wird beherrscht von Dornsträuchern und anderen verbißresistenten Arten. Trotz des offenen Charakters überwiegen in dem nach Deckungsgraden gewichteten Lebensformenspektrum dieser Gesellschaft (Abb. 20) die an die warm-gemäßigten, humiden Klimabedingungen besser angepaßten Phanerophyten mit 56 % eindeutig gegenüber den Hemikryptophyten (35 %).

Die zur Verbesserung der Weidebedingungen gelegten Brände, die lediglich die Sämlinge der aufgrund der extrem dicken Borke feuerresistenten *Pinus roxburghii* gefährden³, fördern den Wuchs von Gramineen (*Stipa brandisii*, *Cymbopogon posbischilii*, *Pennisetum orientale* u.ä⁴) und nährstoffliebenden Leguminosen (*Indigofera heterantha*, *Lespedeza* sp. aff. *variegata* u.a.) (vgl. MOHAN 1941: 457f). Sie dominieren zusammen mit lichtliebenden Compositen (*Serratula pallida*, *Launaea secunda* u.a.) und Labiaten (*Micromeria biflora*, *Origanum vulgare* u.a.) die Krautschicht. Das Aufkommen einer dichten Krautschicht wird zumeist von der mächtigen Nadelstreu verhindert, die ebenso wie die Verbiß- und Trittschäden einer ausreichenden Verjüngung der Kennart entgegenwirkt. Natürliche Feuer, die die Nadelstreu vernichteten und die Ansammlungsbedingungen verbesserten, haben im Laufe der

² Zur Beziehung zwischen Beschirmungsgrad und Erosionsanfälligkeit der Böden in *Pinus roxburghii*-Gesellschaften vgl. die Versuche von RAEDER-ROITZSCH & MASRUR (1969).

³ Nach CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 141) sind die Sämlinge nach dem ersten Jahr bereits derart widerständig, daß die Wurzelstöcke im Boden die Brände überdauern und anschließend wieder austreiben (vgl. CHAMPION 1923a, b, ALLAH BAKSH 1932, KENOYER 1923/24: Tafel 5, zur Verjüngung auch die Studie von KHAN & KLEINE 1990).

⁴ Unter den in sterilem Zustand gesammelten, nicht mit Sicherheit bestimmbar Gräsern befinden sich sehr wahrscheinlich u.a. *Themeda anathera* und *Heteropogon contortus*, die häufig als charakteristisch für diese Gesellschaften angegeben werden (vgl. MOHAN 1955: 181, RAINA 1959: 120, CHAUDHRI 1960: 286, JOHNSTON & HUSSAIN 1963: 242, GUPTA & NANDA 1970: 12, R.K. GUPTA 1974: 500).

Evolution hinsichtlich der Regeneration der *Pinus roxburghii*-Wälder vermutlich eine bedeutende Rolle gespielt.

Der extreme Nutzungsdruck hat zu einer großflächigen Umwandlung natürlicher *Pinus roxburghii*-Bestände in Weideland sowie in jüngerer Zeit auch in durch Aufforstung entstandene Sekundärbestände geführt. Diese Situation spiegeln die Aufn. 1-5 (Tab. 4) wider. Bei den Aufn. 1 u. 2 handelt es sich um solche aufgeforsteten Sekundärbestände auf degradierten Syrosemern, die zugleich eine an thermophilen Arten mit subtropisch-tropischer Verbreitung (*Ficus palmata*, *Dodonaea viscosa*, *Acacia modesta*) sowie an sklerophyllen Arten (*Daphne mucronata*, *Olea cuspidata*) reiche Ausbildung der tieferen Lagen darstellen.

Tab. 4: *Pinus roxburghii* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	1	2	3	4	5
Aufnahmefläche (m ²):	200	200	200	250	250
Höhe NN (m):	1190	1220	1480	1820	1850
Exposition:	W	WSW	NNW	ENE	ENE
Hangneigung (°):	38	37	49	24	36
Hanglage:	HUG	HUG	HUG	HUG	HUG
Bodentyp:	O	O	B	B	B
Deckung BS (%):	80	80	45	30	35
Deckung SS (%):	55	65	40	50	40
Deckung KS (%):	10	20	100	65	60
Waldweide (Intensität 0-3):	2,5	2,5	2	2	2
Artenzahl:	27	23	33	23	25
<u>Kennart der Gesellschaft:</u>					
<i>Pinus roxburghii</i> B	5	5	3	3	3
<i>Pinus roxburghii</i> Str	1	1	2	.	.
<i>Pinus roxburghii</i> KlG	.	.	1	.	.
<u>hochstete Arten:</u>					
<i>Indigofera heterantha</i> Str/KlG	1	1	1	4	3
<i>Arthraxon</i> sp. aff. <i>prionodes</i>	1	.	2	1	2
<u>thermophile Arten der tieferen Lagen:</u>					
<i>Ficus palmata</i> Str/KlG	2	2	1	.	.
<i>Serratula pallida</i>	1	1	1	.	.
<i>Launaea secunda</i>	1	1	1	.	.
<i>Micromeria biflora</i>	1	1	1	.	.
<i>Berberis lycium</i> Str	1	.	1	r	.

<u>Aufnahme-Nr.:</u>	1	2	3	4	5
<i>Dodonaea viscosa</i> Str/Klg	3	3	.	.	.
Gramineae sp. indet. 446	2	2	.	.	.
<i>Sageretia thea</i> Str/Klg	2	1	.	.	.
<i>Daphne mucronata</i> Str/Klg	2	1	.	.	.
<i>Morus australis</i> Str/Klg	1	2	.	.	.
<i>Olea cuspidata</i> Str/Klg	1	1	.	.	.
<i>Cymbopogon posbischilii</i>	1	1	.	.	.
<i>Pennisetum orientale</i>	1	1	.	.	.
<i>Acanthaceae</i> sp. indet. 474	+	1	.	.	.
<i>Leptodermis virgata</i> Str/Klg	1	+	.	.	.
<i>Euphorbia</i> sp. aff. <i>osyridea</i> Str/Klg	1	+	.	.	.
<i>Buddleja crispa</i> Str/Klg	1	+	.	.	.
<u>temperate Arten der höheren Lagen:</u>					
<i>Galium vestitum</i>	.	.	3	2	2
<i>Origanum vulgare</i>	.	.	2	1	1
<i>Lespedeza</i> sp. aff. <i>variegata</i>	.	+	.	+	+
Gramineae spec. indet. 1290	.	.	.	3	4
<i>Stipa brandisii</i>	.	.	.	2	2
<i>Campylotropis</i> cf. <i>meeboldii</i>	.	.	.	2	1
<i>Carex</i> spec. indet. 1291	.	.	.	1	1
<i>Teucrium royleanum</i>	.	.	.	1	1
<i>Clinopodium umbrosum</i>	.	.	.	1	+
<i>Viola</i> sp. aff. <i>patrinii</i>	.	.	.	+	1
<i>Cirsium</i> sp. aff. <i>wallichii</i>	.	.	.	+	1
<i>Taraxacum baltistanicum</i>	.	.	.	+	r
<i>Cynoglossum lanceolatum</i>	.	.	.	+	r
<i>Gerbera</i> sp. aff. <i>gossypiphora</i>	.	.	1	.	1
<i>Seseli</i> / <i>Ligustrum</i> sp. indet.	.	.	+	.	r
<i>Androsace rotundifolia</i>	.	.	1	.	r

ferner in Nr. 1: *Pistacia khinjuk* Str 1, *Zizyphus oxyphylla* Str/Klg 1, *Trichodesma indicum* Str/Klg 1, *Rhamnus triquetra* Str +, *Salvia* sp. indet. 382 +; in Nr. 2: *Acacia modesta* Str 1, *Melia azedarach* Str r, *Cynoglossum* spec. +; in Nr. 3: *Pyrus pashia* Str 1, *Cotinus coggygria* Str +, *Rosa webbiana* Str +, *Diospyros lotus* Str +, *Lespedeza* cf. *floribunda* 4, *Saccharum filifolium* 3, Gramineae sp. indet. 457 1, *Cirsium* / *Carduus* sp. indet. 1, aff. *Pimpinella* sp. indet. 1, Gramineae sp. indet. 459 4, *Polygala abyssinica* 1, aff. *Saussurea albescens* 1, *Achyranthes aspera* 1, *Clematis montana* +, *Argyrolobium flaccidum* 1, *Astragalus tecti-mundi* 2, *Clinopodium vulgare* 1, *Artemisia roxburghiana* +, *Adiantum venustum* +, *Euphorbia cornigera* +; in Nr. 4: *Viburnum cotinifolium* Str r, *Rubus biflorus* Str r, *Geranium sibiricum* +, *Saussurea candolleana* r, *Bupleurum falcatum* +, *Oxalis corniculata* r; in Nr. 5: *Myriactis wallichii* +, *Carpesium cernuum* +, *Pinus wallichiana* Klg +, *Arenaria* cf. *neelgherrensis* +, *Clematis* sp. aff. *grata* Str r, *Trigonella gracilis* +.

Die Strauchschicht dieser ebenfalls überweideten und durch Feuer beeinträchtigten Bestände wird von *Indigofera heterantha* dominiert, die durch die lichten Verhältnisse, die nährstoffreicheren Böden und durch die Selektion des Weideviehs optimale

Standortbedingungen vorfindet. B. AHMED (1936: 64) hat vergleichbare Ausbildungen als "*Indigofera*-Subtype" bezeichnet. Gegenüber den tieferen Lagen ist die ebenfalls von Gramineen geprägte Krautschicht aufgrund zahlreicher ruderaler Elemente (*Origanum vulgare*, *Clinopodium umbrosum*, *Cirsium* sp. aff. *wallichii* u.a.) wesentlich artenreicher und mächtiger entwickelt.

Die *Pinus roxburghii*-Gesellschaften im Kaghan sind aufgrund der Artenverschiebungen und Strukturveränderungen als sekundäre regressiv Sukzessionsstadien anzusehen, die zur Anpassung an die anthropo-zoogen modifizierten Standortverhältnisse führen. Über ihre natürliche syndynamische Stellung gibt es widersprüchliche Auffassungen. Einige Autoren stufen sie aufgrund ihrer Beobachtungen im feuchteren östlichen Westhimalaya als "edaphic climax" (KENOYER 1921: 245, DUDGEON & KENOYER 1925: 256, MOHAN & PURI 1954: 65) oder als "bioedaphic climax" (GUPTA & SINGH 1962: 295, R.K. GUPTA 1983: 242, PURI et al. 1989: 164, vgl. auch R.K. GUPTA 1978: 114) innerhalb eines "oak climax" ein. Andere sehen sie, allerdings ohne nähere Begründung, als "natural climatic climax" an, deren Areal sich durch die anthropogene Beeinflussung (Feuer!) sehr weit ausgedehnt hat (CHAMPION 1923b: 414, HESKE 1929: 17, CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a: 148).

Auch die eigenen Beobachtungen sprechen eher dafür, daß es sich im Kaghan unter den gegenwärtigen Klimabedingungen um natürliche Schlußgesellschaften handelt. Zum einen treten hygrophile *Quercus*-Gesellschaften, die die hypsozonal verbreiteten *Pinus roxburghii*-Wälder von ihren Standorten verdrängen könnten, anders als im östlich angrenzenden Westhimalaya klimabedingt nicht auf. Auch ist die lokale Verbreitung im Kaghan eindeutig klimatisch und weniger edaphisch bedingt. Zum anderen weist der pyrophytische Charakter von *Pinus roxburghii* darauf hin, daß natürliche Brände, die in der trocken-heißen Vormonsunzeit oder im Herbst leicht ausgelöst werden, die Evolution dieser Kiefer begleitet haben.

Durch die Anpassung an den natürlichen Faktor Feuer, der in seiner Bedeutung häufig unterschätzt wird⁵, erlangte sie entscheidende Vorteile gegenüber konkurrierenden Gesellschaften. Die seit der Einflußnahme des Menschen regelmäßig gelegten Brände haben dann möglicherweise zu einer Ausweitung in die Kontaktgesellschaften hinein geführt.

Eine solche Arealausweitung ist in östlich anschließenden, feuchteren Regionen vornehmlich im Übergangsbereich zu den stark degradierten oder bereits verschwundenen *Quercus incana*-Gesellschaften erfolgt (vgl. CHAMPION, SETH &

⁵ Vgl. dazu KLÖTZLI (1975: 676ff), der die Anpassungen von *Pinus*-Wäldern an den Standortfaktor Feuer beschreibt.

KHATTAK 1965a: 169), die an ihrer westlichen Verbreitungsgrenze im pakistani-schen Himalaya jedoch nur lokale Vorkommen (Siran-Tal, Murree Hills) haben⁶. Im Kaghan-Tal scheint das *Pinus roxburghii*-Areal dagegen weniger in das Verbreitungsgebiet der sich höhenwärts anschließenden Gesellschaften (*Pinus wallichiana*-Ges., *Cedrus deodara*-Ges.) erweitert worden zu sein, als vielmehr auf Kosten subtropischer Hartlaubwaldgesellschaften (*Acacia modesta*-*Olea cuspidata*-Ges.) der collinen und submontanen Stufe. Relikte dieser Gesellschaften finden sich vor allem auf trocken-heißen, südexponierten Unterhängen, die entweder in Kulturland umgewandelt oder mit *Pinus roxburghii* wieder aufgeforstet wurden.

3.1.1.2 Der Gesellschaftskomplex der subtropisch-temperierten Hartlaubwälder (*Acacia modesta*-*Olea cuspidata* / *Quercus baloot*) und ihre Degradationsstadien

Unter diesem Begriff werden in Tab. 5 die Aufnahmen von Hartlaubwaldgesellschaften und ihren Degradationsstadien zusammengefaßt, die im Kaghan die Sonn-hänge der unteren montanen Stufe zwischen Paras (1320 m NN) und Mahandri (1550 m NN) besiedeln (s. Veg.-Karte).

Diese Gesellschaften werden zumeist in einen subtropischen Hartlaubwald mit Dominanz von *Acacia modesta* und *Olea cuspidata* sowie in einen trocken-temperierten *Quercus baloot*-Hartlaubwald höherer Lagen getrennt (vgl. SCHWEINFURTH 1957, CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a, PURI et al. 1989). Ausgehend von ihren Beobachtungen im Chenab-Tal (Jammu) sprechen MEUSEL & SCHUBERT (1971: 392ff) dagegen von *Olea cuspidata*-*Quercus baloot*-Gesellschaften, die sie von einem *Acacia*-Trockenwald mit nur sporadischem Auftreten von *Olea cuspidata* abtrennen. In der gesamten nordwestlich anschließenden Vorbergzone stellen die *Acacia modesta*-*Olea cuspidata*-Gesellschaften jedoch einen zonalen Vegetationstyp der collinen Stufe zwischen 450 und 900 m NN dar (vgl. JAMESON 1854, COVENTRY 1915, STEWART 1957-61, 1967, INAYATULLAH & TICKU 1964, BEG & KHAN 1974). *Quercus baloot*-Gesellschaften sind eher in den inneren Tälern dieser Region, in denen *Olea cuspidata* höhenwärts abnimmt, von 900-1000 m bis etwa 2100 m NN verbreitet (vgl. OGINO, HONDA & IWATSUBO 1964, M.H. KHAN 1978, BEG & KHAN 1980, HASERODT 1989a). Eine Trennung dieser Gesellschaften erscheint daher aufgrund der unterschiedlichen ökologischen Ansprüche der Kennarten gerechtfertigt, obwohl sie häufig, so auch im

⁶ Der von CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 151) aus dem benachbarten Siran-Tal oder den Murree Hills beschriebene Übergang zur oberen montanen Stufe mit *Quercus incana* in der B₂ wurde im Kaghan nicht beobachtet.

Kaghan, mit einem ähnlichen Arteninventar in einem Ökoton ineinander übergehen, wie aus Tab. 5 hervorgeht.

Die immergrünen *Acacia modesta*-*Olea cuspidata*-Gesellschaften haben ihren natürlichen Verbreitungsschwerpunkt im Kaghan auf trocken-heißen Sonnhängen im stark monsunbeeinflussten untersten Talbereich bis etwa 1200 m NN, wo sie jedoch nur noch reliktartig und äußerst degradiert vorkommen. Als Folge der Degradation sind die Bodenprofile häufig gekappt worden und es sind flachgründige, trockene und an Nährstoffen verarmte Gesteinsrohböden entstanden. Auf solchen Böden vermag die edaphisch anspruchslose *Acacia modesta* noch gut zu gedeihen⁷. Auf extrazonal wärmebegünstigten Standorten steigen die *Acacia*-*Olea*-Gesellschaften in höhere Lagen hinauf, wie auf dem übersteilten, ein kaum entwickeltes Solum aufweisenden Südhang gegenüber Paras, wo sie in 1400 m NN als xerophytische Buschwälder auftreten.

Tab. 5: Der Gesellschaftskomplex der subtropisch-temperierten Hartlaubwälder (*Acacia modesta* - *Olea cuspidata* / *Quercus baloot*) und ihre Degradationsstadien

Aufnahme-Nr.:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Aufnahmefläche (m ²):	200	200	200	200	200	200	200	150	250	250
Höhe NN (m):	1660	1650	1560	1540	1480	1390	1410	1420	1580	1590
Exposition:	SSE	SSE	SSW	SSE	SSE	SSE	SSE	SSEWNW	SSW	
Hangneigung (°):	35	37	45	47	50	45	45	36	36	35
Hanglage:	HMX	HMX	HMV	HMV	HUX	HUX	HUX	HUX	HUV	HUV
Bodentyp:	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Beweidung (Intensität 0 - 3):	2	2	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3
Deckung BS (%):	35	40	40	35	20	-	-	-	-	-
Deckung SS (%):	90	90	70	65	65	80	75	70	85	50
Deckung KS (%):	20	25	25	55	35	35	20	45	60	85
Artenzahl:	33	21	34	32	30	25	20	21	31	20
Quercus baloot-Gesellschaften:										
Quercus baloot B	3	3	3	3	2	.	.	.	.	.
Quercus baloot Str	3	4	3	3	3	.	.	.	.	.
Quercus baloot Klg	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.
Fraxinus xanthoxyloides Str	1	1	1	+	1	1	2	.	.	.
Fraxinus xanthoxyloides Klg	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.
Gramineae sp. indet. 446	2	1	2	3	3	2	1	.	.	.
Lespedeza cf. floribunda Str	2	1	2	2	2	2	.	.	.	.
Quercus dilatata B	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.
Quercus dilatata Str	1	2	1	1	2	.	.	.	.	.

⁷ Zu den edaphischen Ansprüchen von *Acacia modesta* vgl. AITCHISON (1864: 297).

Aufnahme-Nr.:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Quercus dilatata Klg	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
Cymbopogon posbischilii	2	.	1	2	1	3	1	.	.	.
Sophora mollis ssp. griffithii Str	1	2	2	1	.	.	4	.	.	.
Asplenium trichomanes	1	1	.	+	+	.	.	.	2	.
Gramineae sp. indet. 469	+	2	1	+	.	.	.	.	.	.
Cedrus deodara Str	1	1	.	+	.	.	.	.	.	.
Cedrus deodara Klg	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.
Polygonum plebeium	1	.	+	.	+	.	.	.	.	.

Acacia modesta-Olea cuspidata-Gesellschaften:

Acacia modesta Str	.	.	.	.	.	3	3	.	.	.
Olea cuspidata B	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.
Olea cuspidata Str	.	.	1	1	.	1	1	.	.	.
Achyranthes aspera	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.

Arten der subtropisch-temperierten

Hartlaubwälder und ihrer Degradationsstadien:

hochstete und stete Arten:

Daphne mucronata Str/Klg	3	3	3	2	1	2	1	3	2	2
Micromeria biflora	1	.	1	2	1	1	1	1	1	r
Sageretia thea Str/Klg	1	.	1	1	2	1	2	1	1	1
Cotoneaster nummularia Str/Klg	+	1	.	+	1	1	1	+	2	+
Isodon rugosus Str/Klg	3	3	3	2	.	2	.	4	5	2
Clinopodium vulgare	1	1	1	+	1	.	.	+	1	2
Arthroxon sp. aff. prionodes	1	1	1	.	+	.	1	1	2	3
Ajuga parviflora	1	.	+	+	1	1	1	.	.	1
Indigofera heterantha Str/Klg	.	+	.	.	2	2	2	1	+	1
Oxalis corniculata	.	1	.	+	1	.	1	1	1	1
Viola pilosa (im Stammbereich)	1	1	1	1	+	.	.	.	3	1

Sonstige:

Trichodesma indicum Str/Klg	.	.	2	1	.	1	2	2	.	.
Pistacia khinjuk B	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.
Pistacia khinjuk Str	+	.	.	1	.	.	.	.	r	.
Pistacia khinjuk Klg	.	.	.	1	.	.	.	.	r	.
Bromus japonicus	1	.	.	1	1	1	.	.	.	.
Serratula pallida	.	.	1	1	.	2	2	.	.	.
Chenopodium album	+	.	.	.	1	1	+	.	.	.
Pennisetum orientale	.	.	1	.	.	1	2	r	.	.
Berberis lycium Str	1	.	.	.	+	.	.	.	1	.
Buddleja crispa Str	+	.	+	.	.	.	.	1	.	.
Andrachne cordifolia Str/Klg	.	.	+	.	r	.	.	.	+	.

Aufnahme-Nr.:	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Morus australis Str	r	.	r	+	.
Lespedeza sp. aff. variegata Str	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1
Poa nemoralis	1	.	+	.	1	.	.	.	.	.
Cynoglossum spec.	.	.	+	1	.	+	.	.	.	.
Bupleurum nematocladum	+	1	1	.	.	.
Gramineae sp. indet. 253	3	3	4

außerdem zweimal: *Scrophularia* cf. *scabiosifolia* in Nr. 8: 1, in Nr. 9: 1; *Launaea secunda* in Nr. 8: 1, in Nr. 9: +; *Campanula colorata* in Nr. 8: 1, in Nr. 9: +; *Lamium album* in Nr. 6: 1, in Nr. 7: 2; *Gramineae* sp. indet. in Nr. 6: +, in Nr. 7: 1; *Cirsium* spec. in Nr. 13: r, in Nr. 15: 1; *Cicerbita decipiens* in Nr. 13: 1, in Nr. 15: 1; *Phleum himalaicum* in Nr. 11: 1, in Nr. 14: r; *Cannabis sativa* in Nr. 12: +, in Nr. 13: +; *Astragalus* spec. in Nr. 14: +, in Nr. 15: r; ferner in Nr. 6: *Rhamnus virgatus* Str +, *Cotoneaster bacillaris* Str 1, *Polygonatum multiflorum* 1, *Compositae* sp. indet 1; in Nr. 8: *Astragalus* sp. aff. *graveolens* Str +, *Salvia* spec. 1, *Saccharum filifolium* 1; in Nr. 9: *Saussurea albescens* +, *Conyza* spec. 1, *Tortula fragilis* M +; in Nr. 10: *Pinus wallichiana* juv. r, *Carex* spec. 1, *Solanum nigrum* +, aff. *Vinca herbacea* 1, *Drummondia thomsonii* M +; in Nr. 12: *Acanthaceae* sp. indet. 1; in Nr. 13: aff. *Sageretia* spec. Str +, *Rumex hastatus* Str/Klg 1, *Tragopogon gracilis* +; in Nr. 14: *Rosa* spec. Str/Klg 1, *Lonicera heterophylla* Str/Klg 1, *Epilobium* sp. indet 1473 +, *Rubia* sp. aff. *cordifolia* +, *Filago hurdwarica* 1, *Cerastium glomeratum* 1, *Galium aparine* 1, *Carex turkestanica* 1, *Androsace rotundifolia* (im Stammbereich) r, *Oenothera rosea* 1, *Vicatia coniiifolia* r, *Myriactis wallichii* 1, *Geranium* sp. aff. *rotundifolium* 1; in Nr. 15: *Zizyphus vulgaris* Str/Klg 3, *Nepeta raphanorhiza* 1, *Salvia moorcroftiana* +, *Silene* cf. *wahlbergella* r.

In diesen Buschwäldern (Aufn. 11 u. 12) bilden *Acacia modesta*, *Olea cuspidata* und *Fraxinus xanthoxyloides* eine 3-5 m hohe S₁. Unter ihrem lichten Schirm treten weitere sklerophylle und verbißresistente Sträucher auf, die sowohl subtropisch-tropisch (*Trichodesma indicum*, *Sageretia thea*, *Isodon rugosus* u.a.) als auch extratropisch (*Daphne mucronata*, *Cotoneaster nummularia* u.a.) verbreitet sind. Auch in der von Gramineen dominierten Krautschicht sind einige subtropisch-tropische Elemente (*Achyranthes aspera*, *Pennisetum orientale*) vertreten, die Mehrzahl der extratropischen Elemente deutet jedoch auf den Übergang zu den temperierten Hartlaubwaldgesellschaften hin.

Die Bestände unterliegen einer massiven anthropo-zoogenen Beeinflussung. Neben verbreiteten Verbiß- und Trittschäden weisen *Olea* und *Fraxinus* Spuren von Holzschlag auf.

Oberhalb Paras gehen die monsunalen Sommerregen zurück, während die Winterniederschläge zunehmen und es zugleich wintermild bleibt. Die mediterranen Klimaverhältnisse führen hier auf den Sonnhängen zu optimalen Standortbedingungen für trocken-temperierte Hartlaubwaldgesellschaften, die weitgehend von *Quercus baloot*, daneben auch von *Fraxinus xanthoxyloides* und von der thermophileren *Olea cuspidata* dominiert werden.

Diese Gesellschaften, die infolge ihrer intensiven Nutzung (Beweidung, Schneitelung, Holzschlag) auf kleinflächige, z. T. vom Forest Department geschützte Restbestände zurückgedrängt wurden, haben ursprünglich weite Bereiche der unteren Sonnhänge zwischen Paras und Mahandri besiedelt. Darauf deuten nicht nur auf Friedhöfen oder an unzugänglichen Stellen erhaltene Relikte hin. Dies geht auch aus den Strauchgesellschaften (Aufn. 13-15, Tab. 5) hervor, die weit entfernt von aktuellen Hartlaubwaldbeständen aufgenommen wurden und aufgrund des gemeinsamen Artengrundstockes als deren Degradationsstadien aufzufassen sind.

Sekundäre regressive Sukzessionen und extreme strukturelle Veränderungen (Vegetation, Boden, Mikroklima) kennzeichnen diese Degradationsstadien, in denen häufig der aromatische, vom Vieh verschmähte Halbstrauch *Isodon rugosus* (syn. *Plectranthus rugosus*) zur Vorherrschaft gelangt, während die potentiell natürlichen Baumarten vernichtet sind. Bei ungestörter Sukzession würden sich die Degradationsstadien dort, wo die Standortbedingungen nicht irreversibel verändert wurden⁸, zu Hartlaubwäldern als natürliche Schlußgesellschaften zurückentwickeln.

Die Verbreitung der xerophytischen *Quercus baloot*-Gesellschaften reicht höhenwärts bis etwa 1800 m NN. Bei ansteigenden Niederschlägen und zurückgehenden Temperaturen sind sie in höheren Lagen der Konkurrenz der Koniferenwälder nicht mehr gewachsen. Talaufwärts wird ihre Verbreitung offenbar durch die zunehmende Winterkälte begrenzt. Bei Mahandri gehen sie in *Cedrus deodara*- und *Pinus wallichiana*-Gesellschaften mit hohem Anteil mesophytischer, sommergrüner Laubhölzer über.

Die erhaltenen *Quercus baloot*-Restbestände im Kaghan zeigen zwar eine auffallende Bindung an Karbonatgestein im Untergrund (vgl. Kap. 2.2.2). Unter vergleichbaren klimatischen Bedingungen kommen sie innerhalb ihres randmonsunal beeinflussten Gesellschaftsareals, das sich von Ostafghanistan bis Himachal Pradesh erstreckt, jedoch auch auf anderen Substraten vor, sofern sie skelettreich und edaphisch trocken sind (vgl. MOHAN & PURI 1954: 58, FREITAG 1971a: 324, BEG & KHAN 1980: 110, PURI et al. 1989: 128). Die Reliktvorkommen auf den trockenen Kalkstein-Syrosemen scheinen daher in erster Linie aufgrund der anthropogenen Nutzungsmuster erhalten geblieben zu sein, denn es handelt sich um landwirtschaftlich kaum nutzbare Standorte auf übersteilten, erodierten Hängen. Die Bestände konnten hier bei geringerem Nutzungsdruck überdauern.

Die aktuellen Steineichenbestände weisen eine aufgelichtete, 6-8 m hohe, von *Quercus baloot* dominierte Baumschicht aus Hartlaubgehölzen auf, in der daneben

⁸ Bei irreversibler Veränderung der Standortbedingungen würde sich die heutige von der früheren potentiellen natürlichen Vegetation unterscheiden (vgl. TÜXEN 1956).

Quercus dilatata, *Olea cuspidata* und *Pistacia khinjuk* in wenigen Exemplaren vertreten sind⁹. Die ebenfalls an sklerophyllen Arten reiche, wesentlich dichter geschlossene Strauchsicht (*Quercus baloot*, *Fraxinus xanthoxyloides*, *Daphne mucronata*, *Lespedeza cf. floribunda*, *Sophora mollis* ssp. *griffithii* u.a.) erinnert in ihrer Physiognomie an mediterrane gariden-ähnliche Formationen. In diesem Bild kommt die massive anthropogene Beeinflussung zum Ausdruck. Die stockausschlagsfähigen Eichen werden durch Schneitelung und Holzschlag häufig zu polykormischen Buschformen degradiert, die aus überalterten, an der Basis mehrfach verzweigten Stämmen hervorgehen¹⁰. Übermäßige Beweidung führt zu einem hohen Anteil vom Vieh gemiedener Arten und verhindert eine ausreichende Verjüngung der Kennarten.

Die dichte Strauchsicht trägt wesentlich zur Dominanz der Phanerophyten (62 %) gegenüber den Hemikryptophyten (32 %) im Lebensformenspektrum dieser Gesellschaften bei (vgl. Abb. 20). Sie hat eine im allgemeinen schwach entwickelte Krautschicht zur Folge, in der ruderale Elemente und Gramineen (*Clinopodium vulgare*, *Micromeria biflora*, *Cymbopogon posbischilii* u.a.) vorherrschen.

Die *Quercus baloot*-Gesellschaften lassen in ihrer floristischen und physiognomischen Struktur viele Entsprechungen zu mediterranen Hartlaubwäldern erkennen¹¹. Neben der Kennart, die taxonomisch der mediterranen *Quercus ilex* sehr nahesteht, und den in beiden Regionen vorkommenden *Fraxinus xanthoxyloides* und *Ceterach officinarum* treten eine Reihe vikariierender Arten der Gattungen *Olea*, *Cedrus*, *Daphne* und weitere Etesienelemente auf. Sie sind nicht nur Ausdruck eines gemeinsamen floristischen Ursprungs, sondern bis zu einem gewissen Grad auch vergleichbarer ökologischer Bedingungen (vgl. JÄGER 1968: 255, MEUSEL 1971, 1972, MEUSEL & SCHUBERT 1971: 588ff, MEHER-HOMJI 1973: 768, FREITAG 1982: 388).

⁹ Eine Vergesellschaftung von *Quercus baloot* mit *Pinus gerardiana* und *Juniperus macropoda*, wie sie von CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 187) für das obere Kaghan angegeben wird, kann aufgrund der eigenen Untersuchungen ausgeschlossen werden. Die Steineiche kommt nur bis Mahandri vor, *Pinus gerardiana* im gesamten Talraum überhaupt nicht.

¹⁰ Zur Degradation der Hartlaubwaldgesellschaften vgl. auch COVENTRY (1929), RATHJENS (1969, 1974b), NAGEL (1983), BEG & KHAN (1984). Nach Beobachtungen von FREITAG (1971a: 289) und RATHJENS (1974b: 299) auf geschützten Friedhöfen bildet *Quercus baloot* in Ostafghanistan potentiell hochwaldartige, geschlossene Bestände (vgl. auch KERSTAN 1937: 153, FREITAG 1971b: 102).

¹¹ Dies fiel bereits den Griechen während des Alexanderzuges auf (vgl. BRETZL 1903: 237ff, RATHJENS 1958).

3.1.2 Wald- und Gehölzgesellschaften der montanen und subalpinen Stufe

3.1.2.1 Der Gesellschaftskomplex der feucht-temperierten Koniferenwälder

3.1.2.1.1 *Cedrus deodara*-Gesellschaften

Die Verbreitung der *Cedrus deodara*-Gesellschaften (Tab. 6) reicht vom monsun geprägten unteren Talbereich bis in den während der Vegetationszeit nahezu semiariden Raum Battakundi (s. Veg.-Karte). In dem Verbreitungsmuster dieser Gesellschaften spiegelt sich die Differenzierung der Klimaverhältnisse im Tallängsprofil wider, auf den die *Cedrus deodara*-Bestände mit einem sich allmählich vollziehenden Biotopwechsel von überwiegend nördlich exponierten Standorten im wärmeren und feuchteren unteren Kaghan auf südliche Expositionen im thermisch und hygrisch kontinentaleren oberen Kaghan reagieren. Zugleich steigt ihre Obergrenze von 2000 m NN in Nord- auf 2750 m NN in Süd-Exposition an¹².

Einzelne, kleinere Vorkommen dieser wirtschaftlich wertvollsten Baumart¹³ des Westhimalaya sind im stark monsunbeeinflussten unteren Talraum auf vor den Monsunwinden und -regen geschützten, gut drainierten Standorten oberhalb der *Pinus roxburghii*-Wälder beschränkt. Talaufwärts treten die Zedernwälder erstmals großflächig mit dem Klimawandel oberhalb Paras auf, der auf Schatthängen einen unvermittelten Übergang¹⁴ von den *Pinus roxburghii*- zu den *Cedrus deodara*-Wäldern bedingt.

Die *Cedrus deodara*-Gesellschaften erstrecken sich dort vom Talboden (1350 m NN) bis in 2000 m NN, wo sie in gemischte Koniferenwälder übergehen. Im Raum Jared-Mahandri greifen sie zunehmend auch auf Sonnhänge über. Oberhalb der großen Biegung des Tales treten sie bei weiter zurückgehenden Monsunregen und ansteigenden Winter-/Frühjahrsniederschlägen bis in den Raum Naran hypsozonal auf Sonn- und Schatthängen auf. In diesem Talabschnitt entwickeln sie zwischen 2000 und 2400 m NN bei 1200-1300 mm Niederschlag im Jahr, der zu ca. 70 % im Winter/Frühjahr fällt, ihre größte Konkurrenzskraft¹⁵.

¹² In Kashmir liegt die Obergrenze nach RAO (1960: 390, 1961: 9) bei 3000 m NN.

¹³ Vor diesem Hintergrund erkundete bereits CLEGHORN (1864) das Areal der Zedernwälder im Kaghan-Tal (vgl. auch Kap. 5.1.2).

¹⁴ Dieser Übergang kommt bereits in der Beschreibung des Kaghan-Tales von STEWART (1867) zum Ausdruck.

¹⁵ Unter vergleichbaren klimatischen Bedingungen ist *Cedrus deodara* auch in Bharderwah (Jammu & Kashmir) optimal entwickelt (vgl. KAUL & SARIN 1974, 1982).

Tab. 6: *Cedrus deodara* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Aufnahmefläche (m²):	200	250	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	300	300	250	250	100	350	350
Höhe NN (m):	2200	2210	2350	2250	2270	2340	2380	2380	1680	1680	1670	1820	1650	1650	1600	1550	1510	1520	1425	1440
Exposition:	NNE	WNW	WSW	NNW	NNW	WNW	WSW	NNW	NNW	NNW	NNW	NE	NNE	WNW	N	NNE	NNE	WNW	WNW	NNW
Hangneigung (°):	44	47	48	47	49	41	55	45	47	44	47	39	41	35	41	34	37	36	38	34
Hanglage:	HUG	HMG	HMX	HMG	HMG	HMG	HMV	HUG	HMV	HMX	HMG	HMX	HMG	HUX	HMG	HUG	HUG	HUV	HUG	HUG
Bodentyp:	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Deckung BS (%):	60	40	75	70	60	60	70	50	60	80	50	80	55	75	55	40	20	15	60	70
Deckung SS (%):	75	75	60	80	90	75	75	95	85	75	90	15	50	60	75	70	75	90	50	90
Deckung KS (%):	80	80	80	75	55	55	85	75	70	75	75	65	100	85	60	95	95	70	75	40
Waldweide (Intensität 0 - 3):	1	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	0,5	1	1	1	2	1	1	1	1,5	1	0,5
Artenzahl:	55	42	35	50	43	46	44	50	44	33	41	29	32	30	33	39	42	36	35	20
Assoziationscharakterarten:																				
<i>Cedrus deodara</i> B	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	3	5	2	4	4	3	2	2	4	5
<i>Cedrus deodara</i> Str	1	1	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	.	.	+	.	.	.	.
<i>Cedrus deodara</i> KlG	+	.	1	+	.	1	+	1	1	.	1	.	1	.	+	2	+	+	.	.
<i>Parrotiopsis jacquemontiana</i> Str/KlG	4	3	2	4	4	4	3	3	3	3	3	1	4	4	3	3	3	3	4	2
<i>Lonicera quinquelocularis</i> Str/KlG	1	1	3	2	3	1	1	1	3	3	2	2	2	+	1	1	.	1	3	.
Gramineae sp. indet. 202	2	2	3	2	3	3	.	3	2	3	2	5	5	5	4	4	3	.	5	.
<i>Spiraea bella</i> Str/KlG	2	3	.	1	2	2	3	2	4	3	4	1	3	+	2	.	.	.	3	4
<i>Viburnum cotinifolium</i> Str/KlG	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	2	.	2	.	1	.	.	+	.	2
<i>Dioscorea deltoidea</i>	.	+	2	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	2	1	+	.	+	.
<i>Carex cardiolepis</i>	+	+	.	2	2	2	3	1	1	.	.	.	+	3	3	+	3	.	.	3
<i>Jasminum humile</i> Str/KlG	.	1	1	1	1	1	2	.	1	2	1	.	2	r	2	.	.	+	.	1
<i>Cotoneaster bacillaris</i> Str/KlG	.	1	1	2	1	+	2	+	1	2	2	.	+	.	.	1	+	.	.	.
<i>Thalictrum pedunculatum</i>	3	1	.	1	1	1	.	1	1	2	2	5	.	.	.	2	1	3	.	.
<i>Quercus dilatata</i> B	.	2	2	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus dilatata</i> Str	.	1	2	2	2	1	1	.	2	3	2	1	.	.	1	.	1	.	.	.
<i>Quercus dilatata</i> KlG	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus fimbriatus</i> Str/KlG	1	+	2	2	1	1	1	2	1	2	1	r	.	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahme-Nr.:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
<u>differenzierte Ausbildung der oberen montanen Stufe:</u>																					
Desmodium elegans Str/Klg	.	1	.	1	1	2	2	1	2	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamnus virgatus Str/Klg	+	1	.	1	2	1	1	.	2	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea smithiana B	2	.	1	2	2	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea smithiana Str	.	.	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Picea smithiana Klg	.	r	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Smilax vaginata Str/Klg	1	.	1	1	1	.	.	3	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
Sorbaria tomentosa Str/Klg	1	+	+	+	.	+	1	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Androsace rotundifolia	1	+	.	+	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Gramineae sp. indet. 305	2	2	3	3	3	.	4	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bergenia ciliata	1	1	1	.	2	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer cappadocicum B	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Acer cappadocicum Str	1	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Abies pindrow B	.	.	.	2	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Abies pindrow Str	+	.	.	2	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Abies pindrow Klg	+	.	1	2	2	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viburnum grandiflorum Str/Klg	1	.	.	1	1	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.
Valeriana jatamansi	+	.	2	2	.	1	.	2	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
Taxus baccata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ssp. wallichiana Str	.	.	.	+	1	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Taxus baccata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ssp. wallichiana Klg	r	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Epimedium elatum Str/Klg	2	.	.	2	2	1	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Clinopodium vulgare	1	.	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anemone falconeri	3	.	.	3	3	.	.	3	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
Gramineae sp. indet. 394	1	2	3	.	.	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aesculus indica B	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aesculus indica Str	.	.	.	.	2	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhamnus purpureus Str/Klg	.	.	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Compositae sp. indet. 307	2	2	.	1	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahme-Nr.:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
<u>differenzierte Ausbildung der unteren montanen Stufe:</u>																					
Morus australis Str/Klg	+	r	.	1	1	1	.	r	1	1	.	+	1	.	.	
Andrachne cordifolia Str/Klg	2	.	1	1	1	2	2	.	.	+	.	+	
Asplenium trichomanes	+	+	+	.	1	.	2	1	1	1	.	2	.	
Myrsine africana Str/Klg	2	3	3	.	1	.	2	.	1	.	3	4	
Torilis japonica	1	.	1	.	.	1	1	2	1	.	r	1	
Labiatae spec. indet.212	3	2	2	3	3	2	2	.	1	
Daphne mucronata Str/Klg	1	.	1	.	.	1	r	.	+	+	
Ailanthus spec. Str/Klg	.	.	.	1	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	+	2	2	+	.
Crepis sancta	r	.	+	1	2	2	+	.	.	
Bupleurum lanceolatum	+	.	.	1	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	2	.	.	.	2	.
Oplismenus sp. aff. burmanii	2	.	1	.	.	2	.	1	1	1	.	.	
Isodon rugosus Str/Klg	.	+	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	2	
Pyrus pashia Str/Klg	+	.	.	r	.	1	1	.	r	.	
Pyrus pashia Str/Klg	+	.	.	r	.	1	1	.	r	.	
Pteris cretica	.	.	.	+	1	.	2	.	.	.	.	.	1	2	.	.	
Hieracium spec.	+	1	.	1	1	1	.	.	
Acer pentapomicum B	1	.	
Acer pentapomicum Str	1	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.
Acer pentapomicum Klg	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pistacia khinjuk B	1	.	.	.	.	.	.	r	.	.	
Pistacia khinjuk Str	+	
Pistacia khinjuk Klg	r	.	
Berchemia edgeworthii Str/Klg	+	1	.	.	1	.	.	1	.	
Sarcococca saligna Str/Klg	3	3	3	1	.	
Smilax spec.	2	+	1	.	.	.	1	.	
Gramineae sp. indet. 203	4	5	3	.	.	3	
Duchesnea indica	+	.	2	2	1	.	.	

Aufnahme-Nr.:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
<u>Mutmaßliche Charakterarten</u>																					
<u>höherer syntaxonomischer</u>																					
<u>Einheiten der feucht-temperierten</u>																					
<u>Koniferenwälder:</u>																					
Pinus wallichiana B	1	1	.	.	1	+	+	1	.	1	.	.	3	1	.	1	1	.	2	2	
Pinus wallichiana Str	1	.	.	+	1	+	1	.	2	.	1	.	.	.	.	.	+	1	.	.
Pinus wallichiana Klg	.	+	+	+	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Polygonatum multiflorum	1	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	3	1	+	3	2	.	.	1	1	
Viola pilosa	4	1	.	3	3	2	3	3	2	3	2	.	2	4	3	2	.	3	2	2	
Dryopteris ramosa	1	+	1	2	2	2	.	2	2	1	2	1	+	r	.	2	2	2	1	.	
Adiantum venustum	2	2	2	4	3	3	.	3	1	1	1	1	.	2	2	2	2	2	.	.	
Fragaria nubicola	3	3	3	3	3	2	1	2	2	2	1	1	.	1	.	2	2	.	.	.	
Hedera nepalensis	2	.	.	2	2	1	+	2	1	.	1	+	2	.	.	.	4	2	+	.	
Impatiens spec.	1	.	1	1	1	+	1	1	2	2	2	.	.	1	1	.	.	1	.	.	
Galium asperuloides	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<u>Begleiter:</u>																					
Clematis montana Str/Klg	1	.	.	1	1	1	1	1	3	.	2	.	.	.	2	.	.	1	2	+	
Indigofera heterantha Str/Klg	2	.	1	2	2	.	+	1	.	.	+	.	.	.	.	2	1	.	.	.
Berberis lycium Str/Klg	1	1	1	.	.	+	.	+	.	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera heterophylla Str/Klg	.	1	.	.	.	2	.	1	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1
Arabis amplexicaulis	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	1	.
Deutzia staminea Str/Klg	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1
Prunus spec. Str/Klg	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	r	.	.	+	1	.	.
Prunus cornuta B	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Prunus cornuta Str	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
Prunus cornuta Klg	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rubus foliolosus Str/Klg	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	.	2	2	.	.	.
Myriactis wallichii	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Silene vulgaris	+	+	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
indet. 344	1	.	3	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gerbera sp. aff. gossypiphora	.	.	+	.	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cotoneaster roseus Str/Klg	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lonicera sp. aff. hispida Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1	.
Rubus macilentus Str	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	r	1

Aufnahme-Nr.:	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
<i>Cotoneaster nummularia</i> Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Ficus palmata</i> Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	2	.	.	.
<i>Diospyros lotus</i> Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	3	2	.	.
<i>Rosa</i> sp. indet. 230 Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	+	.	.
<i>Swida macrophylla</i> Str	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	2	1	.	.	.
<i>Juglans regia</i> Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	r	.	r	.	.
<i>Stellaria monosperma</i>	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
Gramineae sp. indet. 1499	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	+	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudomertensia parviflora</i>	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euphorbia wallichii</i>	.	.	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum</i> spec. 312	.	.	.	r	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Milium effusum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	4	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxalis corniculata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.

Tab. 6 (Forts.):

außerdem zweimal: Gramineae sp. indet. in Nr. 34: 2, in Nr. 35: 1; *Alliaria petiolata* in Nr. 30: 3, in Nr. 27: 2; *Stellaria media* in Nr. 30: 2, in Nr. 33: 1; *Rosa webbiana* Str in Nr. 25: +, in Nr. 16: 1; *Lamium spec.* in Nr. 26: +, in Nr. 22: +; *Paeonia emodi* in Nr. 16: 1, in Nr. 23: +; *Poa nemoralis* in Nr. 16: +, in Nr. 22: 1; *Bupleurum spec.* in Nr. 17: +, in Nr. 23: +; *Salvia spec.* in Nr. 17: 2, in Nr. 18: +, *Ribes himalense* Str in Nr. 18: +, in Nr. 19: +; *Rubus pungens* Str in Nr. 18: +, in Nr. 20: +; *Parthenocissus semicordata* Str/Klg in Nr. 19: +, in Nr. 23: +; *Epipactis veratrifolia* in Nr. 20: +, in Nr. 21: +; *Salvia hians* in Nr. 22: +, in Nr. 23: +; ferner in Nr. 16: *Pseudostellaria cashmiriana* 1, *Hylotelephium ewersii* +, *Saussurea candolleana* +; in Nr. 17: *Carex spec.* 2, *Serratula pallida* +; in Nr. 20: *Labiatae sp. indet.* 1, *Abelia triflora* Str +; in Nr. 22: *Polygonatum verticillatum* 1; in Nr. 23: *Podophyllum hexandrum* +; Gramineae sp. indet. +, *Maytenus sp. aff. thomsonii* Str 2; in Nr. 24: *Ranunculus hirtellus* 1, *Delphinium incanum* +; in Nr. 25: *Brachythecium velutinum* M +, *Liriope spicata* +; in Nr. 27: *Cardamine impatiens* 1, *Polystichum piceopaleaceum* +; in Nr. 28: *Berberis spec.* 1, *Artemisia roxburghiana* +; in Nr. 29: *Cryptoleptodon rigidulus* M +; in Nr. 30: *Labiatae spec. indet.* 1; in Nr. 31: *Notholirion thomsonianum* +, *Ulmus cf. pumila* Str r, *Vicia sativa* +; in Nr. 32: *Taraxacum spec.* r, *Cephalanthera longifolia* 2, *Geranium sp. aff. rotundifolium* 1; in Nr. 33: *Brachythecium plumosum* M +, *Clematis grata* Str +, Gramineae sp. indet. 3, *Populus ciliata* B 2; in Nr. 34: *Crataegus songarica* Str +, *Euonymus hamiltonianus* Str 1, *Fraxinus xanthoxyloides* Str 1.

Oberhalb Naran ist die ausschließliche Verbreitung auf Sonnhängen, wo *Cedrus deodara*-Bestände bis unterhalb Battakundi anzutreffen sind, offenbar auf die zunehmende Winterkälte bzw. die in der Vegetationsperiode zu geringe Wärmesumme auf den Schatthängen zurückzuführen. Obwohl die Niederschläge in der Vegetationszeit auf unter 300 mm zurückgehen und die Sonnhänge wesentlich früher ausapern, sind hier die hygrischen Bedingungen für die Zeder noch ausreichend.

Die Böden sind als Standortfaktor von geringerer Bedeutung. Die Zedernwälder erstrecken sich über verschiedene Substratgrenzen hinweg. Sie sind auf tiefgründigen, gut drainierten, nährstoffreichen und humosen Braunerden optimal entwickelt. Sie kommen aber auch auf trockenen, flachgründigen und skelettreichen Substraten (z. B. bei Shinu unterhalb Jared) vor, wo *Cedrus deodara* allerdings in ihrem Wachstum gehemmt wird¹⁶. Sie weicht ebenfalls in feuchten Senken, in Bachtälern und Hangrunsen zurück, wo hygrophile sommergrüne Laubhölzer (*Aesculus indica*, *Prunus cornuta*, *Populus ciliata*, *Juglans regia* u.a.) innerhalb der Zedernwälder zur Vorherrschaft kommen.

Die *Cedrus deodara*-Gesellschaften zeichnen sich durch eine charakteristische Artenkombination mit Kenn- und Trennarten sowie durch eine Reihe von begleitenden Arten mit hoher Stetigkeit aus. Damit erfüllen sie die Kriterien einer Assozia-

¹⁶ Zu den edaphischen Ansprüchen von *Cedrus deodara* vgl. TROUP (1921: 1098), AGGARWAL (1934), TAYLOR et al. (1936: 312), MAHESHWARI & BISWAS (1970: 97).

tion (vgl. BRAUN-BLANQUET 1964: 122, DIERSSEN 1990: 11) und werden hier als lokal gültiger Vegetationstyp vom Rang einer Assoziation beschrieben.

Gegenüber den floristisch ähnlichen *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften wird die *Cedrus deodara*-Assoziation insbesondere durch die treuen Kennarten *Parrotiopsis jacquemontiana*, *Spiraea bella*, *Dioscorea deltoidea* und *Thalictrum pedunculatum* abgegrenzt. Unter diesen nimmt die Hamamelidacee *Parrotiopsis jacquemontiana*, ein im Habitus an die europäische *Corylus avellana* erinnernder, bis zu 5 m hoher sommergrüner Strauch, aufgrund der ausschließlichen Beschränkung auf diese Gesellschaft eine besondere Stellung ein¹⁷. Sie ist zudem absolut stet und von durchweg hoher Artmächtigkeit.

Diese Befunde deuten darauf hin, daß es sich bei dieser Art um eine regionale Assoziationscharakterart handelt. Diese Annahme wird gestützt durch Angaben aus der forstlichen Literatur (vgl. MUTHOO & WALI 1963: 721, 1965: 451, WALI & TIKU 1964: 141, CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a: 163, SAPRU 1975: 155), wonach *Parrotiopsis* einen dichten Unterwuchs in den *Cedrus deodara*-Gesellschaften Hazaras und Kashmirs bildet. MEUSEL & SCHUBERT (1971: 406) betonen ebenfalls die überwiegende Bindung von *Parrotiopsis jacquemontiana* an *Cedrus*-reiche Wälder und ihre Degradationsstadien.

Unter den Kennarten mit festem und holdem Treuegrad, die vornehmlich aus mesophytischen, beschattungstoleranten Sträuchern bestehen, verdient *Quercus dilatata* als einzige Eichenart in den temperierten Koniferenwäldern des Kaghan-Tales besondere Beachtung. Sie ist hier häufig auf lokalklimatisch feuchtere Standorte beschränkt, bildet im östlichen Westhimalaya unter humideren Bedingungen jedoch eigene Gesellschaften innerhalb des Eichen-Koniferenwaldkomplexes. Das Zurückweichen dieser wie auch der anderen hygrophilen, immergrünen Eichen (*Quercus semecarpifolia*, *Quercus incana*) gegen den trockeneren, kälteren und schneereicheren NW-Himalaya ist Ausdruck der sich zum Vorteil der Koniferen verändernden Klimaverhältnisse.

Im Zuge der Differenzierung der aufgenommenen *Cedrus deodara*-Bestände erwies sich die Meereshöhe als entscheidender Faktor. In den entlang des Höhengradienten angeordneten Aufnahmen in Tab. 6 läßt sich eine Ausbildung der oberen montanen Stufe (oberhalb 2000 m NN; Aufn. 16-23) von einer Ausbildung der unteren montanen Stufe (Aufn. 24-35) mit jeweils charakteristischen Differentialartengruppen unterscheiden.

Unter den Differentialarten der oberen Ausbildung befinden sich überwiegend an humidere Bedingungen angepaßte sowie gegen Kälte unempfindlichere Arten, die

¹⁷ Vgl. zu dieser Bindung auch HENNIKER-GOTLEY (1932: 19).

z. T. bis in die subalpine Stufe vordringen (*Abies pindrow*, *Picea smithiana*, *Taxus baccata* ssp. *wallichiana*, *Viburnum grandiflorum*, *Valeriana jatamansi* u.a.). Dagegen wird die untere Ausbildung durch thermophilere, z. T. subtropisch-tropisch verbreitete Elemente (*Myrsine africana*, *Pteris cretica*, *Oplismenus* sp. aff. *burmanii*, *Duchesnea indica* u.a.) sowie durch trockenere Standorte bevorzugende Arten (*Acer pentapomicum*, *Pistacia khinjuk*, *Daphne mucronata*) charakterisiert.

Als mutmaßliche Kennarten höherer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwaldgesellschaften werden die Arten zusammengefaßt, die zum einen keiner differenzierten Ausbildung angehören und zum anderen ebenfalls in den *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften mit hoher Stetigkeit auftreten (vgl. Tab. 9). Sie zeigen die mesophytischen Standortbedingungen in diesen Koniferenwäldern an. Zukünftige pflanzensoziologische Untersuchungen müssen ihren etwaigen Status als Verbands-, Ordnungs- oder Klassencharakterarten erweisen. Die Gruppe der Begleiter umfaßt die gesellschaftsvagen und indifferenten Arten sowie jene geringer Präsenz.

Die z.T. anthropogen aufgelichteten Zedernwälder weisen nur selten ein dicht geschlossenes Kronendach auf. Die in der Regel aus Koniferen bestehende, 40-60 % deckende und 25-35 m hohe B₁ wird neben der dominanten *Cedrus deodara* von *Pinus wallichiana* (durchgehend), *Picea smithiana* und *Abies pindrow* (obere Ausbildung) gebildet. Die Baumschicht wird durch verschiedene Laubhölzer in der B₂ (10-15 m) komplementiert. Die partielle Auflichtung des Kronendaches fördert das Wachstum der überwiegend mesophytischen Strauchschicht¹⁸, die jedoch ohnehin, auch in dichten Beständen, meist hohe Deckungsgrade erreicht und äußerst artenreich ist. Weichblättrige Sträucher, die vom Vieh bevorzugt verbissen werden (*Lonicera quinquelocularis*, *Euonymus fimbriatus*, *Rhamnus virgatus*, *Rhamnus purpureus*), weisen auf eine vergleichsweise geringere Durchweidung der aufgenommenen Bestände hin, die nahezu ausnahmslos in den von der Forstbehörde verwalteten "Reserved Forests" liegen. Auch in diesen geschützten, kontrolliert beweideten Beständen ist jedoch eine Reihe von Beweidungsindikatoren vertreten (*Viburnum grandiflorum*, *Sorbaria tomentosa*, *Indigofera heterantha*, *Isodon rugosus*), die das Bestandesbild in den privaten/dorfeigenen "Guzara Forests"¹⁹ weithin prägen.

¹⁸ Insbesondere wird das Wachstum von *Parrotiopsis jacquemontiana* begünstigt. Unter Forstmännern wurde früher die Ansicht vertreten, daß deren üppiger Wuchs die Verjüngung der Zeder unterbindet und sie daher auszurotten sei (vgl. JAMWALL 1932, S. SINGH 1932). Inzwischen gilt *Parrotiopsis*, unter deren Schirm die Zeder gute Ansammlungsbedingungen vorfindet, jedoch eher als "good nurse" für die Zedern-Sämlinge (vgl. MUTHOO & WALI 1965: 451, INAYATULLAH & TICKU 1965: 543).

¹⁹ Nach dem Wort "guzara", das in etwa mit Lebensunterhalt übersetzt werden kann (frdl. Mitteilung von Dr. H. KREUTZMANN, Berlin), bedeutet die Bezeichnung "Guzara

Wenn sich der anthropogene Einfluß bis zur Vernichtung der Baumschicht verstärkt, entwickeln sich *Parrotiopsis*-Gebüschgesellschaften, wie sie zwischen Kaghan-Ort und Naran auf Sonnhängen stellenweise anzutreffen sind. Die Standorte dieser Degradationsstadien sind sowohl aufgrund der Lage im hypsozonalen Verbreitungsbereich der *Cedrus deodara*-Gesellschaften als auch aufgrund der pflanzensoziologischen Affinität von *Parrotiopsis jacquemontiana* als potentielles *Cedrus deodara*-Areal anzusehen²⁰.

In die Strauchschicht der *Cedrus*-Wälder ragen ferner Kletterpflanzen (*Clematis montana*, *Dioscorea deltoidea*, *Hedera nepalensis*) mit relativ hohen Deckungsgraden hinein, die die Stämme z. T. bis in den Kronenraum mit einem dichten Blattgeflecht überziehen. Sie tragen zusätzlich zu dem dominierenden Anteil von Phanerophyten (51 %) im Lebensformenspektrum bei (vgl. Abb. 20), der im Gegensatz zu den anderen feucht-temperierten Koniferenwaldgesellschaften den Anteil von Hemikryptophyten (41 %) übertrifft. In diesem Verhältnis spiegeln sich die mesophytischen Standortbedingungen wider, die durch das Zusammenwirken der Humidität der Schatthänge und der günstigen Temperaturen der unteren montanen Stufe geschaffen werden.

Der mesophytische Charakter dieser Gesellschaften kommt auch in der Zusammensetzung der Krautschicht zum Ausdruck. Wie in den zuvor behandelten Gesellschaften herrschen auch hier Gramineen vor. Es stellen sich jedoch auch viele hygrophile Stauden, Farne und Waldschattenpflanzen ein. Dagegen treten lichtliebende Compositen und Labiaten zurück. In bezug auf die Regeneration der *Cedrus deodara*-Wälder ergeben sich deutliche Unterschiede zwischen Koniferen und Laubhölzern. Während die regelmäßig anzutreffenden Keimlinge und Junghölzer der Koniferen ein ausreichendes Verjüngungspotential der Zedernwälder belegen, kommen die bevorzugt verbissenen Keimlinge der Laubholzarten nur sporadisch an. Die Waldweide hat den Anteil der Laubhölzer bereits deutlich vermindert.

Die *Cedrus deodara*-Gesellschaften im Kaghan sind als Endstadien der natürlichen Vegetationsentwicklung, d.h. als klimatische Schlußgesellschaften anzusehen, da sie sich durch autogene Sukzession nicht weiterentwickeln würden. Dieser syndynamische Status wird ihnen ebenfalls von anderen Autoren (CHAMPION, SETH & KHATTAK 1965a: 165, MEUSEL & SCHUBERT 1971: 412) für die Region Hazara/Kashmir zugeschrieben. Auch im östlich angrenzenden feuchteren Westhimalaya, wo sich die *Cedrus deodara*-Gesellschaften innerhalb des Eichen-Konife-

Forests" Wälder, aus denen der Lebensunterhalt der Bevölkerung bestritten wird.

²⁰ Möglicherweise handelt es sich bei den von SINGH & KACHROO (1976b: 62ff) aus Kashmir beschriebenen *Parrotiopsis*-Gesellschaften ebenfalls um *Cedrus*-Ersatzgesellschaften.

renwaldkomplexes auf trockenere Standorte und schließlich weiter in die inneren Täler zurückziehen, scheinen es weniger edaphisch als vielmehr lokalklimatisch bedingte Schlußgesellschaften zu sein (vgl. DUDGEON & KENOYER 1925: 265ff, HESKE 1932: 602, GORRIE 1933). Daher kann der Ansicht, es handele sich hier um eine "stable edaphic climax" (MUTHOO & WALI 1965: 452) nicht gefolgt werden.

In östlicher Richtung dringen die *Cedrus deodara*-Gesellschaften bis nach Westnepal vor (vgl. COLLIER 1924: 108, LAMBERT 1924: 228, BISWAS 1933: 29, WILLIAMS 1953: 329). In Annäherung an ihre westliche Verbreitungsgrenze im trockeneren Ostafghanistan greifen sie entsprechend dem Gesetz des Biotopwechsels und der relativen Standortkonstanz zunehmend auf die äußeren Gebirgsketten über. Dort weisen sie bereits ein stark verändertes Artenspektrum auf (vgl. NEUBAUER 1954, FREITAG 1971a, GILLI 1977, M.H. KHAN 1978). Innerhalb des Gesamtareals treten die *Cedrus deodara*-Wälder in einer breiten Palette standörtlicher Variationen mit Niederschlägen von weit unter 1000 bis zu 1500 mm/a auf. CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a) untergliedern sie daher in eine feuchte und eine trockene Ausbildung, deren Übergang nach MUTHOO & WALI (1965: 449) bei einem Niederschlag von 1000 mm/a liegen soll. Die Bestände im Kaghan gehören nahezu ausschließlich der feuchten Ausbildung an. Lediglich die Bestände unterhalb Battakundi, in denen die xerophile *Artemisia maritima* im Unterwuchs auftreten kann, sind Übergänge zu einer trockeneren Variante.

Wie die *Quercus baloot*-Hartlaubwälder weisen auch die *Cedrus deodara*-Gesellschaften gewisse Parallelen zur Mediterraneis auf. Neben den klimatischen Entsprechungen mit hohen Winterniederschlägen und sommerlichen Trockenperioden bestehen vor allem in florensgeschichtlicher und floristischer Hinsicht deutliche Beziehungen zu den *Cedrus*-Wäldern des ost- und westmediterranen Raumes (vgl. Tab. 1 in MEUSEL & SCHUBERT 1971: 413, vgl. auch HOOKER 1862, EMBERGER 1938). Der dominierende Anteil mesophytischer Elemente im Artenspektrum der himalayischen Zedernwälder weist jedoch gegenüber den eher xerophytischen mediterranen *Cedrus*-Wäldern auf eine Anpassung an humidere Bedingungen hin.

3.1.2.1.2 *Pinus wallichiana*-Gesellschaften

Die Blaukiefer, *Pinus wallichiana*, zeichnet sich unter allen Himalaya-Koniferen durch die breiteste ökologische Amplitude, verbunden mit einem ausgesprochenen Pioniercharakter, aus. Im Kaghan-Tal kommt sie in allen Expositionen von der unteren montanen Stufe bis zur Waldgrenze vor. Im Tallängsprofil reicht ihre Verbreitung vom unteren äußeren Talraum bis an die talaufwärtige Grenze hochstämmiger Waldbestände unterhalb Besal.

Pinus wallichiana ist als regelmäßiger Begleiter auch in anderen Waldgesellschaften vertreten. In der oberen Ausbildung der *Pinus roxburghii*-Wälder besiedelt sie lokalklimatisch kühlere und edaphisch feuchtere Standorte, während sie die *Cedrus deodara*-Gesellschaften als hochstete Art begleitet. In *Abies pindrow*-Wäldern bevorzugt sie trockenere, wärmere Lagen. Darüber hinaus ist sie regelmäßig auch in *Betula utilis*-Beständen zu finden und bildet auf Sonnhängen mit krüppeligen Wuchsformen die Waldgrenze. Innerhalb ihres Areals im Kaghan bildet sie eigene Gesellschaften dagegen zumeist nur auf Standorten, wo ihr die ökologischen Bedingungen Wettbewerbsvorteile gegenüber den konkurrierenden Waldgesellschaften verschaffen: auf den Sonnhängen der oberen montanen Stufe, insbesondere zwischen 2100 und 2800 m NN.

Dort treten die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften als ausgedehnte, nahezu reine Bestände²¹ auf. Sie sind sowohl im stark monsunbeeinflussten äußeren Tal, wo sie die *Pinus roxburghii*-Wälder in der Höhe ablösen, als auch in den im Regenschatten der Außenketten liegenden inneren Talbereichen anzutreffen, wo sie sich höhenwärts an Hartlaubwälder und *Cedrus deodara*-Gesellschaften anschließen. Erst im Raum Battakundi bildet *Pinus wallichiana* keine typischen Gesellschaften mehr aus. Dort zieht sie sich in meist von *Abies pindrow* dominierte, ausschließlich auf Schatthänge beschränkte Koniferenwälder zurück.

Die Wirkung der Strahlungsexposition erweist sich somit als wesentlicher Standortfaktor für die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften. Dagegen übt die Klimadifferenzierung im Tallängsprofil mit der wechselnden Vorherrschaft der Sommer- und Winterniederschläge und dem allgemeinen Niederschlagsrückgang über weite Strecken keinen deutlichen Einfluß aus. Erst die ausgeprägte Zunahme der hygrischen Kontinentalität im Raum Battakundi schränkt die Konkurrenzfähigkeit der Blaukiefer in größerem Umfang ein.

Innerhalb der großen Spannbreite klimatisch geeigneter Standortbedingungen spielen die edaphischen Verhältnisse kaum eine Rolle. Wie *Cedrus deodara* tritt die Blaukiefer über verschiedene Substratgrenzen hinweg und bevorzugt ebenfalls tiefgründige, gut drainierte, humose Braunerden. Sie gedeiht jedoch im Gegensatz zur Zeder auch gut auf mäßig trockenen, skelettreichen und nährstoffarmen Böden. Als Pionier vermag sie sogar Hangrutschungsflächen und Lawinenrunsen zu besiedeln. Lediglich auf grundwassernahen oder staunassen Böden tritt *Pinus wallichiana* gegenüber sommergrünen Laubhölzern zurück, die dann ebenso wie in den Zedernwäldern kleinflächig dominieren.

²¹ TROUP (1921: 1017) wies bereits auf die ausgedehnten *Pinus wallichiana*-Bestände im Kaghan-Tal hin, vgl. TROLL (1939b), WALI (1964), JAVEID (1978) für angrenzende Regionen.

In dem Gesellschaftskomplex der feucht-temperierten Koniferenwälder werden die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften aufgrund ihrer vergleichsweise breiteren ökologischen Amplitude weniger gut durch Kenn- und Trennarten charakterisiert als die *Cedrus*- und *Abies*-Wälder (vgl. Tab. 9). *Pinus wallichiana* ist sowohl Assoziationscharakterart als auch mutmaßliche Charakterart höherer syntaxonomischer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwälder. Unter den im Tabellenvergleich ermittelten weiteren Kennarten (Tab. 7) befinden sich überwiegend lichtliebende Saumarten, die durch die anthropo-zoogene Auflichtung der Bestände gefördert werden. Die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften werden hier aufgrund der charakteristischen Artenkombination, der Kennarten und einer Reihe hochsteter Begleiter als lokal gültige Assoziation beschrieben. Zukünftige regionale Untersuchungen werden den Gültigkeitsbereich klären müssen.

Tab. 7: *Pinus wallichiana* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	
Aufnahmefläche (m²):	300	300	250	250	250	300	250	250	250	200	250	250	200	200	200	250	200	200	300	250	300	300	300	
Höhe NN (m):	2520	2550	2410	2370	2380	2380	2170	2520	2570	2630	2730	2670	2450	2450	2560	2590	2440	2430	2370	2535	2360	2380	2310	
Exposition:	S	SSW	SSW	SSW	SSE	SSW	ESE	WSW	W	SSW	SSW	WSW	WSW	SSE	SSE	SSE	ESE	ESE	WNW	ENE	NNW	NNW	N	
Hangneigung (°):	42	43	37	42	40	43	43	44	22	44	29	30	30	40	35	40	36	46	30	33	39	36	33	
Hanglage:	HUV	HOX	HMX	HMX	HOG	HOG	HOX	HUV	HOS	HMG	HUG	HUV	HMX	HUX	HUG	HOX	HUV	HUG	HOV	HMV	HUV	HOG	HOV	
Bodentyp:	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	pB	pB	B	B
Deckung BS (%):	70	40	65	60	85	70	65	70	70	50	75	70	75	70	90	70	70	50	65	85	65	80	75	
Deckung SS (%):	45	55	35	25	15	25	55	30	15	45	70	90	50	75	20	65	55	75	60	60	70	50	30	
Deckung KS (%):	55	70	80	70	25	45	40	75	40	65	65	60	65	90	25	75	75	80	90	75	60	65	70	
Waldweide (Intensität 0 - 3):	2	2	2,5	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	1,5	1,5	0,5	1,5	2	2	0,5	2	1,5	0,5	0,5	
Artenzahl:	37	34	34	32	30	46	33	33	24	39	35	32	44	47	31	44	42	41	38	35	42	40	32	
<u>Assoziationscharakterart und</u> <u>mutmaßliche Charakterart</u> <u>höherer syntaxonomischer</u> <u>Einheiten der feuchtem-</u> <u>perierten Koniferenwälder:</u>																								
<i>Pinus wallichiana</i> B	4	3	4	4	5	4	4	4	5	1	4	3	3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	2	
<i>Pinus wallichiana</i> Str	3	3	.	2	2	2	+	2	1	2	+	1	+	1	+	2	2	.	.	1	+	.	.	
<i>Pinus wallichiana</i> KlG	.	.	r	.	+	1	.	+	1	+	.	.	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.
<u>weitere Assoziations-</u> <u>charakterarten:</u>																								
<i>Sorbaria tomentosa</i> Str/KlG	2	.	1	1	.	.	1	2	1	+	.	.	.	.	3	+	1	.	2	.	2	1	1
<i>Androsace rotundifolia</i>	1	1	3	3	1	1	.	+	.	1	.	.	.	1	.	+	1	3	.	1	.	+	.	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	.	+	.	.	1	.	.	.	+	+	+	2	+	+	.	.	.	1	.	r	2	1	
<i>Clinopodium vulgare</i>	1	1	1	1	.	.	1	+	2	2	1	1	.	+	.	.	+	1	.	.	.	.	.
<i>Cephalanthera longifolia</i>	.	r	.	.	+	+	2	.	.	.	1	1	1	.	+	r	1	.	.	+	.	.	.	
<i>Silene vulgaris</i>	r	1	.	+	.	+	.	.	.	2	.	.	+	+	.	.	.	+	+	.	+	.	.	

Aufnahme-Nr.:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		
<u>differenzierte Ausbildung der stärker beweideten Sonnhänge:</u>																									
Berberis lycium Str/Klg	1	1	+	.	1	2	2	1		+	+	.	.	.	.	1	.	+	.	.	+	1	.		
Pseudomertensia parviflora	1	1	.	.	1	1	1	2		+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
Ajuga parviflora	1	1	.	+	+	+	.	+		.	.	.	.	.	.	+	r	+	.	.	.	.	.	.
Veronica melissifolia	2	.	1	1	.	1	1	.		.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	
Gramineae sp. indet. 320	1	1	1	1	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>differenzierte Ausbildung der weniger stark beweideten, lokalklimatisch feuchten und/oder schattseitigen Hänge:</u>																									
Abies pindrow B	.	.	.	.	.	.	.	r		1	1	1	1	1	+	2	.	1	3	1	.	1	.	+	
Abies pindrow Str	.	.	.	.	.	.	.	r		1	.	3	2	.	.	1	r	r	.	.	.	+	2	+	1
Abies pindrow Klg	.	.	+	.	.	.	.	.		1	.	1	2	+	+	.	.	.	.	r	.	1	.	.	.
Podophyllum hexandrum	1	.	1	+	.	.	.	+		.	.	2	2	1	1	2	1	1	+	1	1	1	.	1	.
Prunus cornuta B	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	1	.	.	2	.	.	.	1	2	.	1	2	.
Prunus cornuta Str	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	1	+	.	+	3	1	.	1	+	r	.	.	.
Prunus cornuta Klg	1	+	.	.	r	.	.	1		.	.	1	.	+	.	+	+	+	.	1	+	1	+	.	.
Picea smithiana B	.	.	.	.	+	1	.	+		1	2	.	1	2	2	1	.	.	.	3	.	3	1	.	.
Picea smithiana Str	.	.	.	.	.	.	.	.		.	2	+	2	.	r	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.
Picea smithiana Klg	.	.	.	.	.	.	.	.		+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.
Clematis montana Str/Klg	.	.	.	.	.	r	+	.		.	.	.	1	1	+	+	2	.	.	2	.	+	2	1	.
Smilax vaginata Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.		.	2	1	2	1	+	.	.	.	1	2	.	2	1	2	.
Juglans regia B	.	.	.	1	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.
Juglans regia Str	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	1	.	+	r	1	1	.	.	.	.	.	.	.
Juglans regia Klg	.	.	.	.	.	.	.	+		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
Polygonatum multiflorum	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	1	1	2	.	+	+	+	.	1	.	+	.
Gramineae sp. indet. 305	.	.	1	.	1	.	.	.		.	.	.	.	.	.	+	1	1	1	1	.	.	2	.	.
Paeonia emodi	.	.	.	+	.	.	.	.		.	1	2	1	1	.	1	.	2	.	1	.	.	.	.	.
Aquilegia pubiflora	.	.	.	.	.	+	.	.		.	1	2	.	1	+	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.
Aesculus indica B	.	.	.	.	.	.	2	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	.	.	1	.
Aesculus indica Str	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	1	r	.	1	.

Aufnahme-Nr.:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58		
<i>Aesculus indica</i> Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Epimedium elatum</i> Str/Klg	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	+	.	+
<i>Stellaria monosperma</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus fimbriatus</i> Str	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	1	.	.	.	2	.
<i>Ainsliaea aptera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	r
<i>Dioscorea deltoidea</i>	+	.	r
<i>Actaea spicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	+	2
var. <i>acuminata</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
<u>mutmaßliche Charakterarten</u>																									
<u>höherer syntaxonomischer</u>																									
<u>Einheiten der feucht-tem-</u>																									
<u>perierten Koniferenwälder:</u>																									
<i>Fragaria nubicola</i>	4	4	4	3	3	3	2	4	3	4	4	4	3	4	2	2	3	4	4	4	3	3	3	2	
<i>Viola pilosa</i>	4	2	1	.	2	3	1	3	1	3	3	3	3	2	2	2	3	2	4	5	4	3	3	3	
<i>Dryopteris ramosa</i>	3	2	2	2	.	1	.	3	+	1	1	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	4	3	
<i>Adiantum venustum</i>	3	1	2	1	.	1	.	3	+	1	+	+	3	3	2	3	3	2	3	2	4	2	4	4	
<i>Valeriana jatamansi</i>	4	4	3	3	+	2	.	4	1	3	2	.	3	2	1	3	3	3	4	2	3	1	1	1	
<i>Galium asperuloides</i>	1	1	1	+	+	2	1	1	+	.	3	3	4	2	1	3	3	1	1	.	2	1	1	1	
<i>Viburnum grandiflorum</i> Str/Klg	2	1	3	1	2	2	.	2	.	.	3	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	1	2	
<i>Impatiens spec.</i>	2	3	4	3	.	.	.	1	.	1	2	3	+	1	.	2	1	4	.	1	2	1	.		
<i>Anemone falconeri</i>	.	.	.	.	2	1	1	2	1	1	3	3	.	+	1	1	.	1	1	.	2	1	1	.
<i>Hedera nepalensis</i>	+	.	.	.	1	1	.	+	.	.	.	.	1	1	1	.	1	+	3	.	3	.	1	1
<u>Begleiter:</u>																									
<i>Compositae spec. indet. 307</i>	2	1	+	.	1	.	.	1	.	1	.	1	2	2	1	2	2	1	.	2	2	.	.	.	
<i>Gramineae spec. indet. 202</i>	2	.	1	1	.	.	3	1	.	.	.	.	1	2	+	1	1	1	.	1	2	.	+	.
<i>Ranunculus hirtellus</i>	1	1	1	1	.	1	.	1	.	3	.	.	2	2	.	1	2	1	.	3	.	.	.	.
<i>Indigofera heterantha</i> Str/Klg	.	1	.	.	+	1	2	+	1	1	.	.	.	.	3	+	+	1	.	.	.	1	+	.
<i>Rumex nepalensis</i>	1	+	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	+	.	.	r	+	+	.	+	+	.	.	.	
<i>Euphorbia wallichii</i>	.	.	2	2	.	.	.	+	.	.	1	.	2	1	1	.	+	.	.	1	+	+	.	.	
<i>Geum urbanum</i>	1	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	1	+	1	1	.	1	.	.	.	.
<i>Carex spec.</i>	.	.	.	.	1	1	1	.	+	2	+	2	2	1	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.
<i>Thlaspi cochleariforme</i>	1	1	.	+	+	1	.	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.
<i>Viburnum cotinifolium</i> Str/Klg	+	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	+	.	r	.	.	.	+	.	1	1	1	1

Aufnahme-Nr.:	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
<i>Lonicera quinquelocularis</i>					2	1	+	.	.	.	.	.	1	+	.	1	.	.	1	.	+	2	.
Str/Klg	.	.	.	.															
<i>Peridium aquilinum</i>	.	.	3	+	.	2	1	.	.	.	2	2	.	.	.	.	.	2	3	.	.	.	1
Gramineae spec. indet. 1499	2	3	.	2	.	1	.	2	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	.	1	.	.	.
Labiatae spec. indet. 212	1	1	.	.	.	.	1	1	.	+	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cotoneaster bacillaris</i> Str/Klg	.	.	.	.	+	1	.	.	.	2	.	.	r	r	.	+	.	.	.	.	.	2	.
<i>Rosa webbiana</i> Str/Klg	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+
<i>Jasminum humile</i> Str	.	.	+	.	1	1	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cedrus deodara</i> B	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	.	2	3	.
<i>Cedrus deodara</i> Str	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+
<i>Cedrus deodara</i> Klg	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Cardamine impatiens</i>	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	+	.	.
<i>Carex schlagintweitiana</i>	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	2	2	.
<i>Euphorbia maddenii</i>	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	+	.	.	.	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	+	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.
<i>Myriactis wallichii</i>	.	r	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex cardiolepis</i>	.	.	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1
<i>Rubus foliolosus</i> Str	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	.
<i>Rhamnus purpureus</i> Str	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.
Gramineae sp. indet. 203	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	1	.
<i>Milium effusum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Solidago virgaurea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Serratula pallida</i>	.	.	.	.	.	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Corydalis diphyllo</i>	+	1	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bistorta amplexicaulis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	1	2
<i>Lilium polyphyllum</i>	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.
sp. indet. 304	.	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asparagus filicinus</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pylaisiadelph</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>drepanioides</i> M	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.

Tab. 7 (Forts.):

außerdem zweimal: *Spiraea bella* Str in Nr. 57: 1, in Nr. 37: 2; *Quercus dilatata* B in Nr. 42: 2, Str in Nr. 42: + und Nr. 54: +; *Desmodium elegans* Str in Nr. 58: +, in Nr. 41: r; *Torilis japonica* in Nr. 57: r, in Nr. 37: +; *Isodon rugosus* Str in Nr. 42: 1, in Nr. 37: 1; *Arabis amplexicaulis* in Nr. 56: r, in Nr. 52: +; *Prunus spec.* Str in Nr. 42: r, in Nr. 53: +; *Duchesnea indica* in Nr. 42: 1, in Nr. 41: 1; *Oxalis corniculata* in Nr. 42: 1, in Nr. 36: +; *Hieracium spec.* in Nr. 40: +, in Nr. 41: 1; *Artemisia roxburghiana* in Nr. 49: +, in Nr. 45: 1; *Lamium spec.* in Nr. 52: 1, in Nr. 46: 1; *Bergenia ciliata* in Nr. 57: 1, in Nr. 56: +; *Salvia spec.* in Nr. 45: +, in Nr. 55: +; *Ribes himalense* Str in Nr. 51: +, in Nr. 50: 1; *Rubus pungens* in Nr. 51: +, in Nr. 45: +; *Gramineae sp. indet.* in Nr. 44: 2, in Nr. 41: 2; *Heracleum cachemirianum* in Nr. 42: 1, in Nr. 41: r; *Cirsium sp. aff. wallichii* in Nr. 41: r, in Nr. 38: +; *Labiatae sp. indet.* 1459 in Nr. 37: +, in Nr. 49: +; *Symblepharis vaginata* M in Nr. 51: +, in Nr. 48: +; *Lysimachia prolifera* in Nr. 39: +, in Nr. 55: +; *Pseudomertensia nemorosa* in Nr. 46: 2, in Nr. 45: +; *Sanicula elata* in Nr. 46: 1, in Nr. 47: 1; ferner: *Gentiana micantiformis* in Nr. 36: +; *Poa nemoralis* in Nr. 37: +; *Poa angustifolia* in Nr. 38: +; *Parthenocissus semicordata* in Nr. 38: +; *sp. indet.* 344 in Nr. 38: 1; *Pteris cretica* in Nr. 39: +; *Rhus sp. aff. punjabensis* Str in Nr. 40: r; *Trigonella sp. aff. gracilis* in Nr. 40: +; *Alliaria petiolata* in Nr. 41: +; *Polygonatum spec.* in Nr. 41: +; *Gramineae sp. indet.* 313 in Nr. 41: 1; *Andrachne cordifolia* Str in Nr. 42: 1; *Lespedeza sp. aff. variegata* in Nr. 42: +; *Astragalus grahamianus* in Nr. 42: +; *Arthraxon sp. aff. prionodes* in Nr. 42: 1; *Gagea elegans* in Nr. 44: 2; *Arenaria neelgherrensis* in Nr. 44: +; *Orchidaceae sp. indet.* 1441 in Nr. 45: r; *Skimmia anquetilia* Str in Nr. 45: 2; *Compositae sp. indet.* 1440 in Nr. 45: +; *Luzula spec.* in Nr. 45: 1; *Saussurea candolleana* in Nr. 45: 2; *Gramineae sp. indet.* 1437 in Nr. 45: +; *sp. indet.* 1439 in Nr. 45: r; *Primula denticulata* in Nr. 45: +; *Ranunculus laetus* in Nr. 46: 1; *Hypnum pallescens* M in Nr. 46: +; *Acer caesium* Str in Nr. 47: 2, Klg in Nr. 47: +; *Polystichum piceopaleaceum* in Nr. 47: 1; *Pseudostellaria cashmiriana* in Nr. 47: 1; *Brachythecium laeve-velutinum* M in Nr. 48: +; *Brachythecium salebrosum* M in Nr. 48: +; *Daphne mucronata* in Nr. 48: r; *Hackelia macrophylla* in Nr. 49: 1; *Dryopteris juxtaposita* in Nr. 49: +; *Origanum vulgare* in Nr. 51: 1; *Salvia hians* in Nr. 52: +; *Labiatae sp. indet.* 355 in Nr. 52: +; *Hypericum perforatum* in Nr. 52: +; *Verbascum thapsus* in Nr. 53: r; *Rhamnus virgatus* Str in Nr. 54: +; *Acer cappadocicum* B in Nr. 54: r; *Indigofera sp. aff. himalayensis* Str in Nr. 54: r; *Labiatae sp. indet.* 366 in Nr. 55: 2; *Gentiana pseudoaquatica* in Nr. 55: +; *Thalictrum pedunculatum* in Nr. 56: 1; *Cotoneaster nummularia* Str in Nr. 57: 1; *Gramineae sp. indet.* 1466 in Nr. 58: +.

Da der Verbreitungsschwerpunkt der *Pinus wallichiana*-Bestände auf den früher ausapernden Sonnhängen liegt, sind sie in deutlich stärkerem Maße von der Waldweide betroffen als die Gesellschaften auf den Schatthängen, wo oberhalb 2000 m NN bis in den Mai hinein eine geschlossene Schneedecke vorhanden ist. Die Beweidungsintensität führt in Verbindung mit kleineren Expositionsvariationen zu einer Differenzierung der aufgenommenen Bestände in eine Ausbildung der stärker durchweideten, strahlungsexponierten Hänge (Aufn. 36-43) sowie in eine Ausbildung weniger intensiv beweideter, lokalklimatisch kühlerer oder absonniger Hänge (Aufn. 44-58).

In der Differentialartengruppe der ersteren Ausbildung befinden sich ausnahmslos solche Arten, die vom Weidegang des Viehs positiv ausselektiert wurden. Neben

dem verbißresistenten Dornstrauch *Berberis lycium* und einer Graminee gehören die vom Vieh verschmähten, heliophilen, perennierenden Stauden *Pseudomertensia parviflora*, *Ajuga parviflora* und *Veronica melissifolia* dieser Gruppe an. Als Folge der lokalklimatischen Verhältnisse und der hohen Konkurrenzkraft von *Pinus wallichiana* auf diesen Standorten sind die Bestände dieser xerischen Ausbildung als *Pinus wallichiana*-Reinbestände entwickelt. Weitere Baumarten sind nur vereinzelt anzutreffen.

Diese treten erst in der letzteren Ausbildung deutlich in Erscheinung. Neben den hochmontanen Koniferen *Abies pindrow* und *Picea smithiana* stellen sich hier regelmäßig die mesophytischen Laubhölzer *Prunus cornuta*, *Juglans regia* und *Aesculus indica* ein. Der mesophytische Charakter dieser Ausbildung wird durch die anderen Elemente der Differentialartengruppe unterstrichen. Sie umfaßt Kennarten sowohl der *Cedrus deodara*-Gesellschaften (*Dioscorea deltoidea*, *Euonymus fimbriatus*) als auch der *Abies pindrow*-Gesellschaften (*Smilax vaginata*, *Ainsliaea aptera*, *Aquilegia pubiflora*, *Actaea spicata* var. *acuminata*) sowie weitere Waldschattenpflanzen (*Epimedium elatum*, *Polygonatum multiflorum*).

Als mutmaßliche Kennarten höherer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwälder sind in Tab. 7 neben *Pinus wallichiana* jene Arten aufgeführt, die auch in den *Cedrus deodara*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften hohe Stetigkeiten aufweisen (vgl. Tab. 9). Unter ihnen besitzt die vom Vieh gemiedene *Viburnum grandiflorum* in der Strauchschicht eine hohe Artmächtigkeit, die in erster Linie auf die regelmäßige Durchweidung der Bestände zurückzuführen ist. Die gesellschaftsvagen, indifferenten und gering präsenten Arten sind in der Gruppe der Begleiter zusammengefaßt.

Im Gegensatz zu den *Cedrus deodara*-Wäldern sind die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften physiognomisch wesentlich einfacher strukturiert. Die z. T. anthropogen aufgelichteten, aus wenigen Arten bestehenden 15-40 m hohen Baumschichten B₁ (überwiegend Koniferen) und B₂ (Laubhölzer) decken gemeinsam nur 50-70 %. Der Deckungsgrad der Strauchschicht, deren Artenreichtum gegenüber den Zedernwäldern um 2/3 zurückgeht, liegt noch darunter, obwohl lichte Verhältnisse herrschen. In ihr dominieren die vom Vieh verschmähten *Viburnum grandiflorum*, *Indigofera heterantha* und *Sorbaria tomentosa*. Die Krautschicht wird neben einigen ständig präsenten Begleitern von Beweidungszeigern (ruderales, ungenießbare, z. T. toxische Elemente) geprägt (vgl. Tab. 7). Sie ist damit zwar insgesamt artenreicher, aber zugleich auch deckungsärmer und stärker ausgeräumt als in den *Cedrus*-Wäldern.

Neben der mächtigen Streuschicht aus *Pinus*-Nadeln wirkt sich die regelmäßige Beweidung sehr nachteilig auf die Regeneration der Baumarten aus. Keimlinge werden nur in geringer Anzahl angetroffen und weisen durchweg Verbißspuren auf.

Ältere Verjüngungsstadien (Strauchschicht) sind etwas zahlreicher vertreten, dennoch machen die Bestände großenteils einen überalterten Eindruck²².

In den negativen strukturellen Veränderungen und den Artenverschiebungen kommt die massive anthropo-zoogene Beeinflussung dieser meist auf Sonnhängen stockenden Bestände zum Ausdruck. Der deutliche Artenrückgang in der Strauchschicht gegenüber den *Cedrus*-Wäldern ist darüber hinaus auch darauf zurückzuführen, daß viele sino-himalayische Monsunelemente an ihrer nordwestlichen Arealgrenze auf die wärmeren und feuchteren Schatthänge der unteren montanen Stufe beschränkt bleiben.

Unter den gegenwärtigen makroklimatischen Bedingungen sind die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften im Kaghan als Endstadien der natürlichen Vegetationsentwicklung einzustufen. Darauf deuten nicht nur die hier erfolgte floristisch-soziologische Typisierung und die synökologische Charakterisierung hin. Auch CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 162) bezeichnen sie als "specific stable forest type". MEUSEL & SCHUBERT (1971: 412) interpretieren *Pinus wallichiana*-Wälder in Jammu ebenfalls als "Klimax-Vegetation". Sekundäre Bestände haben sich offenbar dort entwickelt, wo *Pinus wallichiana* aufgrund ihres Pioniercharakters und ihrer weiten ökologischen Amplitude durch natürliche oder anthropogene Ursachen freigewordene Nischen besetzen konnte, wie etwa in degradierten Eichen-Koniferenwäldern des östlichen Westhimalaya (vgl. GORRIE 1933, MOHAN & PURI 1954, R.K. GUPTA 1966, 1983, CHAMPION & SETH 1968).

Die enorme Anpassungsfähigkeit der Blaukiefer drückt sich auch in der Gesamtverbreitung aus, die von Ostafghanistan bis nach SE-Tibet reicht (POLUNIN & STAINTON 1984: 387). Die Fähigkeit, ausgedehnte Gesellschaften zu bilden, die sie an ihrer westlichen Arealgrenze noch besitzt (vgl. FREITAG 1971a: 328), nimmt unter zunehmendem Monsuneinfluß ab. Dem Gesetz des Biotopwechsels und der relativen Standortkonstanz folgend, treten *Pinus wallichiana*-Gesellschaften im humideren Zentral- und Osthimalaya in trockeneren inneren Tälern in erheblich vermindertem Umfang auf (vgl. S. SINGH 1929: 200, SCHWEINFURTH 1957: 290, STAINTON 1972: 111).

3.1.2.1.3 *Abies pindrow*-Gesellschaften

Im Kaghan entspricht das Verbreitungsgebiet von *Abies pindrow* im Tallängsprofil etwa jenem von *Pinus wallichiana*, mit der sie häufig vergesellschaftet ist. Es reicht ebenso vom äußeren Talbereich bis zur Grenze hochstämmiger Koniferenwälder

²² Während diese Beobachtungen für die reglementiert beweideten "Reserved Forests" gelten, ist die Verjüngungssituation in den erheblich intensiver genutzten "Guzara Forests" wesentlich ungünstiger (vgl. Kap. 5.1.2).

unterhalb Besal. Auch in der Höhenverbreitung bestehen Parallelen. *Abies pindrow* tritt jedoch erst ab 2000 m NN auf, steigt ebenfalls bis in den *Betula utilis*-Gürtel hinauf und dringt mit einzelnen krüppeligen Exemplaren noch bis zur Waldgrenze vor.

Standörtlich weichen die von diesen Koniferen etwa in gleichen Höhenstufen gebildeten Gesellschaften dagegen voneinander ab. Die *Abies pindrow*-Gesellschaften sind überwiegend auf Schatthänge bzw. auf lokalklimatisch kühle und feuchte Hänge beschränkt (s. Veg.-Karte). Im unteren Kaghan gehen sie in 2300-2400 m NN häufig aus gemischten Koniferenbeständen hervor, die sich in einem schmalen Band höhenwärts an die *Cedrus deodara*-Gesellschaften anschließen. Sie erstrecken sich bis in die subalpine Stufe, in der sie in *Betula utilis*-Gesellschaften übergehen. Im oberen Kaghan sind sie standörtlich immer enger an schattseitige Hänge gebunden, die sie von den Talböden hangaufwärts besiedeln.

Das Verbreitungsmuster der *Abies pindrow*-Gesellschaften hängt damit offenbar weitgehend von einer ausreichenden Feuchtigkeitzufuhr ab. Der Rückgang der monsonalen Sommerregen im Tallängsprofil wird dabei von der in gleicher Richtung zunehmenden Höhe der winterlichen Schneedecke kompensiert, so daß die relative hygri-sche Standortkonstanz, insbesondere in bezug auf die edaphische Feuchte, erhalten bleibt.

Die Mächtigkeit und Andauer der Schneebedeckung und die daraus resultierende Bodenfeuchte ermöglichen auf den Nordhängen im trockeneren Raum Battakundi das Vorkommen der *Abies pindrow*-Gesellschaften. Ein ähnliches Verbreitungsmuster stellte TROLL (1939b: 169) auch für die *Abies*-Wälder am Nanga Parbat fest.

Wie die anderen temperierten Koniferenwälder erstrecken sich auch die *Abies pindrow*-Gesellschaften über verschiedene Substratgrenzen hinweg. Sie stocken auf tiefgründigen, frisch-feuchten, in höheren Lagen podsoligen Braunerden, die einen stark humosen Oberboden und einen mächtigen Auflagehumus aufweisen. Sie vermeiden flachgründige, trockene Böden ebenso wie staunasse Mulden, die von sommergrünen Laubbölgern (*Acer caesium*, in tieferen Lagen auch *Aesculus indica*, *Prunus cornuta*) eingenommen werden. In Lawinenrutschen, die von *Betula utilis* und *Salix denticulata* besiedelt werden, weichen sie ebenfalls zurück.

Die *Abies pindrow*-Gesellschaften (Tab. 8) werden durch eine Reihe diagnostisch wichtiger Arten gekennzeichnet. Als einzige treue Kennart ist die perennierende Staude *Ainsliaea aptera* (Compositae) hervorzuheben, die im Halbschatten truppweise auftritt. Sie wird auch von OSMASTON (1931: 593), SURI (1933: 538), PURI et al. (1989: 103) und ferner von MIEHE (1990a: 181) im zentralen Himalaya als typische Art der *Abies*-Wälder angegeben.

Die im Kaghan in ihren Standortsansprüchen mit *Abies pindrow* vergleichbare *Picea smithiana* ist als feste Kennart nahezu durchgehend charakteristischer Bestandteil dieser Phytozoenosen. Typische *Picea smithiana*-Gesellschaften sind im Kaghan nicht ausgebildet; sie treten vornehmlich weiter östlich (vgl. TROUP 1921: 1144, S. SINGH 1925: 51) sowie auch im Karakorum auf (SCHICKHOFF 1992).

Unter den weiteren Kennarten befinden sich mit den verbißresistenten Sträuchern *Ribes himalense* und *Rubus pungens*, den vom Vieh gemiedenen bzw. Toxine enthaltenden *Smilax vaginata* und *Actaea spicata* var. *acuminata* sowie den ruderalen Elementen *Myriactis wallichii* und *Solidago virgaurea* überwiegend Arten, die nur bis zu einem gewissen Grad Indikatoren der natürlichen ökologischen Standortverhältnisse sind. Gegenüber der Kennartengruppe der in gleicher Höhenlage auf den Sonnhängen verbreiteten *Pinus wallichiana*-Gesellschaften zeigen sie zwar schattigere und feuchtere Verhältnisse an, vielmehr noch sind sie aber Ausdruck der regelmäßigen Durchweidung der aufgenommenen Bestände. Es muß befürchtet werden, daß ursprüngliche Charakterarten durch die negative Weideselektion teilweise nicht mehr als solche zu ermitteln sind.

Tab. 8: *Abies pindrow* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Aufnahmefläche (m²):	250	250	200	250	250	200	200	250	250	200	250	250	200	250	250	250	250	300	250	400	250	250	250	200	250	250	200	250	250	250	300	
Höhe NN (m):	2710	2680	2730	2730	2790	2690	2810	3020	2730	2710	2610	2760	2710	2710	2740	2680	2650	2600	2570	2570	2530	2480	2460	2360	2340	2330	2390	2410	2390	2410	2410	2410
Exposition:	NNE	NNE	ENE	NNE	WNW	NNE	WNW	NNE	WNW	ENE	ENE	WNW	WNW	WNW	WSW	ESE	ESE	N	NNE	ENE	NNW	NNW	ENE	ENE	NNW	NNW	NW	NNW	WNW	SSW	SSW	w
Hangneigung (°):	41	40	44	43	42	48	37	36	46	60	27	45	49	36	45	42	39	36	37	37	48	49	40	55	41	39	46	38	37	45	29	37
Hanglage:	HOG	HOV	HOV	HOV	HMV	HOG	HMG	HGX	HUG	HUV	HMG	HMV	HOV	HOV	HUV	HUV	HGX	HGX	HOS	HOS	HOV	HMX	HMV	HOG	HMV	HUX	HUX	HUX	HUX	HUV	HOG	
Bodentyp:	pB	pB	pB	pB	B	pB	pB	pB	B	pB	B	pB	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Deckung BS (%):	60	80	60	55	75	60	70	50	65	55	60	80	50	70	65	65	75	70	65	75	75	50	65	50	60	80	50	60	70	80	55	75
Deckung SS (%):	45	25	30	60	25	30	60	65	35	60	60	30	65	35	60	60	70	20	20	30	25	75	75	80	65	55	80	75	75	20	50	30
Deckung KS (%):	95	35	75	80	35	65	80	75	75	75	45	35	75	75	75	75	85	65	60	70	70	70	55	65	60	65	90	90	90	65	70	55
Waldweite (Intensität 0-3):	0,5	1,5	1	1	1,5	2	2	1,5	2	1,5	1	1	1,5	2	1	2	2	2	2	0,5	2	1,5	2	0,5	1,5	0,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1
Artenzahl:	35	38	38	39	33	29	29	32	41	35	40	28	36	32	49	37	39	29	35	37	32	36	39	45	27	44	44	41	38	37	33	34

Assoziations-
charakterarten:

<i>Abies pindrow</i> B	2	4	4	3	3	3	4	3	4	3	2	+	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	1	2	3	3	3	4	2	4	3	4	
<i>Abies pindrow</i> Str	.	2	1	1	1	1	2	3	2	2	1	1	3	2	2	.	1	.	.	1	.	3	.	1	2	2	3	1	3	2	3	r	
<i>Abies pindrow</i> Klj	+	1	1	1	+	+	1	2	2	+	+	2	1	1	1	2	.	.	1	.	1	.	1	1	1	1	2	1	1	1	.	+	
<i>Picea smithiana</i> B	.	1	1	1	3	2	.	2	.	.	2	3	1	2	2	1	3	.	1	.	1	2	4	2	+	1	r	+	1	.	.	.	
<i>Picea smithiana</i> Str	.	2	1	2	.	2	1	1	1	+	+	3	1	2	1	1	2	.	1	.	2	1	2	.	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Picea smithiana</i> Klj	.	1	1	1	.	2	1	1	+	.	.	1	1	1	1	.	1	.	r	.	+	1	.	+	1	+	.	+	.	.	.	.
<i>Smilax vaginata</i> Str/Klj	+	+	2	2	1	.	.	1	2	1	1	1	.	.	1	1	1	r	1	1	.	1	+	2	1	2	2	2	2	+	.	.	
<i>Ainsliaea aptera</i>	1	1	3	2	+	2	1	2	1	1	.	1	+	1	1	.	.	+	+	2	1	1	.	.	.	+	1	1	1	.	.	.	
<i>Actaea spicata</i> var. <i>acuminata</i>	+	1	1	1	r	.	3	2	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	+	2	1	1	1	1	.	1	.
<i>Aquilegia pubiflora</i>	2	2	1	2	r	1	.	.	.	.	+	.	2	2	1	.	.	r	1	.	.	1	.	+	.	2	2	1	.	+	1	.
<i>Mylricatis wallichii</i>	.	1	1	2	+	1	.	.	.	.	.	1	1	2	1	.	.	+	+	.	3	1	1	+	+	.	+	.	+	.	+	+
<i>Solidago virgaurea</i>	.	1	1	2	+	.	+	2	+	.	+	2	.	+	1	+	.	.	.	1	.	.	+	.	+
<i>Ribes himalense</i> Str/Klj	+	+	.	.	+	+	+	1	.	.	1	+	+	+	.	.
<i>Robus pungens</i> Str/Klj	.	.	2	1	.	+	+	.	2	1	+	.	1	1	.	.

differenzierte

Ausbildung oberhalb

2600 m NN:

<i>Pseudomentaria trollii</i>	.	3	2	3	.	2	2	2	1	3	.	2	3	2	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula denticulata</i>	.	1	+	+	.	+	+	.	.	1	.	.	1	+	+	.	.	.	1	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lonicera purpurascens</i> Str/Klj	.	+	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.
<i>Asparagus filicinus</i>	.	r	1	+	.	1	.	.	.	1	+	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deutzia</i> sp. aff. staminea Str/Klj	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahme-Nr.:	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90						
<i>Viola biflora</i>	.	.	.	3	.	.	3	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Androsace foliosa</i>	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum geminiflorum</i>	.	.	.	.	+	.	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<u>differenzierte Variante von:</u>																																						
<i>Taxus baccata</i>	3	2	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.
ssp. <i>wallichiana</i> B																																						
<i>Taxus baccata</i>	1	2	2	2	2	2	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
ssp. <i>wallichiana</i> Str																																						
<i>Taxus baccata</i>	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.	+	+	.	+	+	.	.	.	.	.
ssp. <i>wallichiana</i> Klg																																						
<i>Skimmia anquetilia</i> Str/Klg	4	1	+	1	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	2	+	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer caesium</i> B	1	1	1	.	+	.	1	.	.	2	2	+		
ssp. <i>wallichiana</i> Str							1	+		
<i>Acer caesium</i> Klg	.	.	.	r	1		
<i>Trillium govianum</i>	+	1	.	.	3	2	2	1	+	1	2		
<u>differenzierte Ausbildung unterhalb 2600 m NN:</u>																																						
<i>Hedera nepalensis</i>	1	1	1	1	.	.	.	1	1	1	2	3	1	1	2	2	1	2	+	.	+	2		
<i>Epimedium elatum</i> Str/Klg	.	.	.	+	+	+	
Gramineae sp. indet. 305	1	1	1	2
<i>Sanicula elata</i>	.	+	.	+	1	
<i>Aesculus indica</i> B	1	r	1	.	2	.	1	r	
<i>Aesculus indica</i> Str	3	r	1	.	2	.	1	.	.	1	+	.	.	.	r	.		
<i>Aesculus indica</i> Klg	+	.	1	1	
<i>Sorbaria tomentosa</i> Str/Klg	2	+	.	3	2	.	2	.	1	2	+	.	+	+	.		
<i>Euphorbia wallichii</i>	+	2	1	.	+	1	.	2	.	.	+	.	+	.	.	r	.		
<i>Paeonia emodi</i>	+	+	2	.	.	1	.	1	1	1	1	.	
<i>Androsace rotundifolia</i>	1	.	1	+	.	r	1	
<i>Rhamnus purpurea</i> Str	
<i>Dioscorea deltoidea</i>	
<i>Carex schlagintweitiana</i>	2	.	1	.	1	
<i>Deparia alantodioides</i>	1	
<u>mutmaßliche Charakterarten</u>																																						
<u>höherer syntaxonomischer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwälder:</u>																																						
<i>Valeriana jatamansi</i>	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	2	3	3	4	4	3	4	2	3	4	4	3	4	1	3	2	3	4	3	2	3	2	2	3				
<i>Dryopteris ramosa</i>	1	1	3	2	1	1	1	2	2	2	+	1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	3	1	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3				
<i>Fragaria rubicola</i>	2	3	3	3	.	3	2	+	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	4	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2			

Aufnahme-Nr.:	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90					
<i>Adiantum venustum</i>	2	2	2	2	1	2	2	.	3	3	.	1	2	2	2	2	1	1	1	2	4	3	3	2	4	2	3	3	4	3	3	4					
<i>Viburnum grandiflorum</i> Str/Klg	2	1	+	.	2	.	2	.	2	3	2	2	2	1	+	2	3	2	1	1	2	2	3	+	3	3	3	3	3	2	3	2					
<i>Podophyllum hexandrum</i>	2	2	1	1	2	.	1	1	1	.	+	+	+	2	1	+	+	2	1	2	.	1	1	+	1	1	1	1	1	+	2	1	+				
<i>Viola pilosa</i>	3	1	.	.	+	2	.	1	2	.	.	1	1	3	3	3	2	4	4	4	.	3	4	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3				
<i>Impatiens spec.</i>	.	2	.	1	1	.	3	.	3	2	.	.	1	2	3	3	2	+	+	.	2	3	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1				
<i>Anemone falconeri</i>	1	1	2	2	.	3	.	3	2	1	.	.	1	2	.	2	2	3	2	1	2	2	2	1	3	2	.	.	1	+	.	1					
<i>Galium asperuloides</i>	2	1	.	.	1	.	3	.	2	2	.	.	3	2	3	2	2	2	2	+	.	1	.	1	3	1	3	3	2	3	2	3	3				
<i>Pinus wallichiana</i> B	.	.	+	.	.	.	.	1	1	3	1	1	.	.	.	3	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus wallichiana</i> Str	r	.	1	1	.	.	1	+	.	1	+	1	.	.	.	1	+	1	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	+			
<i>Pinus wallichiana</i> Klg	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	1	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	2	2	+	1	+	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	2	2	2	+	2	2	2	.	2	2	1	.	.	.	.	3			
Begleiter:																																					
<i>Rosa webbiana</i> Str/Klg	+	+	1	+	1	.	1	1	1	+	+	2	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	1	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Compositae sp. indet. 307</i>	1	.	.	2	1	.	.	+	.	.	.	2	.	1	3	1	.	.	.	1	+	.	2	+	1	1	.	2	1	2	2	2	1	+			
<i>Indigofera heterantha</i> Str/Klg	1	1	1	1	.	+	.	+	+	.	+	2	1	.	1	1	1	r	.	.	.	.	+	2	.	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus cornuta</i> B	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Prunus cornuta</i> Str	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	r	.	r	.	+	1	+	.	.	1	.	.	+	
<i>Prunus cornuta</i> Klg	1	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	1	+	.	.	1	.	.	+	
<i>Carex spec.</i>	.	.	1	1	2	.	1	.	1	.	.	3	3	2	1	2	2	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	2	1	.	1	1	1	+		
<i>Ranunculus hirtellus</i>	1	2	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	2	1	1	.	.	3	2	.	.	.	1	.	1	.	.	2	1	1	1	1	1	1	.	
<i>Viburnum cotinifolium</i> Str/Klg	.	1	.	1	.	+	.	+	.	.	.	2	r	.	1	.	.	.	.	.	.	1	+	2	1	.	1	1	+	2	1	1	1	1	.	
<i>Geum urbanum</i>	.	.	.	.	+	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.
<i>Gramineae sp. indet. 202</i>	.	.	1	1	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	1	1	3	2	2	.	.	.	.	.	1	
<i>Berberis lycium</i> Str/Klg	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	+	1	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	1	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	+	.	1	1	.	.	.	.	1	2	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rumex nepalensis</i>	.	.	.	.	.	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lamium spec.</i>	.	.	.	.	r	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pteridium aquilinum</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	1	2	+	+	.	.	.	2	3	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salvia spec.</i>	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Clematis montana</i> Str/Klg	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Euonymus fimbriatus</i> Str	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.
<i>Veronica melissifolia</i>	.	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	1	1	.	2	3	+	+	.	.	.	.	.	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>sp. indet. 344</i>	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	2	3	+	+	.	.	.	.	1	1	.	1	+	+	2	.	.	.	.	.
<i>Juglans regia</i> B	1	.	.	1	1
<i>Juglans regia</i> Str	.	r	2
<i>Juglans regia</i> Klg	+	+
<i>Bupleurum spec.</i>	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ajuga parviflora</i>	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	1	1	+	1	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus foliolosus</i> Str	+	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	1	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Milium effusum</i>	2	.	2
<i>Cardamine impatiens</i>	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.
<i>Asplenium trichomanes</i>	.	.	.	.	.	+	.	1	1	.	.	.	+	.	.	1	.	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Arenaria neelgherrensis</i>	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	1	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Aufnahme-Nr.:	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90					
<i>Clinopodium vulgare</i>	1	2	2	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.			
<i>Silene vulgaris</i>	+	.	+	.	+	+	+	.		
<i>Pohlia cruda</i> M	+	.	+	.	+		
<i>Cephalanthera longifolia</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Stellaria monosperma</i>	1	.	1	.	.	.	.	.	.	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Brachythecium falcatulum</i> M	+	.	.	.	+	+	.	
<i>Cotoneaster bacillaris</i> Str/Klg	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gramineae sp. indet. 1499	1	.	1	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saussurea candolleana</i>	1	.	.	.	.	.	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hackelia macrophylla</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	r	.	.	.	.
aff. <i>Circaea</i> spec.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ranunculus lactus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lilium polyphyllum</i>	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudomertensia parviflora</i>	2	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Thlaspi cochleariforme</i>	1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium glomeratum</i>	+	+	+	
<i>Bistorta amplexicaulis</i>	1	.
<i>Salvia hians</i>

außerdem zweimal: *Phlomis bracteosa* in Nr. 65: +, in Nr. 67: 1; *Corydalis diphylla* in Nr. 65: +, in Nr. 69: +; *Bergenia ciliata* in Nr. 69: 3, in Nr. 82: 2; *Aster molliusculus* in Nr. 72: 1, in Nr. 70: +; *Sambucus wightiana* Str in Nr. 67: 1, in Nr. 75: 2; *Urtica dioica* in Nr. 67: +, in Nr. 70: +; sp. indet. 304 in Nr. 59: +, in Nr. 86: 1; *Gentiana pseudoaquitana* in Nr. 68: 1, in Nr. 74: 1; *Cirsium* sp. aff. *wallichii* in Nr. 74: 1, in Nr. 75: +; *Cedrus deodara* B in Nr. 73: 2, in Nr. 82: 1; *Cedrus deodara* Str in Nr. 82: 1; *Brachythecium salebrosum* M in Nr. 82: +, in Nr. 89: +; *Taraxacum* spec. in Nr. 77: +, in Nr. 78: +; *Parthenocissus semicordata* Str/Klg in Nr. 79: 1, in Nr. 81: 1; *Oxalis corniculata* in Nr. 79: 3, in Nr. 84: 1; *Labiatae* sp. indet. in Nr. 80: +, in Nr. 90: 1; *Cryptoleptodon rigidulus* M in Nr. 88: +, in Nr. 84: +; *Indigofera* sp. aff. *himalayensis* Str in Nr. 86: 1, in Nr. 85: +; *Acer cappadocicum* B in Nr. 82: 2, in Nr. 84: 1; *Acer cappadocicum* Str in Nr. 82: 2, in Nr. 84: 1; *Lonicera quinquelocularis* Str in Nr. 82: 2, in Nr. 84: +; ferner in Nr. 62: *Artemisia* cf. *incisa* +, *Heracleum canescens* r; in Nr. 63: *Spiraea micrantha* Str +, *Orchidaceae* sp. indet +, *Gramineae* sp. indet. 320 1; in Nr. 64: *Cyrtopodium cordigerum* 1; in Nr. 65: *Leguminosae* sp. indet. 1, sp. indet. 1412 +; in Nr. 66: sp. indet. 1421 Str 2, *Spiraea* cf. *canescens* Str 2; in Nr. 67: *Carex cardolepis* 2, sp. indet. 1414 +, *Goodyera* aff. *repens* +; in Nr. 68: *Orthotrichum alpestre* M +, *Cryptoleptodon rigidulus* M +, *Distichium capillaceum* M +; in Nr. 69: *Gerbera* sp. aff. *gossypiphora* +, *Compositae* sp. indet. 1453 +; in Nr. 70: *Rubus macilentus* Str 1; in Nr. 71: *Parthenocissus* spec. Str 383 +; in Nr. 73: *Populus ciliata* B 2, Klg +, *Angelica glauca* 1, aff. *Lathyrus* spec. +, *Aegopodium alpestre* 2, *Campanula latifolia* 1, *Pseudostellaria cashmiriana* +, *Botrychium lunaria* +, *Polystichum lonchitis* r, *Brachythecium laevi-velutinum* M +, *Amblystegium serpens* M +, *Impatiens* sp. aff. *brachycentra* +, *Aconitum laeve* 1, *Epipactis* sp. aff. *veratrifolia* +; in Nr. 74: *Labiatae* sp. indet. 1, *Cardamine hirsuta* +; in Nr. 75: *Verbascum thapsus* +, sp. indet. 1417 +, *Hypnum pallescens* M +; in Nr. 78: *Salix* spec. 282 Str r; in Nr. 79: *Labiatae* sp. indet. 2, *Gramineae* sp. indet. 1, *Pseudomertensia nemorosa* +; in Nr. 82: *Cotoneaster roseus* Str 3; in Nr. 84: *Rhamnus virgatus* Str +, *Thalictrum pedunculatum* +, *Gramineae* sp. indet. +; in Nr. 87: *Tussilago farfara* +; in Nr. 88: *Impatiens thomsonii* +, *Lamium album* +; in Nr. 89: *Lysimachia prolifera* 1, *Labiatae* sp. indet. +, *Labiatae* sp. indet. +; in Nr. 90: *Cruciferae* sp. indet. r, *Geranium* sp. aff. *wallichianum* +;

Die *Abies pindrow*-Gesellschaften sind aufgrund ihrer charakteristischen Artenkombination, ihrer Kennarten und ihrer hochsteten begleitenden Arten als lokal gültige Assoziation zu bezeichnen. Ein überregionaler Charakterarten-Vergleich mit den Gesellschaften der taxonomisch sehr nahestehenden *Abies spectabilis* im zentralen Himalaya (vgl. MIEHE 1990a: 182) ergibt bis auf die bereits genannte *Ainsliaea aptera* keine Übereinstimmungen. Dies deutet darauf hin, daß entsprechend des ausgeprägten westöstlichen Wandels der Standortverhältnisse im Himalaya der Gültigkeitsbereich der dort nach der BRAUN-BLANQUET-Methode abgegrenzten Assoziationen offenbar eng begrenzt ist.

Innerhalb der *Abies pindrow*-Gesellschaften (Tab. 8) lassen sich zwei Ausbildungen ober- und unterhalb 2600 m NN unterscheiden. In dem Differentialartenblock der oberen Ausbildung (Aufn. 59-73) fallen die perennierenden Stauden *Pseudomertensia trollii* und *Primula denticulata* durch ihre überdurchschnittliche Präsenz auf. Sie weisen ebenso wie *Viola biflora* als unmittelbar nach der Schneeschmelze blühende Arten (Frühblüher) Anpassungserscheinungen an die sich in höheren Lagen verkürzende Vegetationszeit auf.

Innerhalb der oberen Ausbildung wurde eine Variante differenziert (Aufn. 59-69), die die standörtlich feuchteste Variation der *Abies pindrow*-Gesellschaften darstellt. Sie ist überwiegend in N-Exposition zwischen 2600 und 2800 m NN entwickelt und wird durch eine Artengruppe ausgesprochen hygrophiler Elemente (*Taxus baccata* ssp. *wallichiana*, *Acer caesium*, *Skimmia anquetilia*, *Trillium govianum* u.a.) gebildet. Ähnliche Varianten wurden von SURI (1933: 541) und PURI & GUPTA (1968: 4) als "*Taxus* sub-type" bzw. "*Abies-Taxus*-type" ausgeschieden.

Dagegen wird der Differentialartenblock der unteren Ausbildung (Aufn. 78-90) durch vergleichsweise thermophilere Elemente charakterisiert. Ihre Konkurrenzfähigkeit auf den ohnehin kühleren Schatthängen wird durch die mit der Höhe abnehmenden Temperaturen entscheidend geschwächt. Mildere lokalklimatische Bedingungen zeigen insbesondere die Arten *Sorbaria tomentosa* und *Androsace rotundifolia* an, die ja zugleich Kennarten der *Pinus wallichiana*-Gesellschaften der Sonnhänge sind. Die Aufn. 74-77 stellen Übergangsstadien dar, die keiner der differenzierten Ausbildungen eindeutig zugeordnet werden können.

In der Gruppe der mutmaßlichen Kennarten höherer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwälder kommt die ähnliche floristisch-soziologische Struktur dieser Waldgesellschaften zum Ausdruck (vgl. Tab. 9). Unter diesen Arten ist die perennierende Staude *Valeriana jatamansi* hervorzuheben, die hier wie in den *Pinus wallichiana*-Gesellschaften hochstet und mit hoher Armächtigkeit vertreten ist. Sie ist allerdings auf Lagen oberhalb 2000 m NN beschränkt, wie aus ihrem Status als Differentialart der oberen Ausbildung der *Cedrus deodara*-Gesellschaften hervorgeht.

Eine weitere Parallele besteht in dem dominanten Auftreten der Beweidungszeiger *Viburnum grandiflorum* und *Indigofera heterantha* in der Strauchschicht. Sie verdeutlichen das auch auf Schatthängen hohe Ausmaß der anthropo-zoogenen Beeinflussung, die sich mit ähnlichen Artenverschiebungen auf die floristische Struktur dieser Waldgesellschaften auswirkt.

Mit einem Deckungsgrad der 15-35 m hohen Baumschichten B₁ und B₂ von 60-80 % weisen die *Abies pindrow*-Gesellschaften ein vergleichsweise dicht geschlossenes Kronendach auf. Obwohl schattigere Verhältnisse herrschen als in den offeneren *Pinus wallichiana*-Wäldern, ist auch die Strauchschicht mächtiger und artenreicher entwickelt. Dies ist zum einen auf die mesophytischeren Standortbedingungen, zum anderen aber auch auf die etwas geringere Beweidungsintensität zurückzuführen, die das Aufkommen von bevorzugt verbissenen, weichblättrigen Sträuchern wie *Euonymus fimbriatus* und *Rhamnus purpureus* ermöglicht.

Infolge der Beschattung durch die Phanerophyten können sich in der Krautschicht dieser mesophytischen Bestände hygrophile Waldschattenpflanzen, Farne und Moose in besonderem Maße ausbreiten. Gramineen treten dagegen zurück. Da die Keimlinge der Baumarten häufig Verbissspuren aufweisen, sind ihre dennoch insgesamt hohen Stetigkeiten bemerkenswert. Sie belegen das ausreichende Regenerationspotential dieser in den "Reserved Forests" gelegenen Bestände, das auch KHATTAK (1970) und GIEL-EGETEMAYER (1987) feststellten. Ältere Verjüngungsstadien werden von der hohen Anzahl der Keimlinge jedoch wesentlich seltener erreicht, was in erster Linie auf die Durchweidung zurückzuführen ist. Diese Entwicklung hat zu dem gegenwärtigen Bild stark überalterter Bestände geführt.

Die westhimalayische *Abies pindrow*, die taxonomisch der im allgemeinen in höheren Lagen und weiter östlich bis Bhutan verbreiteten *Abies spectabilis* nahesteht und möglicherweise mit dieser hybridisiert (vgl. PARKER 1927, 1940, RAIZADA & SAHNI 1960, JAIN 1975, POLUNIN & STAINTON 1984), bildet im Kaghan wie in der Region Hazara/Kashmir natürliche klimatische Schlußgesellschaften aus. Die synökologischen Erkenntnisse geben keinerlei Hinweis darauf, daß sie sich durch autogene Sukzession weiterentwickeln würden. Während S. SINGH (1925: 109, 1948: 148) für die Pir Panjal North Range ebenfalls von einer "climax formation" spricht und PARKER (1942: 127) von "stable fir forests" ausgeht, muß der Aussage von PURI & GUPTA (1968: 9), die *Abies*-Wälder seien "nowhere the climatic climax in the Western Himalayas" aufgrund der eigenen Untersuchungen widersprochen werden. Ihre Einschätzung, es handele sich um Sukzessionsstadien innerhalb eines *Quercus semecarpifolia*-Klimax (in diesem Sinne auch MAHENDRU 1936, MOHAN & PURI 1954, R.K. GUPTA 1966), mag für weiter östlich gelegene, feuchtere Regionen des Westhimalaya zutreffen, wo ausgedehnte *Abies-Quercus*-Waldgesellschaften entwickelt sind (vgl. OSMASTON 1922, 1927, DUDGEON

& KENOYER 1925, SCHWEINFURTH 1957), nicht jedoch für die Region Hazara/Kashmir²³.

Auch in der Gesamtverbreitung der *Abies*-Gesellschaften kommt die relative hygri-sche Standortkonstanz zum Ausdruck. In Ostafghanistan besiedeln sie die niederschlagsreichsten Gebiete (FREITAG 1971a: 329). An der Ostgrenze der *Abies pindrow*-Wälder im subhumiden Westnepal sind ihre Vorkommen ebenfalls an lokal-klimatisch bzw. edaphisch feuchte Standorte gebunden (vgl. STAINTON 1972: 118).

3.1.2.1.4 Diagnostisch wichtige Artengruppen der feucht-temperierten Koniferenwälder und ihr ökologischer Indikatorwert

Die charakteristischen soziologisch-ökologischen Gruppen, die im Zuge der synoptischen Tabellenbearbeitung der feucht-temperierten Koniferenwaldgesellschaften ermittelt wurden, werden in einer Stetigkeitstabelle (Tab. 9) noch einmal vergleichend gegenübergestellt. Die sich aus dieser vergleichenden Übersicht ergebenden Hinweise auf die Synökologie der einzelnen Waldgesellschaften werden im folgenden kurz diskutiert.

Der Vergleich verdeutlicht zunächst das hohe Maß an Übereinstimmung in der floristisch-soziologischen Struktur dieser drei Waldgesellschaften. Dies gilt insbesondere für die Gruppe der mutmaßlichen Charakterarten höherer syntaxonomischer Einheiten. Die Zusammenfassung zu einem Gesellschaftskomplex²⁴ erscheint somit gerechtfertigt.

Dabei nehmen die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften eine intermediäre Stellung ein. Ihre Charakterarten sind jeweils ausnahmslos in den *Cedrus*- und *Abies*-Gesellschaften vertreten. Auch die Blaukiefer selbst besitzt dort jeweils sehr hohe Stetigkeiten. Aufgrund ihrer weiten ökologischen Amplitude sind die *Pinus wallichiana*-Gesellschaften daher schwächer durch Kennarten charakterisiert.

Dagegen sind die *Cedrus deodara*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften wegen ihrer unterschiedlichen Höhenverbreitung deutlicher voneinander abzugrenzen. Sie weisen einige Charakterarten auf, die der jeweils anderen Gesellschaft gänzlich fehlen. Auf den Schatthängen führt der Höhengradient somit zu größeren Unterschieden in der

²³ Im Kaghan treten *Abies-Quercus*-Waldgesellschaften nicht auf. Die Art *Quercus semecarpifolia* kommt hier überhaupt nicht vor. Dieses Beispiel verdeutlicht, wie sehr man sich bei den kleinräumig wechselnden ökologischen Verhältnissen im Himalaya davor hüten sollte, lokal oder regional gewonnene Erkenntnisse pauschal auf weitere Gebiete zu übertragen.

²⁴ Zur Diskussion von Gesellschaftskomplexen vgl. PAFFEN (1951), KNAPP (1975), TÜXEN (1979).

floristisch-soziologischen Struktur zwischen der unteren und der oberen montanen Stufe als es die Expositionswirkung in der oberen montanen Stufe vermag. Dort besitzen die *Pinus*-Wälder auf Sonnhängen und die *Abies*-Wälder auf Schatthängen eine vergleichsweise engere soziologische Affinität.

Daraus darf man jedoch nicht den Schluß ziehen, daß die *Pinus*- und *Abies*-Gesellschaften sich auch in ihren ökologischen Ansprüchen näher stehen, weil man diesen Gesellschaftskomplex über verschiedene Höhenstufen hinweg nicht miteinander vergleichen kann. Legt man nämlich eine allgemeinklimatisch homogene Höhenstufe, z.B. die obere montane Stufe im monsunbeeinflussten Talbereich, als Bezugsraum zugrunde, erhöht sich die Stetigkeit der in den *Cedrus*-Gesellschaften vorkommenden Charakterarten der *Pinus*- und *Abies*-Gesellschaften enorm, d.h., die *Cedrus*-Gesellschaften gleichen sich dort in ihrer floristisch-soziologischen Struktur und dann auch in ihren ökologischen Ansprüchen den anderen beiden Einheiten sehr stark an. Für diesen Bezugsraum können die in diesem Komplex zusammengefaßten Koniferenwaldgesellschaften, die in allen Expositionen verbreitet sind, daher auch als hypsozonale Vegetationsgruppe der oberen montanen Stufe bezeichnet werden.

Tab. 9: Stetigkeitstabelle der Charakterarten feucht-temperierter Koniferenwaldgesellschaften

Charakterarten der feucht-temperierten Koniferenwälder	<i>Cedrus deodara</i> -Gesellschaften (20 Aufnahmen)	<i>Pinus wallichiana</i> -Gesellschaften (23 Aufnahmen)	<i>Abies pindrow</i> -Gesellschaften (32 Aufnahmen)
<u>Charakterarten der <i>Cedrus deodara</i>-Gesellschaften:</u>			
<i>Cedrus deodara</i> B	V	II	I
<i>Parrotiopsis jacquemontiana</i> Str	V	-	-
<i>Spiraea bella</i> Str	IV	I	-
<i>Dioscorea deltoidea</i>	IV	I	I
<i>Thalictrum pedunculatum</i>	IV	I	I
<i>Quercus dilatata</i> B	III	I	-
<i>Lonicera quinquelocularis</i> Str	V	II	I
<i>Viburnum cotinifolium</i> Str	IV	III	III
<i>Jasminum humile</i> Str	IV	II	-
<i>Cotoneaster bacillaris</i> Str	IV	II	I
<i>Euonymus fimbriatus</i> Str	III	I	II
Graminae spec. indet 202	V	III	II
<i>Carex cardiolepis</i>	IV	I	I

Charakterarten der Pinus wallichiana- Gesellschaften:

Pinus wallichiana B	V	V	IV
Sorbaria tomentosa Str	II	IV	II
Androsace rotundifolia	II	IV	I
Polygonatum verticillatum	I	IV	II
Clinopodium vulgare	II	III	I
Cephalanthera longifolia	I	III	I
Silene vulgaris	I	III	I

Charakterarten der Abies pindrow- Gesellschaften:

Abies pindrow B	II	IV	V
Ainsliaea aptera	-	I	IV
Picea smithiana B	II	III	V
Smilax vaginata Str	II	III	IV
Ribes himalense Str	I	I	II
Rubus pungens Str	I	I	II
Actaea spicata var. acuminata	-	I	III
Aquilegia pubiflora	-	II	III
Myriactis wallichii	I	II	III
Solidago virgaurea	I	I	III

Mutmaßliche Charakterarten des Gesellschaftskomplexes der feucht-temp. Koniferenwälder:

Pinus wallichiana B	V	V	IV
Fragaria nubicola	IV	V	V
Viola pilosa	V	V	V
Dryopteris ramosa	V	V	V
Adiantum venustum	IV	V	V
Valeriana jatamansi	II	V	V
Galium asperuloides	I	V	IV
Impatiens spp.	IV	IV	IV
Anemone falconeri	II	IV	IV
Podophyllum hexandrum	I	IV	V
Polygonatum multiflorum	V	II	III
Viburnum grandiflorum Str	II	V	V
Hedera nepalensis	IV	III	III

Stetigkeitsklassen:	I	=	bis 20%
	II	=	20,1
	III	=	40,1
	IV	=	60,1
	V	=	80,1

Stetigkeit	-	40	%.
	-	60	%.
	-	80	%.
	-	100	%.

Desweiteren bietet sich ein Vergleich der diagnostisch wichtigen Artengruppen hinsichtlich der anthro-po-zoogenen Beeinflussung an. Die Vegetationsaufnahmen wurden zwar nahezu ausnahmslos in den weniger beeinträchtigten "Reserved Forests" durchgeführt, um die soziologisch-ökologische Typisierung und Interpretation an möglichst naturnahen Beständen vornehmen zu können. Dennoch befindet sich in den Charakterartengruppen eine Reihe von Elementen, die in ihrer Abundanz und Dominanz durch Auflichtung und übermäßige Beweidung gefördert werden, wie z. B. *Clinopodium vulgare*, *Silene vulgaris*, *Myriactis wallichii* oder *Solidago virgaurea*. Ferner treten auffallend viele verbißresistente bzw. vom Vieh gemiedene Arten auf, die eine Verschiebung in der Artenkombination auch auf der Ebene der Charakterarten vermuten lassen. Selbst in den seit 120 Jahren unter einem gewissen Schutz stehenden "Reserved Forests" scheint die floristisch-soziologische Struktur daher erheblich anthro-po-zoogen überformt zu sein.

Dies gilt in besonderem Maße für die *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Gesellschaften. Deren Charakterartengruppen weisen 70-80 % vom Vieh gemiedene Arten auf, jene der *Cedrus deodara*-Gesellschaften dagegen lediglich ca. 30 %. Zudem ist die Verjüngungssituation in den *Cedrus*-Wäldern weitaus zufriedenstellender als in den *Pinus*- und *Abies*-Wäldern. Die Zedernwälder unterliegen demnach einem geringeren Nutzungsdruck. Er ist auf die besondere wirtschaftliche Wertschätzung, die die Zedernwälder erfahren, und auf den erhöhten Schutz seitens der Forstbehörde vor übermäßiger anthro-po-zoogener Beeinflussung zurückzuführen.

Mit Ausnahme von *Quercus dilatata* befindet sich keine weitere Laubbaumart unter den Charakterarten dieser Waldgesellschaften. Die schwache Präsenz der im östlich angrenzenden Westhimalaya häufig dominanten Laubhölzer ist zwar vornehmlich auf das trockenere und kältere Makroklima zurückzuführen. Die weidebedingt ausgesprochen schlechte Verjüngung der Laubhölzer wird jedoch langfristig zu ihrem Rückgang gegenüber den weniger stark verbissenen Koniferen beigetragen haben.

3.1.2.2 *Betula utilis*-Gesellschaften

Die feucht-temperierten Koniferenwaldgesellschaften gehen in der subalpinen Stufe bei abnehmendem Koniferenanteil und zunehmendem Birkenanteil allmählich in *Betula utilis*-Gesellschaften über. Die räumliche Verzahnung tritt besonders deutlich in den Lawinengassen hervor, in denen *Betula utilis* tief in den Koniferenwald vordringt.

Die *Betula utilis*-Gesellschaften bilden im unteren Kaghan in einem schmalen Gürtel auf schattseitigen Hängen die Waldgrenze, an den sich höhenwärts das *Salix*-Krummholz anschließt. In Südexpositionen löst sich dagegen der *Betula utilis*-Gürtel in einzelne Flecken auf. Dort gehen *Pinus wallichiana*-Bestände in alpine *Juniperus*-

Heiden über. Im oberen Kaghan sind *Betula*- und *Salix*-Gürtel standörtlich enger an N-Expositionen gebunden.

Das natürliche Verbreitungsmuster der *Betula utilis*-Gesellschaften wird in erster Linie von der Mächtigkeit und der Dauer der winterlichen Schneebedeckung bestimmt²⁵, die für eine ausreichende Durchfeuchtung des Edaphons zu Beginn und Ende der kurzen Vegetationszeit sorgt. Demgegenüber treten die monsunalen Sommerregen in ihrer Bedeutung als Standortfaktor zurück. Obwohl sie eine zusätzliche Feuchtequelle, auch über Bewölkung und Nebelniederschlag, für den hygrophilen *Betula utilis*-Gürtel darstellen, ist dieser mit dem monsunalen Niederschlagsrückgang im Tallängsprofil zunehmend breiter und optimaler entwickelt. Im äußeren, stark monsunbeeinflussten Talraum tritt die Birke häufig nur mit kleinen Gruppen krüppelwüchsiger Exemplare im Waldgrenzsaum auf. Ihre Konkurrenzfähigkeit erhöht sich mit den ansteigenden Winterniederschlägen im inneren Tal derart, daß sie nun potentiell hochstämmige, mehrschichtige Waldbestände ausbildet. Vor dem Beginn der anthropogenen Einflußnahme haben sie einen mehrere hundert Meter breiten Gürtel gebildet.

Die Jahrhunderte währenden Beeinträchtigungen durch die Viehwirtschaft, durch Laubschneitelung und Brennholzeinschlag haben zu einer Depression der Waldgrenze geführt, die zugleich eine Dezimierung des waldgrenzbildenden *Betula*-Gürtels häufig bis auf den unterhalb anschließenden Koniferenwald bedeutete. Zahlreiche Vorkommen von Waldzeugen, z. T. in Form spalierartig wachsender *Betula*-Triebe, deuten auf die einstige Verbreitung hin. Wo der *Betula*-Gürtel nicht bereits völlig vernichtet worden ist, ist er nur noch fragmentarisch oder an unzugänglichen Steilhängen entwickelt. Eine ähnliche Situation muß bereits vor 30 Jahren bestanden haben, als CHAUDHRI (1960: 290) die *Betula*-Bestände im Kaghan als "on the verge of extinction" beschrieb²⁶.

Da kaum noch optimal entwickelte *Betula utilis*-Gesellschaften anzutreffen sind, erfolgt die Charakterisierung der floristischen und physiognomischen Struktur anhand einer repräsentativen Aufnahme eines hochstämmigen *Betula*-Bestandes, die in Tab. 10 dokumentiert ist. Es handelt sich um einen schwer zugänglichen, daher relativ gering beweideten Bestand am übersteilten, leeseitigen NE-Abfall des Manchi Danna (Nähe Sharan). Das flachgründige, feuchte Substrat wird von einem schwach sauren

²⁵ Zur Bedeutung der Schneedecke als Standortfaktor für die Birkenwälder vgl. auch TROUP (1921: 909), SCHWEINFURTH (1957: 303), CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 203), PURI et al. (1989: 34).

²⁶ Schon HENNIKER-GOTLEY (1932: 15) konstatierte: "*Betula utilis* is severely lopped for fodder for sheep and goats, and runs great risk of extermination."

Ranker über Granitgneis gebildet, der einen stark humosen Ah-Horizont und eine Moderauflage besitzt.

In dem Artenspektrum des Bestandes kommt die in bezug auf die ökologischen Verhältnisse vermittelnde Stellung der *Betula utilis*-Gesellschaften in der Höhenstufenfolge von den Koniferenwäldern zum *Salix*-Krummholzgürtel zum Ausdruck. Neben einzelnen Elementen der alpinen Matten (*Lomatogonium caeruleum*, *Phlomis bracteosa*) erreichen zum einen mit *Salix* sp. aff. *wallichiana*, *Lonicera obovata* und *Bergenia stracheyi* kennzeichnende Arten der *Salix*-Gesellschaften hohe Deckungsgrade. Sie sind lichtbedürftig und an mächtige Schneebedeckung angepaßt.

Zum anderen sind schatten- und feuchteliebende Arten der *Abies pindrow*-Gesellschaften (*Actaea spicata* var. *acuminata*, *Trillium govianum*) anzutreffen. Die Mehrzahl der Elemente ist eher den hochmontanen Koniferenwaldgesellschaften zuzuordnen, die eine größere Affinität zu den *Betula*-Wäldern hinsichtlich der bestandsklimatischen Bedingungen aufweisen. Das humide Bestandsklima wird darüber hinaus durch den Reichtum an z. T. großblättrigen Farnen²⁷ (*Polystichum prescottianum*, *Polystichum lonchitis*, *Dryopteris blanfordii*, *Gymnocarpium jessoense*, *Cryptogramma brunoniana*) und Moosen (*Brachythecium falcatulum* u.a.) verdeutlicht.

Die *Betula*-Stämme bilden ein 10 m hohes, mit 35 % Deckung sehr lichtetes Kronendach und weisen durchweg eine Krümmung an der Stammbasis auf. Dieser Säbelwuchs, der auch in den hochmontanen Koniferenwäldern weit verbreitet ist, wird in erster Linie durch das Kriechen und Gleiten der winterlichen Schneemassen in der Jugendphase der Stämme hervorgerufen²⁸. Die 2 m hohen *Salix*-Sträucher, die die Strauchschicht dominieren, passen sich durch Umlegeformen ebenfalls an die mechanische Wirkung der Schneelast an.

Die Schneebedeckung, die eine gleichbleibende Durchfeuchtung und den Schutz des Edaphons vor Frosteinwirkungen bedingt, führt letztlich zu einer relativ hohen mikrobiellen Aktivität und zu günstigen Nährstoffverhältnissen, so daß sich eine üppige Krautschicht mit vielen Hochstauden (*Inula royleana*, *Solidago virgaurea*, *Saussurea candolleana*, *Filipendula* sp. aff. *vestita*, *Heracleum* spec.) entfalten kann.

Obwohl der Bestand einem geringeren Beweidungsdruck unterliegt, wurde weder in der Strauch- noch in der Krautschicht *Betula*-Verjüngung festgestellt. Da für die wenigen erhaltenen *Betula*-Bestände von einer ähnlich ungünstigen Verjüngungssitu-

²⁷ Vgl. dazu die ähnlichen Beobachtungen von SCHELPE (1954: 59) im Kangra Himalaya, der die gleichen Arten angibt.

²⁸ Zu den Wuchsformen an der Waldgrenze vgl. die Übersichten in SCHÖNENBERGER (1978, 1981).

ation auszugehen ist und eine Verringerung des Nutzungsdruckes nicht zu erwarten ist, muß die langfristige Regeneration des *Betula utilis*-Gürtels in Frage gestellt werden.

Tab. 10: *Betula utilis* - Bestand

Lokalität: Manchi Danna, oberhalb Sharan		Bodentyp:	humoser Ranker
Datum: 22.08.90		Deckung BS: 35 %	Höhe: 10 m
Aufnahme-Nr.: 149		Deckung SS: 55 %	Höhe: 2,5 m
Aufnahmefläche (m ²): 250		Deckung KS: 85 %	Höhe 1 m
Höhe NN (m): 3190		Deckung M: 5 %	
Exposition: NE		Deckung FI: 1 %	
Hangneigung (°): 43		Beweidung (Intensität 0-3):	1,5
Hanglage: Hangoberkante		Artenanzahl:	41
<u>Baumschicht:</u>		<u>Forts.:</u>	
<i>Betula utilis</i>	3	<i>Filipendula</i> sp. aff. <i>vestita</i>	1
		<i>Pseudomertensia nemorosa</i>	1
		<i>Pseudomertensia</i> cf. <i>nemorosa</i>	1
		<i>Anemone tetrasepala</i>	1
		<i>Polygonatum</i> sp. aff. <i>geminiflorum</i>	+
<u>Strauchschicht:</u>		<i>Saussurea candolleana</i>	+
<i>Salix</i> sp. aff. <i>wallichiana</i>	3	<i>Carex</i> cf. <i>schlagintweitiana</i>	+
<i>Rosa webbiana</i>	1	<i>Polystichum prescottianum</i>	+
<i>Viburnum cotinifolium</i>	1	aff. <i>Lathyrus</i> spec.	+
<i>Lonicera obovata</i>	1	<i>Dryopteris blanfordii</i>	+
<i>Spiraea bella</i>	+	<i>Phlomis bracteosa</i>	+
<i>Pinus wallichiana</i>	+	<i>Polystichum lonchitis</i>	+
<i>Abies pindrow</i>	r	<i>Gymnocarpium jessoense</i>	+
		Gramineae sp. indet. 1261	+
<u>Krautschicht:</u>		<i>Heracleum</i> spec.	+
<i>Aster thomsonii</i>	3	<i>Spiraea bella</i> juv.	+
<i>Bistorta amplexicaulis</i>	3	<i>Rosa webbiana</i> juv.	+
<i>Geranium</i> sp. aff. <i>wallichianum</i>	2	Gramineae sp. indet. 1249	+
<i>Solidago virgaurea</i>	2	<i>Scrophularia scabiosifolia</i>	r
<i>Euphorbia</i> sp. aff. <i>wallichiana</i>	2	<i>Cryptogramma brunoniana</i>	r
<i>Viola biflora</i>	2	<i>Lomatogonium caeruleum</i>	r
<i>Bergenia stracheyi</i>	2	<i>Primula</i> spec.	r
<i>Actaea spicata</i> var. <i>acuminata</i>	1		
<i>Inula royleana</i>	1		
<i>Trillium govanianum</i>	1	<u>Moose:</u>	
<i>Fragaria nubicola</i>	1	<i>Brachythecium falcatulum</i>	2
<i>Spiraea</i> sp. aff. <i>micrantha</i>	1		

Die *Betula utilis*-Bestände im Kaghan bilden klimatische Schlußgesellschaften. Sie erweisen sich an den Waldgrenzen der Schatthänge als konkurrenzkräftiger und optimaler an die ökologischen Bedingungen angepaßt als die unterhalb anschließenden Koniferenwaldgesellschaften. Die Birke ist morphologisch flexibler, schützt sich durch Abwurf der Assimilationsorgane vor den Unbilden des Winters sowie vor Schädigungen durch Schneeschimmelpilze.

Die Gesamtverbreitung von *Betula utilis* und ihren Subspecies reicht von Nuristan bis SW-China (KITAMURA 1964: 37, POLUNIN & STANTON 1984: 374). Im westlichen Westhimalaya differenzieren CHAMPION, SETH & KHATTAK (1965a: 203) zwei "climatic climax types", die auch im Kaghan zu beobachten sind: Birken-Koniferenwälder und in Strauchform übergehende reine Birkenwälder. Unter den in östlicher Richtung zunehmend humideren Bedingungen tritt das im Kaghan nicht vorkommende *Rhododendron campanulatum*-Krummholz als dominierendes Element der Strauchschicht immer deutlicher in Erscheinung, so daß teilweise von *Betula-Rhododendron*-Gesellschaften gesprochen wird (vgl. OSMASTON 1922, HERZHOF & SCHNITZLER 1981).

3.1.2.3 *Salix denticulata*-Gesellschaften des Krummholzgürtels

Die *Salix*-Gesellschaften des Krummholzgürtels, die zumeist von *Salix denticulata*, daneben auch von *Salix wallichiana* gebildet werden, erinnern in ihrer Physiognomie, ihrem Reichtum an Hochstauden und ihrem Verbreitungsmuster an das *Alnetum viridis* der Alpen. Wie die Grünerlen treten sie entlang wasserzügiger Rinnen und Lawingassen bis hinunter in die Waldstufe auf. Dort können sie noch unterhalb der *Betula utilis*-Gehölze gelegene Standorte besiedeln, auf denen die Wettbewerbsbedingungen für die Birke infolge des verdichteten, später ausapernden Lawinenschnees bereits zu ungünstig werden (vgl. Kap. 2.1.3).

In der Regel bilden die *Salix*-Gesellschaften jedoch oberhalb der *Betula utilis*-Stufe auf Schatthängen einen mehr oder weniger geschlossenen Krummholzgürtel, der sich auf Sonnhängen auflöst. Dort treten *Juniperus*-Gehölze an seine Stelle. In ihrem klimatisch bedingten Verbreitungsmuster lehnen sich die *Salix*-Gesellschaften damit eng an den *Betula utilis*-Gürtel an und nehmen dabei jeweils die extremeren Standorte mit kürzerer Vegetationszeit ein.

Vor allem in physiognomischer Hinsicht ist das *Salix*-Krummholz optimal an die mächtige winterliche Schneebedeckung als entscheidenden Standortfaktor adaptiert. Aufgrund der niedrigen Wuchshöhe bleibt es im Schutz der Schneedecke über einen langen Zeitraum von witterungsbedingten Einflüssen (Frost, Bodenfrost, Wind),

insbesondere von der Frostrocknis²⁹ verschont. Durch die Ausbildung von Umlegeformen vermag es sich auch an die mechanischen Wirkungen der Schneebewegungen anzupassen.

Tab. 11: *Salix denticulata* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	108	109	110	111	112
Aufnahmefläche (m ²):	150	150	150	100	100
Höhe NN (m):	3450	3200	3470	3570	3310
Exposition:	ENE	NNE	W	NNE	NNW
Hangneigung (°):	37	38	36	40	45
Hanglage:	HUX	HUX	HUX	HOV	HOV
Bodentyp:	N-B	N	N-B	N	N
Deckung SS (%):	80	70	70	90	85
Deckung KS (%):	60	75	95	30	40
Beweidung (Intensität 0 - 3):	2	2	1,5	1	1
Artenzahl:	45	46	43	15	25
<u>Kennart der Gesellschaft:</u>					
<i>Salix denticulata</i> Str	3	4	4	5	5
<u>hochstete Arten:</u>					
<i>Bergenia stracheyi</i>	3	4	3	2	2
<i>Lonicera obovata</i> Str/Klg	2	1	1	2	1
<i>Lonicera purpurascens</i> Str/Klg	1	1	1	2	+
<i>Geranium pratense</i> s.l.	3	1	3	2	.
<i>Valeriana jatamansi</i>	2	3	1	.	2
<i>Solidago virgaurea</i>	1	2	1	3	.
<u>Sonstige:</u>					
<i>Myosotis asiatica</i>	3	2	2	.	.
<i>Polygonatum geminiflorum</i>	3	2	+	.	.
<i>Nepeta laevigata</i>	2	2	2	.	.
<i>Inula royleana</i>	2	2	2	.	.
<i>Juniperus communis</i> ssp. alpina Str	2	1	2	.	.
<i>Viola</i> sp. aff. rupestris	1	2	1	.	.
<i>Carex chitralensis</i>	2	1	1	.	.
<i>Fritillaria cirrhosa</i>	1	2	1	.	.
<i>Aconogonum rumicifolium</i>	1	.	1	2	.
<i>Polystichum lonchitis</i>	2	2	.	+	.

²⁹ Vgl. TRANQUILLINI (1967, 1979), LARCHER (1983) zu den physiologischen Anpassungen an die Lebensbedingungen im Waldgrenzsaum und in der alpinen Stufe.

Aufnahme-Nr.:	108	109	110	111	112
<i>Thymus linearis</i>	1	1	1	.	.
<i>Jaeschkea oligosperma</i>	1	1	1	.	.
<i>Senecio analogus</i>	1	1	+	.	.
<i>Rheum australe</i>	.	1	1	+	.
<i>Juniperus squamata</i> Str	1	.	3	.	.
<i>Rosa webbiana</i> Str	1	.	.	2	.
<i>Trillium govanianum</i>	.	1	.	.	1
<i>Anemone rupicola</i>	.	.	1	.	1
<i>Fragaria nubicola</i>	2	2	.	.	.
<i>Achillea millefolium</i>	2	.	1	.	.
<i>Nepeta erecta</i>	2	2	.	.	.
<i>Agrostis vinealis</i>	3	1	.	.	.
<i>Iris hookeriana</i>	1	.	2	.	.
<i>Festuca hartmannii</i>	1	2	.	.	.
<i>Potentilla gelida</i> ssp. <i>borissii</i>	+	1	.	.	.
<i>Viola biflora</i>	2	.	1	.	.
<i>Codonopsis clematidea</i>	1	2	.	.	.
<i>Bupleurum longicaule</i>	1	.	+	.	.
<i>Silene tenuis</i>	1	1	.	.	.
<i>Anaphalis cuneifolia</i>	1	1	.	.	.
<i>Heracleum candicans</i>	1	1	.	.	.
<i>Scrophularia decomposita</i> ssp. <i>latifolia</i>	+	1	.	.	.
<i>Aconitum spec.</i>	+	2	.	.	.
<i>Cystopteris dickieana</i>	.	+	+	.	.
<i>Galium boreale</i>	.	2	.	2	.
<i>Crepis kashmirica</i>	.	+	+	.	.
<i>Lonicera asperifolia</i> Str	+	.	+	.	.

ferner in Nr. 108: *Indigofera heterantha* Str 1, *Aquilegia fragrans* 1, *Arabidopsis* cf. *himalaica* 1, *Lamium album* 1, *Lotus corniculatus* 1, *Aster spec.* +, *Lindelofia* cf. *platycalyx* 2; in Nr. 109: *Trisetum spicatum* 1, *Viola reichenbachiana* 1, *Clinopodium vulgare* 1, aff. *Sonchus spec.* 1, *Impatiens spec.* 2, *Bistorta amplexicaulis* 2, *Angelica glauca* +, *Phleum alpinum* 1, *Pedicularis pyramidata* 1, *Pohlia cruda* M +, *Bryoerythrophyllum recurvirostre* M +; in Nr. 110: *Bistorta affinis* 2, *Gentianopsis paludosa* 1, *Kobresia capillifolia* 3, *Astragalus rhizanthus* ssp. *candolleanus* 1, *Pedicularis punctata* 2, *Poa nemoralis* 2, *Leontopodium leontopodium* 1, *Silene* cf. *wahlbergella* +, *Hylotelephium ewersii* +, *Vicatia wolffiana* +, *Gentiana tianschanica* 1, *Elymus longe-aristatus* ssp. *canaliculatus* +, *Thlaspi spec.* 1, *Brachythecium falciculatum* M +; in Nr. 111: *Cotoneaster bacillaris* Str 1, *Podophyllum hexandrum* +, *Epilobium spec.* 1013 1, *Carex* cf. *cardiolepis* 1; in Nr. 112: *Pinus wallichiana* Str +, *Betula utilis* Str 3, *Trollius acaulis* 2, *Sibbaldia parviflora* +, *Geum elatum* 2, *Allium govanianum* +, *Salvia spec.* +, *Gentiana capitata* 1, *Primula denticulata* +, *Primula macrophylla* 1, *Carex spec.* 2, *Gaultheria trichophylla* Str 1, *Dryopteris blanfordii* +, *Brachythecium salebrosum* M +, *Bryoerythrophyllum alpigenum* M +, *Rhytidadelphus squarrosus* M +, *Weissia rutilans* M +, *Fissidens bryoides* M +.

Unter den herrschenden klimatischen Bedingungen im Krummholzgürtel tritt als edaphischer Faktor die Bodenfeuchte in den Vordergrund. Die *Salix*-Gebüsche sind auf recht tiefgründigen, mehr oder weniger ständig durchfeuchteten Böden, zumeist

sauren Ranker-Braunerden oder Braunerden, verbreitet, die durch die dichte Laubstreu sehr stark mit Humus angereichert werden.

In Tab. 11 wird das Artenspektrum der *Salix denticulata*-Gesellschaften dokumentiert. Es besteht zu ca. 35 % aus alpinen Elementen, während die Mehrzahl der Arten, insbesondere die Kennart und die hochsteten Arten, bis auf die in den *Kobresia*-Matten verbreitete *Geranium pratense* s.l. der subalpinen bzw. montanen Stufe zuzuordnen sind. Zuweilen treten krüppelwüchsige *Abies*-, *Pinus*- oder *Betula*-Individuen auf, die die Zugehörigkeit zum Waldgrenzsaum belegen. Die floristische Struktur spricht somit dafür, den *Salix denticulata*-Krummholzgürtel als obere Begrenzung der subalpinen Stufe anzusehen.

Dagegen ordnet TROLL (1939b: 172) den im kontinentaleren Nanga Parbat-Gebiet mit ähnlichem Verbreitungsmuster auftretenden *Salix karelinii* (*S. hastata* auct. non L.) -Krummholzgürtel bereits der alpinen Stufe zu. Im Gegensatz zu *Salix denticulata*, die auf den Krummholzgürtel im Waldgrenzsaum beschränkt bleibt und nicht höher als 3600 m NN aufsteigt, dringt *Salix karelinii* dort jedoch weit in die alpine Stufe vor, wo sie in Gesellschaft von *Rhododendron anthopogon* var. *hypenanthum* in alpinen Zwergstrauchheiden vorkommt. In der zentralen Karakorum-Südabdachung bildet sie ebenfalls ausgedehnte alpine Gebüsche (HARTMANN 1972: 112ff). Aufgrund ihrer Höhenverbreitung von 2100 bis 4500 m NN (POLUNIN & STANTON 1984: 230) ist diese Weidenart für eine Höhenstufengliederung schlecht geeignet, worauf auch HARTMANN (1968: 302) hinweist.

Die Kennart *Salix denticulata* bildet ein etwa 2 m hohes, häufig undurchdringliches Gehölz, in dessen Schatten die hochsteten *Lonicera obovata* und *L. purpurascens* eine zweite Strauchschicht bilden. In offeneren, strahlungsexponierteren Lagen treten *Juniperus communis* ssp. *alpina* und *Juniperus squamata* hinzu. Reliktiertig ist an extrem unzugänglichen Stellen *Sorbus aucuparia* in den Krummholzgürtel eingestreut.

Charakteristischer, hochsteter Bestandteil der Krautschicht ist die insbesondere an offenen Stellen und auf felsigem Untergrund verbreitete Saxifragacee *Bergenia stacheyi*. Die *Salix denticulata*-Gesellschaften werden etwa zur Hälfte von Hemikryptophyten aufgebaut, während der Anteil von Phanerophyten mit der Höhe weiter abnimmt (vgl. Abb. 20). Weitere hochstete Arten der Krautschicht sind der in den alpinen Matten verbreitete Nährstoffzeiger *Geranium pratense* s.l., die ruderalen Hochstaude *Solidago virgaurea* sowie die als mutmaßliche Kennart höherer syntaxonomischer Einheiten der feucht-temperierten Koniferenwälder bezeichnete ausdauernde Staude *Valeriana jatamansi*.

Der Beweidungsdruck nimmt mit der Offenheit und der Zugänglichkeit der Bestände zu. Während das Arteninventar in den stärker beweideten Beständen durch nitrophile

Hochstauden wie *Inula royleana*, *Aconogonum rumicifolium* u.a. sowie durch unge-
nießbare Arten wie *Polygonatum geminiflorum* oder *Fritillaria cirrhosa* beträchtlich
erweitert wird, sind die dicht geschlossenen, undurchdringlichen Bestände (Aufn.
111 u. 112) sehr viel artenärmer entwickelt.

Über den syndynamischen Status der *Salix*-Krummholzgesellschaften als klimatische
Schlußgesellschaften zwischen Birkenwäldern und alpinen Matten bzw. Zwerg-
strauchheiden auf Schatthängen kann kein Zweifel bestehen. Sie würden sich durch
autogene Sukzession nicht zu anderen Gesellschaften weiterentwickeln. *Salix denticu-
lata* ist als häufigste Weidenart des westhimalayischen Krummholzgürtels von
Ostafghanistan bis Zentralnepal verbreitet (POLUNIN & STANTON 1984: 381).
Im Westhimalaya wird sie lokal durch *Salix wallichiana*, im Karakorum durch *Salix
karelinii* ersetzt; im östlichen Himalaya treten weitere *Salix*-Arten hinzu.

3.1.2.4 Der Gesellschaftskomplex der *Artemisia maritima* - *Juniperus macro- poda*-Steppen-(wälder)

Die in Tab. 12 zusammengefaßten xerophilen Steppen- bzw. Steppenwaldgesell-
schaften treten im oberen Kaghan, auch im benachbarten oberen Neelam-Tal, als
südliche Vorposten von im nördlich und nordwestlich anschließenden Karakorum-
Hindukusch-Gebirgssystem weit verbreiteten Vegetationstypen auf. Auch auf der
Südabdachung der Himalaya-Hauptkette herrschen damit in vor den Monsunein-
flüssen weitgehend abgeschirmten inneren Hochtälern auf Sonnhängen ökologische
Standortbedingungen, die im Hinblick auf die relative Standortkonstanz der *Artemi-
sia*-Steppen bzw. *Juniperus*-Steppenwälder noch innerhalb der Toleranzgrenzen lie-
gen. Obwohl die Jahresniederschläge etwa 1000 mm betragen, können sich dort
aufgrund der Summierung ungünstiger klimatischer Effekte (Verkürzung der Vegeta-
tionszeit, sommerliche Dürrezeit, frühe Ausaperung mit Frostrocknisgefahr) keine
geschlossenen Wälder mehr entwickeln.

Tab. 12: Der Gesellschaftskomplex der *Artemisia maritima* - *Juniperus macropoda*-Steppen(-wälder)

Aufnahme-Nr.:	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Aufnahmefläche (m ²):	200	150	100	100	100	100	150	150	100	150
Höhe NN (m):	3010	3010	3200	3240	3350	3390	3030	3010	2860	2840
Exposition:	SSE	WSW	SSW	WNW	ESE	ESE	ESE	SSE	ESE	ESE
Hangneigung (°):	37	37	42	39	39	41	39	38	39	33
Hanglage:	HUV	HUG	HMX	HUX	HUV	HUV	HMS	HMS	HUX	HUX
Bodentyp:	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Beweidung (Intensität 0 - 3):	2	2	2	2	1	1	2	1	1,5	2
Deckung BS (%):	10	10	70	60	10	10	-	-	-	-
Deckung SS (%):	40	60	35	45	55	30	65	65	60	60
Deckung KS (%):	20	35	40	35	25	30	10	10	10	10
Artenzahl:	40	35	30	28	22	25	14	12	15	18
<u>Kennarten der Gesellschaften:</u>										
<i>Artemisia maritima</i> Str/Klg	3	4	1	1	3	2	4	4	4	4
<i>Juniperus macropoda</i> B	2	2	4	4	2	2	.	.	.	.
<i>Juniperus macropoda</i> Str	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.
<u>hochstete und stete Arten:</u>										
<i>Poa sterilis</i>	+	1	1	1	1	2	1	+	+	+
<i>Rosa webbiana</i> Str/Klg	+	1	1	1	.	+	1	1	r	.
<i>Verbascum thapsus</i>	+	+	+	.	+	+	+	1	.	+
<i>Pennisetum lanatum</i>	+	1	1	2	.	.	+	+	+	+
<i>Polygonum plebejum</i>	+	+	.	.	.	+	1	1	1	1
<i>Piptatherum munroi</i>	+	2	.	.	1	2	+	.	+	+
<i>Artemisia santolinifolia</i> Str/Klg	.	.	2	1	.	.	1	1	1	1
<i>Thymus linearis</i>	+	+	1	.	2	2	.	.	.	+
<u>Sonstige:</u>										
<i>Pseudomertensia elongata</i>	.	2	.	.	1	.	1	+	.	+
<i>Arenaria neelgherrensis</i>	+	.	.	.	+	.	+	+	.	+
<i>Galium aparine</i>	+	r	.	.	.	.	+	+	r	.
<i>Dianthus orientalis</i>	+	+	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Koeleria macrantha</i>	.	+	1	.	+	2	.	.	.	.
<i>Minuartia foliosa</i>	+	.	1	1	.	+	.	.	.	.
<i>Origanum vulgare</i>	1	2	1	.	.	.	.	1	.	.
<i>Chenopodium album</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	r	1
<i>Ephedra gerardiana</i> Str	+	.	.	1	.	2	.	.	.	.
<i>Lonicera asperifolia</i> Str	.	.	2	2	.	+	.	.	.	.
<i>Ribes cf. villosum</i> Str	2	.	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Astragalus rhizanthus</i> ssp. <i>candolleanus</i>	.	.	.	.	2	1	.	.	+	.

Aufnahme-Nr.:	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
<i>Cynoglossum wallichii</i>	.	1	.	.	+	.	.	.	+	.
<i>Oxytropis mollis</i>	.	+	.	.	1	1	.	.	.	.
<i>Onosma hispidum</i>	+	+	.	+
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	1	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Rumex nepalensis</i>	+	r	.	.	.	.	.	.	.	1

außerdem zweimal: *Polygonum paronychioides* in Nr. 95: 1, in Nr. 93: +; *Rosularia alpestris* in Nr. 95: 1, in Nr. 96: +; *Potentilla desertorum* in Nr. 95: +, in Nr. 96: +; *Lonicera obovata* Str in Nr. 93: 2, in Nr. 94: 2; *Berberis orthobotrys* Str in Nr. 92: 1, in Nr. 94: +; *Ribes alpestre* Str in Nr. 91: +, in Nr. 94: 2; *Heracleum spec.* in Nr. 92: r, in Nr. 94: +; *Ligularia thomsonii* in Nr. 93: 2, in Nr. 94: 2; *Androsace rotundifolia* in Nr. 93: 1, in Nr. 94: 1; *Pseudomertensia echioides* in Nr. 93: 1, in Nr. 94: 1; *Stellaria monosperma* in Nr. 91: r, in Nr. 94: +; *Campanula cashmeriana* in Nr. 53: 2, in Nr. 94: +; *Euphrasia schlagintweitii* in Nr. 93: +, in Nr. 94: +; *Campanula colorata* in Nr. 91: +, in Nr. 93: +; *Brachyactis pubescens* in Nr. 93: r, in Nr. 99: r; *Arabis glabra* in Nr. 91: +, in Nr. 92: r; *Chenopodium botrys* in Nr. 91: +, in Nr. 100: +; ferner in Nr. 91: *Scrophularia scoparia* 1, *Poa sterilis* +, *Euphorbia thomsoniana* +, *Nepeta discolor* +, *Silene vulgaris* +, *Campanula tenuissima* +, *Campanula cf. staintonii* +, *Minuartia kashmirica* +, *Compositae sp. indet.* +, *Galium spec.* +, *Lonicera myrtillus* Str 2, *Cynoglossum glochidiatum* +, *Lindelofia anchusoides* 2; in Nr. 92: *Aconogonum sp. aff. alpinum* 2, *Phacelurus speciosus* 1, *Acantholimon lycopodioides* 1, *Scorzonera virgata* +, *Astragalus spec.* +, *Lindelofia cf. stylosa* r, *Scrophularia decomposita ssp. latifolia* +, *Saussurea albescens* r, *Grimmia ovalis* M +, *Grimmia alpestris* M +, *Tortula virescens* M +; in Nr. 93: *Bupleurum falcatum* 2, *Arabis cf. amplexicaulis* +, *Arabidopsis spec. r*, *Valeriana spec.* 1065 +, *Heracleum canescens* +, *Cystopteris dickieana* +, *Galium cf. boreale* +, *Tortella tortuosa* M +; in Nr. 94: *Viburnum cotinifolium* Str 1, sp. indet. 1071 Str r, *Rheum australe* +, *Euonymus sp. aff. fimbriatus* Str r, *Aconogonum rumicifolium* +, *Senecio kraschenikovii* +, *Fragaria nubicola* +; in Nr. 95: *Pedicularis bicornuta* 2, *Trigonella emodi* +, *Poa spec.* +, *Gramineae sp. indet.* 1502 +; in Nr. 96: *Pedicularis pycnantha* 2, *Arenaria orbiculata* +, *Arabidopsis mollissima* +, *Myosotis spec.* +, *Phleum spec.* +, *Crepis multicaulis ssp. congesta* +; in Nr. 97: *Bistorta amplexicaulis* 1, *Orobanche hansii* +; in Nr. 99: *Saussurea sp. aff. ceratocarpa* r, *Veronica biloba* +, *Ceratodon purpureus* M +; in Nr. 100: *Elymus spec.* +, *Astragalus spec.* +, *Crepis sancta* r, *Cynoglossum spec. r*, *Impatiens sp. aff. thomsonii* r.

Dabei ist die Jahressumme der Niederschläge weit weniger entscheidend als deren Höhe in der Vegetationszeit. Zwischen Naran und Battakundi, wo die Niederschläge in der Vegetationsperiode auf 200-250 mm zurückgehen (vgl. Kap. 2.1.2.1), beherrschen diese Gesellschaften erstmals das Landschaftsbild auf den Sonnhängen. Ihre Verbreitung reicht talaufwärts bis unterhalb Besal, wo sie bei leicht zunehmender Feuchtigkeit in alpine Zwergstrauchheiden und Matten übergehen (s. Veg.-Karte).

Die *Artemisia*-Steppen sind in südlichen und östlichen Expositionen flächendeckend auf den Talhängen ausgebildet. Lokal greifen sie auch auf westexponierte Hänge

über, wo *Artemisia maritima*³⁰ zuweilen sogar im Unterwuchs von aufgelichteten *Abies*- und *Pinus*-Wäldern vorkommt. Die großflächigen Steppen sind durchsetzt von Einzelexemplaren oder kleineren Gruppen des Baumwacholders *Juniperus macropoda*, der vorzugsweise auf felsigem Untergrund, auf edaphisch feuchteren Standorten und in Lagen oberhalb 3000 m NN auftritt. Dort vermag er in einer sehr breit ausgedehnten Kampfzone bis 3800-3900 m NN aufzusteigen, während sich die *Artemisia*-Steppe oberhalb 3300-3400 m NN zunehmend auflöst und in ein Vegetationsmosaik aus Baum- und Legwachholdern (*J. macropoda*, *J. squamata* und *J. communis* ssp. *alpina*) und alpinen Cyperaceenrasen übergeht. Die obere wie die talaufwärtige Begrenzung der *Artemisia*-Steppe scheint in erster Linie hygrisch bedingt zu sein, da sie mit häufig auftretenden Kondensationsniveaus der Wolkendecke zusammenfällt. Jenseits dieser Begrenzungen erfolgt zugleich ein Übergang zu humusreicheren Böden (vgl. dazu HARTMANN 1983).

In dem Verbreitungsgebiet der *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Gesellschaften, das sich mit der ausgesprochen kontinentalen, während der Vegetationsperiode nahezu semiariden Klimazone im oberen Kaghhan deckt, ruft die verstärkte Wirkung der Strahlungsexposition ausgeprägte Vegetationskontraste zwischen Sonn- und Schatthängen hervor, die zu einer asymmetrischen Vegetationshöhenstufung führen. In nördlichen Expositionen ist eine klare Abfolge von hochmontanen Koniferenwäldern, die Waldgrenze bildenden Birkenwäldern, *Salix*-Krummholzgürteln sowie alpinen Zwergstrauchheiden und Matten zu erkennen. Auf den Sonnhängen steigen dagegen die hochmontanen *Artemisia*-*Juniperus*-Steppen(-wälder) fragmentarisch bis in eine der alpinen Stufe der Schatthänge entsprechende Höhenstufe auf. Damit nähern sich die Verhältnisse im oberen Kaghhan bereits denen des kontinentaleren Nanga Parbat-Gebietes an, wo sich die Strahlungsexposition noch stärker vereinheitlichend auswirkt (vgl. TROLL 1939b: 172).

Innerhalb des topoklimatisch begrenzten Areals dieser Gesellschaften sind edaphische Faktoren für das kleinräumige Vegetationsmosaik von Bedeutung. Unter den trockenen Klimabedingungen haben sich flachgründige, schluffig-sandige Rohböden ohne Profildifferenzierung und mit geringem Humusgehalt entwickelt. Die reinen *Artemisia*-Steppen sind insbesondere auf den extrem trockenen, sandigen und sehr humusarmen Böden verbreitet, die infolge der während der Dürrezeit kapillar aufsteigenden Salze schwach alkalisch reagieren. In nährstoffreichen Mulden, in Rinnen und lokalen Vernässungen tieferer Lagen werden die Steppen regelmäßig von *Sambucus*

³⁰ Um die nomenklatorische Verwirrung in Grenzen zu halten, wird hier an dem Artnamen *Artemisia maritima* festgehalten. Von anderen Autoren werden auch die Synonyme *A. brevifolia* oder *Seriphidium maritimum* verwendet. Die Art wird aufgrund ihres Santonin gehaltes für medizinische Zwecke genutzt und wurde zeitweilig im Kaghhan gesammelt (vgl. QAZILBASH 1954, CHAUDHRI 1959, ZAMAN, KHAN & AHMAD 1972).

wightiana-, *Aconogonum rumicifolium*- oder *Pteridium aquilinum*-Fluren unterbrochen.

In bezug auf die Bodenfeuchte ist *Juniperus macropoda* anspruchsvoller als *Artemisia maritima*. Bestände des Baumwacholders sind zum einen auf lokalklimatisch oder edaphisch feuchteren Standorten und in wasserzügigen Rinnen in die Steppe eingestreut³¹. In solchen Rinnen können sie mit mesophytischen Laubbölzern wie *Ulmus wallichiana*, *Acer caesium* oder *Prunus cornuta* vergesellschaftet sein. Zum anderen sind sie auffallend häufig auf felsigem Untergrund zu finden, wo die mächtigen, sich weit ausbreitenden Wurzeln tief in die Klüfte des Gesteins vordringen und die von der dort befindlichen Feinerde gespeicherte, vor Verdunstung geschützte Feuchtigkeit ausnutzen. Möglicherweise spielt in diesem Zusammenhang die Samenverbreitung durch Krähen und Dohlen (*Corvus spec.*, *Pyrrhocorax spec.*) eine Rolle, die die reifen Beeren fressen und bevorzugt Ansitze auf zerklüfteten Felsen wählen³². Die Felsflächen sind nicht selten von den Dornpolstern der xerophilen *Acantholimon lycopodioides* bedeckt.

Unter dem Schirm der *Juniperus*-Kronen herrschen völlig andere mikroklimatische und edaphische Bedingungen als in der offenen *Artemisia*-Steppe (vgl. REPP & BEG 1966). Weniger extreme Strahlungsverhältnisse bedingen ausgeglichene Temperaturen der bodennahen Luftschicht und eine höhere Bodenfeuchte. Auf der Grundlage der lokal vermehrt anfallenden Streu ist dann die Entwicklung eines Ah-Horizontes mit einem dünnen Auflagehumus möglich. Solche Mikroökotope werden von Synusien aus hygrophilen und schattenliebenden Arten (*Fragaria nubicola*, *Galium boreale*, *Senecio krascheninikovii* u.a.) besiedelt, die in der offenen Steppe nicht gedeihen könnten.

Floristisch-soziologisch wird dieser Gesellschaftskomplex von einem gemeinsamen Artengrundstock geprägt (vgl. Tab. 12). Neben der durchgehenden Kennart *Artemisia maritima*, die in den reinen Steppen eine hohe Artmächtigkeit erreicht, sind die folgenden hochsteten Arten hervorzuheben, die jedoch sowohl Ausdruck der hohen anthropo-zoogenen Beeinflussung als auch der natürlichen soziologischen Affinität sind: der verbißresistente Dornstrauch *Rosa webbiana*, die nitrophile Hochstaude *Verbascum thapsus* und die absolut stete Graminee *Poa sterilis*.

In den Gruppen der steten bzw. sonstigen Arten sind keine eindeutigen Präferenzen zu offenen *Artemisia-Juniperus*-Beständen (Aufn. 91-96) oder zu reinen *Artemisia*-

³¹ In Belutschistan gedeiht *Juniperus macropoda* nach Beobachtungen von ALI (1966: 198) ebenfalls optimal auf edaphisch feuchteren Standorten.

³² Ähnliche Beobachtungen wurden bereits zu Anfang dieses Jahrhunderts in den *Juniperus macropoda*-Wäldern Belutschistans gemacht (TROUP 1921: 1165), vgl. dazu auch PHILIPS (1910).

Steppen (Aufn. 97-100) festzustellen. Lediglich auf felsigen Böden häufigere Arten wie *Minuartia foliosa*, *Koeleria macrantha* und *Dianthus orientalis* zeigen eine gewisse Bindung an von *Juniperus* bevorzugte Standorte.

Floristische Ähnlichkeiten bestehen zu feuchteren Höhenvarianten aus dem Karakorum bzw. aus Ladakh beschriebener *Artemisia*-Steppen. Die in ihrem Habitus mit *Artemisia maritima* vergleichbare frischgrüne *Artemisia santolinifolia* entspricht sehr wahrscheinlich der von TROLL (1939b: 167) und von PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER (1956: 25) als charakteristisch für den "subalpinen Typus der Artemisiensteppe" am Nanga Parbat bzw. im Hunza-Karakorum angegebenen frisch- bzw. hellgrünen *Artemisia*-Art. Weitere Entsprechungen stellen die Arten *Koeleria macrantha* (syn. *K. gracilis*), *Oxytropis mollis*, *Ephedra gerardiana*, *Scorzonera virgata*, *Pedicularis pycnantha* u.a. dar, die HARTMANN (1968: 377) als Charakter- und Differentialarten der *Artemisia*-Steppe der oberen subalpinen und alpinen Stufe, die er als *Oxytropis mollis*-*Koeleria gracilis*-Steppe bezeichnet, in N-Baltistan ermittelte. Floristische Ähnlichkeiten bestehen darüber hinaus zu subalpin/alpinen *Artemisia*-Steppen in Ladakh (vgl. HARTMANN 1987: 286). Diese Entsprechungen charakterisieren die hinsichtlich des Gesellschaftsareals randliche und niedrigere Lage auf der feuchteren Himalaya-Südabdachung.

In bezug auf die physiognomisch-ökologische Struktur dieser Gesellschaften fällt der dominierende Anteil der Chamaephyten (42 %) im Lebensformenspektrum auf (Abb. 21). Die erfolgreiche Anpassung sowohl an den winterlichen Schneeschutz als auch an die sommerliche Dürrezeit kommt darin zum Ausdruck, die die Entwicklung verholzender und sukkulenter Formen begünstigt. Wo die Steppe nicht von den in der Regel 4-6 m hohen, knorrigen *Juniperus*-Bäumen durchsetzt ist, die unter optimalen Bedingungen mehr als 50 % Deckung erreichen, beherrschen die 40-60 cm hohen *Artemisia*-Zwergsträucher mit einem Deckungsgrad von 60-70 % die Physiognomie der Bestände. Die sehr artenarme Strauchschicht wird komplementiert durch die xerophytischen *Ephedra gerardiana* und *Rosa webbiana*, die hier extrem mikrophyll Blattformen ausbildet, sowie durch die in der Regel an *Juniperus*-Gruppen gebundenen *Lonicera asperifolia* und *Ribes cf. villosum*.

Gegenüber den mit mikroklimatisch und edaphisch verschiedenartigen Nischen ausgestatteten *Artemisia-Juniperus*-Beständen, in denen die Krautschicht etwas artenreicher und mächtiger entwickelt ist, weisen die reinen *Artemisia*-Steppen aufgrund der extremen Standortverhältnisse eine äußerst artenarme, kaum mehr als 10 % deckende, xerophytisch strukturierte Krautschicht auf. Sie wird dominiert von thermo- und xerophilen Arten wie *Polygonum plebejum*, *Poa sterilis*, *Pennisetum lanatum*, *Piptatherum munroi* (syn. *Oryzopsis munroi*), die subtropisch-tropisch

verbreitet sind und in der trocken-heißen, winterlich schneegeschützten Steppe bis über 3000 m NN aufsteigen³³.

Juniperus macropoda-Keimlinge wurden kaum beobachtet. Nach TROUP (1921: 1165) sind sie empfindlich gegen Dürre sowie gegen Verbiß und Vertritt und kommen bevorzugt in von der Schneeschmelze durchfeuchteten Böden auf. Daher erscheint die Naturverjüngung des äußerst langsam wachsenden Baumwacholders unter den extremen mikroklimatischen Bedingungen der offenen *Artemisia*-Steppe, die zudem noch beweidet wird, nur schwer möglich. Vor diesem Hintergrund besitzt die ornithochore Samenverbreitung über zerklüftetem Untergrund, wo Feuchte speichernde Feinerdeansammlungen in Spalten geeignete Ansammlungsbedingungen bieten, für die langfristige Regeneration der *Juniperus*-Bestände offenbar besondere Bedeutung.

Diese Überlegungen leiten über zu der Frage nach der syndynamischen Stellung dieses Gesellschaftskomplexes. Aus der synökologischen Charakterisierung der *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Steppen (-wälder) und aus dem Verbreitungsmuster der konkurrierenden feucht-temperierten Koniferenwälder geht hervor, daß sie auf ihren Standorten im oberen Kaghan Schlußgesellschaften darstellen. Um das Verhältnis der reinen *Artemisia*-Steppen zu den *Artemisia*-*Juniperus*-Steppenwäldern in pflanzensoziologische Kategorien zu fassen, sind weitere systematische Untersuchungen erforderlich.

Es muß davon ausgegangen werden, daß die offenen *Juniperus*-Bestände³⁴ anthropogen weiter aufgelichtet worden sind. Über weite Steppenhänge stellen sie das einzig verfügbare Brennholz dar und viele Stämme weisen Spuren von meist jedoch länger zurückliegendem Holzschlag auf³⁵. Die *Artemisia*-Steppe wird sich daher in gewissem, allerdings schwer abschätzbarem Umfang auf Kosten der Steppenwälder ausgebreitet haben, wie es auch aus Ostafghanistan (vgl. FREITAG 1971a: 331, FISCHER 1970: 106ff) oder dem Hunza-Karakorum (vgl. PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER 1956: 25) berichtet wird. Die leicht abweichenden ökologischen Ansprüche von *Artemisia maritima* und *Juniperus macropoda* lassen ebenfalls den Schluß zu, daß sich säkulare feuchtere bzw. trockenere Klimaphasen auf das Ausmaß

³³ Zu den ökologischen Beziehungen zwischen Steppenpflanzen und alpinen Elementen vgl. WALTER (1975).

³⁴ Physiognomisch entsprechen sie den immergrünen offenen Nadelwäldern bzw. leiten zu den extrem xeromorphen offenen Wäldern nach ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1967a) über.

³⁵ PAFFEN (in PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER 1956: 29) beobachtete 1954 auf seiner Durchreise im oberen Kaghan-Tal "Artemisia-Steppe mit fast gänzlichem Fehlen von Baumwacholder"; auf den Unterhängen entspricht diese Situation in etwa der heutigen.

der räumlichen Durchdringung der *Artemisia*-Steppen mit *Juniperus*-Beständen entsprechend auswirken. Überalterte *Juniperus*-Individuen sind vermutlich Relikte feuchterer Klimaphasen.

3.1.2.5 *Myricaria bracteata*-Schotterfluren

Myricaria bracteata-Gesellschaften besiedeln periodisch überschwemmte Schotterflächen des Kunhar-Flusses und seiner größeren Zuflüsse. Sie stellen bei der schütter werdenden Pflanzendecke im oberen Kaghan, insbesondere zwischen Battakundi und dem Lulusar-See, wie auch in anderen hochmontanen und subalpinen Steppen der Region³⁶ einen das Landschaftsbild mitprägenden Vegetationstyp dar. Sie treten erstmals oberhalb Kaghan-Ort in Erscheinung, wo sie zwischen 2100 und 2200 m NN Grundwassergehölze aus *Populus ciliata* ablösen, mit denen sie in einem Übergangsbereich gemeinsam auf den Schotterflächen vorkommen. Talaufwärts erstrecken sie sich bis oberhalb des Lulusar-Sees, an dessen Zulauf sie noch in ca. 3450 m NN auf Schotterbänken anzutreffen sind.

Innerhalb dieser breiten horizontalen und vertikalen Amplitude wirkt sich das Klima als Standortfaktor nur in schwächerem Maße auf die *Myricaria*-Vorkommen aus. Weitaus größere Bedeutung besitzen die speziellen Bodeneigenschaften. *Myricaria*-Standorte können dort entstehen, wo die Flußstrecke geringeres Gefälle aufweist und feinkörnigere Sedimente abgelagert werden, die sich zu Schotterbänken akkumulieren. Aus den kiesig-sandigen Substraten dieser Schotterbänke entwickeln sich bei ständiger Sedimentation und Erosion alluviale Auen-Rohböden mit wechselnden Humusgehalten, die von den strömungsfesten *Myricaria bracteata*-Fluren als Pioniergehölz-Gesellschaften erfolgreich besiedelt werden. Sie sind auf einen beständig hohen Grundwasserspiegel angewiesen und an die mechanischen Beanspruchungen während der periodischen Überflutungen durch ein tief eindringendes, kräftig ausgebildetes Wurzelsystem angepaßt. Die grundwasserbeeinflussten *Myricaria*-Schotterfluren sind aufgrund ihrer vorrangigen Abhängigkeit von den extremen edaphischen Faktoren im Sinne von ELLENBERG (1986: 73) und WALTER & BRECKLE (1991: 131) als azonale Vegetation zu bezeichnen.

Die Standorte der *Myricaria bracteata*-Gesellschaften befinden sich meist inmitten des Flußbettes und sind daher kaum zugänglich. Das Artenspektrum und die physiognomische Struktur eines *Myricaria*-Bestandes werden deshalb anhand einer Aufnahme dokumentiert (Tab. 13), die in 2650 m NN auf einer Schotterterrasse am Unterlauf des Dadar Nar entstand. Die Aufnahmefläche grenzt unmittelbar an das

³⁶ Schotterfluren verschiedener *Myricaria*-Arten sind im gesamten Himalaya-System verbreitet.

Flußbett. Der alluviale Rohboden weist einen feinsandigen, etwas schlammigen, leicht humosen Oberboden sowie einen Grundwasserspiegel von wenigen Zentimetern unter Flur auf (Ende Juli, Spätnachmittag). Die Vegetation besteht aus einem 2 m hohen, 70 % deckenden *Myricaria*-Reinbestand, unter dessen Schirm eine lichte, von Vernässungszeigern geprägte Krautschicht entwickelt ist.

Die *Myricaria bracteata*-Gesellschaften weisen sowohl hinsichtlich der Standorte als auch in bezug auf die floristische Zusammensetzung Entsprechungen zu mitteleuropäischen Tamariskenfluren (*Salici-Myricarietum*) auf. In diesem Zusammenhang ist das Ufer-Reitgras *Calamagrostis pseudophragmites* hervorzuheben, das steter Bestandteil der dortigen Gesellschaften ist und auch in diesem Bestand gemeinsam mit den Vernässungszeigern *Equisetum ramosissimum* und *Mentha royleana* die Krautschicht dominiert. Neben weiteren Feuchte- und Nässezeigern (*Trichophorum pumilum*, *Juncus himalensis*, *Juncus leucanthus*, *Caltha palustris* var. *himalensis*, *Parnassia laxmannii* u.a.) tritt mit *Anaphalis cuneifolia*, *Oxyria digyna*, *Swertia thomsonii* u.a. eine Reihe von Schwemmlingen aus der alpinen Stufe auf, die mit dem Wasser als Samen oder entwicklungsfähige Pflanzenteile herantransportiert wurden. Obwohl sich unter den komplementären Arten der Krautschicht einige ruderale Elemente befinden, kann ein nennenswerter Beweidungseinfluß schon aufgrund des Umfeldes³⁷ ausgeschlossen werden.

Ferner ist auf die vom Verfasser neu entdeckte *Pedicularis*-Art, *P. kaghanensis*³⁸, hinzuweisen, über deren Zugehörigkeit zur Gruppe der Feuchtezeiger oder der alpinen Schwemmlinge erst zukünftige Sammlungen Aufschluß geben können.

³⁷ Angrenzend liegen Versuchsfelder des deutsch-pakistanischen "Seed Potato Research Project".

³⁸ Die Art wurde dem japanischen *Pedicularis*-Spezialisten Prof. Dr. T. Yamazaki, Tokio, übersandt und von ihm 1991 als neue Art identifiziert.

Tab. 13: *Myricaria bracteata* - Schotterflur

Lokal.: Dadar Nar-Schotterterrasse, Battakundi	Bodentyp:	Auenrohboden (Rambla)
Datum: 29.07.90	Deckung SS: 70 %	Höhe: 2 m
Aufnahme-Nr.: 150	Deckung KS: 55 %	Höhe: 1,5 m
Aufnahmefläche (m ²): 100	Deckung M: 10 %	
Höhe NN (m): 2650	Artenzahl:	38

Strauchschicht:

<i>Myricaria bracteata</i>	4
<i>Rosa webbiana</i>	r

Forts.:

<i>Galium aparine</i>	+
<i>Fragaria nubicola</i>	+
<i>Crepis sancta</i>	+
<i>Agrostis spec.</i>	+
<i>Cirsium / Carduus spec.</i>	+

Krautschicht:

<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	2
<i>Equisetum ramosissimum</i>	2
<i>Mentha royleana</i>	2
<i>Pedicularis kaghanensis</i>	1
<i>Calamagrostis sp. aff. pseudophragmites</i>	1
<i>Anaphalis cuneifolia</i>	1
<i>Carum carvi</i>	1
<i>Tussilago sp. aff. farfara</i>	1
<i>Plantago major</i>	1
<i>Achillea millefolium</i>	1
<i>Taraxacum pacistanicum</i>	1
<i>Filipendula sp. aff. vestita</i>	1
<i>Myricaria bracteata</i>	1
<i>Prunella vulgaris</i>	+
<i>aff. Selinum papyraceum</i>	+
<i>Dactylis glomerata</i>	+
<i>Juncus leucanthus</i>	+

<i>Lotus corniculatus</i>	+
<i>Trichophorum pumilum</i>	+
<i>Trifolium pratense</i>	+
<i>Oxyria digyna</i>	+
<i>Caltha palustris var. himalensis</i>	+
<i>Boraginaceae sp. indet.</i>	+
<i>Swertia thomsonii</i>	+
<i>Juncus himalensis</i>	+
<i>Kobresia laxa</i>	+
<i>Picris nuristanica</i>	r
<i>Dianthus orientalis</i>	r

Moose:

<i>Pohlia wahlenbergii</i>	1
<i>Bryum pseudo-triquetrum</i>	1

In syndynamischer Hinsicht stellen die *Myricaria bracteata*-Schotterfluren dauerhafte Pioniergesellschaften dar, die, da sie sich nicht durch autogene Sukzessionen weiterentwickeln, zugleich Schlußgesellschaften sind. Erst eine allochthone Veränderung der Standortbedingungen, z. B. eine Tiefenerosion des Flußbettes, würde Folgegesellschaften progressiver oder regressiver Art entstehen lassen.

3.1.3 Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe

3.1.3.1 *Juniperus squamata*-Gesellschaften

Juniperus squamata-Gesellschaften sind auf Sonnhängen der oberen subalpinen und alpinen Stufe im gesamten Talraum weit verbreitet. Da ihr Verbreitungsschwerpunkt in der alpinen Stufe liegt, werden sie hier den alpinen Pflanzengesellschaften zugeordnet.

Der niedergedrückte, weit ausgebreitete Legwacholder *Juniperus squamata*³⁹ bildet zunächst oberhalb geschlossener Wälder einen subalpinen Gehölzgürtel, häufig gemeinsam mit *Juniperus communis* ssp. *alpina*, der dem *Salix*-Krummholzgürtel der Schatthänge entspricht. Unter den humiden Bedingungen im unteren und mittleren Kaghan treten in diesem Gehölzgürtel krüppelwüchsige *Pinus wallichiana*-Exemplare auf, die im semihumiden Raum Battakundi-Burawai von *Juniperus macropoda*-Individuen ersetzt werden. Die *Juniperus squamata*-Gesellschaften dehnen sich darüber hinaus bis in die alpine Stufe aus, wo sie in dichten Beständen ein kleinräumiges Vegetationsmosaik mit alpinen *Kobresia*-Matten sowie mit den nördliche Expositionen bevorzugenden Zwergstrauchheiden aus *Rhododendron anthopogon* var. *hypenanthum* bilden.

Die *Juniperus squamata*-Gesellschaften treten sowohl oberhalb der Kampfzone des Waldes, so im Saiful-Muluk-Seitental bis 3800-3900 m NN, als auch innerhalb des Waldgrenzsaumes auf, wo sie durch die anthropogene Depression der Waldgrenze gefördert werden. Sie eignen sich daher schlecht für eine Abgrenzung der Höhenstufen auf den Sonnhängen, worauf auch TROLL (1939b: 172) für den Nanga Parbat hinweist. BRECKLE (1975: 90) faßt sie am Safed Koh (Ostafghanistan) als subalpines Krummholz auf.

Der Rückgang der monsonalen Niederschläge im Tallängsprofil spielt für die Verbreitung der eher xerophilen *Juniperus squamata*-Gesellschaften kaum eine Rolle. Die mikroklimatischen Bedingungen auf den Sonnhängen (hohe Strahlungsintensität, ausreichende Wärmesumme während der Vegetationszeit) scheinen dagegen als Standortfaktor für die äußerst langsam wachsenden Wacholder von entscheidender Bedeutung zu sein. Auch bevorzugen sie offenbar edaphisch trockene Substrate, z. B. auf Geländerrücken. Im Gegensatz zu den Gesellschaften der Schatthänge gleicher Höhenlagen ist die schützende winterliche Schneedecke weniger ausschlaggebend. Aufgrund der wesentlich früheren Ausaperung der Standorte besitzt *Juniperus squamata* wohl eine weit geringere Empfindlichkeit gegenüber Frostrocknis als die Arten der Schatthänge. Im zentralen Himalaya wird das Verbreitungsmuster der *Juniperus*- und *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden nach MIEHE (1990a: 369) entscheidend durch die unterschiedliche Frostrocknisempfindlichkeit bestimmt.

Die Böden unter den *Juniperus*-Heiden sind entsprechend den lokalklimatischen Standortbedingungen recht trocken. Meist handelt es sich um flach- bis mittelgründige, humose A-C-Böden oder um Übergänge zu Braunerden. Extreme Strahlungs- und Temperaturverhältnisse werden jedoch durch den dichten Schirm der *Juniperus*-Sträucher sehr stark abgemildert. Gegenüber den häufig angrenzenden Cyperaceenra-

³⁹ Zur Taxonomie und Verbreitung der himalayischen *Juniperus*-Arten vgl. JAIN (1976).

sen herrscht unter diesem Schirm ein hinsichtlich Mikroklima und Bodenfeuchte ausgeglicheneres Bestandsklima.

In der floristischen Zusammensetzung der aufgenommenen Bestände (Tab. 14) kommt die vermittelnde Stellung der Gesellschaften zwischen subalpiner und alpiner Stufe zum Ausdruck. Die Mehrzahl der Aufnahmen (Nr. 101-105) entstammt der subalpinen Stufe. Diese Bestände werden überwiegend durch hochmontan/subalpin verbreitete Arten (*Rosa webbiana*, *Polygonatum multiflorum*, *Bistorta amplexicaulis* u. a.) aufgebaut, die auch in den Koniferenwäldern häufig auftreten und im Bestandschutz der *Juniperus*-Heiden noch geeignete Standortbedingungen vorfinden. Dagegen sind in den Aufnahmen Nr. 106 u. 107 zu 65 % Arten vertreten, die ihren Verbreitungsschwerpunkt in der alpinen Stufe haben.

Die Kennart *Juniperus squamata*, physiognomisch dem hohen Schneedruck angepaßt, bildet eine dicht schließende, stellenweise 100 % deckende, nahezu reinbeständige Strauchschicht. Ihre Höhe geht von 80-120 cm auf 50-60 cm in der alpinen Stufe zurück. Sie wird ergänzt durch meist nur vereinzelt vorkommende *Lonicera*-Arten sowie durch *Rosa webbiana* und *Ribes* sp. aff. *glaciale*. Unter dem dichten *Juniperus*-Schirm vermag sich nur eine geringmächtige Krautschicht zu entwickeln. Als hochstete Arten zeigen *Rheum webbianum* und *Cystopteris dickieana* das mesophytische, halbschattig-feuchte Bestandsklima an. Die Nährstoffzeiger *Geranium pratense* s.l. und *Nepeta laevigata* weisen auf die intensive Beweidung hin, der insbesondere die subalpinen Bestände unterliegen. Auch unter den häufig vorhandenen Arten befinden sich überdurchschnittlich viele Beweidungszeiger (*Cynoglossum glochidiatum*, *Saussurea candolleana*, *Fritillaria cirrhosa* u. a.). In aufgelichteten Beständen breiten sich nicht selten *Thymus linearis*-Fluren aus.

Die *Juniperus squamata*-Gesellschaften bilden auf ihren natürlichen Standorten Schlußgesellschaften. Wo sie sich aber, Depressionen der Waldgrenze folgend, bis in die Waldstufe hinunter ausgebreitet haben, würden sie bei ungestörter Sukzession langfristig wieder verdrängt werden.

Tab. 14: *Juniperus squamata* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	101	102	103	104	105	106	107
Aufnahmefläche (m ²):	100	100	100	100	100	100	150
Höhe NN (m):	3460	3490	3490	3590	3600	3780	3760
Exposition:	SSE	SSE	SSE	SSE	SSE	WSW	WSW
Hangneigung (°):	40	40	38	40	45	38	42
Hanglage:	HUG	HUG	HUG	HMG	HMG	HMG	HMG
Bodentyp:	N-B	N-B	N-B	N-B	N-B	B	B
Deckung SS (%):	90	85	100	85	100	80	60
Deckung KS (%):	15	35	20	20	5	30	50
Beweidung Intensität (O - 3):	1,5	2	2	1,5	1,5	1	1
Artenzahl:	24	25	24	21	17	15	22
<u>Kennart der Gesellschaft:</u>							
<i>Juniperus squamata</i> Str	5	5	5	5	5	5	4
<u>hochstete und stete Arten:</u>							
<i>Rheum webbianum</i>	+	+	+	+	+	1	+
<i>Cystopteris dickieana</i>	+	+	+	+	+	.	+
<i>Geranium pratense</i> s.l.	+	1	.	+	+	1	3
<i>Nepeta laevigata</i>	+	+	2	.	+	+	+
<i>Rosa webbiana</i> Str	+	+	+	+	+	.	.
<i>Ribes</i> sp. aff. <i>glaciale</i> Str	2	+	1	+	2	.	.
<i>Poa sterilis</i>	1	2	1	+	+	.	.
<u>Sonstige:</u>							
<i>Lonicera asperifolia</i> (u. <i>apud asperifolia</i>) Str .	.	.	.	+	+	+	+
<i>Viola biflora</i>	.	.	.	1	1	+	1
<i>Hylotelephium ewersii</i>	.	.	.	1	+	1	+
<i>Aquilegia fragrans</i>	1	2	.	1	+	.	.
<i>Valerianaceae</i> sp. indet. 1155	1	1	2	+	.	.	.
<i>Piptatherum munroi</i>	1	1	+	.	+	.	.
<i>Bistorta amplexicaulis</i>	2	1	1	2	.	.	.
<i>Polygonatum multiflorum</i>	+	+	+	1	.	.	.
<i>Lonicera apud purpurascens</i> Str	+	2	1	.	.	.	.
<i>Senecio analogus</i>	+	1	+	.	.	.	1
<i>Carex cardiolepis</i>	1	2	+	.	.	.	.
<i>Galium boreale</i>	+	1	1	.	.	.	.
<i>Cynoglossum glochidiatum</i>	1	1	2	.	.	.	.
<i>Fritillaria cirrhosa</i>	.	+	+	+	.	.	.
<i>Pteridophyta</i> indet.	.	+	+	.	r	.	.
<i>Saussurea candolleana</i>	+	.	.	.	.	2	+
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	.	1	.	.	.	.
<i>Lamium album</i>	+	.	+	.	.	.	.

Aufnahme-Nr.:	101	102	103	104	105	106	107
<i>Clinopodium vulgare</i>	+	.	+
<i>Filipendula vestita</i>	.	1	+	.	.	.	.
<i>Heracleum</i> sp. aff. <i>candicans</i>	.	+	1	.	.	.	.
<i>Fragaria nubicola</i>	.	.	.	1	+	.	.
<i>Corydalis diphylla</i>	.	.	.	+	+	.	.
<i>Myosotis asiatica</i>	+	+
<i>Carex stenocarpa</i>	1	2

ferner in Nr. 101: *Gentianaceae* sp. indet. +; in Nr. 102: *Elymus longe-aristatus* +, *Solidago virgaurea* 1; in Nr. 104: *Polystichum lonchitis* +, *Lindelofia longiflora* +, *Cystopteris* spec. +; in Nr. 106: *Cystopteris fragilis* 2, *Festuca hartmannii* +, *Compositae* sp. indet. 1, *Poa alpina* +; in Nr. 107: *Corydalis swatensis* 1, *Aconogonum rumicifolium* 1, *Campanula* spec. +, *Festuca kashmiriana* +, *Thlaspi* spec. +, *Poa sterilis* 1, *Poa trivialis* +, *Kobresia capillifolia* 1, *Bistorta affinis* 1.

3.1.3.2 *Rhododendron anthopogon*-Gesellschaften

Alpine Zwergstrauchheiden, die von der in ihrem Habitus an die europäische Alpenrose, *Rhododendron ferrugineum*, erinnernde *Rhododendron anthopogon* var. *hypenanthum* gebildet werden, sind auf feuchten, schattseitigen Hängen im gesamten Talraum verbreitet. Sie folgen höhenwärts auf den *Salix*-Krummholzgürtel, steigen bis etwa 3900 m NN auf und sind in einem kleinräumigen Mosaik mit hypsozonalen Cyperaceenrasen sowie mit den *Juniperus squamata*-Heiden der Sonnhänge verzahnt.

Die westhimalayische *Rhododendron anthopogon* var. *hypenanthum*, die noch ein disjunktes Vorkommen in Bhutan besitzt, vikariiert mit der vom zentralen Himalaya ostwärts verbreiteten var. *anthopogon* (CULLEN 1980: 160). In westlicher Richtung wird sie auf ähnlichen Standorten in Ostafghanistan von *Rhododendron collettianum* abgelöst (vgl. BRECKLE 1971: 108, 1972: 140, GILLI 1977: 383).

Wie bei den meisten anderen Gesellschaften der subalpinen und alpinen Stufe spielt der Rückgang der monsunalen Niederschläge im Tallängsprofil als Standortfaktor, ganz im Gegensatz zu den tieferen Lagen, kaum noch eine Rolle. Umso bedeutender ist für die gegen Frosttrocknis empfindliche *Rhododendron anthopogon* die lang andauernde, schützende Schneebedeckung⁴⁰, die zugleich für eine ausreichende Durchfeuchtung der Böden in der sich verkürzenden Vegetationszeit sorgt. Unter den *Rhododendron*-Heiden sind flachgründige, feuchte Ranker mit stark humosen Ah-Horizonten und einer dünnen Rohhumusauflage verbreitet.

⁴⁰ Zur Abhängigkeit von der Schneebedeckung und zur Frosttrocknisgefährdung vgl. auch MIEHE (1990a: 364ff) für den Langtang Himal.

Das Artenspektrum der *Rhododendron anthopogon*-Gesellschaften (Tab. 15) besteht nahezu ausschließlich aus alpinen Elementen. Die Kennart *Rhododendron anthopogon* bildet einen etwa 30 cm hohen Reinbestand und trägt durch ihre hohe Artmächtigkeit zu der Dominanz der unter den herrschenden ökologischen Bedingungen konkurrenzstärkeren Chamaephyten (48 %) gegenüber den Hemikryptophyten (42 %) im Lebensformenspektrum (vgl. Abb. 20) bei. Die Strauchschicht wird komplementiert durch außerhalb dieser Gesellschaften weitgehend fehlende und daher diagnostisch wichtige Arten der *Rhododendron*-Heiden. Es sind die ebenfalls schneefeuchte, humose Böden anzeigende Zypressenheide *Cassiope fastigiata* sowie die rasenbildende Spalierweide *Salix flabellaris*. Unweit des *Salix*-Krummholzgürtels der subalpinen Stufe ragt zuweilen *Salix karelinii* (s. Aufn. 116) aus der *Rhododendron*-Zwergstrauchheide hervor⁴¹.

Tab. 15: *Rhododendron anthopogon* - Gesellschaften

Aufnahme-Nr.:	113	114	115	116
Aufnahmefläche (m ²):	150	150	150	150
Höhe NN (m):	3840	3850	3630	3480
Exposition:	NNW	NNW	NNW	NNE
Hangneigung (°):	40	36	40	35
Hanglage:	HMX	HMX	HUV	HOS
Bodentyp:	N	N	N	N
Deckung SS (%):	75	70	60	75
Deckung KS (%):	60	60	50	30
Beweidung (Intensität 0-3):	1	1	1	2
Artenzahl:	39	31	26	27
<u>Kennart der Gesellschaft:</u>				
<i>Rhododendron anthopogon</i> var. <i>hypenanthum</i> Str	4	4	3	4
<i>Rhododendron anthopogon</i> var. <i>hypenanthum</i> juv.	1	1	1	.
<u>hochstete und stete Arten:</u>				
<i>Swertia petiolata</i>	2	3	2	+
<i>Bistorta affinis</i>	2	2	2	+
<i>Carex stenocarpa</i>	2	3	2	.
<i>Rhodiola coccinea</i>	2	3	+	.
<i>Pedicularis cyrtorhyncha</i>	2	1	1	.
<i>Primula elliptica</i>	1	2	+	.
<i>Paraquilegia microphylla</i>	1	1	1	.

⁴¹ Am Nanga Parbat sind Zwergstrauchheiden aus *Rhododendron anthopogon* und *Salix karelinii* weit verbreitet (vgl. TROLL 1939b: 173).

Aufnahme-Nr.:	113	114	115	116
Huperzia selago	1	1	+	.
Vicatia wolffiana	+	1	+	.
Viola biflora	+	.	1	+
Valeriana spec.	1	1	.	+
<u>Sonstige:</u>				
Salix flabellaris Str	3	3	.	.
Cassiope fastigiata Str	.	.	1	1
Anaphalis cuneifolia	1	1	.	.
Leontopodium leontopodium	1	1	.	.
Trachydium roylei	1	1	.	.
Minuartia foliosa	1	1	.	.
Oxytropis lapponica	2	1	.	.
Poa alpina	1	1	.	.
Ranunculus hirtellus	+	1	.	.
Cerastium cerastoides	1	+	.	.
Veronica lasiocarpa	1	1	.	.
Potentilla doubjonneana	1	1	.	.
Draba trinervis	1	+	.	.
Bistorta vivipara	2	2	.	.
Luzula spicata	r	2	.	.
Festuca hartmannii	+	.	+	.
Corydalis pakistanica	+	.	+	.
Tanacetum spec.	.	+	1	.
Aconogonum rumicifolium	.	.	+	1
Kobresia capillifolia	.	.	1	1
Pyrola karakoramica	.	.	2	1

ferner in Nr. 113: *Agrostis vinealis* 1, *Aster spec.* 1, *Androsace mucronifolia* 1, *Gentiana membranulifera* 1, *Thalictrum alpinum* 1, *Thlaspi cochleariforme* +, *Kobresia nitens* 1, *Lloydia serotina* +, *Brachythecium falcatum* M +, *Polystichum juniperinum* M +, *Bryum spec.* M +, *Primula reptans* 1, *Stipa concinna* +; in Nr. 115: *Pedicularis punctata* +, *Salix sp. aff. arbuscula* Str 2, *Cortusa matthioli* 1, aff. *Aquilegia pubiflora* 1, *Ranunculus diffusus* +, aff. *Delphinium pyramidale* +, *Potentilla venusta* +, *Parnassia laxmannii* +; in Nr. 116: *Bergenia stracheyi* +, *Geum elatum* 1, *Achillea millefolium* +, *Geranium pratense* s.l. 1, *Solidago virgaurea* +, *Bupleurum longicaule* r, *Salix karelinii* Str 2, *Gramineae sp. indet.* 1407 +, *Helictotrichon pratense* 1, *Trisetum clarkei* +, sp. indet. 1402 +, *Phlomis bracteosa* r, *Saussurea candolleana* +, *Brachythecium cf. chakratense* M +, *Tortella tortuosa* M +.

Unter der relativ lichten Zwergstrauchheide ist eine mächtige Krautschicht aus niedrigen, ausdauernden Stauden entwickelt. In den aufgenommenen Beständen sind *Swertia petiolata* und *Bistorta affinis* ständig präsent. Während die Gentianacee eine deutliche Bindung an *Rhododendron*-Habitate zeigt, ist der spalierrwüchsige Knöterich *Bistorta* auf feucht-schattigen Standorten ebenfalls in den *Kobresia*-Matten, insbesondere in den *Kobresia nitens*-Matten, weit verbreitet und bildet lokal Reinbestände

aus⁴². Er tritt darüber hinaus, ebenso wie *Cassiope fastigiata*, in aus dem Zentral-Himalaya beschriebenen *Rhododendron anthopogon*-Gesellschaften auf (vgl. KIKUCHI & OHBA 1988b: 59, MIEHE 1990a: 204).

Unter den steten bzw. sonstigen Arten befinden sich mit *Rhodiola coccinea*, *Trachydium roylei*, *Pedicularis cyrtorhyncha* u.a. Elemente, die einen weiteren Verbreitungsschwerpunkt in den *Kobresia nitens*-Gesellschaften haben, die sich höhenwärts an die *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden anschließen. Sie sind Ausdruck der engen standörtlichen Verzahnung.

Aufgrund der kurzen Vegetationszeit der schattseitigen Hänge werden die Zwergstrauchheiden der ohnehin vom Vieh gemiedenen *Rhododendron anthopogon* insbesondere in höheren Lagen vergleichsweise mäßig bis schwach beweidet. Vereinzelte Verbiß- und Trittschäden sowie nährstoffliebende Beweidungszeiger wie *Aconogonum rumicifolium* oder *Geranium pratense* s.l. sind daher vornehmlich im Übergangsbereich zu dem *Salix*-Krummholzgürtel der subalpinen Stufe anzutreffen.

Dort sind die natürlichen Zwergstrauchheiden häufig anthropo-zoogen aufgelöst und durch Cyperaceenrasen ersetzt worden. Bei ungestörter Sukzession würden solche Lücken wieder geschlossen werden. Auf ihren natürlichen Standorten, wo die *Rhododendron anthopogon*-Gesellschaften im Wettbewerb mit den konkurrierenden *Kobresia*-Matten erfolgreich bestehen, sind sie als Endstadien der natürlichen Vegetationsentwicklung, d.h. als Schlußgesellschaften anzusehen. Sie würden sich durch autogene Sukzession nicht zu anderen Gesellschaften weiterentwickeln.

3.1.3.3 Der Gesellschaftskomplex der Cyperaceenrasen sowie Frostschuttfuren

Die Gesellschaften der alpinen Cyperaceenrasen und der Frostschuttfuren sind in Tab. 16 zusammengefaßt. Innerhalb der Cyperaceenrasen führen standörtliche Variationen zu einer Differenzierung in großflächig auftretende *Kobresia capillifolia*-Rasen, in bodenfeuchte *Kobresia nitens*-Rasen sowie in trockenere Verhältnisse anzeigende *Kobresia deasyi*-Rasen. Während letztere lediglich in dem trockeneren, kontinentaleren Bereich um den Babusar-Pass angetroffen wurden, sind die *Kobresia capillifolia*- und *Kobresia nitens*-Rasen vom stark monsunbeeinflussten Talraum (z. B. am Makra) bis ins obere Kaghan weit verbreitet.

Die von *Kobresia capillifolia* dominierten Matten nehmen großflächige Bereiche der alpinen Stufe ein. Sie besitzen eine breite ökologische Amplitude und haben ihren Verbreitungsschwerpunkt auf Sonnhängen. Dort bilden sie in der unteren alpinen

⁴² Vgl. dazu die Studie von LLOYD & LLOYD (1968) aus dem Karakorum.

Stufe ein durch intensive Beweidung sehr stark überformtes Vegetationsmosaik mit den *Juniperus squamata*-Heiden. Die *Kobresia capillifolia*-Matten weisen dabei eine in der Regel weniger eng an die reine Süd-Exposition gebundene Verbreitung auf und greifen auch auf Schatthänge über, wo sie in Kontakt zu den *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden und den bodenfeuchten *Kobresia nitens*-Rasen höherer Lagen stehen können. Sie meiden jedoch Rinnen und Mulden mit langer Schneebedeckung. Mit zunehmender Höhe steigen sie in Fragmenten bis in den Übergangsbereich zur subnivalen Stufe auf und gehen in Frostschuttfuren über.

Unter den meist auf sauren, kalkarmen Substraten siedelnden *Kobresia capillifolia*-Matten sind verschiedene edaphische Übergangsstadien von flachgründigen Rohböden und A-C-Böden in höheren Lagen bis zu humosen Rasenbraunerden in der unteren alpinen Stufe entwickelt.

Im Artenspektrum der von Hemikryptophyten geprägten, krautigen *Kobresia capillifolia*-Matten kommt sowohl der starke Beweidungseinfluß als auch die strahlungsoffene Lage zum Ausdruck. Nährstoffliebende Stauden wie *Geranium pratense* s.l., *Nepeta erecta* oder *Achillea millefolium* und toxische Arten wie *Iris hookeriana* erreichen hohe Artmächtigkeiten und deuten auf eine intensive Durchweidung⁴³ insbesondere der Aufn. 117-119 (Tab. 16) hin. Die Beweidungs- und Nährstoffzeiger tragen zu einem größeren Artenreichtum und höheren Deckungsgraden der *Kobresia capillifolia*-Matten bei. Sie sind wie auch viele weitere Elemente überwiegend wärmeliebende, Schneefeuchte und Nässe meidende Arten, die die Standortbedingungen dieser Gesellschaften widerspiegeln.

Die *Kobresia capillifolia*-Bestände der höheren, standörtlich feuchteren und schattigeren Lagen (Aufn. 123-126) leiten über zu den *Kobresia nitens*-Rasen. Sie enthalten bereits einige charakteristische Arten dieser auf Schneeböden häufigen Gesellschaften wie *Rhodiola coccinea*, *Trachydium roylei*, *Veronica lasiocarpa* oder *Pedicularis cyrtorhyncha*, die die längere Schneebedeckung und die feuchteren Böden anzeigen.

Die bereits nicht mehr vollständig geschlossenen *Kobresia nitens*-Rasen (Aufn. 127-136) sind überwiegend auf den schattseitigen Hängen der hochalpinen Stufe verbreitet⁴⁴. Dort verzahnen sie sich engräumig mit den schneeschutzbedürftigen *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden und kommen oberhalb der Zwergstrauchbestände bei sich verkürzender Aper- und Vegetationszeit vor allem in Hangmulden und Schneetälchen zur Vorherrschaft. Sie siedeln auf sehr flachgründigen, sauren A-C-Böden (Proto-

⁴³ Vgl. dazu die Versuche von S.M. KHAN (1977) und NOOR (1978), die die Sukzession auf abgezaunten, unbeweideten Flächen untersuchten.

⁴⁴ Auch RAWAT & PANGTEY (1987: 199) nennen *Kobresia nitens* als Art schattseitiger Hänge in Garhwal/Kumaon.

ranker) oder Rohböden mit dünnen Rohhumusdecken, die zu Beginn der Vegetationszeit nahezu permanent vom Sickerwasser der Schneeschmelze durchfeuchtet werden. Die Rohhumusdecken werden mit der Höhe zunehmend solifluidal angerissen und sind von Offensubstratflächen, z. T. auch von granitischem Block- und Grobsschutt durchsetzt, der meist mit *Rhizocarpon geographicum* beflechtet ist.

Diese Standortbedingungen führen gegenüber den *Kobresia capillifolia*-Matten zu einem abnehmenden Deckungsgrad und im Verein mit dem wesentlich geringeren Beweidungsdruck zu einem zurückgehenden Artenreichtum. Insbesondere die Beweidungs- und Nährstoffzeiger sowie die wärme- und trockenheitsliebenden Arten treten zurück oder fallen ganz aus. Das Artenspektrum wird dagegen neben den bereits genannten Feuchtezeigern von weiteren auf Schneeböden überlegenen Wettbewerbern wie *Veronica cachemirica*, *Cerastium cerastoides*, *Draba trinervis*, *Minuartia biflora* oder *Primula reptans* geprägt. Gegen Austrocknung unempfindliche Arten wie *Lloydia serotina* oder *Polytrichum juniperinum* deuten jedoch darauf hin, daß die *Kobresia nitens*-Gesellschaften zuweilen auch auf stärker windexponierte, früher ausapernde Standorte übergreifen, auf denen die Böden oberflächlich etwas abtrocknen können.

Auch physiognomisch unterscheiden sich die bodenfeuchten Rasen deutlich von den geschlossenen Matten. Auf den Offensubstratflächen können sich im Schneeschutz vermehrt sukkulente oder polsterförmige Chamaephyten (*Rhodiola*, *Draba*, *Minuartia*, *Androsace mucronifolia*) und Kryptogamen⁴⁵ (*Polytrichum juniperinum*, *Bryum spec.*, *Tortella fragilis*) sowie Kriechstauden (*Sibbaldia parviflora*, *Bistorta affinis*) ansiedeln.

Unter den aufgenommenen Cyperaceenrasen (Tab. 16) konnten als eine dritte *Kobresia*-Gesellschaft *Kobresia deasyi*-Rasen (Aufn. 137-140) differenziert werden. Sie unterscheiden sich von den zuvor behandelten zunächst durch ihr Areal. Im Kaghan wurden sie nur um den Babusar-Pass herum beobachtet, wo sie bereits zu den Cyperaceenrasen der jenseits der Himalaya-Hauptkette gelegenen, trockeneren Gebiete vermitteln. Dort ist *Kobresia deasyi* im Karakorum und im Pamir weit verbreitet (vgl. STEWART 1972).

⁴⁵ Eine Liste der vom Verfasser im Kaghan gesammelten Moose befindet sich im Anhang. Frühere Sammlungen im Kaghan sind in DIXON (1926) und teilweise in ALI (1957) dokumentiert. Für angrenzende Regionen vgl. BROTHERUS (1898), KASHYAP (1929/32), BARTRAM (1955, 1960), NOGUCHI (1956, 1964), FROELICH (1963), ROBINSON (1965) und VOHRA (1987).

Tab. 16: Der Gesellschaftskomplex der Cyperaceenrasen sowie Frostschuttfuren

Aufnahme-Nr.:	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	
Aufnahmefläche (m²):	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	50	50	50	50	50	50	50	50	100	50	50	50	30	30	30	30	50	50	10	30	
Höhe NN (m):	3670	3750	3720	3830	3610	3730	3860	3860	3810	3940	4030	4060	4060	4040	4060	4060	3830	3920	3700	3940	4310	4100	4300	4320	4300	4300	4280	4300	4060	4070	
Exposition:	ENE	WNW	ESE	SSW	E	SSE	WSW	W	WSW	NE	ENE	W	W	ENE	WSW	WNW	N	NNW	NNW	NE	SSW	NE	SSE	ENE	SSE	NW	SSW	SSW	SW	WSW	
Hangneigung (°):	38	24	37	28	25	31	41	36	40	40	30	20	45	34	25	31	38	27	16	40	12	25	20	5	10	5	27	28	20	20	
Hanglage:	HOV	HOX	HOV	HOX	HMG	K	HMV	HMV	HMV	HOG	HOX	KFM	KF	KF	KF	KF	HMV	HMV	HOX	HOX	HOX	HOX	HOX	KF	HOX	KF	HOX	HOX	KF	KF	
Bodentyp:	N-B	N-B	N-B	N	N-B	O-N	N	N	N	O-N	O	O-N	O	O	O	O	O-N	O-N	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Deckung KS (%):	85	95	100	95	85	55	90	90	95	80	70	70	70	65	40	80	70	50	70	65	80	70	60	45	20	40	30	30	30		
Deckung M (%):	-	-	-	20	-	5	-	10	10	8	5	30	5	8	10	-	10	35	10	10	-	10	1	-	2	1	-	2	8	20	
Deckung FI (%):	-	-	-	-	2	5	-	15	30	20	2	-	5	10	5	10	-	10	5	5	5	5	30	-	10	20	2	25	20		
Beweidung (Intensität 0 - 3):	2,5	3	2	1,5	1,5	2	1,5	1,5	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1,5	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
Artenzahl:	35	22	23	20	30	27	35	32	30	18	21	23	18	25	22	17	22	15	15	17	24	20	29	31	24	24	20	20	12	16	

Kobresia capillifolia - Rasen:

Kobresia capillifolia	3	3	3	4	3	1	5	3	3	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tanacetum spec. 610	2	.	1	.	1	+	1	2	+	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Geranium pratense s.l.	2	3	4	2	1	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla venusta	.	.	.	2	2	2	3	2	2	.	.	.	.	.	.	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Viola biflora	.	.	.	1	+	+	1	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Iris hookeriana	2	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Senecio analogus	1	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aconogonum rumicifolium	1	+	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis bicornuta	1	.	r	+	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Achillea millefolium	2	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nepeta erecta	2	4	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Nepeta laevigata	1	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Potentilla argyrophylla	3	.	3	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cerastium glomeratum	1	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Ranunculus hirtellus	1	1	.	.	.	.	2	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pedicularis punctata	1	.	.	.	.	.	1	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Gentiana tianschanica	.	.	.	1	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.	.
Trisetum clarkei	.	.	.	1	+	.	.	+	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Campanula aristata	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Aster / Erigeron spec.	.	.	.	.	+	.	2	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Kobresia nitens - Rasen:

Kobresia nitens	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	2	2	1	+	+	1	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhodiola coccinea	.	.	.	.	.	2	1	1	1	.	.	2	2	1	2	2	1	2	2	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	+
Trachydium roylei	.	.	.	.	.	.	.	+	1	+	.	2	.	2	3	.	3	.	2	2	.	.	1	+	.	+	1	.	.	.	.
Anaphalis triplinervis var. monocephala	.	.	.	.	.	.	2	+	.	.	+	.	+	2	2	+	1	2	2	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	1	+

Aufnahme-Nr.:	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	
<i>Veronica lasiocarpa</i>	1	+	+	1	+	+	+	+	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pedicularis cyrtonthyncha</i>	1	+	+	1	+	+	+	+	.	+	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cerastium cerastoides</i>	+	+	+	1	2	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Draba trinervis</i>	+	2	2	2	.	1	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Minuartia biflora</i>	1	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2
<i>Veronica cachemirica</i>	+	+	2	1	.	1	.	+	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+
<i>Thalictrum alpinum</i>	+	.	.	+
<i>Lloydia serotina</i>	.	.	.	+	+	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula reptans</i>	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex pseudobicolor</i>	1	1
Kobresia deasyi - Rasen:																															
<i>Kobresia deasyi</i>	3	2	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oxytropis lapponica</i>	.	+	.	2	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	1	.	.	.	+	.	.	
<i>Pedicularis cheilanthifolia</i> ssp. <i>svenhedinii</i>
<i>Taraxacum nepalense</i>	+	.	1	1	+	.	.	+	.	.
<i>Tanacetum spec.</i>	1	1	1	1	+	.	.	.	.
<i>Saussurea roylei</i>	+
<i>Aconitum rotundifolium</i>
<i>Elymus schrenkianus</i>
<i>Eritrichium villosum</i>
<i>Lomatogonium brachyantherum</i>
<i>Potentilla gelida</i> ssp. <i>borissii</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhodiola imbricata - Frostschuttfuren:																															
<i>Rhodiola imbricata</i>
<i>Androsace muscoidea</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Saxifraga flagellaris</i> ssp. <i>stenophylla</i>
<i>Pleurospermum candollei</i>
<i>Draba spec.</i>
<i>Poa lahulensis</i>
<i>Cerastium pusillum</i>
<i>Saxifraga sibirica</i>
<i>Potentilla sino-nivea</i>
<i>Ranunculus glacialisformis</i>
<i>Waldheimia tridactylites</i> ssp. <i>glabra</i>
<i>Aster flaccidus</i>
<i>Potentilla pamirica</i> x <i>sino-nivea</i>

Aufnahme-Nr.:	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	
Indifferente Arten und Sonstige:																															
<i>Leontopodium leontopodium</i>	2	.	.	+	+	.	1	1	2	.	.	+	+	.	1	1	.	.	1	.	1	.	1	1	+	+	+	1	.	.	
<i>Androsace mucronifolia</i>	.	.	.	.	.	+	1	2	1	.	+	2	1	1	1	1	+	2	+	.	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.
<i>Sibbaldia parviflora</i>	4	.	4	.	1	1	2	1	+	.	2	2	1	2	.	.	3	2	.	+	.	3	.	.	.	+	.	.	.	2	1
<i>Luzula spicata</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	2	1	1	2	1	.	1	+	.	1	1	1	.	+	+	.	.	2	1	
<i>Bistorta affinis</i>	3	4	4	.	.	.	2	2	+	1	3	2	3	3	2	2	3	.	.	3	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca hartmannii</i>	2	.	.	.	1	.	1	1	2	1	+	2	.	+	1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	1	.	+	1	.
<i>Myosotis asiatica</i>	3	3	4	+	.	.	2	+	1	+	+	.	.	.	.	.	+	.	.	1	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.
<i>Carex stenocarpa</i>	.	3	.	2	.	.	2	2	2	.	.	1	.	.	.	3	.	.	.	.	+	2	.	2	2	1	.	+	.	.	.
<i>Phleum alpinum</i>	1	1	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trisetum clarkei</i> x <i>spicatum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	+	1	+	.	+	.	.
<i>Silene spec. sect. Physotichn.</i>	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Erigeron spec.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	.	.	.
<i>Bistorta vivipara</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	2	1	.	.	.	+	.	.
<i>Swertia petiolata</i>	.	.	.	.	.	.	1	2	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phlomis bracteosa</i>	.	.	.	+	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Poa alpina</i>	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Genitana membranifera</i>	1	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Potentilla doubyjonneana</i>	.	1	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Epilobium spec.</i>	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gnaphalium stewartii</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Festuca coelestis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	2	.	+	.	.	.	.	.	.	1
<i>Trisetum spicatum</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Thlaspi cochleariforme</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>Taraxacum spec.</i>	.	.	.	.	1	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Primula cf. schlagintweitiana</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	+	.	.	.	.	.

Tab. 16 (Forts.):

außerdem zweimal: *Allium govianum* in Nr. 124: 2, in Nr. 125 +; *Polystichum lonchitis* in Nr. 117: 1, in Nr. 119: +; *Thymus linearis* in Nr. 121: 1, in Nr. 122: 2; *Arabidopsis* cf. *himalaica* in Nr. 123: +, in Nr. 122: r; *Bupleurum longicaule* in Nr. 123: 2, in Nr. 124: +; *Rheum australe* in Nr. 119: 1, in Nr. 123: 1; *Pedicularis pyramidata* in Nr. 122: 1, in Nr. 138: 1; *Thlaspi spec.* in Nr. 117: 1, in Nr. 123: 1; *Valeriana spec.* in Nr. 117: 1, in Nr. 136: +; *Corydalis pakistanica* in Nr. 141: +, in Nr. 142: +; *Polystichum juniperinum* M in Nr. 132: +, in Nr. 146: +; *Stipa concinna* in Nr. 120: +, in Nr. 125: 2; *Taraxacum pseudo-stevenii* in Nr. 119: 1, in Nr. 123: 1; *Campanula spec.* in Nr. 117: +, in Nr. 119: 1; *Chaerophyllum reflexum* var. *acuminatum* in Nr. 119: 1, in Nr. 121: +; *Potentilla desertorum* in Nr. 117: 2, in Nr. 119: 1; *Astragalus tibetanus* in Nr. 118: 1, in Nr. 119: 2; *Arnebia benthamii* in Nr. 117: 1, in Nr. 121: 2; *Lactuca lessertiana* in Nr. 123: 1, in Nr. 124: 1; *Taraxacum stenolepium* in Nr. 120: +, in Nr. 125: +; *Rumex acetosa* in Nr. 121: +, in Nr. 136: +; *Arenaria orbiculata* in Nr. 121: +, in Nr. 129: +; *Taraxacum lanigerum* in Nr. 127: +, in Nr. 129: 2; *Pseudomertensia moltkoides* in Nr. 129: 1, in Nr. 132: +; *Ranunculus munroanus* in Nr. 130: 2, in Nr. 134: 1; *Trigonella cachemiriana* in Nr. 122: +, in Nr. 135: +; *Papaver nudicaule* in Nr. 137: +, in Nr. 139: +; *Viola kunawurensis* in Nr. 140: +, in Nr. 144: +; *Lonicera semenovii* Str in Nr. 143: 2, in Nr. 144: 2; *Biebersteinia odora* in Nr. 143: 2, in Nr. 144: 2; *Sibbaldia tetrandra* in Nr. 143: 1, in Nr. 144: +; *Thlaspi sp. aff. cochlearioides* in Nr. 142: +, in Nr. 143: +; ferner in Nr. 117: *Salix sp. aff. denticulata* 1, *Bergenia stracheyi* 3, *Anemone rupicola* 1, *Cystopteris dickieana* r, *Podophyllum hexandrum* +, *Carex cf. cardiolepis* 2, *Salvia hians* 1; in Nr. 118: *Viola sp. aff. rupestris* 1, *Trigonella emodi* 1, *Labiatae sp. indet.* +, *Thuidium abietinum* ssp. *hystricosum* M +; in Nr. 119: *Lindelofia cf. platycalyx* 2; in Nr. 120: *Lomatogonium carinthiacum* +, *Veronica hirta* +; in Nr. 121: *Lotus corniculatus* 2, *Bistorta amplexicaulis* 2, *Dracocephalum nutans* 1, *Carex cf. turkestanica* 1, *Arabidopsis mollissima* 1, *Allium tuberosum* +, *Rosularia alpestris* +, *Labiatae sp. indet.* +, *Compositae sp. indet.* +, *Crepis multicaulis* ssp. *congesta* +; in Nr. 122: *Geum elatum* +, *Juniperus squamata* juv. +, *Carex spec.* 2, *Elymus jacquemontii* +, *Gypsophila cerastioides* +, *Comastoma pedunculata* +, *Poa stapfiana* +, *Sedum oreades* +, *Ranunculaceae sp. indet.* +, *Viola sp. aff. canescens* +, *Gentianella umbellata* var. *holosteoides* +, *Lomatogonium caeruleum* r; in Nr. 123: *Nepeta discolor* 1; in Nr. 126: *Taraxacum kashmirensis* 1; *Parnassia laxmannii* +; in Nr. 127: *Potentilla stewartiana* +; in Nr. 130: *Valeriana spec.* 766 1, *Carex spec.* 1; in Nr. 131: *Erigeron spec.* 783 +; in Nr. 132: *Bryum spec.* M +, *Tortella fragilis* M +; in Nr. 133: *Primula elliptica* 1; in Nr. 135: *Salix flabellaris* 2, *Lagotis cashmeriana* +, *Swertia marginata* +, *Pogonatum urnigerum* M +; in Nr. 136: *aff. Puccinellia tenuiflora* 1; in Nr. 137: *Taraxacum cf. banhyhalense* 1; in Nr. 138: *Festuca rubra* ssp. *arctica* +, *Ranunculus sp. aff. songaricus* +; in Nr. 139: *Silene laxantha* +; in Nr. 140: *Carex spec.* 2; in Nr. 141: *Oxytropis sp. aff. immersa* 2, *Monocotyle sp. indet.* +; in Nr. 142: *Draba setosa* 1, *Chorispora sabulosa* 1, *Saxifraga jacquemontiana* 1, *Potentilla turczaninowiana* ssp. *nephogena* +; in Nr. 143: *Nepeta kokanica* +, *Corydalis moorcroftiana* +; in Nr. 146: *Thlaspi spec.* +, *Carex nivalis* 1.

Im zentralen Himalaya (Langtang) werden *Kobresia deasyi*-Rasen von MIEHE (1990a: 190ff) als anthro-po-zoogen bedingte Ersatzgesellschaft aufgefaßt. Ob sie im Kaghan durch Beweidung gefördert werden und ob *Kobresia deasyi* im Wettbewerb mit *Kobresia capillifolia* (vgl. Aufn. 140) auf diese Weise begünstigt wird, kann aufgrund der wenigen Aufnahmen nicht abschließend beurteilt werden. Die *Kobresia*

deasyi-Rasen können zumindest als an langfristigen Weidedruck adaptiert und daher als gegen regelmäßige Beweidung relativ unempfindlich gelten.

Auf der Grundlage der synökologischen Charakterisierung kann die syndynamische Stellung der Cyperaceenrasen wie folgt zusammengefaßt werden: in der unteren alpinen Stufe bilden die vergleichsweise euryöken *Kobresia capillifolia*-Matten eine hypsozonale Vegetationsgruppe mit den Schlußgesellschaften der Zwergstrauchheiden. Bei anthropo-zoogener Auflösung der Zwergstrauchheiden dehnen sie ihr Areal aus. Oberhalb der Zwergstrauchbestände treten weitere *Kobresia*-Gesellschaften in die hypsozonale Vegetationsgruppe mit den *Kobresia capillifolia*-Rasen ein. Bei zunehmender Bodenfeuchte werden letztere durch *Kobresia nitens*-Rasen, bei zunehmender allgemeinklimatischer Kontinentalität von *Kobresia deasyi*-Rasen abgelöst.

Aus *Kobresia*-Arten aufgebaute alpine Matten sind über das gesamte Himalaya-Karakorum-Hindukusch-Gebirgssystem verbreitet⁴⁶ (vgl. TROLL 1939b, SCHWEINFURTH 1957, BRECKLE 1973, GILLI 1977, MIEHE 1982, 1987, 1989, KIKUCHI & OHBA 1988b, RAM, SINGH & SINGH 1988). In der bislang umfassendsten vegetationskundlichen Bearbeitung der Mattenstufe im Himalaya hat MIEHE (1990a) die himalayisch-alpinen *Rhododendron-Kobresia*-Matten des Langtang Himal zur vorläufigen Klasse "*Kobresietea nepalensis* prov." zusammengefaßt. Trotz einer Reihe gemeinsamer, sich nahestehender oder vikariierender Arten unterscheiden sich die dort beschriebenen Gesellschaften im Artenspektrum doch recht deutlich von den alpinen Matten des Kaghan-Tales. Dies deutet erneut darauf hin, daß der Gültigkeitsbereich der nach der BRAUN-BLANQUET-Methode abgegrenzten pflanzensoziologischen Einheiten im Himalaya bei dem gegenwärtigen Kenntnisstand sehr vorsichtig beurteilt werden muß.

Die Cyperaceenrasen lösen sich mit zunehmender Meereshöhe allmählich auf und gehen in Frostschuttfuren über. Diesen Übergang verdeutlicht Tab. 16 am Beispiel der höchstgelegenen *Kobresia*-Rasen und der *Rhodiola imbricata*-Gesellschaften (vgl. Aufn. 139-146). Unter den sich weiter verschärfenden klimatischen und edaphischen Bedingungen der Frostschuttstufe ist die Ansiedlung von Phanerogamen auf häufigem Frostwechsel unterliegenden Feinerdeansammlungen in den Strukturböden der zumeist silikatischen Schutthalden beschränkt. Ihre Deckung geht auf unter 50 % zurück, während der Anteil der Kryptogamen zunimmt.

Neben der als vorläufige Kennart der Frostschuttfuren bezeichneten Crassulacee *Rhodiola imbricata* überwiegen im Differentialartenspektrum weitere Chamaephyten,

⁴⁶ Sie finden sich besonders ausgedehnt auf dem tibetischen Plateau, mit Ausnahme des extrem trockenen Nordwestens (frdl. Mitteilung von Dipl.-Biol. B. DICKORÉ, Göttingen).

zumeist Polsterpflanzen⁴⁷ (*Androsace muscoidea*, *Saxifraga flagellaris* ssp. *stenophylla*, *Draba* spec.) sowie hemikrypto- und geophytische Rosettenpflanzen (*Saxifraga sibirica*, *Pleurospermum candollei*, *Waldheimia tridactylites* ssp. *glabra*, *Aster flaccidus*). Sie drücken zum einen die Anpassung an die lang andauernde Schneebedeckung, zum anderen den erforderlichen Schutz vor der austrocknenden Wirkung der extremen Strahlungs- und Windverhältnisse in der Aper- und Vegetationszeit aus.

Abschließend ist auf eine Reihe steter Begleiter der Cyperaceenrasen (*Leontopodium leontopodium*, *Androsace mucronifolia*, *Sibbaldia parviflora*, *Luzula spicata*, *Bistorta affinis*, *Festuca hartmannii*, *Myosotis asiatica*, *Carex stenocarpa*) hinzuweisen, die z. T. bis in die Frostschuttfuren vordringen. Sie stellen möglicherweise Kennarten höherer syntaxonomischer Einheiten der alpinen Pflanzengesellschaften dar.

3.2 Die physiognomisch-ökologische Struktur der Pflanzengesellschaften als Indikator der landschaftsökologischen Differenzierung

Im Zuge der synökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften wurde bereits auf wesentliche physiognomische Merkmale einzelner Gesellschaften hingewiesen. Im folgenden wird die physiognomisch-ökologische Struktur der Pflanzengesellschaften anhand von Lebensformen-Spektren (Abb. 20, 21)⁴⁸ vergleichend gegenübergestellt, um die Auswirkungen des dreidimensionalen Wandels der ökologischen Bedingungen auf die räumliche Differenzierung der vorherrschenden Lebensformen aufzuzeigen. Auf diese Weise werden erhebliche strukturelle Unterschiede zwischen den Pflanzengesellschaften verdeutlicht, die aus der Anpassung der Vegetationsdecke an die ökologischen Gradienten resultieren.

In Abb. 20 sind die Lebensformen-Spektren nach Höhenstufen angeordnet sowie nach Sonn- und Schatthang getrennt. Phanerophyten und Hemikryptophyten zeichnen

⁴⁷ Zum Polsterwuchs vgl. die vergleichend-morphologische Wuchsformenanalyse von RAUH (1939).

⁴⁸ Der Übersichtlichkeit halber werden die Spektren auf die fünf Haupttypen (Phanerophyten, Chamaephyten, Hemikryptophyten, Geophyten, Therophyten) nach RAUNKIAER (1905) beschränkt. Die Einteilung erfolgte nach dem Schlüssel von ELLENBERG & MUELLER-DOMBOIS (1967b) mit der Ausnahme, daß Lianen als Phanerophyten gerechnet wurden. Es handelt sich um gewichtete Lebensformen-Spektren, d.h. der Anteil einzelner Lebensformen wurde auf der Grundlage der Artmächtigkeit der in den Vegetationstabellen aufgeführten Arten nach mittleren Deckungsprozenten (ELLENBERG 1956: 33) errechnet, um ein getreueres Abbild der Wirklichkeit zu zeichnen. Für die hier vorliegende Fragestellung erwies sich das RAUNKIAER'sche System als ausreichend genau und adäquat. Probleme werden im Text diskutiert (vgl. MEHER-HOMJI 1964, zur Kritik vgl. TROLL 1960: 100, DIERSSEN 1990: 92).

sich im Mittel als dominierende Lebensformtypen ab. Die großenteils immergrünen Makro- und Nano-Phanerophyten der unteren montanen Stufe haben eine vergleichsweise schwach ausgeprägte ungünstige Jahreszeit mit nur gelegentlichem Frost zu überdauern (vgl. Klimadiagramm Balakot). Sie sind mit der Lage ihrer Erneuerungsknospen hoch über dem Boden den humid-gemäßigten Klimaverhältnissen optimal angepaßt und konkurrierenden Lebensformtypen überlegen. In der oberen montanen Stufe sind die Phanerophyten, die hier als immergrüne Nadelbäume und sommergrüne Laubbäume/Sträucher auftreten, stärker den Witterungsunbilden der kalten Jahreszeit ausgesetzt. Ihre Konkurrenzfähigkeit geht leicht zurück und ihr mittlerer Deckungsgrad wird von den Hemikryptophyten (hier v.a. Schaftpflanzen), deren Überdauerungsknospen an der Bodenoberfläche häufig durch Schuppen, Blätter oder Blattscheiden sowie durch die Schneedecke geschützt sind, bereits übertroffen.

Mit zunehmender Meereshöhe und sich verschärfenden Klimabedingungen setzt sich der kontinuierliche Rückgang der Deckungswerte der Phanerophyten fort. Er wird nur in den *Juniperus squamata*-Heiden auf den Sonnhängen der subalpin-alpinen Stufe unterbrochen. Die Art *Juniperus squamata* ist in der Regel als Nanophanerophyt einzustufen⁴⁹. Sie allein bedingt durch ihre hohe Artmächtigkeit den hohen Prozentsatz der (Nano-)Phanerophyten. Dieser hohe Anteil, der sich unter Einbeziehung der Cyperaceenrasen relativieren würde, ist auf die genotypisch fixierte relative Unempfindlichkeit von *Juniperus squamata* gegen Frostrocknis zurückzuführen. Obwohl die Frostrocknisgefährdung auf den Schatthängen der alpinen Stufe geringer ist, was die Konkurrenzfähigkeit der (Nano-)Phanerophyten in der Regel verstärkt, treten sie hier kaum noch auf. Dies ist somit ein Beispiel dafür, daß die RAUNKIAER'schen Lebensformen nicht immer ein Ausdruck der gegenwärtigen ökologischen Standortbedingungen sein müssen, sondern daß sie auch Ausbildungsformen phylogenetisch festgelegter, unter möglicherweise anderen äußeren Bedingungen erworbener Merkmale sein können (vgl. dazu BRAUN-BLANQUET 1964: 161).

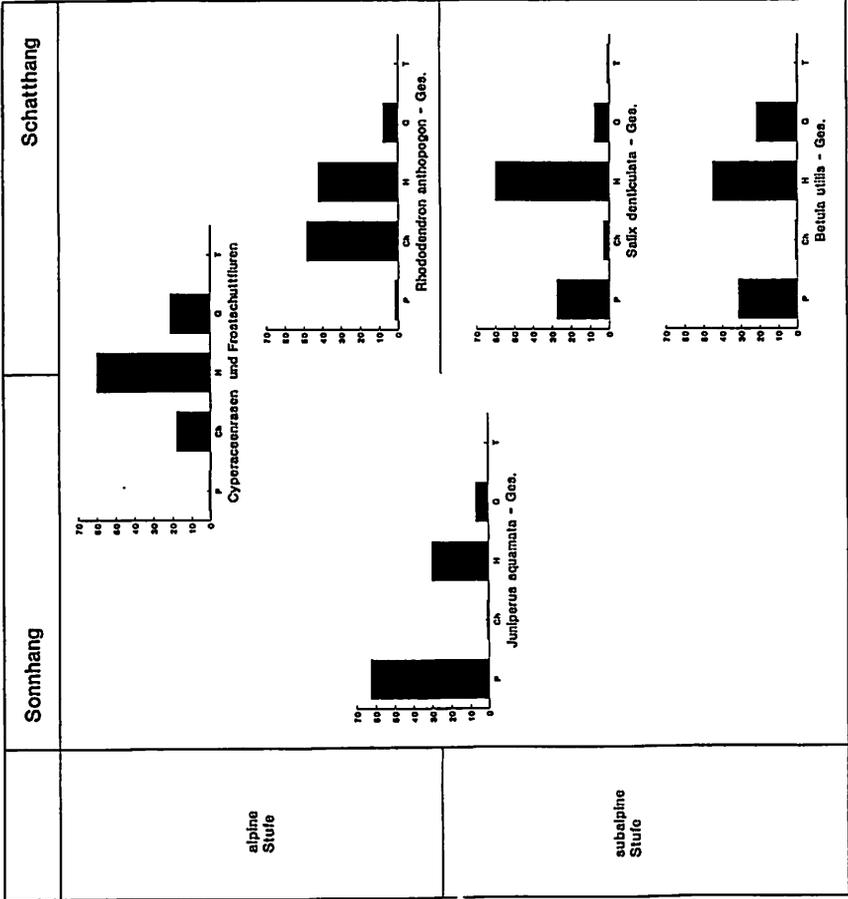
Mit dem klimabedingt abnehmenden Deckungsgrad der Phanerophyten korrespondiert eine zunächst proportionale Zunahme der Hemikryptophyten, die im Klima der oberen Höhenstufen aufgrund ihrer im Schutz von Streu und Schneedecke überdauernden Erneuerungsknospen begünstigt werden. Erst in der subalpinen und alpinen Stufe treten schneeschutzbedürftige Chamaephyten sowie Frosteinwirkungen wenig ausgesetzte und an verkürzte Vegetationszeit besonders gut angepaßte Geophyten vermehrt in den Wettbewerb ein (Abb. 20). Auf schneereichen Schatthängen können verholzte Chamaephyten, deren Knospen im Schutz der winterlichen Schneedecke verbleiben, hohe Deckungsgrade erreichen wie in den *Rhododendron anthopo-*

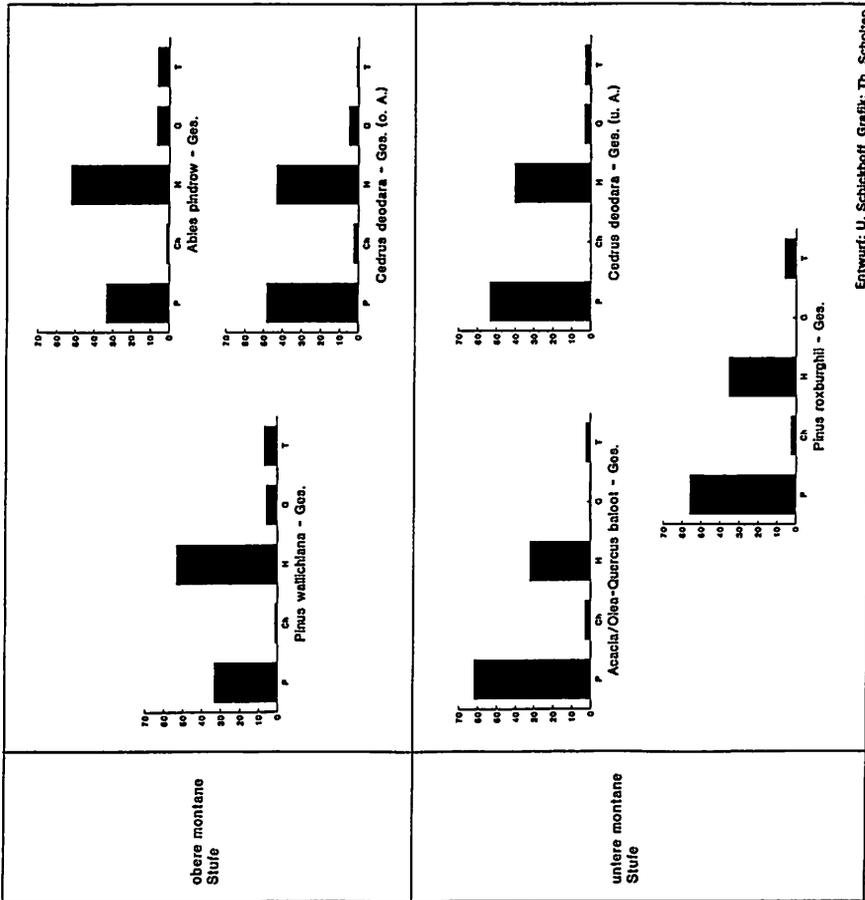
⁴⁹ Unter besonders ungünstigen Bedingungen wird die chamaephytische Lebensform angenommen.

gon-Zwergstrauchheiden. Die in der alpinen Stufe, insbesondere in den Cyperaceenrasen und Frostschuttfluren hohe Konkurrenzkraft der während der ungünstigen Jahreszeit einziehenden Geophyten liegt in der Fähigkeit begründet, aufgrund der in ihren unterirdischen Organen gespeicherten Reservestoffe ihren Lebenszyklus in Anpassung an die verkürzte Vegetationszeit besonders rasch zu durchlaufen. In den Cyperaceenrasen herrschen die Hemikryptophyten jedoch großflächig vor und erweisen sich vornehmlich als rasenbildende Horstgräser sowie als Rosettenpflanzen im Wettbewerb überlegen. Therophyten spielen dagegen in den Pflanzengesellschaften des Kaghan, wo ausdauernde Arten klimabedingt konkurrenzkräftiger sind, kaum eine Rolle⁵⁰. In höheren Lagen reicht ihnen die kurze Vegetationszeit zum Aufbau des vegetativen Sproßsystems und zur Blüte und Frucht nicht aus.

In der oberen montanen Stufe fällt die nahezu vollständige Übereinstimmung der Lebensformen-Spektren der *Pinus wallichiana*-Gesellschaften auf den Sonnhängen und der *Abies pindrow*-Gesellschaften auf den Schatthängen auf. In dieser Entsprechung kommen erneut die hypsozonal ökologisch ähnlichen Bedingungen dieser Höhenstufe im monsunbeeinflussten Talraum zum Ausdruck, die ja bereits durch den Vergleich der floristisch-soziologischen Struktur dieser Gesellschaften (vgl. Kap. 3.1.2.4) verdeutlicht werden konnte. Im Gegensatz zum kontinentaleren Raum Battakundi im oberen Kaghan reicht hier die Wirkung der Strahlungsexposition noch nicht aus, um größere Veränderungen in der physiognomisch-ökologischen wie auch in der floristisch-soziologischen Struktur der Gesellschaften auf Sonn- und Schatthängen hervorzurufen.

⁵⁰ Vgl. dazu die abweichenden Ergebnisse von GUPTA & KACHROO (1983), RAJWAR & GUPTA (1984), SAXENA, PANDEY & SINGH (1982), WALI (1966), KAUL & SARIN (1976), SAPRU & KACHROO (1979).





Entwurf: U. Schickhoff Grafik: Th. Scholten

Abb. 20: Lebensformen-Spektren im hypsometrischen Wandel (Angaben in Prozent; *Cedrus deodara*-Ges. in untere u. obere Ausbildung getrennt; P = Phanerophyten, Ch = Chamaephyten, H = Hemikryptophyten, G = Geophyten, T = Therophyten)

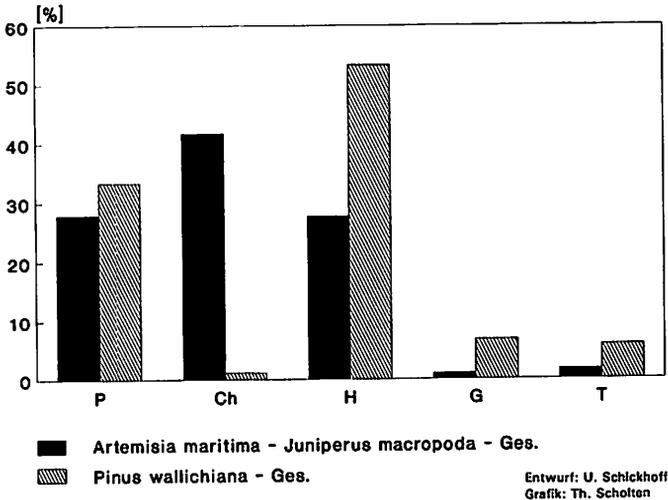


Abb. 21: Die Differenzierung der Lebensformen im Tallängsprofil am Beispiel der Sonnhänge der oberen montanen Stufe (*Pinus wallichiana*-Ges. im unteren Kaghan / *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Ges. im oberen Kaghan); P = Phanerophyten, Ch = Chamaephyten, H = Hemikryptophyten, G = Geophyten, T = Therophyten

Neben dem hypsometrischen Wandel ist auch eine Differenzierung der Lebensformen im Tallängsprofil zu beobachten. Dies wird bei einem Vergleich zwischen den Sonnhängen der oberen montanen Stufe im unteren und im oberen Kaghan am Beispiel der *Pinus wallichiana*- und der *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Gesellschaften deutlich (Abb. 21). Unter den humid-gemäßigten Klimabedingungen im unteren Kaghan dominieren Hemikryptophyten und Phanerophyten. Im Raum Battakundi erweisen sich dagegen die Chamaephyten, insbesondere in Gestalt der *Artemisia*-Zwergsträucher, als dominante Lebensformen. Sie sind optimaler an die Kombination aus kältebedingt ungünstiger Jahreszeit im Winter und dürrebedingt ungünstiger Jahreszeit im Sommer angepaßt. Den Winter überdauern sie im Schutz der mächtigen Schneebedeckung und die Dürrezeit im Sommer vermögen sie durch den Aufbau xeromorpher, verholzter Gewebe und die Reduktion transpirierender Oberflächen zu überstehen.

3.3 Das floristisch-chorologische Spektrum der Pflanzengesellschaften als Indikator der landschaftsökologischen Differenzierung

Nach dem räumlichen Vergleich der physiognomisch-ökologischen Strukturen werden hier floristisch-chorologische Merkmale der Pflanzengesellschaften vergleichend gegenübergestellt, um den dreidimensionalen Wandel der ökologischen Bedingungen aufzuzeigen. Darüber hinaus ergeben sich durch die Analyse der floristischen Beziehungen Hinweise auf florensgeschichtliche und pflanzengeographische Zusammenhänge, die in diesem im Überschneidungsbereich verschiedener Florenregionen gelegenen Gebiet von besonderem Interesse sind.

Im Rahmen dieser Abhandlung konnte allerdings keine umfangreiche Analyse des Gesamtarealcharakters, die neben einzelnen Arten auch Artengruppen, Gattungen und höhere systematische Einheiten berücksichtigt, geleistet werden, wie sie MEUSEL & SCHUBERT (1971) in ihrer Pionierarbeit durchführten. Mit Ausnahme dieser Arbeit, die auf die colline und montane Stufe beschränkt ist, wurden bisher keine weiteren umfassenden Arealdiagnosen für die westhimalayische Flora erstellt. Die Aufstellung von Arealtypenspektren der Kaghan-Flora auf der Grundlage ganzer Verwandtschaftskreise würde bei dem gegenwärtigen Kenntnisstand eine systematische, umfangreiche Untersuchung erfordern und letztlich eine eigene Arbeit bedeuten.

Die floristisch-chorologische Analyse der Pflanzengesellschaften, deren Ergebnisse im folgenden anhand von Spektren der floristischen Beziehungen (Abb. 22, 23) interpretiert werden, wurde daher auf Artebene durchgeführt. Die einzelnen Elemente des Artenspektrums jeder Gesellschaft (mit Ausnahme der Zufälligen) wurden auf ihre regionale und überregionale Verbreitung untersucht und ihre zusätzlichen Vorkommen in einer oder mehrerer benachbarter, pflanzengeographisch einheitlicher Regionen zur Aufstellung der Spektren ausgewertet⁵¹. Die Gliederung dieser Re-

⁵¹ Die Grundlage dieser Untersuchung bildeten die Florenwerke von PAMPANINI (1930), RECHINGER (1963-), KITAMURA (1964), NASIR & ALI (1970-), STEWART (1972), HARA et al. (1978, 1979, 1982) und POLUNIN & STANTON (1984). Darüber hinaus fanden Verbreitungsangaben in PARKER (1918), OSTENFELD (1922), PERSSON (1938), SABNIS (1940/41), WENDELBO (1952), GILLI (1957), CHAUDHRI (1957), STEWART (1961), MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965), WEBSTER & NASIR (1965), HARTMANN (1966, 1984), KRIVONOVA (1970), BEG & SAMAD (1974), RAU (1975), PODLECH & ANDERS (1977), KACHROO, SAPRU & DHAR (1977), MANI (1978), HUSS (1978), MEUSEL et al. (1978), DHIR (1980), SHARMA & KACHROO (1981), DHAR & KACHROO (1983), DHIR & SAIKI (1984), SEYBOLD & KULL (1985), STANTON (1988), R.K. GUPTA (1989), BROWICZ (1989), DICKORÉ (1991) und MEUSEL & JÄGER (1992) Verwendung. Bei der Aufstellung der Spektren gingen alle Arten gleichrangig, d.h. ohne Gewichtung gemäß des Deckungsgrades, in die Berechnung ein. Dieses einfache Verfahren wurde gewählt, weil zum einen auch bei der Berücksichti-

gionen erfolgte nach pflanzengeographisch-ökologischen Gesichtspunkten und lehnt sich weitgehend an die Gliederung in Florenregionen und Unterregionen in MEUSEL, JÄGER & WEINERT (1965) bzw. MEUSEL & SCHUBERT (1971) an. Das Himalaya-Karakorum-System innerhalb der sino-japonesischen Florenregion wurde nach der monsonalen Beeinflussung feiner untergliedert. Im einzelnen wurde die Verbreitung der Elemente nach folgendem Schema aufgeschlüsselt (Bezugsraum ist jeweils das Kaghan-Tal):

- 1) Monsunal/randmonsonal beeinflusste Verbreitung in der sino-japonesischen Region
 - 1a) Verbreitung auf die Südabdachung des Westhimalaya (Ostafghanistan - Zentralnepal) beschränkt
 - 1b) Verbreitung auch im Osthimalaya (Ostnepal - SE-Tibet - SW-China ostwärts)
 - 1c) Verbreitung auch im Karakorum und östlichen Hindukusch (Gebiete jenseits der Himalaya-Hauptkette)
- 2) Verbreitung auch in der zentralasiatischen Region (ostpamirische, zentral- und osttibetische, gobische Provinz)
- 3) Verbreitung auch in der irano-turanischen und mediterranen Region
 - 3a) in der turkestanischen Unterregion (afghanische, westpamirisch-alaische, tienschanische, songarische Provinz)
 - 3b) in den mediterranen, orientalischen und turanischen Unterregionen
- 4) Verbreitung auch in der saharo-sindischen Region (Punjab, Sind, Arabien, Nordafrika)
- 5) Verbreitung über das gesamte temperat-boreal-arktische Eurasien bzw. die nördliche Hemisphäre oder kosmopolitisch

Die Prozentzahlen in den Spektren drücken nun aus, wieviel Prozent der Arten der jeweiligen Pflanzengesellschaft auch in den genannten Regionen vorkommen bzw. mit diesen gemeinsam sind. In Abb. 22 sind die Pflanzengesellschaften wiederum nach Höhenstufen und Expositionen getrennt angeordnet. Es zeichnet sich ein deutlicher hypsometrischer Wandel in den floristischen Beziehungen ab. Die im Mittel dominierenden Artengruppen 1b und 1c verhalten sich im Höhenprofil antagonistisch zueinander. Während die mit dem humiden Osthimalaya gemeinsamen Arten (1b), die insbesondere die obere montane Stufe prägen, mit zunehmender Meereshöhe merklich zurückgehen, steigt der Prozentsatz der Arten, die auch im trockeneren Karakorum verbreitet sind (1c), in der alpinen Stufe sehr stark an. Einen deutlichen Anstieg im Höhenprofil weisen ebenfalls die Arten auf, die auch in der zentralasiatischen (2) und in der turkestanischen Region (3a) oder polychor im gesamten Eurasien (5) verbreitet sind.

gung des Deckungsgrades Ungenauigkeiten hinsichtlich des aus der Verbreitung der Arten abzuleitenden ökologischen Indikatorwertes bleiben, da ja geringmächtige Arten die Standortverhältnisse ebenso treffend anzeigen können wie dominante Arten. Zum anderen vermögen die auf diese Weise ermittelten Tendenzen die landschaftsökologische Differenzierung in Ergänzung zu der feineren synökologischen Interpretation der Pflanzengesellschaften ausreichend zu verdeutlichen.

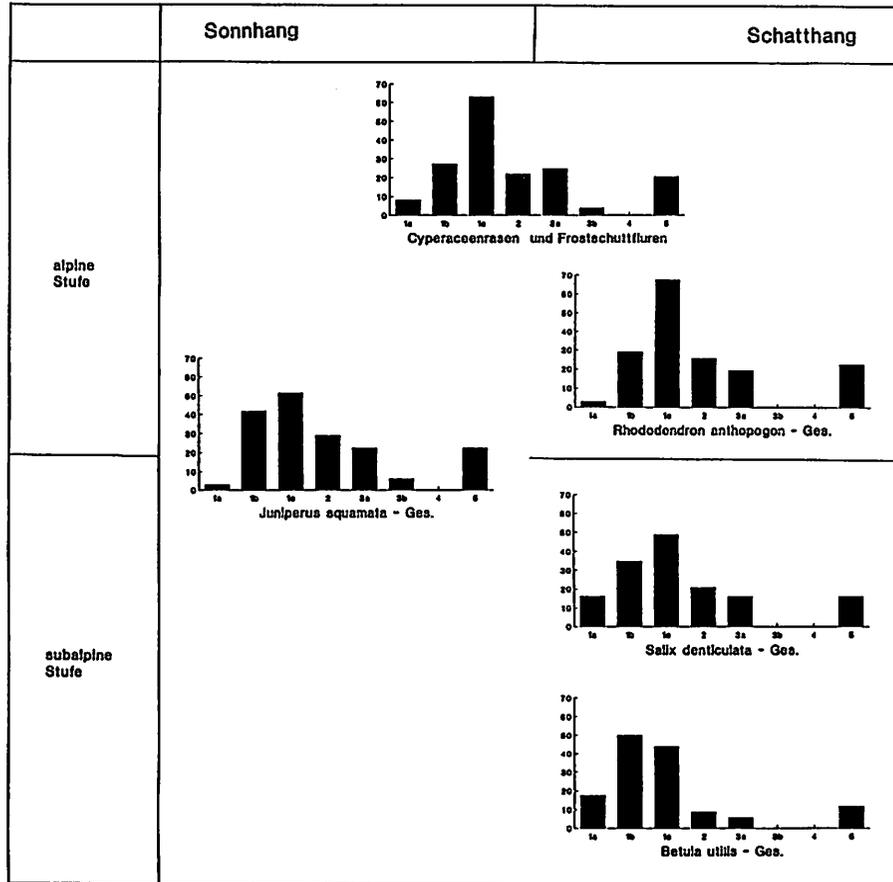
Dagegen spielen die wärmebedürftigen, mit den mediterranen, orientalischen und turanischen Regionen (3b) oder mit der saharo-sindischen Region (4) gemeinsamen, z. T. tropischen Elemente erwartungsgemäß nur in der unteren montanen Stufe eine größere Rolle. Sie fallen höhenwärts bei zurückgehenden Temperaturen nahezu völlig aus. Der Anteil der westhimalayischen Endemiten (1a), deren Schwerpunkt in der oberen montanen Stufe liegt, nimmt mit zunehmender Höhe ebenfalls deutlich ab.

In diesem hypsometrischen Wandel der floristischen Beziehungen spiegelt sich die Veränderung der ökologischen Standortbedingungen in der Vertikalen wider. Die floristisch-chorologischen Merkmale der Pflanzengesellschaften deuten dabei auf eine mit der Höhe zunehmende Angleichung der Lebensverhältnisse an die nördlich anschließenden Hochgebirgsregionen hin. In den Anteilen der auch im humiden Osthimalaya verbreiteten Elemente (1b) und der westhimalayischen Endemiten (1a) kommt der Einfluß des Monsuns zum Ausdruck. Er wirkt sich auf das Artenspektrum der alpinen Stufe offenbar nur noch in weit geringerem Maße aus. Hier überwiegen dagegen die Beziehungen zu nichtmonsunal bzw. randmonsunal beeinflussten Regionen. Die abnehmende Konkurrenzkraft der Monsunelemente in der alpinen Stufe korrespondiert mit der skizzierten vertikalen Niederschlagsdifferenzierung in der Monsunperiode (vgl. Kap. 2.1.2.2).

Der enorme Anstieg der mit dem Karakorum gemeinsamen Arten (1c) sowie die zunehmende Konkurrenzkraft der auch in den turkestanisch/zentralasiatischen (Gebirgs-)Regionen verbreiteten Elemente (3a, 2) im Höhenprofil bestätigen die pflanzengeographische Zonierung in der Region. Sie spiegeln die in nördlichen Richtungen erfolgende Kontinentalisierung des Klimas wider. Die floristischen Beziehungen zum Karakorum, der noch zur sino-japanischen Region gehört, sind dabei weitaus intensiver als zu den weiter nordwestlich und nordöstlich angrenzenden Regionen⁵². Ferner verdeutlicht die Zunahme dieser Elemente, insbesondere der auch polychor im gesamten Eurasien verbreiteten Arten (5), daß Florenwanderungen zwischen den borealen/arktischen Zonen und dem Himalaya über die zentralasiatischen Hochländer stattgefunden haben⁵³.

⁵² Vgl. dazu DICKORÉ (1991: 281), der die Chorologie der Flora der Karakorum-Nordabdachung untersucht.

⁵³ OHBA (1987: 223, 1988: 23) bezeichnet diese Migrationsroute als "Central Asiatic Highland Corridor" (vgl. auch KOYAMA, FUKUOKA & OHBA 1982). MANI (1978: 164) weist für den NW-Himalaya ebenfalls auf floristische Affinitäten zur zentralasiatischen Region hin (vgl. auch DHAR & KACHROO 1982, RAU 1981, CHOPRA & KAPOOR 1952 sowie KLOTZ 1966 für den Sikkim-Himalaya). Auch in der alpinen Stufe des Hindukusch überwiegen die floristischen Beziehungen zu zentralasiatischen Hochgebirgen (vgl. BRECKLE 1974, 1975, 1988, BRECKLE & FREY 1974).



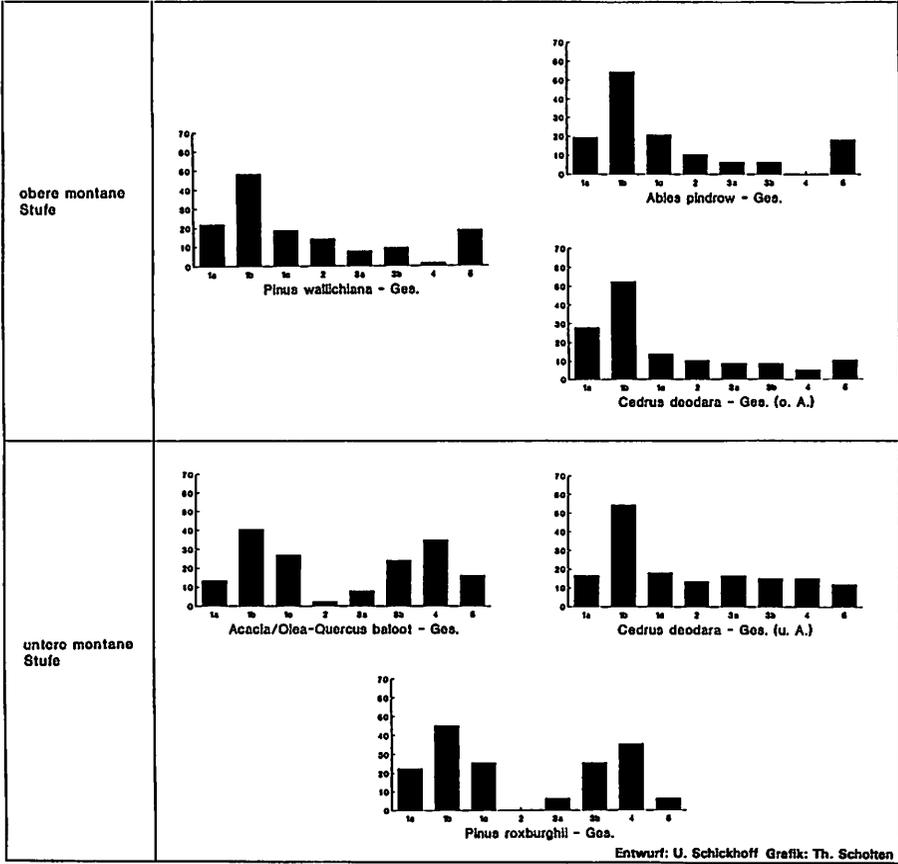


Abb. 22: Die floristischen Beziehungen der Pflanzengesellschaften im hypsometrischen Wandel (Angaben in Prozent; *Cedrus deodara*-Ges. in untere u. obere Ausbildung getrennt; Erklärung der Zahlensymbole im Text)

Entwurf: U. Schickhoff Grafik: Th. Scholten

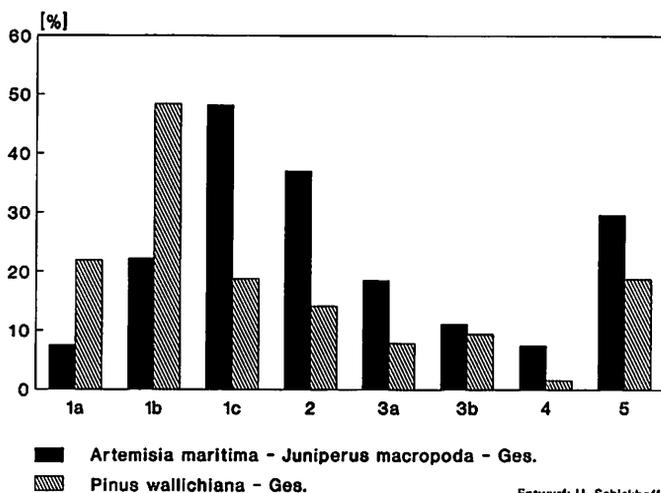
Entsprechend dem humid-gemäßigten Klima dominieren die Monsunelemente in der oberen montanen Stufe bei weitem, d.h. die Arten mit monsunal beeinflusster Verbreitung in der sino-japanischen Region sind hier am besten repräsentiert (Abb. 22). Zum einen entsprechen damit die Lebensbedingungen in dieser Höhenstufe mehr als in jeder anderen den Verhältnissen im Osthimalaya und ermöglichen die erfolgreiche Ausbreitung vieler ostasiatisch-humider Elemente bis in den Westhimalaya hinein. Zum anderen sind diese Elemente aufgrund der spezifischen Bedingungen in dieser Höhenstufe nicht so sehr dem Konkurrenzdruck der aus nördlichen, westlichen und südlichen Richtungen zugewanderten Arten ausgesetzt, wie es in der alpinen bzw. der unteren montanen Stufe der Fall ist.

In der unteren montanen Stufe bestehen ebenfalls deutliche Beziehungen zu monsunal beeinflussten Verbreitungsformen. Die Monsunelemente stehen hier in erster Linie in Konkurrenz zu submeridional-meridional verbreiteten, z. T. subtropisch-tropischen Elementen der Gruppen 3b und 4, die insbesondere auf den Sonnhängen geeignete Standortbedingungen vorfinden. Aus ihrer weiteren Verbreitung folgert, daß hier vornehmlich die günstigen thermischen Verhältnisse (vgl. Abb. 8) und nicht die hohen monsunalen Niederschläge entscheidend zu ihrer Konkurrenzkraft beitragen. Dies wird auch durch ihre unterschiedlich hohen Anteile in den Hartlaubwaldgesellschaften auf den trocken-heißen Sonnhängen (vgl. dazu MEUSEL & SCHUBERT 1971: 397, MEUSEL 1971: 70) sowie in den *Cedrus deodara*-Gesellschaften auf den feuchteren, kühleren Schatthängen dieser Höhenstufe (vgl. Abb. 22) verdeutlicht.

In bezug auf die Auswirkungen der Strahlungsexposition besteht wiederum eine auffallende Ähnlichkeit zwischen den sonnseitigen *Pinus wallichiana*-Gesellschaften und den schattseitigen *Abies pindrow*-Gesellschaften innerhalb der oberen montanen Stufe. Wie bereits hinsichtlich der floristisch-soziologischen sowie der physiognomisch-ökologischen Struktur weisen sie weitgehende Entsprechungen auf, die ihre Zusammenfassung zu einem unter vergleichbaren ökologischen Bedingungen entwickelten Gesellschaftskomplex (vgl. Kap. 3.1.2.1.4) erneut unterstreichen.

Leichte expositionsbedingte Unterschiede der floristischen Beziehungen in höheren Lagen (vgl. Abb. 22) sind auf die Fähigkeit vieler Arten der Waldstufe (häufig 1b-Arten) zurückzuführen, unter dem Schutz des dichten *Juniperus squamata*-Schirms bis in die alpine Stufe aufzusteigen, während dies in den offeneren *Rhododendron*-Zwergstrauchheiden auf den Schatthängen seltener der Fall ist. Ein bedeutendes Ausmaß der Expositionswirkung auf die floristischen Beziehungen ist im Tallängsprofil analog zur Expositionswirkung auf die floristisch-soziologische und physiognomisch-ökologische Struktur erst im kontinentaleren, randmonsunal beeinflussten Raum Battakundi zu erwarten.

Die Differenzierung der ökologischen Bedingungen im Tallängsprofil kommt ebenfalls in einem deutlichen Wandel der floristisch-chorologischen Merkmale der Pflanzengesellschaften zum Ausdruck. Der Vergleich zwischen den Sonnhängen der oberen montanen Stufe im unteren und im oberen Kaghan (Abb. 23) zeigt, daß entsprechend der nur noch randmonsunalen Beeinflussung der Anteil der hygrophilen Monsunelemente (1a u. 1b) im oberen Kaghan um über die Hälfte zurückgeht. Dagegen nehmen die auch im kontinentaleren Karakorum (1c) sowie in den zentralasiatischen (2) und turkestanischen Regionen (3a) verbreiteten Arten stark zu.



Entwurf: U. Schlekhoﬀ
 Grafik: Th. Scholten

Abb. 23: Der Wandel der floristischen Beziehungen im Tallängsprofil am Beispiel der Sonnhänge der oberen montanen Stufe (*Pinus wallichiana*-Ges. im unteren Kaghan / *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Ges. im oberen Kaghan); Erklärung der Zahlensymbole im Text

Die *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Gesellschaften weisen somit bereits wesentlich intensivere floristische Beziehungen zu den jenseits der Himalaya-Hauptkette gelegenen Gebieten auf. Die Gesellschaften der Sonnhänge in den vor dem Einfluß des Monsuns weitgehend geschützten inneren Hochtälern repräsentieren in ihrem floristisch-chorologischen Spektrum ebenso wie in ihrer floristisch-soziologischen und physiognomisch-ökologischen Struktur (vgl. Kap. 3.1.2.4 u. 3.2) ökologische Verhältnisse, wie sie jenseits der als Vegetations- und Landschaftsgrenze erster Ordnung (PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER 1956: 29) bezeichneten Hima-

laya-Hauptkette herrschen. Im Bereich des, großräumig betrachtet, gewiß als Landschaftsscheide wirkenden Hauptkammes vollzieht sich damit eine allmähliche Angleichung der ökologischen Lebensbedingungen im S-N-Profil, die den natürlichen Kontinuumcharakter von Klima und Vegetation unterstreicht.

Der Wandel der floristischen Beziehungen im Tallängsprofil ist offenbar auf die monsunal beeinflussten Höhenstufen beschränkt. Ein Vergleich der Cyperaceenrasen am Makra (unteres Kaghan) und am Babusar-Pass ergab ein relativ einheitliches floristisch-chorologisches Spektrum. Innerhalb der alpinen Stufe bestehen daher zwischen unterem und oberem Kaghan weit geringere Unterschiede in den ökologischen Verhältnissen als innerhalb der montanen/subalpinen Stufe.

4. Die Verbreitung der Vegetation - dargestellt in einer Karte im Maßstab 1:150.000

Die Verbreitungsmuster der Pflanzengesellschaften, die im Kap. 3.1 eingehend beschrieben wurden, sind in einer großformatigen, farbigen Vegetationskarte (im Anhang) dargestellt. Die Karte basiert neben den Skizzen und Aufnahmen im Gelände auf einer ausführlichen Photointerpretation. Als Grundlage dienten die während der Feldarbeiten von hochgelegenen Aussichtspunkten aus aufgenommenen Panoramaphotographien. Aufgrund der Größe des Arbeitsgebietes (2250 km²) konnten nicht alle Flanken und Seitentäler eingesehen werden. Diese Bereiche wurden als weiße Flecken (22,5 % der Gesamtfläche) ausgewiesen (vgl. dazu SCHWEINFURTH 1958: 125). Die Vegetationskarte des Kaghan bildet in geringer Entfernung den südwestlichen Anschluß an die Nanga Parbat-Karte von TROLL (1939b). Neuere großmaßstäbige Vegetationskarten stehen für den gesamten Westhimalaya nicht zur Verfügung¹. Daher wurde eine ähnliche Farbgebung gewählt, um ein hohes Maß an Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Im folgenden werden die wesentlichen Gefügemuster der Vegetationseinheiten verdeutlicht und ihr Anteil an der Gesamtfläche des Arbeitsgebietes (Tab. 17) kommentiert.

Zunächst fällt die enorme Ausdehnung des Acker- und Weidelandes (14,8 % der Gesamtfläche) auf, das insbesondere in der Dauersiedlungsstufe im unteren Kaghan die Waldflächen sehr stark zurückgedrängt hat². Mit Ausnahme von kleinflächigen Steppenbereichen im Raum Battakundi-Burawai stellen die Acker- und Weideflächen (außer den alpinen Matten) potentielle Waldflächen dar. Charakteristisch sind innerhalb der Waldstufe die Weidegründe auf Bergücken und plateauartigen Verbnungen. Die Dezimierung der Waldflächen wird zum einen in der unteren montanen Stufe an den Restbeständen der *Pinus roxburghii*-Wälder (0,4 % der Gesamtfläche), der *Acacia modesta-Olea cuspidata*-Wälder (0,04 %) und der *Quercus baloot*-Wälder (0,05 %) besonders deutlich. Zum anderen ist die weitgehende Vernichtung des subalpinen *Betula utilis*-Gürtels (0,2 %) zu erkennen, die auf die Depression der Waldgrenze durch Almwirtschaft und Bergnomadismus³ zurückzuführen ist. Der *Salix*-Krummholzgürtel ist dadurch ebenfalls sehr stark beeinträchtigt worden.

¹ Für den zentralen Himalaya legte MIEHE (1990b, 1991b) eine Vegetationskarte des Khumbu Himal (Nepal) im Maßstab 1:50.000 vor.

² Die Hintergründe des Landschaftswandels und die Entwicklung der Kulturlandschaft werden in Kap. 5 ausführlich behandelt.

³ Der Begriff wird hier im Sinne von SCHOLZ (1991: 31) verwendet.

Kartiereinheit	Fläche in ha	Anteil an Gesamtfläche in %
Gletscher	6307	2,8
Fels und Schutt	46.803	20,8
Cyperaceenrasen und Zwergstrauchheiden	47.117	20,9
Betula utilis-Wälder	471	0,2
Abies pindrow-Wälder	20.126	8,9
Pinus wallichiana-Wälder	10.626	4,7
Abies-/Pinus-Mischwälder	681	0,3
Cedrus deodara-Wälder	3397	1,5
Artemisia maritima-Steppen	3963	1,8
Myricaria-Schotterfluren	86	0,04
Quercus baloot-Wälder	102	0,05
Acacia-Olea-Wälder	94	0,04
Pinus roxburghii-Wälder	938	0,4
Acker- und Weideland	33.384	14,8
Seen	262	0,1
nicht kartierte Fläche	50.635	22,5
Gesamt	224.992	100

Tab.17: Gesamtflächenreport zur Vegetationskarte des Kaghan (Quelle: eigene Kartierung)

Auf die feucht-temperierten Koniferenwälder entfallen 15,4 % der Gesamtfläche. Die *Pinus wallichiana*-Wälder (4,7 %) nehmen in der Regel die sonnenexponierten Lagen ein, während die *Abies pindrow*-Wälder (8,9 %) überwiegend die Schatthänge besiedeln. Die *Abies*-/*Pinus*-Mischwälder im oberen Kaghan (0,3 %) sind ohne pflanzensoziologische Untersuchungen nicht eindeutig der einen oder anderen Gesellschaft zuzuordnen. Der allmähliche Biotopwechsel der *Cedrus deodara*-Wälder (1,5 %) von den Schatthängen im unteren Kaghan auf die Sonnhänge oberhalb der großen Biegung des Tales kommt im Kartenbild deutlich zum Ausdruck. Die gesamte Waldfläche (ohne die *Artemisia maritima-Juniperus macropoda*-Steppen(-wälder)) beträgt ca. 16 % und entspricht damit etwa der Hälfte der potentiellen Waldfläche.

Die von *Juniperus macropoda*-Hainen durchsetzten, vornehmlich in südlichen Expositionen auftretenden *Artemisia maritima*-Steppen⁴ (1,8 %) zeigen die während der Vegetationsperiode nahezu semiariden Verhältnisse im oberen Kaghan an. Der bedeutende Flächenanteil der alpinen Matten (20,9 %), der sich in den nicht kartierten Bereichen noch erheblich vergrößern dürfte, deutet auf das hohe Potential für die

⁴ Bezüglich der *Artemisia*-Steppen wäre die Karte von SCHWEINFURTH (1957) zu korrigieren. Sie weist entwaldete und degradierte Sonnhänge im unteren Kaghan irrtümlich als *Artemisia*-Steppen aus. Zu den seither erzielten Fortschritten in der Ausfüllung der "white areas" dieser Karte vgl. SCHWEINFURTH (1981b).

Weidewirtschaft, insbesondere im oberen Kaghan, hin. Die dortigen ausgedehnten Hochweiden bilden die Grundlage für die Almwirtschaft und den Bergnomadismus (vgl. Kap. 5.1.1). Innerhalb der alpinen Stufe sind *Juniperus squamata*-Zwergstrauchheiden in sonnigen Lagen, *Rhododendron anthopogon*-Bestände dagegen auf Schatthängen verbreitet. Der hohe Anteil der Fels- und Schuttflächen (20,8 %) und die vergletscherten Bereiche (2,8 %) sind Ausdruck des eingeschränkten Inwertsetzungspotentials im Hochgebirgsraum Kaghan.

5. Vegetations- und Landschaftswandel unter dem Einfluß des Menschen

Im Zuge der synökologischen Charakterisierung der Pflanzengesellschaften wurde wiederholt auf die hohe anthro-po-zoogene Beeinflussung hingewiesen und deren Auswirkungen auf die floristisch-soziologische Struktur der Gesellschaften interpretiert. Der Einfluß des Menschen rückt im folgenden in den Mittelpunkt der Betrachtung. Es wird der Frage nachgegangen, wie sich die sozio-ökonomischen Einflußgrößen räumlich und zeitlich auf Vegetation und Landschaft im Kaghan-Tal ausgewirkt haben.

Zunächst werden die wichtigsten Einflußfaktoren - Ackerbau, Viehwirtschaft und Forstwirtschaft¹ - in ihrer Raumwirksamkeit beschrieben, bevor die Entwicklung der Kulturlandschaft während der letzten 150 Jahre nachvollzogen wird. Damit wird ein Beitrag zu der Diskussion über Ursachen, Ausmaß und historische Dimension der Landschaftsdegradation im Himalaya geleistet, die in den letzten 10-15 Jahren z.T. kontrovers geführt worden ist (vgl. IVES & MESSERLI 1989).

5.1 Sozio-ökonomische Hintergründe des Vegetations- und Landschaftswandels

5.1.1 Der Einfluß der Hochgebirgslandwirtschaft

Das Produktionssystem einer aus Ackerbau und Viehwirtschaft bestehenden, auf Subsistenz ausgerichteten, gemischten Hochgebirgslandwirtschaft² bildet für den überwiegenden Teil der Bevölkerung im Kaghan-Tal die traditionelle ökonomische Existenzgrundlage. Die sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen haben sich zwar aufgrund der erhöhten räumlichen Mobilität und der gestiegenen Zuerwerbsmöglichkeiten in letzter Zeit verändert und der agrarische Subsistenzbereich hat seine dominierende Stellung in der Haushaltswirtschaft vieler Familien, insbesondere der Gujar-Familien (vgl. ASGHAR 1984), zunehmend eingebüßt. Dennoch übt die Hochgebirgslandwirtschaft nach wie vor einen bedeutenden Einfluß auf Vegetation und Landschaft aus.

¹ Der Tourismus, der sich nahezu ausschließlich auf inländische Erholungssuchende gründet, spielt bisher ebenso wie Bergbau, Industrie etc. als landschaftsverändernder Faktor keine Rolle.

² Nach dem Begriff "mixed mountain agriculture" von RHOADES & THOMPSON (1975: 537). Eine ausgezeichnete Beschreibung der Hochgebirgslandwirtschaft und der sozio-ökonomischen Situation der bäuerlichen Bevölkerung im Himalaya legte bereits PANT (1935) vor. Später haben die Arbeiten von FAUTZ (1963), NITZ (1966) und UHLIG (1962, 1970, 1971, 1973, 1976, 1980) wesentlich zur Erforschung der siedlungs- und agrargeographischen Verhältnisse im Westhimalaya beigetragen.

Die ethnische Gruppe der Gujars, die im Kaghan von den nachfolgend eingewanderten Swatis und Sayeds unterdrückt wurden (A.S. AHMED 1980: 83), bilden als Landpächter mit eingeschränkten Besitz- und Nutzungsrechten, als Tagelöhner oder Wanderhirten die traditionelle Unterschicht in der sozialen Hierarchie³. Die bevölkerungsreichste Gruppe der Swatis sind Nachfahren eines Pathanen-Stammes, der zwischen dem 16. und 18. Jahrhundert aus dem Swat zugewandert ist, wo er seinerseits von den Yusufzai-Pathanen vertrieben wurde (A.S. AHMED 1986: 104, vgl. FAUTZ 1963: 44). Die Swatis besitzen in der Regel Grundeigentum, sind überwiegend Bauern der Mittelschicht, bekleiden aber auch hohe Ämter in Verwaltung und Politik. In letzter Zeit wenden sie sich verstärkt anderen Berufen in Handel, Dienstleistung, Handwerk und Kleinindustrie zu.

Die Sayeds, die als direkte Nachkommen des Propheten Mohammed gelten und daher hohes Ansehen genießen, bilden die Oberschicht in der gegenwärtigen Sozialstruktur. Die ihnen von den Swatis überlassenen Ländereien (KHATTAK 1983: 378) haben sie zu Großgrundbesitzern, vor allem im oberen Kaghan, gemacht. Für die dortigen Anbauflächen und ausgedehnten Hochweiden erheben sie nach feudalistischer Tradition Abgaben von den landbewirtschaftenden und viehhaltenden Gujars.

Das gegenwärtige Bild der Kulturlandschaft ist von der über Jahrhunderte betriebenen Hochgebirgsländwirtschaft geprägt worden. Nach der von MASRUR & KHAN (1973: 43f) aufgrund von Luftbildern aufgestellten Landnutzungsklassifizierung entfallen von der Gesamtfläche des Kunhar-Einzugsgebietes⁴ 10,5 % auf Ackerland, 50,5 % auf Weideland, 18,8 % auf Waldflächen und 20,2 % auf unproduktive Flächen (Gletscher, Fels, Gewässer, Straßen etc.). Unter Einbeziehung der regelmäßig beweideten dorfeigenen "Guzara Forests", die ca. 2/3 der Waldflächen ausmachen, beträgt die landwirtschaftlich genutzte Fläche somit etwa 75 %. Diese Zahlen verdeutlichen in Anbetracht des hohen Hochgebirgsrelief-Anteils und des dadurch begrenzten Inwertsetzungspotentials den enormen Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen.

Der Anteil des Ackerlandes (10,5 %), das zu 70 % in der Höhenstufe zwischen 1200 und 2400 m NN liegt, ist durch die Umwandlung von Wald- in Anbauflächen erreicht worden. Die Wälder wurden zunächst auf den wärmebegünstigten, mäßig geneigten Standorten gerodet, wodurch vor allem die *Pinus roxburghii*- und die subtropisch-temperierten Hartlaub-Wälder vernichtet wurden. Wie die Vegetations-

³ Zur ethno-sozialen und sozio-ökonomischen Differenzierung der Bevölkerungsgruppen in der Kaghan-Siran-Region vgl. A.S. AHMED (1980), NAZEER (1980), RAUF (1981), ASGHAR (1984), SARDAR (1986).

⁴ Dieses Gebiet schließt die unterhalb Balakot, d.h. außerhalb des Arbeitsgebietes gelegenen Talräume ein (vgl. Kap. 1.4).

kartierung ergeben hat (vgl. Kap. 4), hat die Umwandlung von Wald in Ackerland entscheidend zur Dezimierung der potentiellen Waldflächen um ca. 50 % beigetragen.

Da im Kunhar-Einzugsgebiet nur etwa 6 % der Fläche für Ackerbau geeignet sind (MASRUR & KHAN 1973: xxvii), mußte bei steigendem Nutzungsdruck zunehmend auf hinsichtlich Geländebeziehungen und Ertrag marginale Standorte ausgewichen werden. Die niedrigen Erträge in erosionsgefährdeten Grenzlagen führten häufig zur Auflassung der mühsam kultivierten Flächen, die als Weideland genutzt werden. Trotz eines gesetzlichen Verbots der Umwandlung von Wald in Ackerland (vgl. Kap. 5.1.2) erfolgte die Ausweitung der Anbauflächen. Sie wurde durch fehlerhafte oder nicht vorhandene Markierungen der Staats- und dorfeigenen Wälder begünstigt. Mit der Ausweitung der Ackerterrassen ging eine Erweiterung der charakteristischen Streusiedlungen einher.

Die Hauptanbaufrüchte sind Mais und Kartoffeln. Mais wird vornehmlich in den Doppelerntegebieten im unteren und mittleren Talabschnitt als Sommerfrucht angebaut und durch Weizen als Wintergetreide ergänzt. Der Reisanbau ist auf die Gegend um Balakot beschränkt. Im Einfacherntegebiet im oberen Kaghan sowie auf gerodeten Waldflächen oberhalb 2000 m NN werden dagegen die Anbauflächen vorwiegend von Kartoffeln eingenommen. Die Einführung des großflächigen Kartoffelanbaus um 1960⁵, die in einer Phase vermehrter überregionaler Austauschbeziehungen nach dem Ausbau der Route über den Babusar-Pass erfolgt ist (vgl. GRÖTZBACH 1989: 10), bedeutete eine erhebliche Intensivierung der agrarischen Produktion⁶. Eine weitere Ausweitung der Anbauflächen und die Anlage neuer Sommersiedlungen waren die Folge. Der Nutzungsdruck auf die umliegenden Wälder verstärkte sich.

Obwohl sich die Einkommenssituation vieler Haushalte infolge des Kartoffelanbaus verbessert hat, reicht der Masse der bäuerlichen Bevölkerung das landwirtschaftliche Einkommen zum Lebensunterhalt nicht aus. Die durchschnittliche Ackerfläche pro Gut beträgt nach Angaben von C.M.A. KHAN (1971: 14) nur etwa 0,7 ha und ist häufig unökonomisch in nicht zusammenhängende Parzellen aufgeteilt⁷.

⁵ Vereinzelt wurden vorher bereits Kartoffeln angebaut (MEHRA 1944: 363). Sie haben die Gerste verdrängt (vgl. DOUIE 1916: 301).

⁶ Mit dem Ziel, eine weitere Qualitäts- und Ertragssteigerung zu erreichen, wurde 1981 das deutsch-pakistanische "Seed Potato Project" in Battakundi gestartet. Eine weitere agrarische Innovation stellt im übrigen der vom World Food Programme der Vereinten Nationen unterstützte Anbau von Obstbäumen im unteren Kaghan dar. Vgl. dazu die in etwa parallele Entwicklung im Swat (FAUTZ 1963: 95ff, ALLAN 1987b: 781ff) sowie allgemein ALLAN (1984).

⁷ Zur Fragmentierung des Ackerlandes in Pakistan allgemein vgl. WICHE (1962: 66).

Insbesondere in Zeiten geringer Ernteerträge steigt die Bereitschaft, sich durch illegalen Holzeinschlag und -verkauf aus den "Guzara Forests" eine zusätzliche Einkommensquelle zu verschaffen. Aber nicht nur in Notzeiten unterliegen die im Besitz einzelner oder mehrerer Familien oder ganzer Dorfgemeinschaften befindlichen "Guzara Forests" einem hohen Nutzungsdruck. Ein großer Teil der Bedürfnisse des agrarischen Subsistenzbereiches, wie Bau- und Brennholz, Viehfutter, Dünger etc. werden aus diesen Wäldern gedeckt. Wenn Mangel an Brennholz auftritt, kommt es immer wieder zum ungenehmigten Fällen einzelner Stämme⁸. Die Schneitelung der Laubbäume (vor allem *Aesculus indica*, *Quercus* spp.⁹ *Betula utilis*) zur Stall- und Winterfuttermittelsversorgung trägt zur weiteren Beeinträchtigung der Laubhölzer bei, die sich weidebedingt sehr schlecht verzüngen und zurückgedrängt werden (vgl. Kap. 3.1). Durch die Streunutzung werden den Waldböden regelmäßig Nährstoffe entzogen. Als Folge dieser Eingriffe verändert sich die Physiognomie der "Guzara Forests" über unterbestockte und stärker aufgelichtete Bestände bis hin zu einzelnen Baumgruppen (vgl. Abb. 24).

Der Viehwirtschaft kommt als zweiter Komponente im System der gemischten Hochgebirgsländwirtschaft ebenfalls eine wesentliche Bedeutung für den Vegetations- und Landschaftswandel zu. Nach MASRUR & KHAN (1973: 48) entfallen von den Weideflächen im gesamten Kunhar-Einzugsgebiet (50,5 % Flächenanteil) ca. 3/4 auf alpine Matten, während 1/4 durch die Vernichtung der natürlichen Waldbedeckung entstanden ist. Zudem unterliegen die "Guzara Forests" einer regelmäßigen Beweidung.

Über die Entwicklung des Viehbestandes liegen keine verlässlichen Angaben vor. Nach dem "Agricultural Census" von 1960/61 werden 60.000 Stück Vieh (davon die Hälfte Ziegen¹⁰ und Schafe) für das Arbeitsgebiet angegeben (vgl. M.A. KHAN 1970: 255, RAHIM 1967: 35). Im Hazara-Distrikt ist im Zeitraum von 1960-1980 der Bestand an Rindern und Büffeln um 25 %, der an Schafen und Ziegen um 34 % angewachsen (KHATTAK 1987: 36). Neuere, möglicherweise überhöhte Schätzungen gehen von einem lokalen Viehbestand von 200.000 Stück¹¹ aus (LISS 1989: 5),

⁸ Vgl. dazu die Studie von SIDDIQUI, AYAZ & JAH (1990) aus dem Siran-Tal.

⁹ Zum Rückgang der westhimalayischen *Quercus*-Arten infolge der Laubschneitelung vgl. GORRIE (1937).

¹⁰ Ziegen verursachen aufgrund ihrer Geländegängigkeit, ihres wenig selektiven Weidegangs und ihrer Bevorzugung von Knospen und Trieben von Bäumen und Sträuchern die weitaus größten Schäden an der Vegetation. Daher hat die Regierung im Jahre 1959 die Ziegenweide in den "Guzara Forests" verboten (Goat Restriction Ordinance) (RAHIM 1967: 31). Schafe richten dagegen geringere Schäden an (vgl. PRING 1931, TREVOR 1931, WRIGHT 1932, COVENTRY 1929, SAID 1961).

¹¹ Diese Schätzungen schließen den unterhalb Balakot gelegenen Talabschnitt ein.

wobei die großen Viehherden der alljährlich von den Winterweidegebieten im Punjab auf die Hochweiden im oberen Kaghan ziehenden Nomaden nicht mitgerechnet sind.

In der Waldstufe hat die unkontrollierte Beweidung über lange Zeiträume dazu geführt, daß das Weideland lediglich Degradationsstadien der natürlichen Vegetation trägt. Bei unveränderter Nutzungsintensität können hier keine progressiven Sukzessionen erfolgen. Die Böden auf diesen Standorten, deren Erosionsanfälligkeit sich durch die mit der Trittbelastung zunehmenden Verdichtung der oberen Horizonte und der Erhöhung des Oberflächenabflusses¹² erhöht, weisen häufig eine Kappung der Profile auf. Die meisten "Guzara Forests" sind aufgrund der Durchweidung von deutlichen Verschiebungen in der Artenkombination sowie von ausbleibender Verjüngung gekennzeichnet. So haben sich stark überalterte Bestände von häufig hallenartigem Aussehen entwickelt. Selbst in den eingeschränkt beweideten "Reserved Forests" ist die floristisch-soziologische Struktur durch die Förderung ruderaler und verbißresistenter Arten nachhaltig verändert worden (vgl. Kap. 3.1.2.1).

Angesichts dieser deutlichen Degradationserscheinungen stellt sich die Frage, ob der hohe Viehbestand nicht jenseits der Tragfähigkeit des Weidelandes liegt. Berechnungen für das Gebiet des "Hazara Pre-Investment Forestry Project", das das untere Kaghan-Tal einschließt, ergaben, daß die Bestandsdichte die Tragfähigkeit des Weidelandes um das 4fache übersteigt (S.M. KHAN 1981: 15, vgl. auch C.M.A. KHAN 1971: 21).

Die Viehwirtschaft bildet die ökonomische Basis für die Almwirtschaft und den Bergnomadismus im Kaghan. Daneben tritt sie als bodenständige Weidewirtschaft auf. Nach der Überwinterung in den Dauersiedlungen im unteren und mittleren Talbereich wird ein großer Teil des Viehs, sobald die klimatischen Verhältnisse es zulassen, saisonal auf in Siedlungsnähe befindliche subalpin/alpine Weidegründe sowie auf ausgedehnte Hochweiden im oberen Kaghan getrieben.

Im unteren und mittleren Talabschnitt sind zur Anlage von Weidegründen ("maidans") unterhalb der Waldgrenze häufig in 2800-3000 m NN gelegene, plateauartige Verebnungen oder Höhenrücken gerodet worden. Dort wurden zugleich kleinere Sommersiedlungen oder einzelne Schutzhütten ("dharas") errichtet. Die Beweidung konzentriert sich aber auch in diesen Talabschnitten auf die Matten oberhalb der Waldgrenze. Sie hat zu einer weitgehenden Vernichtung des *Betula utilis*-Gürtels und zu einer allmählichen Depression der Waldgrenze¹³ geführt.

¹² Zum Einfluß der Beweidung auf die Infiltrationskapazität vgl. die Untersuchung von KARL & DANZ (1969) in den bayerischen Alpen.

¹³ Zu vergleichbaren Entwicklungen in den Alpen vgl. insbesondere die Arbeiten von HOLTMEIER (1972, 1974, 1986, 1989, 1990)

Ein geringerer Teil des Viehbestandes verbleibt während der Sömmerungsperiode als Milch- und Dunglieferant oder zum Arbeitseinsatz in der Dauersiedlungsstufe. Er wird zwischen Anbauflächen, auf dorfnahen Weiden, in den "Guzara Forests" oder auch meist illegal in den "Reserved Forests" geweidet. Nach dem Beginn des Monsuns werden kleinere Parzellen zwischen den Ackerterrassen zeitweilig von der Beweidung ausgenommen, um dort Heu für die Stall- und Winterfütterung zu gewinnen. Darüber hinaus wird das "grass cutting" aber auch im Weideland und in den "Guzara Forests" durchgeführt¹⁴. Während der Sommermonate werden die siedlungsnahen Weideflächen durch diese Art natürlicher Rotationsweide (LISS 1989: 12) entlastet.

Die ausgedehnten Hochweiden im oberen Kaghan zwischen Naran und dem Babusar-Pass bieten die Voraussetzungen sowohl für die Almwirtschaft eines Teils der einheimischen Bevölkerung als auch für die Lebens- und Wirtschaftsweise der nomadischen Gujars, die saisonale Wanderungen zwischen den Winterweidegebieten im Punjab und in der Vorbergzone sowie den Sommerweidegebieten im oberen Kaghan ausführen¹⁵.

In den Monaten April bis Juni ziehen nach Angaben von McVEAN & ROBERTSON (1969: 103) über 1500 Gujar-Familien mit etwa 20.000 Büffeln, 40.000 Rindern, 9000 Pferden und 270.000 Ziegen und Schafen auf die Sommerweiden im oberen Kaghan¹⁶. Hinzu kommt eine geringere Anzahl afghanischer Wanderhirten mit ebenfalls großen Herden, bei denen es sich überwiegend um seit über 25 Jahren zwischen dem Punjab und dem Kaghan nomadisierende Gruppen handelt (GRÖTZ-

¹⁴ Futteranbau wird nur in der Gegend um Balakot betrieben.

¹⁵ Nur vergleichsweise wenige Gujar-Familien leben noch als Nomaden. Im benachbarten Kashmir waren die Gujars ebenfalls ursprünglich Vollnomaden, die mit Wasserbüffel-Herden ihre jahreszeitlichen Wanderungen zwischen den Sommer- und Winterweidegebieten durchführten. Im ausgehenden 19. Jahrhundert sind sie dort zunehmend sesshaft geworden und betreiben Almwirtschaft, während nur eine Minderheit von 10-20 % weiterhin der nomadischen Lebens- und Wirtschaftsweise nachgeht (UHLIG 1973: 161, 1976: 557, vgl. auch FAUTZ 1963: 47ff zur Situation im Swat sowie RATHJENS 1973). Im Kaghan ist die Niederlassung des überwiegenden Teils der Gujars, ebenso wie ihr Erscheinen im Swat (BARTH 1956: 1079), offenbar früher erfolgt (vgl. A.S. AHMED 1986: 101ff).

¹⁶ Über die zeitliche Entwicklung des nomadischen Viehbestandes im Kaghan liegen keine genauen Angaben vor. Im "Gazetteer of the Hazara District" (Punjab Government 1883/84: 197) werden bereits 70-75000 Stück Vieh angegeben. Erhebungen bei den nomadischen Bakarwal in Jammu & Kashmir (CASIMIR & RAO 1985: 230) und bei den Gaddi-Wanderhirten in Himachal Pradesh (PHILLIMORE 1981: 215) deuten darauf hin, daß die Populationen seit mehreren Jahrzehnten relativ stabil sind (vgl. auch TUCKER 1986). Über das Wanderungsverhalten der Gujar-Bakarwal, die nach eigenen Angaben vor einigen Generationen aus dem Kaghan nach Kashmir gewandert sind (RAO & CASIMIR 1985: 38), vgl. die Beschreibung von KHATANA (1985).

BACH 1989: 6, LISS 1989: 13), vereinzelt auch um im Zuge des afghanischen Bürgerkrieges emigrierte Flüchtlinge (vgl. dazu WIEBE 1984, ALLAN 1986: 417, 1987b)¹⁷.

Die Beweidung durch die Herden der Gujars und Afghanen konzentriert sich auf die Gebiete bis zum Lulusar-See. Die talaufwärts anschließenden Hochweiden bis zum Babusar-Pass werden von der Chilas-Seite her bestoßen. Insgesamt summiert sich der während der Sommermonate im oberen Kaghan weidende Viehbestand nach neueren Schätzungen auf 250.000-750.000 Stück (LISS 1989: 5)¹⁸.

Die traditionelle, intensive viehwirtschaftliche Nutzung der Hochweiden im oberen Kaghan mit der Überlagerung von lokaler Almwirtschaft und Bergnomadismus hat sich sehr stark verändernd auf die alpine Mattenvegetation sowie auch auf die angrenzenden Waldflächen ausgewirkt. Zwergstrauchheiden sind aufgelöst oder vernichtet worden und in den Cyperaceenrasen haben Artenverschiebungen zur Vorherrschaft von Beweidungs- und Nährstoffzeigern geführt. Durch die enorme Trittbelastung ist ein dichtes Netz von Viehgangeln entstanden, das die Erosionsanfälligkeit der Steilhänge erhöht. Darüber hinaus hat der mit der viehwirtschaftlichen Nutzung einhergehende Brennholzbedarf der Viehhalter eine Dezimierung der hier auf Schatthänge beschränkten feuchten Koniferenwälder zur Folge gehabt. Sie sind auf einzelne, isolierte Restbestände zurückgedrängt worden. In geringerem Umfang trifft dies auch für die *Juniperus macropoda*-Steppenwälder auf den Sonnhängen zu (vgl. Kap. 3.1.2.4).

Die Intensität der oben beschriebenen Einflüsse der Hochgebirgslandwirtschaft muß im Zusammenhang mit der Bevölkerungsentwicklung gesehen werden. Seit Beginn dieses Jahrhunderts ist eine Verdreifachung der Bevölkerungszahl des Kaghan-Tals von 37.000 (1901) auf 110.000 (1981) zu verzeichnen (Government of Pakistan 1983, zit. in GRÖTZBACH 1989: 5). Wenn man ein jährliches Bevölkerungswachstum von 2,75 % zugrundelegt, das nach dem offiziellen Zensus im Zeitraum von 1961-1981 ermittelt wurde (LISS 1989: 4, SWATI 1985: 13), leben zur Zeit annähernd 150.000 Einwohner im Untersuchungsgebiet.

Die enorme Bevölkerungszunahme führte bei der traditionell dominierenden Stellung des agrarischen Sektors zu der beschriebenen Ausweitung des Acker- und Weide-

¹⁷ Während die Kaghani auf ihren Almwanderungen ihre Herden umsonst weiden lassen können, haben die Nomaden Abgaben pro Stück Vieh an die Sayeds zu entrichten, wobei die Stückzahl unbegrenzt ist und die Weidegründe frei gewählt werden können.

¹⁸ HUSSAIN (1968: 207) gibt für den Sommer 1968 einen Viehbestand von 147.741 Stück an.

landes, der Streusiedlungen und zur Rückdrängung und Degradation der Waldflächen¹⁹. Die Produktion der Subsistenzwirtschaft konnte jedoch mit dem Bevölkerungswachstum nicht Schritt halten und erforderte den Zukauf von Nahrungsmitteln und Verbrauchsgütern, wodurch eine beschleunigte Entwicklung der Basare vor allem in Balakot und Mahandri in Gang gesetzt wurde. Da das landwirtschaftliche Einkommen der meisten Familien nicht ausreicht, sind viele Haushalte zwangsläufig auf Zuerwerbsmöglichkeiten angewiesen. Bei dem beschränkten Spektrum nicht-agrarischer Erwerbsquellen drückt sich dies in einer verstärkten räumlichen Mobilität einzelner Familienmitglieder aus²⁰.

Lokale Beschäftigungsmöglichkeiten bestehen vor allem in der Forstwirtschaft, im Straßenbau sowie vereinzelt auch in der Verwaltung oder im sich gerade entwickelnden Tourismus, der ein großes Potential besitzt. Höhere finanzielle Anreize bewirken jedoch, daß eine zunehmende Anzahl von Männern, darunter viele Gujars, saisonal oder längerfristig eine Tätigkeit in pakistanischen Großstädten annehmen oder als Gastarbeiter in die Golfstaaten abwandern. Nach Erhebungen von ASGHAR (1984: 21) im benachbarten Siran-Tal arbeitet von über der Hälfte der Gujar-Haushalte ein Familienmitglied in Karachi oder in Saudi-Arabien. Nach der Rückkehr der Männer gelingt es einigen Familien, sich von den Ersparnissen eine außeragrarisches Existenz (Geschäfte, Restaurants) aufzubauen. Die von gestiegenen Bildungschancen, verbesserter Verkehrserschließung und Medieneinflüssen begünstigte Mobilisierung von Arbeitskräften zur Steigerung der Haushaltseinkünfte hat im übrigen gravierende Veränderungen in der Sozialstruktur der Kaghani zur Folge, da der Landbesitz als stratifizierendes Merkmal zunehmend gegenüber außeragrarisches Einkommen an Bedeutung verliert.

Im Kaghan-Tal vollzieht sich gegenwärtig ein Wandel des agrarischen Sektors von einer Subsistenzlandwirtschaft zu einer Zuerwerbslandwirtschaft, wie er bereits von STALEY (1969) im nordpakistanischen Hochgebirgsraum beobachtet und unlängst von KREUTZMANN (1989a) in Hunza detailliert beschrieben wurde. Im unteren Talabschnitt bei Balakot entstammten 1981 von einem mittleren jährlichen Pro-Kopf-Einkommen von 2035 Rs nur noch 1156 Rs der Landwirtschaft (KHATTAK 1983: 381). Der sich abzeichnende Bedeutungsverlust des agrarischen Subsistenzbereiches hat bisher jedoch offensichtlich nicht zur Aufgabe von Weidegründen oder zur vermehrten Auffassung von Ackerflächen geführt. Der Nutzungsdruck auf die

¹⁹ Diese Entwicklung hatte einen enormen Rückgang des Wildbestandes zur Folge, der durch rücksichtslose Jagd noch verstärkt wurde. Insbesondere das Großwild (Bär, Leopard, Moschustier, Steinbock) sowie viele Vogelarten sind sehr selten geworden (vgl. MASRUR & KHAN 1973: 87ff, ROBERTS 1977, WHITEHEAD 1914).

²⁰ Vgl. dazu auch GRÖTZBACH (1982: 16, 1989: 7) sowie die Studie von BERREMAN (1977) im indischen Westhimalaya.

natürlichen Ressourcen erscheint unvermindert hoch. Möglicherweise kommt der in unverändertem Umfang von den im Kaghan verbleibenden Familienmitgliedern aufrechterhaltenen traditionellen Landwirtschaft hier ebenfalls eine Sicherungsfunktion für Krisenzeiten zu, die ihr von KREUTZMANN (1989a: 213) in Hunza zugewiesen wird.

5.1.2 Der Einfluß der Forstwirtschaft

Während Ackerbau und Viehwirtschaft die Naturlandschaft des Kaghan großenteils in eine Kulturlandschaft umgewandelt haben, hat die Forstwirtschaft auf diesen Umwandlungsprozeß mäßigend eingewirkt. Es ist ein wesentlicher Verdienst der 1864 eingeführten britisch-indischen Forstverwaltung, daß gegenwärtig noch ca. 16 % des Arbeitsgebietes mit Wald bedeckt sind. Dies macht etwa die Hälfte der potentiell bewaldeten Fläche aus (vgl. Kap. 4).

Walderhaltende Maßnahmen wurden vor allem für die etwa 20.000 ha umfassenden "Reserved Forests" getroffen, die seit ihrer Ausweisung im Jahre 1873 der Kontrolle des Forest Department unterliegen. Dagegen konnte die Degradation und die Dezimierung der Waldflächen in vielen "Guzara Forests" (insgesamt 37.700 ha), die erst seit 1950 unter dem Management der Forstbehörde stehen, nicht verhindert werden²¹.

Erste Schutzbestimmungen wurden bereits 1857 im Hazara-Distrikt erlassen, als nach der Annektierung des Punjab durch die Briten im Jahre 1849 ein Raubbau an den Bergwäldern einsetzte. Nach der Niederschlagung des indischen Aufstandes 1857/58 ("mutiny") und dem daraufhin forcierten Ausbau des Straßen- und Schienennetzes im Himalaya-Vorland wurde er noch verstärkt (vgl. STEBBING 1922: 276, HESKE 1944: 377, KHATTAK 1976: 106f, 1991: 43ff). Die gesamten Waldflächen wurden darin zum Eigentum der Regierung erklärt, um eine Kontrolle über den Holzeinschlag und die Ausweitung der Ackerflächen zu erlangen. Der lokalen Bevölkerung wurde jedoch das Recht eingeräumt, auf Antrag Bäume für den Eigenbedarf zu fällen und Wald in Ackerland umzuwandeln. Der Aufbau des britisch-indischen Forstdienstes war in dieser Phase die logische Konsequenz aus der unkontrollierten Ausbeutung der Wälder (BRANDIS 1884c: 400, STEBBING 1922: 295ff, Forest Research Institute Dehra Dun 1961, I: 72ff, WINTERS 1975: 36, TUCKER 1983: 158).

²¹ Die Flächenangaben beziehen sich auf die "Kaghan Forest Division", die unterhalb Balakot gelegene Waldflächen einschließt.

Gemäß der "Hazara Forest Regulation No. II" von 1873 erfolgte dann die Klassifizierung in staats eigene "Reserved Forests" und private/dorfeigene "Guzara Forests"²². Da man nach der Demarkation²³ der überwiegend auf den weniger besiedelten und genutzten Schatthängen gelegenen "Reserved Forests" feststellte, daß wirtschaftlich wertvolle *Cedrus deodara*-Bestände nicht eingeschlossen worden waren, wurde jede Zeder im gesamten Kaghan zum Staatseigentum erklärt²⁴ (M.A. KHAN 1970: 40).

Die Kontrolle über die "Reserved Forests" übernahm fortan das Forest Department, das die bis dahin exploitatorische Holzwirtschaft bis zur Jahrhundertwende allmählich in eine extensive Waldwirtschaft überführte. Der Holzeinschlag konzentrierte sich auf die Zedernwälder, wobei die leicht zugänglichen²⁵ sowie die vorratsreichsten Stämme geschlagen wurden. Zwischen 1855 und 1898 sollen etwa 30.000 Zedern²⁶ gefällt worden sein (HENNIKER-GOTLEY 1932: 39), deren hartes Holz u.a. zur Herstellung von Eisenbahnschwellen geeignet ist.

Der forstliche Wirtschaftsplan von MONRO (1901) für den Zeitraum von 1901 bis 1931 stellte den ersten Versuch dar, die Staatswälder nach waldbaulichen und betrieblichen Grundsätzen zu behandeln. Er bezog sich noch nahezu ausschließlich auf die profitablen Zedernwälder²⁷. Sie wurden nach einem plenterhiebartigen "Selection System" (Einzelstammentnahme ab 75 cm Brusthöhendurchmesser (BHD))

²² Karten mit der genauen Lage aller "Reserved" und "Guzara Forests" waren in den eingesehenen Forsteinrichtungswerken leider nicht enthalten. Daher muß hier auf eine kartographische Darstellung der Lage dieser Waldflächen verzichtet werden. Über die Schwierigkeiten bei der Ausweisung der "Reserved Forests" vgl. STEBBING (1923: 533ff). Zur Flächenbilanz der verschiedenen Waldkategorien in Pakistan vgl. SHEIKH & HAFEEZ (1977: 110).

²³ Die Demarkation erfolgte zunächst mit weit voneinander entfernten Grenzsteinen, später mit gemauerten Grenzpfählen. Die ungenügende Abgrenzung begünstigte in den ersten Jahrzehnten immer wieder die Mißachtung der Grenzlinie durch die lokale Bevölkerung (vgl. HENNIKER-GOTLEY 1932: 6f).

²⁴ An den Gewinnen aus der kommerziellen Nutzung sowohl der Staats- als auch der Dorfwälder mußte der jeweils andere Eigentümer über eine Abgabe ("seigniorage") beteiligt werden. Für den häuslichen Eigenbedarf geschlagene Stämme waren mit Ausnahme der Zeder abgabefrei (LUGHMANI 1960: 4).

²⁵ Der Holztransport erfolgte durch verlustreiche Trift über den Kunhar-Fluß in den Jhelum-Fluß bis zu dem großen Holzmarkt in Jhelum. Trämel und Kanthölzer wurden später bis Balakot getriftet und per Lastwagen zu dem Holzdepot nach Havelian gebracht, wo ein Eisenbahnanschluß bestand. In den 60er Jahren dieses Jahrhunderts wurde die bestehende Jeepstiege in eine für Lastwagen befahrbare Straße ausgebaut und seitdem für den Holztransport genutzt.

²⁶ Das entspricht etwa 5 % des gegenwärtigen Zedernbestandes (Stämme > 7,5 cm Brusthöhendurchmesser) (vgl. SWATI 1985: 166).

²⁷ Vgl. dazu die parallele Entwicklung in Kashmir (WRIGHT 1931, INAYATULLAH 1969).

bewirtschaftet, das eine ausreichende Verjüngung in den überalterten Beständen gewährleisten sollte. Dieses Ziel konnte jedoch nicht erreicht werden. Daher wurde ab 1918 eine weitere Auflichtung des Kronendaches vorgeschrieben, die zu einem Holzeinschlag über den Hiebssatz hinaus führte (vgl. LUGHMANI 1960: 19).

Im Zeitraum von 1931-1961 wurden die Bewirtschaftungsziele ausgeweitet (HENNIKER-GOTLEY 1932: 57ff). Die nach einem modifizierten "Selection System"²⁸ bearbeitete Fläche umfaßte nun alle besser entwickelten *Cedrus deodara*-, *Pinus wallichiana*- sowie Misch-Bestände (42,8 % der gesamten Staatswälder). In diesen wurde eine Erhöhung des Zedernanteils²⁹, eine günstigere Verjüngungssituation und eine natürlichere Verteilung der Altersklassen angestrebt. Die offenen, unterbestockten und auf übersteilten Hängen stockenden Bestände (23,6 %) wurden von der kommerziellen Nutzung ausgenommen. Die in der Regel überalterten *Abies pindrow*-Wälder (33,6 %) wurden ebenfalls zunächst kaum genutzt, bis sich in der zweiten Hälfte dieser Planperiode in der Gründungsphase Pakistans ein Markt für das bis dahin kaum nachgefragte Tannen- und Fichtenholz entwickelte (vgl. STEBBING 1962: 403).

Vor allem in den 40er Jahren dieses Jahrhunderts wurde die nachhaltig nutzbare Menge an *Cedrus*- und *Pinus*-Holz wegen des erhöhten Holzbedarfs während des Zweiten Weltkrieges und nach der Gründung Pakistans überschritten³⁰. Die Naturverjüngung der Koniferen konnte in dieser Phase mit der Exploitation nicht Schritt halten (LUGHMANI 1960: 21). Die Verantwortung für den übermäßigen Holzeinschlag trugen die damit beauftragten privaten Holzunternehmer, die ihre Profite immer wieder durch illegalen Einschlag vermehrten und die nicht ausreichend zu kontrollieren waren. Erst 1974 wurde diese Auftragsvergabe abgeschafft. Holzernte, -transport, -verwertung und -vermarktung erfolgten seit 1977 durch die neu gegründete "Forest Development Corporation"³¹ (SWATI 1985: 15, SIDDIQUI 1987).

²⁸ Einschlag einer bestimmten Anzahl von Einzelstämmen ab 75 cm BHD, Umtriebszeit 150 Jahre (unteres Kaghan) / 240 Jahre (oberes Kaghan, oberhalb der großen Talbiegung).

²⁹ Vgl. dazu BRANDIS (1884a: 168). Zum forstwirtschaftlichen Bestreben, die wirtschaftlich wertvollen Baumarten zu fördern, vgl. auch das Beispiel in SCHWEINFURTH (1983b: 303).

³⁰ TUCKER (1988: 103) bezeichnet diese Periode als "second era of massive cutting in India's forests"; die erhöhte Nachfrage an Nutzholz wirkte sich bis nach Ostafghanistan aus (FISCHER 1970: 128).

³¹ Diese staatliche Organisation vergibt Konzessionen an Kleinunternehmer und gewährleistet eine effektivere Kontrolle über die Holzvermarktung. Vgl. dazu auch die Situation in Chitral (HASERODT 1989a: 135), in Swat (ALLAN 1986: 415) und in den Northern Areas (SHEIKH & ALEEM 1975: 300).

Natürlichere Altersstrukturen und eine ausreichende Naturverjüngung, insbesondere der Tannen und Fichten, konnten auch in der Planperiode von 1961-1975 bei gleicher Bewirtschaftung nicht erreicht werden. Daher wurde 1977 ein intensiveres Management eingeführt, das erstmals umfassende Pflanzungen vorsah. Nach dem Beginn des deutsch-pakistanischen "Kaghan Intensive Forest Management Project" im Jahre 1980 wurde es modifiziert. 64,8 % der Staatswaldflächen werden seitdem mit einem "Group Felling System" bewirtschaftet, womit auf stärker geneigten Hängen mit Femelhieben ungleichaltrige Bestände erzielt werden sollen. Auf mäßig geneigten Unterhängen wird ein "Modified Uniform System" angewendet (8,2 % der Flächen), das mit Hilfe von Schirmhieben der Stärkeklassen ab 40 cm BHD auf gleichaltrige *Cedrus*- und *Pinus*-Bestände abzielt. 27 % der "Reserved Forests" sind aufgrund ihres degradierten Zustandes oder ihrer Unzugänglichkeit von einer kommerziellen Nutzung ausgenommen (SWATI 1985: 30ff).

Den positiven Ansätzen des intensivierten Managements (vgl. auch KHATTAK 1986: 100f, MARJAN 1987: 245ff) stehen andererseits negative Begleiterscheinungen gegenüber. So erschließt der in jüngster Zeit forcierte Forstwegebau bislang abgelegene Wälder auch dem illegalen Holzeinschlag.

Obwohl die schwierigen Geländebeziehungen und die fehlende forstliche Infrastruktur nur eine extensive Waldwirtschaft zuließen, war die Bewirtschaftung in den "Reserved Forests" somit bis zur Mitte dieses Jahrhunderts phasenweise eher durch Ausbeutung als durch Nachhaltigkeit gekennzeichnet. Auch nach der Gründung Pakistans haben der beständig hohe Holzbedarf im nahezu waldfreien pakistanischen Tiefland³² und die hohen Erlöse aus dem Holzverkauf die Forstpolitik wesentlich bestimmt.

Die Auswirkungen auf den Vegetations- und Landschaftswandel bestanden dabei weniger in einer Dezimierung der Waldbedeckung in den 1873 ausgewiesenen Staatswaldflächen. Die reine Waldfläche lag dort 1966/67 bei 89 %, 1985 bei 91 % (vgl. MASRUR & KHAN 1973: 65, SWATI 1985: 97ff). Veränderungen ergaben sich vielmehr in den Bestandesstrukturen. Die legale und illegale Ausbeutung hatte eine Auflichtung der meist überalterten Bestände zur Folge, ohne daß es gelang, die übermäßige Waldweide zu verhindern, eine ausreichende Verjüngung sowie eine gleichmäßigere Verteilung der Altersklassen herbeizuführen. Neben einer abnehmenden Produktionsleistung³³ und verminderten Schutzfunktionen der Bestände trug die

³² Zur Waldbedeckung im Tiefland vgl. SPATE & LEARMONTH (1967: 73), FREITAG (1976: 67f), F.K. KHAN (1991: 106).

³³ Verlässliche Zahlen über die Vorratsentwicklung liegen erst seit 1960 vor. Demnach ist der Gesamtbestand des stehenden Bestandes von 1960-1985 mit jeweils 7-7,1 Mio. Vorratsfestmetern in etwa stabil. In dem Zeitraum von 1873-1960 ist dagegen ein zurückgehender Holzvorrat anzunehmen (vgl. LUGHMANI 1960: 40ff, SWATI 1985: 22).

forstliche Nutzung so zu einer verstärkten Ausbreitung lichtliebender, ruderaler und verbißresistenter Elemente bei (vgl. Kap. 3.1.2.1.4).

Die Staatswälder wurden zunächst zur kontrollierten Beweidung jährlich verpachtet. Als Zugeständnis an die Bevölkerung erfolgte 1918 eine Freigabe aller Wälder im Hazara-Distrikt zur uneingeschränkten Waldweide (PARNELL 1920: 226). Die freie Waldweide richtete aber derart große Verbiß-, Tritt- und Erosionsschäden³⁴ an, daß man bereits 1924 zu der Pachtregelung zurückkehrte (MASRUR & KHAN 1973: 80). Diese Regelung besteht bis heute. Sie wird jedoch durch illegale Beweidung permanent unterlaufen.

Im Gegensatz zu den "Reserved Forests" sind in den "Guzara Forests" erst seit der Übernahme des Managements durch das Forest Department im Jahre 1950 Ansätze zu einer geregelten Forstwirtschaft zu verzeichnen. Die "Guzara Forests" waren seit ihrer Klassifizierung unter der Aufsicht des "Deputy Commissioner of Hazara" verblieben, der noch vor der Jahrhundertwende einen Teil dieser dorfeigenen Wälder vor der unkontrollierten Nutzung durch eine Grenzziehung zu schützen versuchte. Die 1882 begonnene Demarkation stieß jedoch auf große Widerstände in der Bevölkerung und mußte noch vor ihrer Fertigstellung abgebrochen werden. Als Schutzmaßnahme konnte auf den abgegrenzten Flächen, die 1904/05 im Zuge einer Gebietsreform wieder reduziert wurden, lediglich das Verbot der Umwandlung von Wald in Ackerland durchgesetzt werden (vgl. M.A. KHAN 1970: 11f, RAHIM 1967: 40f).

Aufgrund der fehlenden Fachkenntnisse der Verwaltungsbeamten beim Management dieser Wälder sowie der ineffektiven Kontrolle durch die Waldaufseher ("mohafiz"), die von der lokalen Bevölkerung in Naturalien bezahlt wurden und daher abhängig waren, setzte eine fortschreitende Degradation der "Guzara Forests" ein. Waldweide, Heumahd und das Sammeln von Brennholz unterlagen keinerlei Einschränkungen. Für das Fällen eines Baumes war zunächst lediglich eine Notiz an den zuständigen Beamten erforderlich. Ungenaue Grenzverläufe begünstigten zudem eine Ausweitung der Acker- und Weideflächen und die Landeigentümer erzielten hohe Gewinne aus Holzverkäufen (vgl. HENNIKER-GOTLEY 1932: 53, M.A. KHAN 1970: 42).

Als die pakistanische Regierung im Jahre 1950 die Verwaltung und das Management der "Guzara Forests" auf die Forstbehörde übertrug³⁵, wurde ein Kompromiß zwischen den Bedürfnissen der Bevölkerung und den waldbaulichen Notwendigkeiten

³⁴ Zu den ökologischen Auswirkungen der Waldweide vgl. z.B. MAGIN (1949), FISCH-BACHER (1956), BURSCHEL et al. (1985), LISS (1988).

³⁵ Zu den anfänglichen Problemen der postkolonialen Forstwirtschaft in Pakistan vgl. ANVERY (1951), VAHID (1952), CHAMPION (1953), MYLIUS (1962).

gesucht. Während die freie Waldweide weiterhin zulässig blieb, wurde der kommerzielle Holzverkauf³⁶ und die weitere Ausweitung der Acker- und Weideflächen untersagt. Für den häuslichen Bedarf benötigte Stämme durften nur noch nach Genehmigung und Auszeichnung durch die Forstbehörde gefällt werden (M.A. KHAN 1970: 42ff). In der Folgezeit wurden vorläufige Behandlungspläne entworfen. 1967 (Lower Kaghan Guzaras) bzw. 1970 (Upper Kaghan Guzaras) wurden die bislang einzigen forstlichen Wirtschaftspläne aufgestellt.

Im Zuge dieser Forsteinrichtung stellte sich heraus, daß nur noch auf 30 % dieser Waldflächen eine normale Bewirtschaftung ("Selection System") möglich ist. Dem stehen 70 % der "Guzara Forests" gegenüber, die aufgrund ihres degradierten Zustandes geschützt und entwickelt werden müssen oder wegen ihrer Unzugänglichkeit nicht bewirtschaftet werden können (RAHIM 1967: 62ff, M.A. KHAN 1970: 57ff). Der Anteil der reinen Waldbedeckung ist auf etwa 60 % zurückgegangen (vgl. MASRUR & KHAN 1973: 68), wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß bei der Ausweisung der "Guzara Forests" 1873 bereits Waldlichtungen und Ackerterrassen eingeschlossen wurden.

Aufgrund des anhaltenden Unmutes und Widerstandes in der Bevölkerung gegen die Bewirtschaftung der "Guzara Forests" durch das Forest Department wurde schließlich 1981 damit begonnen, die Dorfgemeinschaften in das Management dieser Wälder über die Gründung von "Forest Cooperations" miteinzubeziehen³⁷. Die in diesen Kooperationen zusammengeschlossenen Eigentümer verwalten und bewirtschaften die "Guzara Forests" unter der fachlichen Aufsicht der Forstbehörde (vgl. AYAZ 1983).

Das unterschiedlich hohe Ausmaß der anthropo-zoogenen Beeinflussung in den Staatswäldern und in den dorfeigenen Wäldern spiegelt sich in den Bestandesstrukturen wider (Abb. 24). Während nicht wenige "Reserved Forests" bereits durch Überalterung, einschichtige Struktur, Unterbestockung, eine nicht ausreichende Verjüngung und ein verändertes floristisches Gefüge gekennzeichnet werden, sind in den meisten "Guzara Forests" die negativen strukturellen Veränderungen extrem weit fortgeschritten³⁸.

³⁶ Mit Ausnahme der Vermarktung waldbaulich erforderlichen Holzeinschlages.

³⁷ Vgl. dazu auch MOENCH & BANDHYOPADHYAY (1986), GILMOUR, KING & FISHER (1987) und KHATTAK (1987), die nachdrücklich auf die Notwendigkeit hinweisen, die lokale Bevölkerung in die forstliche Planung zu involvieren.

³⁸ Vgl. dazu auch DIETZ & STEINLIN (1965: 104), KLEINE (1988). Zur Veränderung von Bestandesstrukturen im Karakorum vgl. SCHICKHOFF (1992), im zentralen Himalaya SCHMIDT-VOGT (1990), KLAUCKE & SCHICKHOFF (1988).

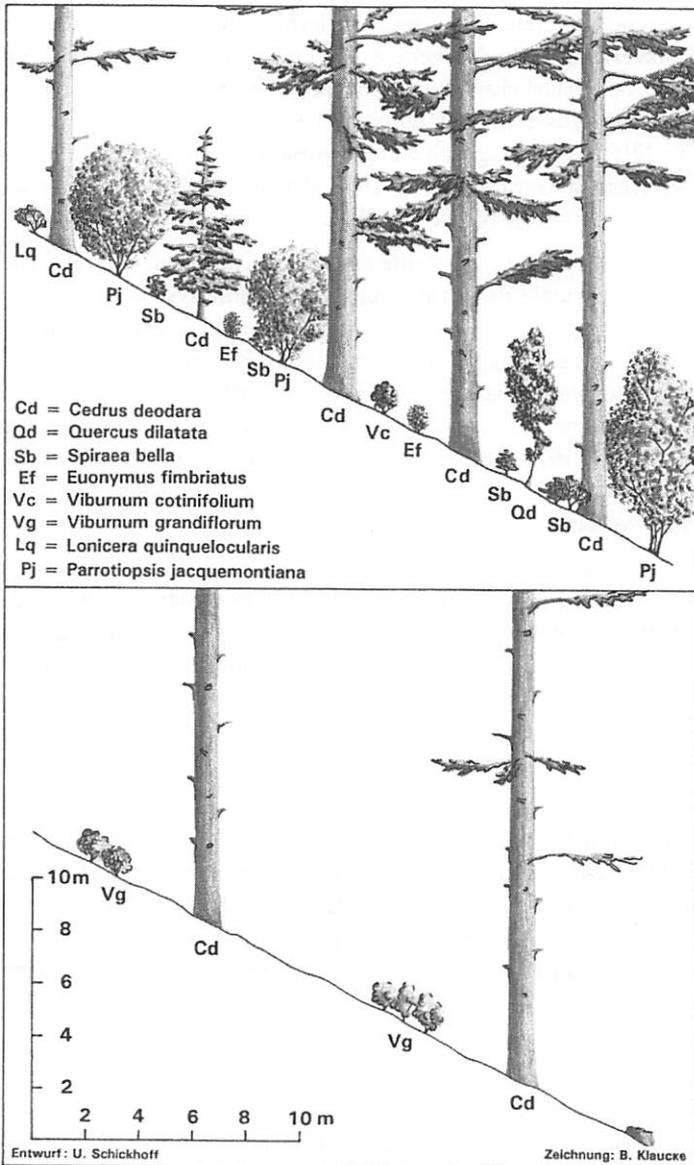
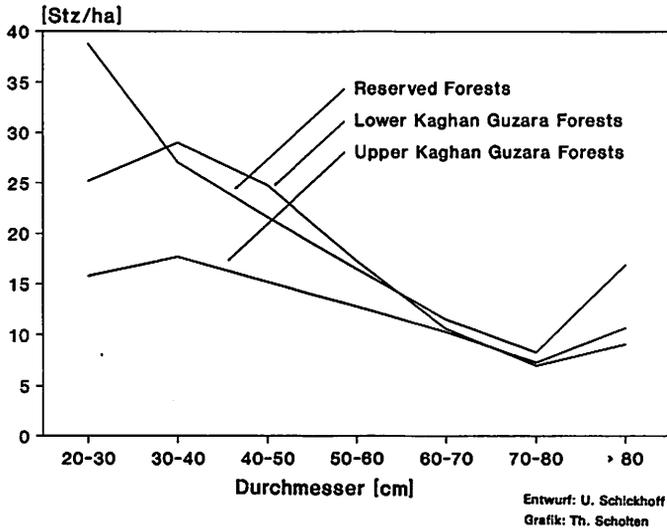


Abb. 24: Unterschiede in den Bestandesstrukturen in einem "Reserved Forest" (oben) und einem dornnahen "Guzara Forest" (unten). Die skizzierten *Cedrus deodara*-Bestände liegen unweit voneinander entfernt in Malkandi (RF) bzw. Nuri (GF) in 1800 m NN und NNW-Exposition.



Quelle: nach Daten von SWATI (1985), M.A. KHAN (1970) und RAHIM (1967)

Abb. 25: Stammzahlverteilung nach Stärkeklassen in den "Reserved Forests" und den nach dem "Selection System" bewirtschafteten "Guzara Forests"

	Schwachholz (20-30 cm)	Mittelholz (30-50 cm)	Starkholz (> 50 cm)
Lower Kaghan Guzara Forests	2,6	18,3	79,1
Upper Kaghan Guzara Forests	1,7	13,5	84,8
Reserved Forests	3,6	15,9	80,5

Tab. 18: Prozentuale Verteilung des Holzvorrates auf verschiedene Stärkeklassen in den "Reserved Forests" und den nach dem "Selection System" bewirtschafteten "Guzara Forests"

Quelle: nach Angaben in RAHIM (1967), M.A. KHAN (1970), SWATI (1985)

Dies gilt vor allem für die siedlungsnahen, ständig aperen und beweideten Bestände auf den Unterhängen, in denen sich eine Naturverjüngung nicht einstellen kann. Unter dem einschichtigen Kronendach wird hier die Strauch- und Krautschicht je nach Degradationsstadium entweder von wenigen, massenhaft auftretenden Beweidungszeigern gebildet oder sie ist bis auf eine von Trittschäden geprägte Grasnarbe völlig ausgeräumt.

Die intensive Durchweidung wirkt sich zudem langfristig sehr ungünstig auf den Altersaufbau und die Vorratsstruktur der Bestände aus. Die Stammzahlverteilung nach Stärkeklassen (Abb. 25) verdeutlicht insbesondere für die "Guzara Forests" aufgrund der geringen Stammzahlen mit schwächeren Durchmessern die Gleichförmigkeit und die ungünstige Entwicklungstendenz der Bestände. Dabei ist zu berücksichtigen, daß diese Daten nur auf die besterhaltenen "Guzara Forests" (30 % der Guzara-Waldflächen) bezogen sind. In den "Reserved Forests" sind Verjüngungssituation und Entwicklungstendenz dagegen günstiger. Die Staatswälder weisen ferner einen im Mittel höheren Bestockungsgrad auf.

Gemeinsames Merkmal der Staats- und dorfeigenen Wälder ist der Anstieg der Stammzahlen in der stärksten Durchmesserklasse, in der im Mittel ein Alter von 150-200 Jahren erreicht ist. In diesem Anstieg kommt die Überalterung der Wälder im Kaghan zum Ausdruck. Sie drückt sich ebenfalls in der prozentualen Verteilung des Holzvorrates (Tab. 18) aus. Der Starkholzanteil von etwa 80 % entspricht nahezu den Verhältnissen in Optimal- und Altersphasen europäischer Gebirgswälder (vgl. LEIBUNDGUT 1982: 181) und ist gegenüber Plenterwäldern oder anderen Wirtschaftswäldern sehr stark überrepräsentiert.

Zusammenfassend kann der Forstwirtschaft im Hinblick auf den Vegetations- und Landschaftswandel in begrenztem Umfang eine konservierende Funktion zuerkannt werden. Das forstliche Management hat die Dezimierung der Waldflächen und die fortschreitende Degradation insbesondere in den Staatswäldern verhindern können. In dem Spannungsfeld zwischen ökonomischen Zwängen und waldbaulich-ökologischen Erfordernissen auf der einen Seite sowie den Bedürfnissen der bäuerlichen Bevölkerung auf der anderen Seite hat es die Forstwirtschaft bislang jedoch kaum vermocht, stabile Bestandesstrukturen herbeizuführen, was vor allem für die "Guzara Forests" gilt. Angesichts der Schutzfunktionen der Gebirgswälder sollte dies vorrangiges waldbauliches Ziel sein.

5.2 Die Auswirkungen der sozio-ökonomischen Einflußfaktoren auf die jüngere zeitliche Entwicklung der Kulturlandschaft

Anhand der verfügbaren historischen Quellen über das Kaghan-Tal wird im folgenden die Raumwirksamkeit der sozio-ökonomischen Einflußgrößen in ihrer historischen Dimension interpretiert und die raum-zeitliche Dynamik der Kulturlandschaft während der letzten 150 Jahre rekonstruiert.

Als Ausgangszustand können während der Sikh-Herrschaft in Hazara (1818-1847) partiell kultivierte Sonnhänge im Kaghan angenommen werden. Das Tal war in der montanen/subalpinen Stufe weitgehend von Wald bedeckt und von einer Subsistenzlandwirtschaft betreibenden Bevölkerung dünn besiedelt³⁹. Die Beweidung durch den geringen Viehbestand konzentrierte sich auf den unmittelbaren Umkreis der Siedlungen (HENNIKER-GOTLEY 1932: 27). In dieser Phase wird aufgrund der unsicheren und ungeordneten Verhältnisse von einem Niedergang der Landwirtschaft in Hazara berichtet (Punjab Government 1883/84: 184f).

Die Befriedung und Stabilisierung der politischen Lage nach dem Beginn der britischen Verwaltung im Jahre 1847 führte zu einer anwachsenden Bevölkerung und einer prosperierenden Landwirtschaft⁴⁰. Auf den zur Anlage von Siedlungen und Ackerflächen bevorzugten Sonnhängen erfolgte eine verstärkte Brandrodung zur Gewinnung von Ackerland sowie eine zunehmende Degradation der siedlungsnahen Waldflächen, indem diese nach der Waldverwüstung durch Feuer einer intensiven Beweidung ausgesetzt wurden⁴¹. Auch die nomadischen Viehherden verzeichneten einen beträchtlichen Zuwachs (vgl. HENNIKER-GOTLEY 1932: 12, STEBBING 1923: 547).

Über die Auswirkungen auf das Landschaftsbild geben die Beobachtungen von STEWART (1867: 43ff) Auskunft, der im Jahre 1859 eine Exkursion ins Kaghan-Tal unternahm. Demnach waren die natürlichen *Pinus roxburghii*-Wälder und Hartlaubwaldgesellschaften zwischen Balakot und Paras bereits zu diesem Zeitpunkt weitgehend in kultivierte Flächen oder Ersatzgesellschaften umgewandelt worden. Oberhalb Paras waren dagegen die meisten Hänge bis Jared noch dicht bewaldet. Der ausgedehnte Sonnhang bei Phagal und die Talweitung bei Kaghan-Ort wurden ebenfalls bereits von Siedlungs- und Kulturflächen bzw. von Strauchgesellschaften eingenommen (vgl. Veg.-Karte). Der in dieser Phase zunehmende Holzbedarf im Tiefland hatte einen Raubbau an den Bergwäldern zur Folge (vgl. Kap. 5.1.2), der nach Beobachtungen von CLEGHORN (1864: 173) vor allem die leicht zugänglichen

³⁹ Vgl. dazu auch RAPER (1810), der die Verhältnisse im Garhwal Himalaya beschreibt.

⁴⁰ Vgl. dazu für den indischen Westhimalaya TUCKER (1983: 149ff).

⁴¹ Es war später ein wesentlicher Verdienst der Forstbehörden, die regelmäßig gelegten Brände einzudämmen (vgl. BRANDIS 1884c: 408).

Zedernbestände zwischen Paras und Jared betraf. Auch im "Gazetteer of the Hazara District" wird von unkontrolliertem Holzeinschlag durch Privatunternehmer in den Zedernwäldern des Kaghan bis in die 1860er Jahre hinein berichtet (Punjab Government 1883/84: 199).

Im Zeitraum von 1860-1870 setzten sich der Bevölkerungsanstieg und die Intensivierung von Ackerbau und Viehwirtschaft fort⁴². In den Bergregionen des Hazara-Distriktes ("temperate hills and high lands & cold mountain tracts") erweiterte sich die kultivierte Fläche in dieser Dekade um 25-30 % (Punjab Government 1883/84: 184). Nach diesen offiziellen Angaben wurden 1868 bereits über 8000 ha Ackerland im Kaghan bewirtschaftet, während es 1881 nach SWATI (1985: 151) knapp 7000 ha waren⁴³. Demnach ist davon auszugehen, daß die kultivierbare Fläche schon damals nahezu erschöpft gewesen ist⁴⁴.

In der Periode von 1870 bis 1900 nahm der Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen weiter zu. Die Bevölkerung stieg von knapp 16.000 (1868) auf 37.000 Einwohner (1901) an (Punjab Government 1883/84: 185, GRÖTZBACH 1989: 5). Veränderungen in der Kulturlandschaft ergaben sich nun weniger durch die Erweiterung der Ackerflächen, die gesetzlich weiter eingeschränkt wurde (vgl. Kap. 5.1.2), sondern vielmehr durch die Degradation von Waldflächen zu Weideland. Nach der Ausweisung von "Reserved Forests" und "Guzara Forests" richtete sich der Nutzungsdruck verstärkt auf die letzteren, die insbesondere im unteren Kaghan weiter aufgelichtet und dezimiert wurden.

Dies kommt in einer Landschaftsbeschreibung von 1890 zum Ausdruck, in der der Talabschnitt bis oberhalb Paras als "steep and uninteresting hill sides nearly bare of trees, very hot and shadeless" skizziert wurde (BRUCE 1910: 112). Erstmals wird auch von größeren Hangrutschungen und Erosionsschäden berichtet (WATSON 1908: 214, vgl. auch GLOVER 1944: 135). Auch in den siedlungsferneren "Guzara Forests" und in den Staatswäldern führte der Beweidungsdruck zu einer Auflichtung der Waldrandbereiche und zu einer Erweiterung der Weidegründe auf Waldlichtungen. In den 90er Jahren des 19. Jahrhunderts stellte man eine starke Zunahme der von Wanderhirten errichteten Schutzhütten ("dharas") auf den Lichtungen fest (HENNIKER-GOTLEY 1932: 11).

⁴² Eine ähnliche Entwicklung ist gleichzeitig in Kumaon zu verzeichnen (CHAND 1987: 438).

⁴³ Der Rückgang ist offenbar auf die Auflassung von Ackerflächen in Grenzertragslagen zurückzuführen.

⁴⁴ Dies wird durch eine Anmerkung im "Gazetteer of the Hazara District" unterstrichen, wo es 1875 bezogen auf den gesamten Distrikt heißt: "every acre of culturable land is under the plough" (Punjab Government 1883/84: 185).

Wie aus den Photographien von WATSON (1908) hervorgeht, entspricht das Bild der Kulturlandschaft im Kaghan um die Jahrhundertwende in seinen Grundzügen bereits dem gegenwärtigen. Zwar stiegen Bevölkerung und Viehbestand im Zeitraum von 1900-1950 weiter an und es erfolgte eine geringfügige Ausdehnung der Ackerterrassen in Grenzlagen sowie eine fortschreitende Degradation der dorfeigenen Wälder. Aufgrund der festgelegten Eigentumsverhältnisse haben jedoch keine sich rasch vollziehenden großflächigen Wandlungen mehr stattgefunden. Es ergaben sich bis in die heutige Zeit vielmehr allmähliche strukturelle Veränderungen, die in der Auflockerung und Rückdrängung der Waldränder, der Auflichtung und Überalterung der Waldbestände, in regressiven Sukzessionen zu verbüßresistenten Strauchgesellschaften und in der Zunahme der Erosionserscheinungen zum Ausdruck kommen⁴⁵. Diese graduellen Veränderungsprozesse bewirkten erst in der jahrzehntelangen Summierung flächenhafte Umwandlungen. So betrug die reine Waldfläche in den "Guzara Forests" etwa 100 Jahre nach ihrer Ausweisung nur noch ca. 60 % (vgl. MASRUR & KHAN 1973: 68).

Reiseeindrücke aus den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts bestätigen das damals bereits ähnliche Landschaftsbild. Vor allem die entwaldeten Hänge im unteren Kaghan fielen den Reisenden auf (MEHRA 1944: 362, GYR 1949: 8). Auch die Reisenotizen aus dem oberen Kaghan entsprechen in etwa der gegenwärtigen Situation (TILMAN 1949: 36f, PAFFEN, PILLEWIZER & SCHNEIDER 1956: 29, M.A. KHAN 1970: 21).

In den letzten 40 Jahren ist die Bevölkerung enorm angewachsen. Zwischen 1961 und 1981 nahm sie um über 60 % zu (GRÖTZBACH 1989: 7). Der damit einhergehende verstärkte Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen hat jedoch in den letzten Jahrzehnten nicht zu einem großflächigen Wandel in der Kulturlandschaft geführt⁴⁶, wie er in der allgemeinen Diskussion über die Umweltkrise im Himalaya zunächst als generell akzeptierte Tatsache galt (vgl. dazu IVES & MESSERLI 1989). Ein Vergleich der gegenwärtigen Wald-Kulturland-Verteilung mit der Situation auf Luftbildern⁴⁷ aus den Jahren 1966/67 ergibt keinen signifikanten Rückgang der Waldbedeckung. Siedlungsnah Waldflächen wurden jedoch stärker aufgelichtet und die Siedlungsflächen, insbesondere die Basare von Balakot, Kawai, Paras, Jared und Mahandri, haben sich weiter ausgedehnt.

⁴⁵ Vgl. auch die Veränderungen der floristisch-soziologischen Strukturen bei der Charakterisierung der Pflanzengesellschaften (Kap. 3.1).

⁴⁶ Zu ähnlichen Ergebnissen sind auch MAHAT, GRIFFIN & SHEPHERD (1986a, b, 1987a, b), GRIFFIN, SHEPHERD & MAHAT (1988) und BYERS (1987a, b) im Nepal-Himalaya gekommen.

⁴⁷ Nach Abschluß der Feldarbeiten konnten die Luftbilder im Maßstab 1:50.000 im Pakistan Forest Institute, Peshawar, eingesehen werden.

Der zunehmende Bevölkerungsdruck ist vielmehr durch vielschichtige sozio-ökonomische Transformationsprozesse kompensiert worden. Sie kommen etwa in agrarischen Innovationen (Kunstdünger, marktorientierter Kartoffelanbau), in erhöhter außeragrarischer Erwerbstätigkeit und räumlicher Mobilität, in Abwanderung und insgesamt in einer Verlagerung von einer Subsistenz- zu einer Zuerwerbslandwirtschaft zum Ausdruck. Bisher hat aber keine erkennbare Extensivierung der Landwirtschaft stattgefunden (vgl. Kap. 5.1.1).

Die Durchführung von Entwicklungsprojekten beeinflusst in jüngster Zeit ebenfalls das Landschaftsbild. So sind auf den Sonnhängen im unteren Kaghan durch das "Kaghan Valley Watershed Management Project" und das von den Vereinten Nationen unterstützte "Watershed Management Programme Mansehra" größere Flächen wieder aufgeforstet worden (MAHMOOD 1968, KHATTAK 1983), die auf den Luftbildern von 1966/67 als baumloses Weideland zu erkennen sind.

Zusammenfassend kann die Entwicklung der Kulturlandschaft im Kaghan während der letzten 150 Jahre als ein Prozeß charakterisiert werden, in dem sich wesentliche flächenhafte Veränderungen bereits im 19. Jahrhundert, insbesondere in der frühen Phase der britischen Herrschaft von 1847 bis 1870, ergeben haben⁴⁸. Die Folgezeit ist bis in die Gegenwart von allmählichen strukturellen Wandlungen gekennzeichnet, die erst langfristig zu einem flächenhaft erfassbaren Landschaftswandel führen. Wie in einigen anderen neueren Untersuchungen (vgl. IVES & MESSERLI 1989: 14) wird damit auch am Beispiel des Kaghan-Tales die Hypothese von der durch das enorme Bevölkerungswachstum der letzten Jahrzehnte ausgelösten massiven Waldvernichtung widerlegt. Vegetations- und Landschaftsdegradation stellen sich hier als sehr langfristige, komplexe Vorgänge dar, deren Ablauf und Intensität aufgrund der für diese Talschaft spezifischen Differenzierungen jedoch nicht ohne weiteres auf andere Himalaya-Täler übertragbar sind.

⁴⁸ Vgl. dazu die z.T. abweichenden Ergebnisse von RICHARDS, HAYNES & HAGEN (1985) aus dem Himalaya-Vorland und RICHARDS (1987) aus dem Dehra Dun. Zu den Auswirkungen der britischen Verwaltung allgemein vgl. TUCKER (1982).

6. Landschaftsökologische Differenzierung und Kulturlandschaftswandel - eine integrative Schlußbetrachtung

In der vorliegenden Untersuchung ist deutlich geworden, wie sehr der Mensch mit seinen Weidetieren als gestaltender Faktor in das landschaftliche Ökosystem eingreift. Die Eingriffe des Menschen haben in einem äußerst langwierigen komplexen Prozeß die historische Naturlandschaft des Kaghan in die gegenwärtige Kulturlandschaft umgewandelt. In diesem Prozeß kommen wechselseitige Abhängigkeiten und Beeinflussungen des vorgegebenen natürlichen Rahmens und der Kulturlandschaftsentwicklung zum Ausdruck.

In dem stark monsunbeeinflussten Talabschnitt zwischen Balakot und Paras hat der Umwandlungsprozeß aufgrund der guten Zugänglichkeit und des warm-gemäßigten Klimas mit hohen Niederschlägen (Gunstraum für Siedlungen und Landwirtschaft) besonders früh und intensiv eingesetzt. Er führte hier zu einer großflächigen Vernichtung und zu einer Degradation der verbliebenen natürlichen *Pinus roxburghii*- und *Acacia modesta-Olea cuspidata*-Wälder. Der unter abgeschwächtem Monsuneinfluß stehende, klimaökologisch einheitliche Talbereich zwischen Paras und Mahandri ist ebenfalls noch als ein Gunstraum anzusehen. Der Landschaftswandel vollzog sich hier jedoch weitgehend auf den Sonnhängen, wo die natürlichen trocken-temperierten Hartlaubwälder bis auf Restbestände verdrängt wurden. Die mit feucht-temperiertem Koniferenwald bedeckten Schatthänge dagegen können zum einen bei ansteigenden Winterniederschlägen und späterer Ausaperung weniger intensiv genutzt werden und stehen zum anderen seit der Ausweisung der "Reserved Forests" im Jahre 1873 unter dem protektiven Einfluß der Forstwirtschaft.

Dieses Landnutzungsmuster setzt sich in seinen Grundzügen in dem nur noch randmonsunal beeinflussten Talabschnitt bis Naran fort. Das kühl- bis kaltgemäßigte Klima mit im Jahresgang dominierenden Winter-/Frühjahrsniederschlägen und gelegentlichen Dürreperioden im Sommer schränkt aber die landwirtschaftliche Nutzung zunehmend ein, so daß die Ausdehnung der von feucht-temperiertem Koniferenwald in Acker- und Weideland umgewandelten Flächen wie auch die Zahl der Dauersiedlungen und der Winterbevölkerung zurückgeht. Auch hier hat die Festlegung der Eigentumsverhältnisse (Staatswald auf Schatthängen - dorfeigener Wald auf Sonnhängen) dazu beigetragen, daß der flächenhaft erfaßbare Landschaftswandel weitgehend auf die Sonnhänge beschränkt bleibt.

Oberhalb Naran wirken expositionsbedingte Vegetationsverteilung und anthropogene Nutzungsmuster in einer Weise zusammen, die den Kulturlandschaftswandel eher auf Schatthängen zutage treten läßt. Bei weiter abnehmendem Monsuneinfluß und nahezu semiariden Verhältnissen in der Vegetationszeit ziehen sich die feucht-temperierten Koniferenwälder in kleineren Beständen auf schattseitige Lagen zurück. Diese

Bestände stehen nicht mehr unter staatlicher Verwaltung und entbehren daher als "Guzara Forests" den Schutz der Forstbehörde¹. Zugleich übt die intensive Weidewirtschaft (Almwirtschaft, Bergnomadismus) im oberen Kaghan einen starken Nutzungsdruck auf diese Wälder aus, während die xeromorphen *Artemisia maritima*-*Juniperus macropoda*-Steppen(-wälder) auf den Sonnhängen aufgrund ihrer Holzarmut und ihres geringeren Weidewertes weniger stark beeinträchtigt werden. Diese Situation hat zu einem deutlichen Rückgang und zu einer Degradation der verbliebenen feuchten Koniferenwälder geführt.

Damit wird eine im Tallängsprofil differenzierte Abhängigkeit der Kulturlandschaftsentwicklung vom Geländeklima erkennbar. Während sich der Landschaftswandel im unteren und mittleren Talabschnitt weitgehend auf die begünstigten Sonnhänge konzentriert, sind im oberen Kaghan, wo die Wirkung der Strahlungsexposition die Lage der bevorzugt genutzten Ressourcen auf absonnigen Standorten bedingt, die Schatthänge größeren Veränderungen unterworfen.

Auch mit zunehmender Meereshöhe wird der vorgegebene natürliche Rahmen in unterschiedlicher Weise von anthropogenen Nutzungsmustern beeinflusst. Die Konzentration von Siedlung und Landwirtschaft auf die untere montane Stufe hat insbesondere hier zur Waldvernichtung und Degradation geführt, während der nachlassende Nutzungsdruck oberhalb 2000 m NN in einer relativ geschlossenen Waldbedeckung zum Ausdruck kommt. Sie wird allerdings durch Weidegründe auf mäßig geneigten bis ebenen Waldlichtungen regelmäßig unterbrochen. Bedeutende Veränderungen haben sich dann wieder in der subalpinen Stufe vollzogen, wo die Depression der Waldgrenze infolge der Almwirtschaft und des Bergnomadismus die weitgehende Vernichtung des *Betula utilis*-Gürtels zur Folge hatte. Der hohe Beweidungsdruck in der alpinen Stufe hat eine Auflösung der Zwergstrauchheiden und sekundäre regressive Sukzessionen in den Cyperaceenrasen hervorgerufen.

Bestehende Interdependenzen zwischen den Böden im Kaghan und der Entwicklung der Kulturlandschaft sind im Zuge der Ausweitung der Ackerflächen durch die Inkulturnahme auch der Grenzböden überdeckt worden. Während von einer bevorzugten Kultivierung von nährstoffreichen Böden auf Geländeverebnungen, Schwemmfächern und Moränenrücken auszugehen ist, wird aufgrund des Mangels an geeigneten Ackerflächen selbst auf Syrosemern in Steillagen Anbau betrieben. Bei der Standortwahl ist die Fruchtbarkeit der Böden gegenüber den Geländebeziehungen von untergeordneter Bedeutung.

Paläoklimatisch bedingte Vegetationsveränderungen werden mitunter von den anthropogenen Eingriffen verstärkt. Nach der postglazialen Wärmezeit ging mit der ein-

¹ Der "Naran Reserved Forest" ist der letzte talaufwärtige Staatswald.

setzenden Abkühlung eine Ausbreitung der Koniferen und ein Rückgang der meso-phytischen Laubhölzer einher. Der selektive Weidegang des Viehs, der insbesondere eine ausreichende Verjüngung der bevorzugt verbissenen Laubhölzer verhindert, hat zu einer fortschreitenden Verdrängung dieser Laubbäume beigetragen.

Der Umgestaltung des Landschaftsbildes als Ausdruck der anthropo-zoogenen Beeinflussung gehen strukturelle Wandlungen in den Pflanzengesellschaften voraus, die erst in langen Zeiträumen durch kumulative Effekte flächenhafte Auswirkungen hervorrufen. Dieser langwierige Prozeß beginnt mit Veränderungen in der floristisch-soziologischen Struktur, die in allen Pflanzengesellschaften erkennbar sind und sich gegenwärtig vorwiegend in den "Reserved Forests" vollziehen. Ein fortgeschrittenes Stadium, das sich darüber hinaus in einer veränderten Physiognomie äußert, ist nahezu durchgehend in den "Guzara Forests" erreicht. Schließlich ist ein flächenhafter Landschaftswandel erfaßbar, der sich in der Differenz zwischen realer und potentieller Naturraumausstattung niederschlägt.

Das Naturraumpotential der ökologisch begünstigten Talräume wurde vor allem im 19. Jh. inwertgesetzt, als die Entwicklung der Kulturlandschaft von einer besonders hohen Dynamik gekennzeichnet war. Sozio-ökonomische Steuerungsmechanismen haben die Dynamik des Landschaftswandels später sehr stark reduziert. Dennoch setzen sich subtile Veränderungsprozesse gegenwärtig unvermindert fort und bedrohen die verbliebenen naturnahen Landschaftsausschnitte. Der anhaltend hohe Nutzungsdruck auf die natürlichen Ressourcen läßt in absehbarer Zukunft keine Verbesserung der bestehenden Situation erwarten.

7. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit über das Kaghan-Tal im Westhimalaya (Pakistan) werden die dreidimensionale landschaftsökologische Differenzierung und der Kulturlandschaftswandel des Tales untersucht. Die Erfassung und die Analyse der Pflanzengesellschaften und ihrer Umweltbedingungen bilden die Grundlage dieser Untersuchungen. Das Tal ist in seinem Längsprofil von einem ausgeprägten Wandel von Klima, Böden und Vegetation gekennzeichnet und weist ein extremes Hochgebirgsrelief auf. Die Hochgebirgslandwirtschaft und die Forstwirtschaft haben entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung der Kulturlandschaft. Zunächst werden die landschaftsökologischen Faktorenkomplexe behandelt, deren Zusammenwirken in der natürlichen Vegetationsverbreitung zum Ausdruck kommt. Im Anschluß daran erfolgt eine synökologische Charakterisierung der Pflanzengesellschaften. Sie umfaßt eine Interpretation der anthropo-zoogenen Beeinflussung. Abschließend werden die raum-zeitlichen Auswirkungen der sozio-ökonomischen Einflußfaktoren auf den Vegetations- und Landschaftswandel untersucht und die Interdependenzen zwischen Naturraumausstattung und anthropogenen Nutzungsmustern aufgezeigt.

Die Vegetationsverbreitung wird primär durch das Klima geprägt. Für die klimaökologische Gliederung des Kaghan ist die Lage in einem klimatischen Übergangsbereich entscheidend, in dem sich das winterlich zyklonal-außertropische und das sommerlich monsunal-randtropische Niederschlagsregime überlagern. Im Tallängsprofil werden fünf verschiedene, klimaökologisch einheitliche Talräume differenziert. Das Klima im humiden unteren Kaghan wird deutlich monsunal beeinflusst. Die jährlichen Niederschlagsmenge hängt hier in erster Linie von der Höhe der monsonalen Niederschläge ab. Talaufwärts gehen die monsonalen Sommerregen aufgrund der abschirmenden Wirkung der Gebirgsketten sehr stark zurück, während die Winter-/Frühjahrs-Niederschläge zunehmen. Der Raum Battakundi im oberen Kaghan weist während des Sommers eine zweimonatige Dürre auf, die zu einer deutlichen Veränderung des Vegetations- und Landschaftscharakters führt.

Dem hypsometrischen Wandel von Klima und Vegetation entspricht eine Verschiebung der Höhen Grenzen und Höhenstufen im Tallängsprofil. Die klimabedingten Höhenstufen der Vegetation werden nach floristisch-vegetationskundlichen Kriterien abgegrenzt. Der Anstieg der Höhengrenzen im Tallängsprofil, der etwa 300 m beträgt, beruht auf der zunehmenden Kontinentalisierung des Klimas. Sie ist in erster Linie auf die topographische Situation im Lee der vorgelagerten Gebirgsketten und auf die Abnahme der Niederschläge in der Vegetationsperiode zurückzuführen. Sie kommt darüber hinaus in kontinentaleren Ausbildungen der Vegetationshöhenstufen im inneren Tal zum Ausdruck.

Geländeklimatische Phänomene spielen für die Vegetationsdifferenzierung gleichfalls eine entscheidende Rolle. Die Wirkung der Strahlungsexposition, die sich mit abnehmendem Monsuneinfluß verstärkt, führt zu einer charakteristischen Verteilung der natürlichen Vegetation. Die markanten Kontraste zwischen Sonn- und Schatthängen werden im unteren Kaghan jedoch durch die Waldvernichtung und die Degradation auf den Sonnhängen hervorgerufen. Im oberen Kaghan stehen ihnen die großen natürlichen Unterschiede mit Steppen-(wäldern) in sonnigen und feuchten Koniferenwäldern in schattseitigen Lagen gegenüber. Luv-Lee-Effekte und lokale Windsysteme haben keinen entscheidenden Einfluß auf die Vegetationsverbreitung.

Die Böden sind als Standortfaktor vor allem für das kleinräumige Vegetationsmosaik von Bedeutung. Edaphisch bedingte Differenzierungen der Vegetation sind in erster Linie auf physikalische Bodeneigenschaften (Gründigkeit, Durchfeuchtung) zurückzuführen. Auf edaphisch feuchten Standorten innerhalb der Koniferenwälder herrschen hygrophile Laubhölzer vor. Die chemische Zusammensetzung der Ausgangsgesteine spielt dagegen kaum eine Rolle. Großflächig auftretende Pflanzengesellschaften erstrecken sich in der Regel über verschiedene Substratgrenzen hinweg. Bei

den Böden handelt es sich meist um Ranker-Braunerden und Braunerden, die in der oberen montanen Stufe Podsolierungserscheinungen aufweisen. Auf entwaldeten Sonnhängen, die keine geschlossene Vegetationsdecke tragen, ist in der Regel eine Kappung der Bodenprofile zu beobachten. Unter den *Artemisia*-Steppen im oberen Kaghan sind sandige Rohböden verbreitet, die häufig keine Profildifferenzierung erkennen lassen. Oberhalb der Waldgrenze gehen die Böden in Ranker und Rasenbraunerden, mit zunehmender Höhe in Rohböden über.

Neben klimatischen und edaphischen Faktoren hat die florensgeschichtliche Entwicklung entscheidenden Einfluß auf die aktuelle Vegetationsdifferenzierung. Die rezente westhimalayische Flora weist enge florengetische Beziehungen zu den ostasiatischen Entfaltungszentren auf, die in der Zugehörigkeit zur sino-japanischen Florenregion zum Ausdruck kommen. Darüber hinaus treten temperat-boreale Verwandtschaftskreise, mediterran-turkestanische Sippen und zentralasiatische Florenelemente auf, die wesentlich zur gegenwärtigen Vielfalt von Flora und Vegetation beitragen. Die Ausbreitung dieser Elemente wurde durch die Differenzierung in Räume verschiedener ökologischer Bedingungen im Tertiär und Quartär ermöglicht. Orogenetische Vorgänge schirmten die inneren Täler vor den monsunalen Einflüssen ab und führten zur Entstehung der Leengebiete. Im Zuge der pleistozänen Vereisungen trugen Florenwanderungen zwischen den borealen und arktischen Zonen und dem Himalaya zur Besiedlung der oberen Höhenstufen bei.

Die synthetische Bearbeitung der Pflanzengesellschaften, die erstmals auf der unter ausgeprägtem Monsuneinfluß stehenden Südabdachung des Westhimalaya nach den pflanzensoziologischen Methoden von BRAUN-BLANQUET (1964) erfolgt, bildet die Grundlage für die synökologische Charakterisierung der Phytozoenosen. Die Wechselbeziehungen zwischen Vegetation, Standort und anthropo-zoogener Beeinflussung werden im Rahmen einer Analyse der qualitativ-quantitativen Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften herausgearbeitet. Der hohe Nutzungsdruck hat in nahezu jeder Gesellschaft Artenverschiebungen hervorgerufen. Neben ruderalen Elementen, verbißresistenten und vom Vieh gemiedenen Arten haben insbesondere in den Waldgesellschaften lichtliebende Saumarten Konkurrenzvorteile erlangt. Die feucht-temperierten Koniferenwaldgesellschaften (*Cedrus deodara*-Ges., *Pinus wallichiana*-Ges., *Abies pindrow*-Ges.) werden zu einem Gesellschaftskomplex zusammengefaßt. Diese Gesellschaften zeichnen sich zum einen durch eine ähnliche floristisch-soziologische Struktur aus, die in einer Reihe gemeinsamer, hochsteter Begleiter zum Ausdruck kommt. Zum anderen weisen sie weitgehende Entsprechungen in der physiognomisch-ökologischen Struktur und im floristisch-chorologischen Spektrum auf.

Ein Vergleich physiognomisch-ökologischer und floristisch-chorologischer Merkmale der Pflanzengesellschaften in dreidimensionaler Sicht verdeutlicht die Veränderungen der ökologischen Bedingungen. Den in der Regel vorherrschenden Phanerophyten und Hemikryptophyten, die sich im Höhenprofil antagonistisch verhalten, steht die Dominanz der Chamaephyten auf den Steppenhängen im oberen Kaghan gegenüber. Sie sind dort optimaler an die klimatischen Verhältnisse (kalte, schneereiche Winter / Dürre im Sommer) angepaßt. Die im Mittel dominierenden Arealtypen (mit dem Osthimalaya bzw. mit dem Karakorum gemeinsame Arten) weisen im Höhenprofil ebenfalls ein gegensätzliches Verhältnis auf. Die Vorherrschaft der Monsunelemente bleibt auf die montane und subalpine Stufe beschränkt. In vertikaler Richtung und im Tallängsprofil erfolgt dagegen eine Zunahme der in den mittelasiatischen Gebirgsregionen verbreiteten Elemente.

Die Verbreitungsmuster der Vegetation sind in einer Karte im Maßstab 1:150.000 dargestellt. Die potentiellen Waldflächen haben um die Hälfte abgenommen. Vor allem die Waldgesellschaften der Sonnhänge im unteren Kaghan (*Pinus roxburghii*-Ges., subtrop.-temp. Hartlaubwaldges.) sind bis auf Restbestände zurückgedrängt worden. Zudem ist der *Betula utilis*-Gürtel, der weithin die natürliche obere Waldgrenze bildete, weitgehend vernichtet worden.

Hochgebirgslandwirtschaft und Forstwirtschaft bestimmen als entscheidende sozio-ökonomische Einflußgrößen die Dynamik des Vegetations- und Landschaftswandels. Die traditionell dominieren-

de Stellung des agrarischen Subsistenzbereiches in der Haushaltswirtschaft der anwachsenden bäuerlichen Bevölkerung hat zur großflächigen Umwandlung von Wald in Acker- und Weideland, zur Ausweitung der Streusiedlungen und zur fortschreitenden Degradation der "Guzara Forests" geführt. In jüngerer Zeit zeichnet sich ein Wandel von einer Subsistenz- zu einer Zuerwerbbslandwirtschaft ab, ohne daß sich der Nutzungsdruck bisher vermindert hat. Der Forstwirtschaft wird in bezug auf den Landschaftswandel in begrenztem Umfang eine konservierende Funktion zuerkannt. Sie hat die 1873 ausgewiesenen "Reserved Forests" vor übermäßiger Beweidung und Exploitation bewahrt, bisher jedoch vor allem in den "Guzara Forests" keine stabilen Bestandesstrukturen herbeiführen können.

Wesentliche flächenhafte Veränderungen in der Kulturlandschaft sind bereits in der Mitte des 19. Jh. während der ersten Phase der britischen Herrschaft erfolgt. Bis zur Jahrhundertwende wurde das gegenwärtige Bild der Kulturlandschaft in seinen Grundzügen festgelegt. Die Folgezeit ist von allmählichen strukturellen Wandlungen gekennzeichnet, die erst sehr langfristig zu einem flächenhaft erfassbaren Landschaftswandel führen. Die Hypothese von der durch das Bevölkerungswachstum der letzten Jahrzehnte ausgelösten massiven Waldvernichtung im Himalaya wird für das Kaghan-Tal widerlegt.

Summary

The Kaghan Valley (Western Himalaya, Pakistan) - Studies on geocological differentiation and landscape change

In the present study of the Kaghan Valley the three-dimensional geocological differentiation and the changes of vegetation and landscape are investigated. The analysis of the plant communities and their environmental factors forms the basis of these investigations. The valley is marked by a distinct change of climate, soils and vegetation in its longitudinal section as well as by an extreme high mountain relief. Mountain agriculture and forestry are the crucial socio-economic factors determining the dynamics of the cultural landscape. The study starts with the analysis of the complex of geocological factors. The interaction of these factors is reflected in the natural distribution of the vegetation. This analysis is followed by a detailed synecological characterization of the plant communities including the interpretation of the anthropo-zoogenic disturbances. Finally the socio-economic factors are investigated with regard to their spatial and temporal effects on the vegetation and landscape change. The interdependencies between the natural environment and its resources and the patterns of land use are elaborated.

The climate is the main factor for the differentiation of the natural vegetation. The situation in a climatic transition zone where superposition effects of extratropical western disturbances and tropical monsoon disturbances can be observed in the summer months is reflected in the climatic differentiation of the valley. In the longitudinal direction five different bioclimatically homogeneous regions are distinguished. In the humid lower Kaghan the climate is clearly influenced by the monsoon regime. The annual amount of precipitation is depending on the amount of monsoonal precipitation. Towards the upper valley the monsoon rains are noticeably decreasing due to the sequence of high mountain chains acting as a barrier whereas the winter-/spring precipitation is increasing. In the Battakundi area (Upper Kaghan) an average two-monthly arid period in the summer occurs leading to a distinct change in the character of vegetation and landscape.

According to the altitudinal zonation of climate and vegetation an upward shifting of altitudinal limits and belts towards the inner valley can be observed. The climatically induced altitudinal vegetation belts are demarcated by means of floristic criteria. The ascent of altitudinal limits (about 300 m) in longitudinal direction must be attributed to the gradual development of a more continen-

tal climate. The most important factors are the topographic situation in the rain shadow of the outer mountain chains and the decrease of precipitation in the vegetation period causing at the same time more continental forms of vegetation belts in the interior valley.

Topoclimatic phenomena play as well a fundamental role in the differentiation of the vegetation. The effect of radiation exposure, increasing with decreasing monsoonal influence, leads to a characteristic pattern of the natural vegetation cover. However, the striking contrasts between south- and north-facing slopes in the lower Kaghan are caused by the deforestation and the degradation of the former. On the contrary, in the upper Kaghan more pronounced natural differences can be noticed with steppe forests on sunny slopes and moist coniferous forests on shady slopes. Concerning the differentiation of the vegetation luff-lee-effects and local wind systems can be neglected.

The small-scale vegetation patterns are influenced by the soils as a habitat factor. Soil-depending differentiations of the vegetation are first of all attributed to physical soil properties like soil depth and moisture. Moist habitats within the coniferous forests are dominated by mesic broadleaved trees. The chemical composition of the parent rocks is of secondary importance. Changes in the subsoil can be noticed without an alteration of the plant communities. Mostly black humic soils and brown forest soils are developed. In the upper montane belt certain podzolization processes occur. On deforested south-facing slopes lacking a continuous vegetation cover the soil profiles are generally cut. Under the *Artemisia*-steppes in the upper Kaghan shallow, skeletal, sandy soils are widespread mostly lacking a perceptible differentiation of the profile. Above the timberline the soils are turning into shallow humic acid soils, brown meadow soils and with increasing elevation into initial stages of soil development.

Apart from climatic and edaphic factors the prevailing differentiation of the vegetation cover is also depending on the vegetation history. In respect to the origin of the floristic elements the present-day West Himalayan flora shows close relations to the East Asian evolutionary centres of the extratropical vegetation being expressed by the affiliation to the Sino-Japanese floral region. Moreover temperate-boreal floristic elements as well as Mediterranean-Turkestanian and Central Asian taxa, which are essentially contributing to the present-day variety of flora and vegetation, have migrated to the West Himalaya as a consequence of the differentiation in areas with various ecological conditions in the Tertiary and Quaternary. Orogenetic events guarded the inner valleys against the monsoonal influence and led to the development of the leeside areas. During the pleistocene glaciations floral migrations between the boreal and arctic zones and the Himalaya contributed to the colonization of the upper altitudinal belts.

The synecological characterization of the plant communities is carried out for the first time on the heavily monsoon-influenced southern declivity of the West Himalayan Range on the basis of a synthetic treatment according to the BRAUN-BLANQUET-methods. The interrelationships between vegetation, habitat and anthropo-zoogenic disturbances are thoroughly analysed by an interpretative description of the qualitative-quantitative composition of the phytocoenoses. Due to the high exploitation pressure floristic alterations can be observed in almost every plant community. In the successional developments many weeds, unpalatable species and, particularly within the forest communities, light-demanding species are favoured. The moist temperate coniferous forests (*Cedrus deodara*-, *Pinus wallichiana*-, *Abies pindrow*-communities) are integrated into a community complex. These communities are not only marked by a similar floristic-sociological structure, but are also corresponding to a large extent in the physiognomic-ecological structure as well as in the floristic-chorological spectrum.

The comparison of physiognomic-ecological and floristic-chorological features of the plant communities with a three-dimensional perspective illustrates the changes of the ecological conditions. Phanerophytes and Hemikryptophytes, showing an antagonistic relation in the vertical profile, are

generally predominant whereas Chamaephytes are dominating on the steppe slopes in the upper Kaghan. The prevailing area types (species that also occur in the East Himalaya and in the Karakoram resp.) also show an opposite behaviour in vertical direction. An increase of Irano-Turanian and Central Asian floristic elements is taking place in vertical as well as in longitudinal direction.

The distribution patterns of the vegetation are represented in a map on a scale of 1:150.000. Half of the potential forest areas have been converted to farm- and rangelands. Especially the forest communities on the south-facing slopes in the lower Kaghan (*Pinus roxburghii*-, subtrop.-temp. sclerophyllous forest communities) have been reduced to small patches. Moreover the *Betula utilis*-belt, forming the natural upper timberline for long stretches, has been largely destroyed.

Concerning the dynamics of vegetation and landscape change mountain agriculture and forestry are the crucial factors. As a consequence of the traditionally dominating position of the subsistence oriented sector of agriculture within the household economy of the growing rural population large forest areas have been converted to farm- and rangelands, the dispersed settlements have been extended and a progressive degradation of the "Guzara Forests" has taken place. Recently the subsistence agriculture is losing its economic importance due to the increasing spatial mobility and growing non-agrarian sources of income, although it is obviously practised with undiminished intensity. Regarding the landscape change the forestry had a preserving effect to a certain extent. Since the Forest Department took over the management of the "Reserved Forests" in 1873 these forests were protected from excessive grazing and uncontrolled exploitation. On the other hand mainly in the "Guzara Forests" the management failed to establish stable stand structures so far.

Substantial spatial changes in the cultural landscape already occurred in the mid-nineteenth century in the first period of the British rule. Until the turn of the century the scenery of the present-day cultural landscape has been created in its basic patterns. The period following is marked by gradual structural alterations leading only in the long term to a spatially recordable landscape change. As far as the Kaghan Valley is concerned the hypothesis of the massive deforestation in the Himalaya caused by the rapid population growth in the past decades is being disproved.

8. LITERATUR

- ADAMS, A.L. (1867): Wanderings of a naturalist in India, the Western Himalayas and Cashmere. Edinburgh.
- AGACHANJANC, O.E. (1980): Die geographischen Ursachen für die Lückenhaftigkeit der Flora in den Gebirgen Mittelasiens. - *Pet. Geogr. Mitt.* 124, 1, 47-52.
- AGGARWAL, K.L. (1934): Soil flora in Deodar forests and its importance. - *Ind. For.* 60, 602-607.
- AGRAWAL, D.P. (1985): Cenozoic climatic changes in Kashmir: The multidisciplinary data. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): *Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years*, 1-12. New Delhi.
- AGRAWAL, D.P. (1988): Palaeoclimatic data from Kashmir: A synthesis and some correlations. - *Proc. Ind. Nat. Sci. Acad.* 54 A, 3, 333-344.
- AGRAWAL, D.P. et al. (1981): The Neogene/Quaternary boundary in India - A review. - *Proc. Ind. Acad. Sci.* 90, 2, 111-123.
- AGRAWAL, D.P. et al. (1989a): The Plio-Pleistocene geologic and climatic record of the Kashmir Valley, India: A review and new data. - *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 73, 267-286.
- AGRAWAL, D.P. et al. (1989b): Quaternary palaeoenvironmental changes in Northwest India. In: SAHNI, A. & R. GAUR (eds.): *Perspectives in human evolution*, pp. 223-260. Delhi.
- AHMAD, K.S. (1951): Climatic regions of West Pakistan. *Third Pak. Sci. Confer. 1951 Dacca*, 101-135.
- AHMAD, K.S. & M.L. KHAN (1959): Variation of moisture types and their bearing on soil erosion in West Pakistan. - *Pak. Geogr. Rev.* 14, 1, 1-13. Lahore.
- AHMAD, K.S. & M.L. KHAN (1961): Variability of rainfall and its bearing on agriculture in the arid and semiarid zones of West Pakistan. - *Pak. Geogr. Rev.* 16, 1, 35-50. Lahore.
- AHMAD, N. & D. ALI (1968): Sediment production, transport and an estimate of soil erosion for West Pakistan. In: *Proc. First West Pakistan Watershed Management Conference*, 151-174. Pak. For. Inst., Peshawar.
- AHMAD, N. & S.D. PERVEZ (1963): Soil erosion in the North Regions of West Pakistan. - *Pak. J. For.* 13, 291-295.
- AHMAD, S. & R.R. STEWART (1958): Grasses of West Pakistan. I: Subfamily Panicoideae. *Biol. Soc. Pak., Monogr.* No. 3, Lahore.
- AHMAD, S. & R.R. STEWART (1959): Grasses of West Pakistan II. *Biol. Soc. Pak., Monogr.* No. 3, Lahore.
- AHMED, A.S. (1980): Ethnicity and cultural strategy among the forest dwellers of Hazara, Pakistan. *Pak. For. Inst., Peshawar*.
- AHMED, A.S. (1986): *Pakistan Society. Islam, ethnicity and leadership in South Asia.* Karachi.
- AHMED, B. (1936): A study of the forest types of Chir (*Pinus longifolia*) in Hazara, NWFP. - *Ind. For.* 62, 1, 52-65.

- AHMED, M. (1976): Multivariate analysis of the vegetation around Skardu. - Agric. Pak. 27, 2, 177-187.
- AHMED, M. (1988): Plant communities of some northern temperate forests of Pakistan. - Pak. J. For. 38, 1, 33-40.
- AHMED, M.U. & S.A. QADIR (1976): Phytosociological studies along the way of Gilgit to Gopis, Yasin and Phunder. - Pak. J. For. 26, 93-104.
- AITCHISON, J.E.T. (1864): On the vegetation of the Jhelum District of the Punjab. - J. As. Soc. Bengal 33, 290-320.
- ALI, A. (1957): A list of the mosses of West Pakistan. - Biologia 3, 1, 44-52. Lahore.
- ALI, S. & S.D. RIPLEY (1968-74): Handbook of the birds of India and Pakistan, together with those of Nepal, Sikkim, Bhutan, Ceylon, Vol. 1-10. Bombay-London-New York.
- ALI, S.I. (1978): The flora of Pakistan, some general and analytical remarks. - Notes from the Roy. Bot. Gard. Edinburgh 36, 2, 427-439.
- ALI, Z. (1966): A note on the silvicultural characteristics of *Juniperus macropoda* Boiss. -In: Proc. Second Pakistan Silvicultural Conference, 197-202. Pak. For. Inst., Peshawar.
- ALLAH BAKSH, K.S. (1932): Control measures for the protection of the regeneration of *Pinus longifolia*. - Ind. For. 58, 7, 369-387.
- ALLAN, N.J.R. (1984): Changing crop complexes in the North Pakistan foothills. - Geography 69, 261-263.
- ALLAN, N.J.R. (1986): Déforestation et agropastoralisme dans le Pakistan du Nord. - Rev. Geogr. Alp. 74, 405-420.
- ALLAN, N.J.R. (1987a): Impact of Afghan refugees on the vegetation resources of Pakistan's Hindukush-Himalaya. - Mountain Res. & Developm. 7, 3, 200-204.
- ALLAN, N.J.R. (1987b): Ecotechnology and modernization in Pakistan mountain agriculture. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya: Environment, Problems and Development, Vol. II, 771-789. Nainital.
- ALLAN, N.J.R. (1989): Kashgar to Islamabad: the impact of the Karakorum Highway on mountain society and habitat. - Scott. Geogr. Mag. 105, 3, 130-141.
- ANANTHAKRISHNAN, R. & K.L. BHATIA (1960): Tracks of monsoon depressions and their recurvature towards Kashmir. - Proc. of Symp. on Monsoons of the World, New Delhi 1958, 151-172. Ind. Met. Dept., New Delhi.
- ANANTHAKRISHNAN, R. & P.J. RAJAGOPALACHARI (1963): Pattern of monsoon rainfall distribution over India and neighbourhood. In: Proc. of Symp. on Tropical Meteorology, Rotorua 1963, 192-200. New Zealand Met. Serv., Wellington.
- ANGWIN, J.B.P. (1930): The Kagan Valley. - Himal. Journ. 2, 48-60.
- ANVERY, S.A.A. (1951): Forests and forestry problems of Pakistan. - Pak. J. For. 1, 18-30.
- ASGHAR, N. (1984): A sociological analysis of the forest owners, dwellers and managers in the Upper Siran Valley of Hazara Division. FO: DP/PAK/78/036, Field Doc. 3, FAO/Pak. For. Inst., Peshawar.
- AWASTHI, D.D. (1965): Catalogue of the lichens from India, Nepal, Pakistan and Ceylon. - Beih. Nova Hedwigia, H. 17. Weinheim.
- AWASTHI, G. (1986): Lichen genus *Usnea* in India. - J. Hattori Bot. Lab. 61, 333-421.

- AYAZ, S.M. (1983): Forestry cooperatives in Hazara Division (NWFP). Govt. of Pakistan, Islamabad.
- BADER, F. (1960): Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. - *Nova Acta Leopoldina N.F.* 23, 148, 1-544. Leipzig.
- BAGCHI, A.K. (1982): Orographic variation of precipitation in a high-rise Himalayan basin. In: GLEN, J.W. (ed.): Hydrological aspects of alpine and high mountain areas. - Internat. Association of Hydrological Sciences, Publ. 138, 3-9.
- BAGNOULS, F. & V.M. MEHER-HOMJI (1959): Bioclimatic types of South-East Asia. - Inst. Francais de Pondichéry. Travaux Sect. Scientifique et Technique 1, 227-246. Pondichéry.
- BAJRACHARYA, D. (1983): Deforestation in the food/fuel context. Historical and political perspectives from Nepal. *Mountain Res. & Developm.* 3, 3, 209-240.
- BANDYOPADHYA, J. et al. (1985): India's environment. Crises and responses. Dehra Dun.
- BARI, F. (1989): Livestock grazing and its impacts on soil, water and vegetation in a temperate area of Pakistan. - Ph.D. Diss., New Mexico State Univ., Las Cruces, USA.
- BARRY, R.G. (1981): Mountain weather and climate. London - New York.
- BARTH, F. (1956): Ecologic relationships of ethnic groups in Swat, North Pakistan. - *American Anthropologist* 58, 6, 1079-1089.
- BARTRAM, E.B. (1955): North-Western Himalayan mosses. - *Bull. Torr. Bot. Club* 82, 22-29.
- BARTRAM, E.B. (1960): North-Western Himalayan mosses II. - *Rev. Bryol. Lichenol.* 29, 165-172.
- BAUMGARTNER, A. et al. (1983): Die Welt der Gebirge. Sonderausg., München-Luzern.
- BEDDOME, R.H. (1883): Handbook to the ferns of British-India, Ceylon and Malaya Peninsula. Calcutta.
- BEG, A.R. & I. BAKSHSH (1974): Vegetation of scree slopes in Chitral Gol. - *Pak. J. For.* 24, 393-402.
- BEG, A.R. & A.S. KHAN (1974): Flora of Malakand Division. Part I (A). - *Pak. J. For.* 24, 2, 171-185.
- BEG, A.R. & M.H. KHAN (1980): The present situation and the future of dry oak forest zone in Pakistan. - *Pak. J. For.* 30, 3, 109-122.
- BEG, A.R. & M.H. KHAN (1984): Some more plant communities and the future of dry oak forest zone in Swat Valley. - *Pak. J. For.* 34, 1, 25-35.
- BEG, A.R. & K.A. SAMAD (1974): Flora of Malakand Division. Part I (B). - *Pak. J. For.* 24, 230-286.
- BERREMAN, G.D. (1977): Ecology, demography and social strategies in the Western Himalayas: a case study. In: *Colloques internationaux du C.N.R.S.* No. 268, 453-480. CNRS, Paris.
- BHAN, S.N. (1958): Rainfall in the upper catchment of Jhelum. - *Ind. J. Met. Geophys.* 9, 51-62.
- BHANU KUMAR, O.S.R.U. (1987): Seasonal variation of Eurasian snow cover and its impact on the Indian summer monsoon. - *Intern. Ass. Hydrol. Sci.*, Publ. 166, 51-60.
- BHARUCHA, F.R. & G.Y. SHANBHAG (1956): Classification of the vegetation of India, Pakistan and Burma according to effective precipitation. - *Proc. Nat. Inst. Sci. India*, Vol. 22. Bombay.

- BHATNAGAR, H.P. (1963): Floristic composition of some Chir (*Pinus roxburghii*) forests of India. - J. Ind. Bot. Soc. 42, 3, 376-383.
- BHATT, D.K. (1982): A review of the stratigraphy of the Karewa Group (Pliocene-Quaternary), Kashmir. - Man & Environment 6, 46-55.
- BHATTACHARYYA, A. (1989): Vegetation and climate during the last 30.000 years in Ladakh. - Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 73, 25-38.
- BISHOP, B.C. (1978): The changing geocology of Karnali zone, Western Nepal Himalaya: a case of stress. - Arctic a. Alpine Research, 10, 531-548.
- BISWAS, K. (1933): The distribution of wild conifers in the Indian Empire. - J. Ind. Bot. Soc. 12, 24-47.
- BLANFORD, H.F. (1889): A practical guide to the climates and weather of India, Ceylon and Burmah and the storms of Indian Seas. London.
- BLASCO, F. (1971): Orophytes of South India and Himalayas. - J. Ind. Bot. Soc. 50, 377-381.
- BLATTER, E. (1928/29): Beautiful flowers of Kashmir. 2 Vols., London.
- BLÜTHGEN, J. & W. WEISCHET (1980): Allgemeine Klimageographie. 3. Aufl., Berlin.
- BÖHM, H. (1966): Die geländeklimatische Bedeutung des Bergschattens und der Exposition für das Gefüge der Natur- und Kulturlandschaft. - Erdkunde 20, 81-93.
- BOR, N.L. (1938): A sketch of the vegetation of the Aka Hills, Assam. A synecological study. - Ind. For. Rec. N.S. Bot. 1, 4; X, 103-221.
- BOR, N.L. (1960): The grasses of Burma, Ceylon, India and Pakistan. Oxford-London-New York-Paris.
- BOSSART, P. (1986): Eine Neu-Interpretation der Tektonik der Hazara-Kashmir - Syntaxis (Pakistan). Diss. ETH Zürich.
- BOSSART, P. & R. OTTIGER (1989): Rocks of the Murree formation: indicators of a descending foreland basin of late Paleocene to middle Eocene age. - Eclogae Geol. Helv. 82, 1, 133-165.
- BOSSART, P. et al. (1984): A new structural interpretation of the Hazara-Kashmir - Syntaxis, Southern Himalayas, Pakistan. - Kashmir Journ. Geol. 2, 1, 19-36. Muzaffarabad.
- BOSSART, P. et al. (1988): The tectonic structure of the Hazara-Kashmir - Syntaxis, Southern Himalayas, Pakistan. - Tectonics 7, 2, 273-297.
- BRANDIS, D. (1883): On the distribution of forests in India. - Ind. For. 9, 173-189, 221-233.
- BRANDIS, D. (1884a): Der Wald des äußeren und nordwestlichen Himalaya. - Verh. d. naturhist. Ver. d. pr. Rhld., 153-180.
- BRANDIS, D. (1884b): Die Beziehungen zwischen Regenfall und Wald in Indien. - Verh. d. naturhist. Ver. d. pr. Rhld., 380-417.
- BRANDIS, D. (1884c): Progress of forestry in India. - Ind. For. 10, 399-410.
- BRANDIS, D. (1888): Influence of forests on rainfall. - Ind. For. 14, 10-20.
- BRANDIS, D. (1906): Indian trees. Dehra Dun-London.
- BRAUN, G. & M. WINIGER (1992): Vegetation mapping and a statistical approach for the reconstruction of the potential forest cover using Landsat-5-TM-Data and DTM. In: Proc. of Satellite Symposia 1 & 2, Munich, 30.3.-4.4. 1992 (ESA ISY-2, July 1992), 381-385.

- BRAUN-BLANQUET, J. (1951): Pflanzensoziologische Einheiten und ihre Klassifizierung. - *Vegetatio* 3, 126-131.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl., Wien-New York.
- BRAZEL, A.J. & M.G. MARCUS (1991): July temperatures in Kashmir and Ladakh, India: Comparisons of observations and general circulation model simulations. - *Mountain Res. & Developm.* 11, 2, 75-86.
- BRECKLE, S.W. (1971): Vegetation in alpine regions of Afghanistan. In: DAVIS, P.H. et al. (eds.): *Plantlife of South West Asia*, 107-116. Edinburgh.
- BRECKLE, S.W. (1972): Alpenrosen im Hindukusch? - *Jb. Ver. z. Schutze d. Alpenpfl. u. -tiere* 37, 140-146.
- BRECKLE, S.W. (1973): Mikroklimatische Messungen und ökologische Beobachtungen in der alpinen Stufe des afghanischen Hindukusch. - *Bot. Jb. Syst.* 93, 25-55.
- BRECKLE, S.W. (1974): Notes on alpine and nival flora of the Hindu Kush, East Afghanistan. - *Bot. Notiser* 127, 278-284.
- BRECKLE, S.W. (1975): Ökologische Beobachtungen oberhalb der Waldgrenze des Safed Koh (Ost-Afghanistan). - *Vegetatio* 30, 2, 89-97.
- BRECKLE, S.W. (1988): Vegetation und Flora der nivalen Stufe im Hindukusch. In: GRÖTZBACH, E. (Hrsg.): *Neue Beiträge zur Afghanistanforschung. Schrift.-R. d. Bibliotheca Afghanica* Bd. 6, 133-148.
- BRECKLE, S.W. & W. FREY (1974): Die Vegetationsstufen im zentralen Hindukusch. - *Afghanistan J.* 1, 75-80. Graz.
- BRETZL, H. (1903): *Botanische Forschungen des Alexanderzuges*. Leipzig.
- BRONGER, A., PANT, R.K. & A.K. SINGHVI (1987): Pleistocene climatic changes and landscape evolution in the Kashmir Basin, India: Paleopedologic and chronostratigraphic studies. - *Quat. Res.* 27, 167-181.
- BROTHERUS, V.F. (1898): Contributions to the bryological flora of the North Western Himalaya. - *Acta Soc. Sci. Fenn.* 24, 2, 1-46. Helsingfors.
- BROWICZ, K. (1989): Chorology of the Euxinian and Hyrcanian element in the woody flora of Asia. - *Plant Syst. Evol.* 162, 305-314.
- BRUCE, C.G. (1910): *Twenty years in the Himalaya*. London.
- BRYSON, R.A. & A.M. SWAIN (1981): Holocene variations of monsoon rainfall in Rajasthan. - *Quat. Res.* 16, 135-145.
- BURBANK, D.W. & G.D. JOHNSON (1982): Intermontane basin development in the past 4 myr in the North-West Himalaya. - *Nature* 298, 432-436.
- BURBANK, D.W. G.D. JOHNSON (1983): Late Cenozoic chronologic and stratigraphic development of the Kashmir intermontane basin, Northwestern Himalaya. - *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 43, 205-235.
- BURKILL, I.H. (1965): *Chapters on the history of botany in India*. Calcutta.
- BURRARD, S.G. & H.H. HAYDEN (1933): *A sketch of the geography and geology of the Himalaya Mountains and Tibet*. (Rev. by BURRARD, S. & A.M. HERON). Delhi.
- BURSCHEL, P. et al. (1985): Die Verjüngung im Bergmischwald. *Forstwiss. Cbl.* 104, 65-100.

- BUTH, G.M. & R.N. KAW (1985): Plant husbandry in Neolithic Burzahom, Kashmir. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years, 109-113. New Delhi.
- BYERS, A. (1987a): A geocological study of landscape change and man-accelerated soil loss: the case of the Sagarmatha (Mt. Everest) National Park, Khumbu, Nepal. Ph.D. Diss., Univ. of Colorado. Boulder.
- BYERS, A. (1987b): Landscape change and man-accelerated soil loss: the case of the Sagarmatha (Mount Everest) National Park, Khumbu, Nepal. - Mountain Res. & Developm. 7, 3, 209-216.
- CALKINS, J.A. (1966): The geology of the western limb of the Hazara-Kashmir Syntaxis, West Pakistan and Kashmir. - Ph.D. Thesis, Univ. of Massachusetts.
- CALKINS, J.A. et al. (1975): Geology of the southern Himalaya in Hazara, Pakistan, and adjacent areas. US Geol. Surv. Prof. Papers Bd. 716 C. Washington.
- CASIMIR, M.J. & A. RAO (1985): Vertical control in the western Himalaya: some notes on the pastoral ecology of the nomadic Bakrwal of Jammu and Kashmir. - Mountain Res. & Developm. 5, 3, 221-232.
- CHAGHTAI, S.M. & I.H. GHAWAS (1976): The study of the effect of exposure on community set-up in Malakand Pass, N.W.F.P., Pakistan. - Sultania (Herbarium, PCSIR., Lab., Peshawar) No. 2, 1-8.
- CHAMPION, H.G. (1920): Geology and forest distribution. - Ind. For. 46, 152-154.
- CHAMPION, H.G. (1923a): The influence of the hand of man on distribution of forest types in the Kumaon Himalayas. - Ind. For. 49, 116-136.
- CHAMPION, H.G. (1923b): The interaction between *Pinus longifolia* (Chir) and its habitat in the Kumaon hills. - Ind. For. 49, 342-356 a. 405-416.
- CHAMPION, H.G. (1936): A preliminary survey of the forest types of India and Burma. - Ind. For. Rec. (N.S.), Silviculture, Bd. 1. Delhi.
- CHAMPION, H.G. (1939): The relative stability of Indian vegetational types. - J. Ind. Bot. Soc. 18, 1-12.
- CHAMPION, H.G. (1953): Forestry in the post-war India and Pakistan. - Agric. Bull. 6, 25, 50-59.
- CHAMPION, H.G. (1969): The effect of human population on the forests of the Indian subcontinent. - Yearbook of the South Asia Institute 1968/69, Heidelberg Univ., 19-28.
- CHAMPION, H.G. & S.K. SETH (1968): A revised survey of the forest types of India. New Delhi.
- CHAMPION, H.G., SETH, S.K. & G.M. KHATTAK (1965a): Forest types of Pakistan. Pak. For. Inst., Peshawar.
- CHAMPION, H.G., SETH, S.K. & G.M. KHATTAK (1965b): Manual of silviculture for Pakistan. Pak. For. Inst., Peshawar.
- CHAND, R. (1987): Evolution of cultural landscape in the Himalaya. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya. Environment, Problems and Development, Vol. I, 436-455. Nainital.
- CHANG, J.H. (1967): The Indian summer monsoon. - Geogr. Rev. 57, 373-396.

- CHATTERJEE, D. (1939): Studies on the endemic flora of India and Burma. - J. Roy. Asiat. Soc. Bengal Sci. 5, 19-67.
- CHATTERJEE, D. (1947): Influence of East Mediterranean region flora on that of India. - Science a. Culture 13, 9-11.
- CHAUDHRI, I.I. (1957): A contribution to the flora of Chitral State. - Pak. J. For. 7, 103-144.
- CHAUDHRI, I.I. (1959): Observations on the medicinal plants of Kaghan Valley. - Pak. J. For. 9, 1, 16-28.
- CHAUDHRI, I.I. (1960): The vegetation of Kaghan Valley. - Pak. J. For. 10, 4, 285-294.
- CHAUDHRI, I.I. (1963): Distribution of gymnosperms in West Pakistan. - Vegetatio 11, 372-382.
- CHAUDHRY, M.N. & M. GHAZANFAR (1987): Geology, structure and geomorphology of Upper Kaghan Valley, North-West Himalaya, Pakistan. - Geol. Bull. of the Punjab Univ. 22, 13-57. Lahore.
- CHAUDHRY, M.N., GHAZANFAR, M. & M. QAYYUM (1986): Metamorphism at the Indo-Pak plate margin, Kaghan Valley, District Mansehra, Pakistan. - Geol. Bull. of the Punjab Univ. 21, 62-85. Lahore.
- CHOPRA, G.L. (1934): Lichens of the Himalayas I. - Publ. Dept. Punjab Univ. 4, 105 pp. Lahore.
- CHOPRA, R.N. & L.D. KAPOOR (1952): Some botanical aspects of Kashmir. - Palaeobotanist 1, 115-119.
- CHOUDHRI, B. & M. RAFIQ (1966): Soils of West Pakistan. In: Proc. First West Pakistan Range Management Conference, 25-34. Pak. For. Inst., Peshawar.
- CHOWDHURY, K.A. (1977): Ancient agriculture and forestry in North India. Bombay.
- CLARKE, C.B. (1880): A review of the ferns of Northern India. - Transact. Linnean Soc. London, Ser. II, Vol. 1, 425-612.
- CLEGHORN, H. (1864): Report upon the forests of the Punjab and the Western Himalaya. Roorkee.
- COLLIER, J.V. (1924): The eastern limit of the natural distribution of Deodar. - Ind. For. 50, 108-109.
- COVENTRY, B.O. (1915): The Olive (*Olea cuspidata*) forests of Punjab. - Ind. For. 41, 391-398.
- COVENTRY, B.O. (1923-30): Wild flowers of Kashmir. (Series I-III). London.
- COVENTRY, B.O. (1929): Denudation of the Punjab Hills. - Ind. For. Rec., Silvicult., 14, 2, 1-30.
- COWARD, M.P. et al. (1988): Folding and imbrication of the Indian crust during Himalayan collision. - Phil. Trans. Roy. Soc. London A 326, 89-116.
- CULLEN, J. (1980): A revision of *Rhododendron*. I. Subgenus *Rhododendron* sections *Rhododendron* and *Pogonanthum*. - Notes RBG Edinburgh 39, 1, 1-207.
- DAINELLI, G. (1922): Spedizione italiana de Filippi nell'Himalàia, Caracorùm e Turchestàn cinese (1913-1914). Ser. 2, Risultati geologici e geografici. Vol. 3, Studi sul glaciale. 656 pp., Zanichelli, Bologna.
- DAR, G.H., KACHROO, P. & U. DHAR (1983): Studies on the vegetation of Ganderbal (Kashmir) I: Community characteristics. - J. Econ. Tax. Bot. 4, 3, 869-881.

- DAR, H.U. & V. KAUL (1987): Forest vegetation in relation to varying anthropogenic disturbances: a case study from Kashmir Himalaya. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya, Environment, Problems and Development, 623-638. Nainital.
- DAS, P.K. (1983): The climate of the Himalayas. In: SINGH, T.V. & J. KAUR (eds.): Himalayas, Mountains & Men - Studies in Eco-Development, 1-9. Lucknow.
- DAVIS, R.S. (1985): Upper Pleistocene climatic fluctuations and palaeolithic settlement distribution in Soviet Central Asia and surrounding territories. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years, 215-221. New Delhi.
- DEFANT, F. (1949): Zur Theorie der Hangwinde, nebst Bemerkungen zur Theorie der Berg- und Talwinde. - Arch. Meteor. Geophys. Bioklimat. A, 1, 421-450.
- DEY, B. & O.S.R.U. BHANU KUMAR (1982): An apparent relationship between Eurasian spring snow cover and the advance of the Indian summer monsoon. - J. of Appl. Met. 21, 12, 1929-1932.
- DEY, B. & O.S.R.U. BHANU KUMAR (1983): Himalayan winter snow cover area and summer monsoon rainfall over India. - J. of Geophys. Res. 88, 9, 5471-5474.
- DHAR, B.L. & M.N. IHA (1978): Geology and distribution of plant communities in Dharamsala area. - The Himal. Geol. 8, 54-60.
- DHAR, O.N., MANDAL, B.N. & A.K. KULKARNI (1987): Some facts about precipitation distribution over the Himalayan region of Uttar Pradesh. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya. Environment, Problems and Development, Vol. I, 72-86. Nainital.
- DHAR, U. & P. KACHROO (1982): Alpine flora of Kashmir - a phytogeographic assessment. In: PALIWAL, G.S. (ed.): The vegetational wealth of the Himalayas, 327-332. New Delhi.
- DHAR, U. & P. KACHROO (1983): Alpine flora of Kashmir Himalayas. Jodhpur.
- DHIR, K.K. (1980): Ferns of the North-Western Himalayas. Bibliotheca Pteridologica 1, 1-158. Vaduz.
- DHIR, K.K. & Y. SAIKI (1984): Phytogeographic observations on Himalayan ferns. - Nova Hedwigia 39, 169-175.
- DHIR, R.P. (1969): Pedological characteristics of some soils of the NW-Himalaya. - J. Ind. Soc. Soil Sci. 15, 1, 61-69.
- DICHTER, D. (1967): The North West Frontier Province of West Pakistan. Oxford.
- DICKORÉ, W.B. (1991): Zonation of flora and vegetation of the northern declivity of the Karakoram/Kunlun Mountains (SW Xinjiang China). - Geo Journal 25, 2/3, 265-284.
- DIELS, L. (1913): Untersuchungen zur Pflanzengeographie von West-China. - Engl. Bot. Jahrb. 49, Beibl. 109, 55-88.
- DIELS, L. (1942): Über die Ausstrahlungen des holarktischen Florenreiches an seinem Südrande. - Abh. Preuss. Akad. d. Wiss., Math.-Nat. Kl. 1, 2-13. Berlin.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). Darmstadt.
- DIETZ, P. & H. STEINLIN (1965): Probleme und Möglichkeiten forstlicher Entwicklungshilfe - gezeigt am Beispiel der Forstbenutzung in Westpakistan. - Schweiz. Z. Forstwes. 2, 100-118.

- DIXON, H.N. (1926): Mosses of William Lillie and John Garrett. - Bull. Bot. Surv. India 9, 5, 303-313.
- DOBREMEZ, J.F. (1972): Les grandes divisions phytogéographiques du Népal et de l'Himalaya. - Bull. Soc. Bot. France 119, 111-120.
- DOBREMEZ, J.F. (1976): Le Népal. Écologie et Biogéographie. Paris.
- DODIA, R. (1988a): Mid-Pleistocene climate of Kashmir: The Baltal pollen profile. In: The palaeoenvironment of East Asia from the mid-Tertiary. Centre of Asian Studies, Occasional Papers and Monographs 77, 680-691. Univ. of Hongkong.
- DODIA, R. (1988b): Climate of Kashmir during the last 700000 years: the Baltal pollen profile. In: AGRAWAL, D.P., SHARMA, P. & S.K. GUPTA (eds.): Palaeoclimatic and palaeo-environmental changes in Asia during the last 4 mill. years, 149-157. Ind. Nat. Sci. Acad., New Delhi.
- DODIA, R, AGRAWAL, D.P. & A.B. VORA (1985): New pollen data from the Kashmir bogs: a summary. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years, 101-108. New Delhi.
- DODIA, R. et al. (1982): Palynological investigations on the Lower Karewas, Kashmir. - Man & Environment 6, 21-26.
- DOMRÖS, M. (1968): Zur Frage der Niederschlagshäufigkeit auf dem indisch-pakistanischen Subkontinent nach Jahresabschnitten. - Met. Rdsch. 21, 2, 35-43.
- DOMRÖS, M. (1970): Ein Niederschlagsatlas des indisch-pakistanischen Subkontinents, basierend auf Niederschlagstagen. In: SCHWEINFURTH, U. (Hrsg.): Studies in the climatology of South Asia. Wiesbaden.
- DOMRÖS, M. (1978): Temporal and spatial variations of rainfall in the Himalaya with particular reference to mountain ecosystems. - J. Nepal Res. Centre 2/3, 49-67.
- DOUIE, J.M. (1916): The Panjab, North-West Frontier Province and Kashmir. Cambridge.
- DREW, F. (1875): The Jummoo and Kashmir Territories. A geographical account. London.
- DUDGEON, W. & L.A. KENOYER (1925): The ecology of Terhi Garhwal: a contribution to the ecology of the Western Himalaya. - J. Ind. Bot. Soc. 4, 233-285.
- DUGGAL, S.L. (1968): Bioclimatic regions of Punjab, Haryana, Himachal Pradesh and the union territories of Chandigarh and Delhi. In: MISRA, R. (ed.): Proc. Symp. Recent Advances in Tropical Ecology, 115-137. Delhi.
- DUTHIE, J.F. (1893/94): Report on a botanical tour in Kashmir. - Rec. Bot. Surv. India 1, 1, 1-18 a. 1, 3, 25-47.
- ECKELMANN, C.M. (1983): Beobachtungen zum Höhenwachstum der *Cedrus deodara*, *Pinus wallichiana*, *Picea smithiana* und *Abies webbiana* auf ihren typischen Standorten im Kaghan-Tal, Himalaya, Pakistan. - Dipl.-Arb., Forstl. Fak., Univ. Göttingen. (unveröff.).
- ECKHOLM, E.P. (1975): The deterioration of mountain environments. - Science 189, 764-770.
- ECKHOLM, E.P. (1976): Losing Ground: Environmental stress and world food prospects. New York.
- ELLENBERG, H. (1956): Grundlagen der Vegetationsgliederung. Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. Stuttgart.

- ELLENBERG, H. (1986): *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht*. 4. Aufl., Stuttgart.
- ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS (1967a): *Tentative physiognomic-ecological classification of plant formations of the earth*. - Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 37, 21-55.
- ELLENBERG, H. & D. MUELLER-DOMBOIS (1967b): *A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions*. - Ber. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, 37, 56-73.
- EMBERGER, L. (1938): *Contribution à la connaissance des Cèdres et en particulier du Deodar et du Cèdre l'Atlas*. - Rev. Bot. appl. 18, 77-92.
- FAUTZ, B. (1963): *Sozialstruktur und Bodennutzung in der Kulturlandschaft des Swat (NW-Himalaya)*. - Gießener Geogr. Schr., H. 3.
- FINKE, L. (1986): *Landschaftsökologie. Das Geographische Seminar*. Braunschweig.
- FINSTERWALDER, R. (1938): *Die geodätischen, gletscherkundlichen und geographischen Ergebnisse der deutschen Himalaya-Expedition 1934 zum Nanga Parbat*. - Deutsche Forschung Bd. 2, DFG. Berlin.
- FINSTERWALDER, R. et al. (1935): *Forschung am Nanga Parbat. Deutsche Himalaya-Expedition 1934*. - Sonderveröff. Geogr. Ges. Hannover.
- FISCHBACHER, G. (1956): *Über das Waldweideproblem und die Bergbauernfrage*. - Bayer. Landw. Jahrb. 1956, 1-99.
- FISCHER, D. (1970): *Waldverbreitung, bäuerliche Waldwirtschaft und kommerzielle Waldnutzung im östlichen Afghanistan*. - Afghanische Studien 2, Meisenheim.
- FISCHER, K. (1979): *Die vertikale natur- und kulturräumliche Gliederung des Landes Südtirol*. - Innsbrucker Geogr. Stud. 6, 293-305.
- FLIRI, F. (1967): *Über die klimatologische Bedeutung der Kondensationshöhe im Gebirge*. - Die Erde 98, 203-210.
- FLIRI, F. (1975): *Das Klima der Alpen im Raume von Tirol*. - Monographien zur Landeskunde Tirols 1. Innsbruck, München.
- FLOHN, H. (1953a): *Zur Meteorologie des Nanga Parbat*. - Nanga Parbat, 171-192. München.
- FLOHN, H. (1953b): *Hochgebirge und allgemeine Zirkulation. II. Die Gebirge als Wärmequellen*. - Arch. f. Met., Geophys. u. Bioklim., Serie A, 5, 265-279.
- FLOHN, H. (1955): *Zur vergleichenden Meteorologie der Hochgebirge*. - Arch. Meteor. Geophys. Biokl. B 6, 193-206.
- FLOHN, H. (1956a): *Der indische Monsun als Glied der planetarischen Zirkulation der Atmosphäre*. - Ber. d. Dt. Wetterdienstes 22, 134-139.
- FLOHN, H. (1956b): *Zum Klima der Hochgebirge Zentralasiens II*. - Met. Rdsch. 9, 85-88.
- FLOHN, H. (1958): *Beiträge zur Klimakunde Hochasiens*. - Erdkunde 12, 294-308.
- FLOHN, H. (1959): *Bemerkungen zur Klimatologie von Hochasien. Aktuelle Schneegrenze und Sommerklima*. - Akad. Wiss. u. Lit. Mainz, Abh. Math.-Nat. Kl. 14, 1409-1431. Mainz.
- FLOHN, H. (1960): *Recent investigations on the mechanism of the summer monsoon of Southern and Eastern Asia*. In: *Symp. on monsoons of the world, Delhi 1958*. Ind. Met. Dept., 75-88. New Delhi.

- FLOHN, H. (1965): Comments on a synoptic climatology of southern Asia. - WMO Techn. Note No. 69, 245-252.
- FLOHN, H. (1968): Contributions to a meteorology of the Tibetan Highlands. Colorado State Univ., Atm. Sc. Paper 130, 120pp. Fort Collins.
- FLOHN, H. (1969): Zum Klima und Wasserhaushalt des Hindukush und der benachbarten Hochgebirge. - Erdkunde 23, 205-215.
- FLOHN, H. (1970a): Elements of a climatology of the Indo-Pakistan subcontinent. In: FLOHN, H., HANTEL, M. & E. RUPRECHT (eds.): Investigations on the Indian monsoon climate. - Bonner Met. Abh. 14, 5-28.
- FLOHN, H. (1970b): Beiträge zur Meteorologie des Himalaya. In: HELLMICH, W. (Hrsg.): Khumbu Himal, Bd. 7/2, 25-45. Innsbruck.
- FLOHN, H. (1971): Beiträge zur vergleichenden Meteorologie der Hochgebirge. - Annalen d. Meteorologie 5, 9-16.
- FLOHN, H. (1987): Recent investigations on the climatogenetic role of the Quinghai-Xizang Plateau: now and during the late Cenozoic. In: HÖVERMANN, J. & W. WANG (eds.): Reports on the Quinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Sino - W.-German Scientific Expedition 1981, 387-416. Beijing.
- FONTUGNE, M.R. & J.C. DUPLESSY (1986): Variations of the monsoon regime during the upper Quaternary: evidence from carbon isotopic record of organic matter in the North Indian ocean sediment cores. - Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 56, 69-88.
- Forest Research Institute Dehra Dun (ed.)(1961): 100 Years of Indian Forestry 1861-1961. Vol. 1: Souvenir, Vol. 2: Forests. Delhi.
- FRANZ, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. Stuttgart.
- FRASER-JENKINS, C.R. (1984): An introduction to fern genera of the Indian subcontinent. - Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot. 12, 2, 37-76.
- FREITAG, H. (1971a): Die natürliche Vegetation Afghanistans. - Beiträge zur Flora und Vegetation Afghanistans I. - Vegetatio 22, 285-344.
- FREITAG, H. (1971b): Studies in the natural vegetation of Afghanistan. - In: DAVIS, P.H. et al. (eds.): Plantlife of South West Asia, 89-106. Edinburgh.
- FREITAG, H. (1976): Flora und Vegetation. In: MALIK, M.U. & A. SCHIMMEL (Hrsg.): Pakistan. Das Land und seine Menschen. Geschichte, Kultur, Staat und Wirtschaft. Ländermonographien Bd. 6, 66-77. Tübingen u. Basel.
- FREITAG, H. (1982): Mediterranean characters of the vegetation in the Hindukush Mts., and their relationship between sclerophyllous and laurophyllous forests. - Ecol. Mediterranea 8, 381-388.
- FREITAG, H. (1986): Flora und Vegetation. In: BUCHERER, P. & C. JENTSCH (Hrsg.): Afghanistan - Ländermonographie, 65-87. Liestal.
- FRENZEL, B. (1991): The history of flora and vegetation during the Quaternary. - Fortschr. d. Botanik 52, 359-380.
- FRIEDEL, H. (1952): Gesetze der Niederschlagsverteilung im Hochgebirge. - Wetter u. Leben 4, 73-86.
- FRIEDEL, H. (1961): Schneedeckendauer und Vegetationsverteilung im Gelände. - Mitt. forstl. BVA Mariabrunn 59, 317-369.

- FROEHLICH, J. (1963): Bryophyten aus Afghanistan und Nordwest-Pakistan. - Ann. Naturhist. Mus. Wien 67, 149-158.
- GANSSER, A. (1964): Geology of the Himalayas. London.
- GANSSER, A. (1979): Reconnaissance visit to the ophiolites in Baluchistan and the Himalaya. In: FARAH, A. & K.A. DE JONG (eds.): Geodynamics of Pakistan, 193-214. Geol. Surv. of Pakistan, Quetta.
- GANSSER, A. (1981): The timing and significance of orogenic events in the Himalaya. In: LIU DONG-SHENG (ed.): Geological and ecological studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. 1. Beijing-New York.
- GANZENMÜLLER, K. (1881): Über Klima, Pflanzen- und Tierwelt in dem Centralzug des nordwestlichen Himalaya. - Ztschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 16, 385-420.
- GANZENMÜLLER, K. (1887): Kashmir - sein Klima, seine Pflanzen- und Tierwelt. - Mitt. Geogr. Ges. Wien 30, 579-596.
- GERRARD, A.J. (1990): Mountain environments. An examination of the physical geography of mountains. London.
- GHAZANFAR, M. & M.N. CHAUDHRY (1985): Geology of Bhunja-Battakundi area, Kaghan Valley, District Mansehra, Pakistan. - Geol. Bull. of the Punjab Univ. 20, 76-105. Lahore.
- GHAZANFAR, M. et al. (1986): The geology and structure of Balakot area, District Mansehra, Pakistan. - Geol. Bull. of the Punjab Univ. 21, 30-49. Lahore.
- GHAZANFAR, M. et al. (1990): The stratigraphic framework of NW-Himalaya along the Kaghan Valley section, Pakistan. In: SINHA, A.K. (ed.): Himalayan orogen and the global geotectonics, chapter 19, 305-329. Wadia Inst. of Himalayan Geology, Dehra Dun, India.
- GHILDYAL, B.P. (1981): Soils of Garhwal and Kumaun Himalaya. In: LALL, J.S. & A.D. MODDIE (eds.): The Himalaya - Aspects of Change, 120-137. Delhi.
- GIEL-EGETEMAYER, H. (1987): Die Naturverjüngung der Tannen-Urwälder im feucht-gemäßigten Bergmischwald des Pakistan. Himalaya. Dipl.-Arb., Forstl. Fak. Univ. München. (unveröff.).
- GILLI, A. (1957): Beiträge zur Flora des Karakorum. - Österr. Bot. Z. 104, 303-312.
- GILLI, A. (1977): Die Waldgebiete im Osten Afghanistans. - Feddes Rep. 88, 375-387.
- GILMOUR, D.A. (1988): Not seeing the trees for the forest: a re-appraisal of the deforestation crisis in two hill districts of Nepal. - Mountain Res. & Developm. 8, 4, 343-350.
- GILMOUR, D.A., KING, G.C. & R.J. FISHER (1987): Action research into socio-economic aspects of forest management. In: SHEIKH, M.I. et al. (eds.): Role of forest research in solving socio-economic problems in the Himalayan region, 41-48. Pak. For. Inst., Peshawar.
- GLOVER, H.M. (1931): 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, 325-340.
- GLOVER, H.M. (1944): Erosion in Punjab. Its causes and cure. A survey of soil conservation. 143pp. Lahore.
- GORRIE, R.M. (1933): The Sutlej Deodar, its ecology and timber production. - Ind. For. Rec., Silvicult., 17, 4, 1-140.

- GORRIE, R.M. (1937): Tree lopping on a permanent basis. - *Ind. For.* 63, 1, 29-31.
- GORRIE, R.M. (1938): Pressure of population and misuse of land in the Punjab. - *Scott. Geogr. Mag.* 54, 284-295.
- GRECO, A. (1989): Tectonics and metamorphism in the Western Himalayan syntaxis area. Diss. ETH Zürich.
- GRECO, A. et al. (1989): The crystalline rocks of the Kaghan Valley (NE-Pakistan). - *Eclogae Geol. Helv.* 82, 2, 629-653.
- GREINERT, U. & H. HEIDT (1987): Das Relief als geoökologischer Faktor. - *Geowissensch. i. uns. Zeit* 5, 174-182.
- GRIFFIN, D.M., SHEPHERD, K.R. & T.B.S. MAHAT (1988): Human impact on some forests of the middle hills of Nepal, Part 5. Comparisons, concepts, and some policy implications. - *Mountain Res. & Developm.* 8, 1, 43-52.
- GRISEBACH, A. (1868): Über die Gramineen Hochasiens. - *Nachr. v. d. Kgl. Ges. d. Wiss. u. d. Georg-August-Univ. zu Göttingen* 3, 61-93.
- GRÖTZBACH, E. (1982): Das Hochgebirge als menschlicher Lebensraum. - *Eichstätter Hochschulreden* 33. München.
- GRÖTZBACH, E. (1984): Bagrot - Beharrung und Wandel einer peripheren Talschaft im Karakorum. - *Die Erde* 115, 305-321.
- GRÖTZBACH, E. (1985): Autostraßen durchbrechen die Isolation der Täler. Im Himalaya gefährdet der Verkehr die traditionelle Kultur. - *Forschung-Mitt. d. DFG* 2/85, 13-16.
- GRÖTZBACH, E. (1989): Kaghan - Zur Entwicklung einer peripheren Talschaft im Westhimalaya (Pakistan). In: HASERODT, K. (Hrsg.): *Hochgebirgsräume Nordpakistans im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Reg. Geogr.*, H. 2, 1-18. TU Berlin.
- GRÖTZBACH, E. (1990): Man and environment in the West Himalaya and the Karakoram. - *Universitas* 32, 17-26.
- GRUNOW, J. (1955): Der Niederschlag im Bergwald. Niederschlagszurückhaltung und Nebelzuschlag. - *Forstwiss. Cbl.* 74, 21-36.
- GRUNOW, J. & H. TOLLNER (1969): Nebelniederschlag im Hochgebirge. - *Arch. Met. Geophys. Bioklimat. B*, 17, 201-228.
- GUPTA, A.C. (1963): Annual precipitation and the vegetation of the dry temperate coniferous region of NW-Himalayas. - *J. Ind. Bot. Soc.* 42, 313-318.
- GUPTA, H.P. et al. (1985): Palynostratigraphy and palaeoenvironments of Kashmir Hirpur Loc. III. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): *Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years*, 75-90. New Delhi.
- GUPTA, R.D. (1989): Impact of environment on soil profiles from North West Himalayas. A case study of Kangra area of Himachal Himalaya. In: CHADHA, S.K. (ed.): *Environmental Holocaust in Himalaya*, 230-255. New Delhi.
- GUPTA, R.K. (1962): Some observations on the plants of the South Indian hill tops (Nilgiri and Palni plateaus) and their distribution in the Himalayas. - *J. Ind. Bot. Soc.* 41, 1, 1-15.
- GUPTA, R.K. (1964a): Forest types of Garhwal Himalaya in relation to edaphic and geological factors. - *J. Soc. Indian Forester* 4, 147-160.

- GUPTA, R.K. (1964b): Bioclimatic types of the Western Himalaya and their analogous types towards the mountain chains of the Alps and the Pyrenees. - *Ind. For.* 90, 8, 551-577.
- GUPTA, R.K. (1966): Studies on the succession of the oak-conifer forests of the Garhwal Himalayas. - *Trop. Ecol.* 7, 67-81.
- GUPTA, R.K. (1972): Boreal and arcto-alpine elements in the flora of Western Himalayas. - *Vegetatio* 24, 1-3, 159-175.
- GUPTA, R.K. (1974): Synecology of the grass cover and parallelism with forest types in Garhwal Himalaya. - *Ind. For.* 100, 499-510.
- GUPTA, R.K. (1978): Impact of human influences on the vegetation of the Western Himalayas. - *Vegetatio* 37, 111-118.
- GUPTA, R.K. (1982): Mediterranean influence in the flora of Western Himalayas. In: PALIWAL, G.S. (ed.): *The vegetational wealth of the Himalayas.*, 75-93. New Delhi.
- GUPTA, R.K. (1983): *The Living Himalayas. Vol. 1: Aspects of environment and resource ecology of Garhwal.* New Delhi.
- GUPTA, R.K. (1989): *The Living Himalayas. Vol. 2: Aspects of plant explorations and phytogeography.* New Delhi.
- GUPTA, R.K. & P.C. NANDA (1970): Grassland types and their ecological succession in the Western Himalayas. - *Proc. XI. Intern. Grassland Congr.*, 10-13, St. Lucia. Univ. of Queensland Press.
- GUPTA, R.K. & J.S. SINGH (1962): Succession of vegetation types in Tons Valley of the Garhwal Himalaya. - *Ind. For.* 88, 289-296.
- GUPTA, V.C. & P. KACHROO (1983): Life-form classification and biological spectrum of the flora of Yusmarg, Kashmir. - *Trop. Ecol.* 24, 1, 22-28.
- GYR, H. (1949): Karakorum-Expedition 1947. In: *Schweiz. Stifg. f. Alp. Forsch. (Hrsg.): Berge der Welt, Bd. 4*, 3-95. Bern.
- HAFFNER, W. (1968): The three dimensional pattern of climate, vegetation and land use in the Himalayas. In: *UNESCO 1968 Regional Seminar on the Ecology of Tropical Highlands*, 19-24. Kathmandu.
- HAFFNER, W. (1972): Khumbu Himalaya. *Landschaftsökologische Untersuchungen in den Hochtälern des Mt. Everest-Gebietes.* - *Erdwiss. Forsch.* 4, 244-262.
- HAFFNER, W. (1979): Nepal Himalaya. *Untersuchungen zum vertikalen Landschaftsaufbau Zentral- und Ostnepals.* *Erdwiss. Forsch.* 12, Wiesbaden.
- HAFFNER, W. (1982): Die Gebirge und Hochländer der Tropen und Subtropen. In: *Gießener Beitr. z. Entwicklungsforsch., Reihe I, Bd. 8*, 1-33. Gießen.
- HAFFNER, W. (1986): Von der angepaßten Nutzung zur Übernutzung des Naturpotentials - das Beispiel Gorkha. In: *KÖLVER, B. & S. LIENHARD (Hrsg.): Formen kulturellen Wandels und andere Beiträge zur Erforschung des Himalaya. Coll. d. Schwerp. Nepal, Heidelberg 1984*, 343-364. St. Augustin.
- HAHN, D.G. & S. MANABE (1975): The role of mountains in the South Asian monsoon circulation. - *J. Atmosph. Sci.* 32, 8, 1515-1541.
- HAHN, D.G. & J. SHUKLA (1976): An apparent relationship between Eurasian snow cover and Indian monsoon rainfall. - *J. Atmosph. Sci.* 33, 2461-2462.

- HAMILTON, L.S. (1987): What are the impacts of Himalayan deforestation on the Ganges-Brahmaputra lowlands and delta? - Assumptions and facts. - *Mountain Res. & Developm.* 7, 3, 256-263.
- HANDEL-MAZZETTI, H.Frh.v. (1931): Die pflanzengeographische Gliederung und Stellung Chinas. - *Bot. Jb. Engler* 64, 304-323.
- HANIF, M. & B.H. SHAH (1989): The effect of land uses on the permeability and physical characteristics of soil in different regions of northern watersheds. - *Pak. J. For.* 39, 4, 209-221.
- HARA, H. (1972): Corresponding taxa in North America, Japan and the Himalayas. In: VALENTINE, D.H. (ed.): *Taxonomy, Phytogeography and Evolution*, pp. 61-72. London.
- HARA, H., STEARN, W.T. & L.H.J. WILLIAMS (1978): An enumeration of the flowering plants of Nepal. Bd. 1. London.
- HARA, H. & L.H.J. WILLIAMS (1979): An enumeration of the flowering plants of Nepal. Bd. 2. London.
- HARA, H., CHATER, A.O. & L.H.J. WILLIAMS (1982): An enumeration of the flowering plants of Nepal. Bd. 3. London.
- HARTMANN, H. (1966): Beiträge zur Kenntnis der Flora des Karakorum. - *Engl. Bot. Jahrb.* 85, 2 u. 3, 259-328 u. 329-409.
- HARTMANN, H. (1968): Über die Vegetation des Karakorum. 1. Teil: Gesteinsfluren, subalpine Strauchbestände und Steppengesellschaften im Zentral-Karakorum. - *Vegetatio* 15, 297-387.
- HARTMANN, H. (1972): Über die Vegetation des Karakorum. 2. Teil: Rasen- und Strauchgesellschaften im Bereich der alpinen und der höheren subalpinen Stufe des Zentral-Karakorum. - *Vegetatio* 24, 1-3, 91-157.
- HARTMANN, H. (1983): Pflanzengesellschaften entlang der Kashmirroute in Ladakh. - *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 48, 131-173.
- HARTMANN, H. (1984): Neue und wenig bekannte Blütenpflanzen aus Ladakh mit einem Nachtrag zur Flora des Karakorum. - *Candollea* 39, 507-537.
- HARTMANN, H. (1987): Pflanzengesellschaften trockener Standorte aus der subalpinen Stufe im südlichen und östlichen Ladakh. - *Candollea* 42, 277-326.
- HASERODT, K. (1980): Zur Variation der horizontalen und vertikalen Landschaftsgliederung in Chitral. In: JENTSCH, C. & H. LIEDTKE (Hrsg.): *Höhengrenzen in Hochgebirgen*, 233-250. Saarbrücken.
- HASERODT, K. (1984a): Abflußverhalten der Flüsse mit Bezügen zur Sonnenscheindauer und zum Niederschlag zwischen Hindukusch (Chitral) und Hunza-Karakorum (Gilgit, Nordpakistan). - *Mitt. Geogr. Ges. München* 69, 129-161.
- HASERODT, K. (1984b): Aspects of the actual climatic conditions and historic fluctuations of glacier in Western Karakorum. - *J. of Central Asia* 7, 2, 77-94.
- HASERODT, K. (1989a): Chitral (pakistanischer Hindukusch). Strukturen, Wandel und Probleme eines Lebensraumes zwischen Gletschern und Wüste. In: HASERODT, K. (Hrsg.): *Hochgebirgsräume Nordpakistan im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Reg. Geogr. H. 2*, 43-180. TU Berlin.

- HASERODT, K. (1989b): Zur pleistozänen und postglazialen Vergletscherung zwischen Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. In: HASERODT, K. (Hrsg.): Hochgebirgsräume Nordpakistans im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Reg. Geogr. H. 2, 181-233. TU Berlin.
- HAVLIK, D. (1969): Die Höhenstufe maximaler Niederschlagssummen in den Westalpen. Nachweis und dynamische Begründung. - Freiburger Geogr. Hefte 7.
- HEBER, R. (1849): Narrative of a journey through the upper provinces of India. 2nd Ed., London.
- HENNIKER-GOTLEY, G.R. (1932): Revised working plan of the Kaghan forests, Hazara, N.W.F.P., 1931-1960. Peshawar.
- HERMES, K. (1955): Die Lage der oberen Waldgrenze in den Gebirgen der Erde und ihr Abstand zur Schneegrenze. - Kölner Geogr. Arb. 5.
- HERZHOFF, B. & H. SCHNITZLER (1981): Die subalpinen Birken-*Rhododendron*-Wälder im Dagwan-Tal/West-Himalaya. - Mitt. d. Dtsch. Dendrolog. Ges. 72, 171-186.
- HESKE, F. (1929): Beitrag zur Kenntnis der Waldzonen des Westhimalaya. - Acta Forestalia Fennica 34, 1-30.
- HESKE, F. (1930a): Landwirtschaft und Wald im West-Himalaya. - Fortschr. d. Landwirtsch. 14/15, 485-490 u. 517-521. Berlin.
- HESKE, F. (1930b): Der tropische Monsunwald des West-Himalaya und seine wirtschaftliche Bedeutung. - Tharandt. Forstl. Jahrb. 81, 389-419. Berlin.
- HESKE, F. (1931): Probleme der Walderhaltung im Himalaya. - Tharandt. Forstl. Jahrb. 82, 8, 545-594. Berlin.
- HESKE, F. (1932): Die Wälder in den Quellgebieten des Ganges und der Plan zu ihrer geregelten Bewirtschaftung. - Tharandt. Forstl. Jahrb. 83, 473-504, 535-631, 647-707. Berlin.
- HESKE, F. (1944): Die Wälder Vorderindiens und ihre wirtschaftliche Bedeutung. - Mitt. Geogr. Ges. Hamburg 48, 313-400.
- HEYWARD, F. (1937): The effect of frequent fires on profile development of longleaf pine forest soils. - J. For. 35, 23-27.
- HIGUCHI, K. et al. (1982): Characteristics of precipitation during the monsoon season in high-mountain areas of the Nepal Himalaya. In: GLEN, J.W. (ed.): Hydrological aspects of alpine and high mountain areas. Intern. Ass. Hydrol. Sci., Publ. 138, 21-30.
- HILL, S.A. (1885): Das Klima des nordwestlichen Himalaya und die Temperatur in Nordwest-Indien. - Ztschr. Österr. Ges. Met. 20, 281-296. Wien.
- HÖVERMANN, J. & H. SÜSSENBERGER (1986): Zur Klimageschichte Hoch- und Ostasiens. - Berliner Geogr. Studien 20, 173-186.
- HOFFMEISTER, W. (1847): Briefe aus Indien. (Nach dessen nachgelassenen Briefen und Tagebüchern herausgegeben von Dr. A. Hoffmeister). Mit einer Vorrede von C. Ritter. Braunschweig. 393 pp.
- HOFFPAUIR, R. (1978): Subsistence strategy and its ecological consequences in the Nepal Himalaya. - Anthropos 73, 1/2, 215-252. Freiburg/Schweiz.
- HOLLAND, L.B. & H.M. GLOVER (1931): Erosion in the Punjab Himalaya and its probable effect on water supplies. - Ind. For. 57, 8-20.

- HOLMES, J. & F. STREET-PERROTT (1989): The quaternary glacial history of Kashmir, North-West Himalaya: A revision of de Terra and Paterson's sequence. - *Ztschr. f. Geomorph.*, Suppl.-Bd. 76, 195-212.
- HOLTMEIER, F.K. (1969): Zur Waldgrenze im Oberengadin. - *Bündnerwald* 23, 65-94.
- HOLTMEIER, F.K. (1971): Der Einfluß der orographischen Situation auf die Windverhältnisse im Spiegel der Vegetation. - *Erdkunde* 25, 178-195.
- HOLTMEIER, F.K. (1972): The influence of animal and man on the alpine timberline. In: TROLL, C. (ed.): *Geocology of the high mountain regions of Eurasia*, 93-97. Wiesbaden.
- HOLTMEIER, F.K. (1974): Geoökologische Beobachtungen und Studien an der subarktischen und alpinen Waldgrenze in vergleichender Sicht. - *Erdwiss. Forsch.* 8. Wiesbaden.
- HOLTMEIER, F.K. (1980): The influence of wind on tree physiognomy of the upper timberline in the Colorado Front Range. In: *Proc. IUFRO-workshop*, Nov. 1979, Christchurch, New Zealand. New Zealand Forest Service Techn. Paper 70, 247-261.
- HOLTMEIER, F.K. (1981): What does the term "krummholz" really mean? Observations with special reference to the Alps and the Colorado Front Range. - *Mountain Res. & Developm.* 1, 3-4, 253-260.
- HOLTMEIER, F.K. (1985): Die klimatische Waldgrenze - Linie oder Übergangssaum (Ökoton)? Ein Diskussionsbeitrag unter besonderer Berücksichtigung der Waldgrenzen in den mittleren und hohen Breiten der Nordhalbkugel. - *Erdkunde* 39, 4, 271-285.
- HOLTMEIER, F.K. (1986): Die obere Waldgrenze in den Alpen unter den Einflüssen natürlicher Faktoren und des Menschen. - *Abh. a. d. Westfäl. Mus. f. Naturkunde zu Münster* 48, 2/3, 395-412.
- HOLTMEIER, F.K. (1987): Der Baumwuchs als klimaökologischer Faktor an der oberen Waldgrenze. - *Münstersche Geogr. Arb.* 27, 145-151.
- HOLTMEIER, F.K. (1989): Ökologie und Geographie der oberen Waldgrenze. - *Ber. d. Reinh. Tüxen-Ges.* 1, 15-45. Göttingen.
- HOLTMEIER, F.K. (1990): Disturbance and management problems in Larch-Cembra Pine forests in Europe. In: *Proc. Symp. on Whitebark Pine Ecosystems: Ecology and management of a high-mountain resource*, Bozeman, Montana, 25-36. USDA, Forest Service, Gen. Techn. Rep. INT-270.
- HOOKER, J.D. (1848/49): Notes of a tour in the plains of India, the Himalaya, and Borneo; being extracts from private letters. London.
- HOOKER, J.D. (1852a): On the climate and vegetation of the temperate and cold regions of East Nepal and the Sikkim Mountains. - *J. Horticult. Soc. London* 7, 69-131.
- HOOKER, J.D. (1852b): Notes, chiefly botanical, made during an excursion from Dardjeeling to Tongló, a lofty mountain on the confines of Sikkim and Nepal. - *J. Horticult. Soc. London*, 1-24.
- HOOKER, J.D. (1862): On the cedars of Lebanon, Taurus, Algeria and India. - *Nat. Hist. Rev.* 2, 11-18.
- HOOKER, J.D. (1872-97): *Flora of British India*. Vol. 1-7. London.
- HOOKER, J.D. (1906): *A sketch of the flora of British India*. Oxford.
- HOOKER, J.D. & T. THOMSON (1855): *Flora Indica*. London.

- HOON, R.C. (1936): Distribution of sesquioxides, silica and organic matter in forest soil profiles in Kulu hill area. - *Ind. For. Rec. (N.S.)* 1, 3, 347-365, 1935.
- HOON, R.C. (1938): Study of the soils in the hilly areas of Kashmir - an investigation of soil profiles under deodar, blue pine, silver fir and chir. - *Ind. For. Rec. (N.S.)* 3, 6, 195-261.
- HOON, R.C. & C.L. DHAWAN (1941): A study of the carbon:nitrogen relationship of soils from the typical coniferous forests of the Himalayas. - *J. Ecol.* 29, 193-203.
- HOON, R.C. & C.L. DHAWAN (1950): Natural flora as an index of soil quality. - *Ind. J. Agric. Sci.* 20, 185-196.
- HOPE, C.W. (1899-1904): The ferns of North-Western India (incl. Afghanistan, the Trans-Indus protected states and Kashmir). - *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 12, 315-321, 527-538, 621-633; 13, 25-36, 236-251, 443-461, 657-671; 14, 119-127, 252-266, 458-480, 720-749; 15, 78-111, 415-429.
- HORMANN, K. (1986): Berechnete Niederschlagskarten der Himalaya-Länder. - *Göttinger Geogr. Abh.* 81, 167-183.
- HSÜ J. (1976): On the palaeobotanical evidence of continental drift and Himalayan uplift. - *Palaeobotanist* 25, 131-145.
- HSÜ J. (1981): Vegetational changes in the past and the uplift of Qinghai-Xizang Plateau. In: LIU DONG-SHENG (ed.): *Geological and ecological studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Vol. I, 139-144. Beijing-New York.
- HÜGEL, C.Frh.v. (1840-44): *Kashmir und das Reich der Siek*. 4 Bde. Stuttgart.
- HÜGEL, C.Frh.v. (1850): Das Kabul-Becken und die Gebirge zwischen dem Hindukush und dem Sutlej. - *Denkschr. d. Kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien, Phil.-Hist. Kl., Bd. II*, 119-190.
- HUQ, M.S. (1978): The southwest monsoon over the subcontinent of India, Pakistan and Bangladesh - a survey. - *Ind. J. Met., Hydrol. a. Geophys.* 29, 1/2, 109-117.
- HUSS, H. (1978): Über Flora und Vegetation des Wakhan und "Großen Pamir". In: SEN-ARCLENS DE GRANCY, R. & R. KOSTKA (Hrsg.): *Großer Pamir. Österr. Forschungsunternehmen 1975 in den Wakhan-Pamir/Afghanistan*, 167-192. Graz.
- HUSSAIN, I. (1968): Role of alpine grazing lands in the management of watersheds in West Pakistan. In: *Proc. First West Pakistan Watershed Management Conference*, 205-212. Pak. For. Inst., Peshawar.
- IHA, M.N., RATHORE, R.K. & P. PANDE (1984): Soil factor affecting the natural regeneration of silver fir and spruce in Himachal Pradesh. - *Ind. For.* 110, 3, 293-297.
- INAYATULLAH, M. (1969): The forests of Jammu and Kashmir. - *Beitr. z. trop. u. subtrop. Landwirtsch. u. Tropenveter.-Med.* 7, 3, 275-283.
- INAYATULLAH, M. & B.L. TICKU (1964): A preliminary study of the forest typology of Jammu & Kashmir. - *Ind. For.* 90, 6, 332-341.
- INAYATULLAH, M. & B.L. TICKU (1965): Ecological study of the forest types in Lolab Valley and adjoining areas. - *Ind. For.* 91, 8, 538-547.
- IVES, J.D. (1984): The Himalaya-Ganges problem in the context of peace and resource-use conflict management. - *Mountain Res. & Developm.* 4, 4, 363-365.
- IVES, J.D. (1987): The theory of Himalayan environmental degradation: its validity and application challenged by recent research. - *Mountain Res. & Developm.* 7, 3, 189-199.

- IVES, J.D. & B. MESSERLI (1989): The Himalayan Dilemma: Reconciling development and conservation. London.
- IVES, J.D., MESSERLI, B. & M. THOMPSON (1987): Research strategy for the Himalayan region. Conference conclusions and overview. - Mountain Res. & Developm. 7, 3, 332-344.
- JACQUEMONT, V. (1841-44): Voyage dans l'Inde, pendant les années 1828 à 1832. 4 Vols, Paris.
- JÄGER, E. (1968): Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. - Feddes Repert. 79, 157-335.
- JÄTZOLD, R. (1962): Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. - Tübinger Geogr. Stud., Sonderbd. 1, 89-108.
- JAGANNATHAN, P. (1948): Regression of climatic elements on latitude, longitude and elevation in India. - India Met. Dept., Scientific Notes, Vol. 10, No. 121/122. 118pp.
- JAIN, K.K. (1975): A taxonomic revision of the Himalayan firs. - Ind. For. 101, 199-204.
- JAIN, K.K. (1976): A taxonomic revision of the Himalayan junipers. - Ind. For. 102, 2, 109-117.
- JAMESON, Dr. (1854): On the physical aspect of the Punjab - its agriculture and botany. - J. Agr. Hort. Soc. India 8, 162-197.
- JAMWALL, H.S. (1932): The eradication of *Parrotia jacquemontiana* from the conifer forests of Kashmir. - Ind. For. 58, 317-322.
- JANAKI AMMAL, E.K. (1960): The effect of the Himalayan uplift on the genetic composition of the flora of Asia. - J. Ind. Bot. Soc. 39, 327-334.
- JAVEID, G.N. (1978): Forest Flora of Kashmir: A check list I. - Ind. For. 104, 772-779.
- JAVEID, G.N. (1982): Phytosociological survey and fodder resources of Kashmir grazing lands. In: PALIWAL, G.S. (ed.): The vegetational wealth of the Himalayas, 26-36. Delhi.
- JETTMAR, K. (1977): Sozialer Wandel am Karakorum Highway. - Indo-Asia 19, 1, 48-55.
- JOHNSTON, A. & I. HUSSAIN (1963): Grass cover types of West Pakistan. - Pak. J. For. 13, 239-247.
- JOSHI, H.B. (1986): Problems of environmental conservation in the Himalayas. - Ind. For. 112, 7, 557-562.
- JOSHI, S.C. (ed.)(1986): Nepal-Himalaya: Geo-ecological perspectives. Nainital.
- KACHROO, P., SAPRU, B.L. & U. DHAR (1978): Flora of Ladakh. Dehra Dun.
- KADDAH, M.T. (1967): Land form and use and characteristics of some soils in Nepal. - Soil Science 104, 5, 350-357.
- KADOTA, T. & M. MORITA (1983): Forest utilization and its consequences in a rural society - a case study of a mountain village in Central Nepal. - Bull. of the Kyoto Univ. Forests 55, 148-161. Kyoto.
- KANAI, H. (1963): Phytogeographical observations on the Japano-Himalayan elements. - J. Fac. Sci. Univ. Tokyo, Sect. 3, Bot. 8, 8, 305-339.
- KARAN, P.P. & S. IJIMA (1985): Environmental stress in the Himalaya. - Geogr. Rev. 75, 71-92.

- KARL, J. & W. DANZ (1969): Der Einfluß des Menschen auf die Erosion im Bergland. - Schriftenr. Bayr. Landesstelle f. Gewässerkrde., München.
- KASHYAP, S.R. (1925): The vegetation of the Western Himalayas and Western Tibet in relation to their climate. - J. Ind. Bot. Soc. 4, 9/10, 327-334.
- KASHYAP, S.R. (1929/32): Liverworts of the Western Himalayas and the Punjab plain; Part I & II. Lahore.
- KASHYAP, S.R. (1932): Some aspects of the alpine vegetation of the Himalaya and Tibet. Proc. 19th Ind. Sci. Congr. 1932, 13-65.
- KAUL, V. & H.U. DAR (1985): Changing vegetation of Kashmir. In: HUSAIN, M. et al. (eds.): Geography of Jammu and Kashmir. Some Aspects, 45-59. New Delhi.
- KAUL, V. & Y.K. SARIN (1971): The phytosociology of some alpine meadows in N.W. Himalayas. - Vegetatio 23, 361-368.
- KAUL, V. & Y.K. SARIN (1974): Studies on the vegetation of the Bhaderwah Hills. I. Altitudinal zonation. - Bot. Notiser 127, 4, 500-507.
- KAUL, V. & Y.K. SARIN (1976): Life-form classification and the biological spectrum of the flora of Bhaderwah. - Trop. Ecol. 17, 2, 132-139.
- KAUL, V. & Y.K. SARIN (1982): Some ecological observations on the vegetation of Bhaderwah with a special mention of the vegetable raw materials of the area. In: PALIWAL, G.S. (ed.): The vegetational wealth of the Himalayas, 37-47. Delhi.
- KAZMI, S.M.A. (1970): Flora of West Pakistan and adjoining areas, Vol. I-IV. Ed. by FIELD, H. & E.M. LAIRD (Vol. I), by FIELD, H. & W. GILLIS (Vol. II-IV). Field Research Products, Study Nos. 30, 31, 43, 44. Miami, Florida.
- KENOYER, L.A. (1921): Forest formations and successions of the Sat Tal Valley, Kumaon Himalayas. - J. Ind. Bot. Soc. 1, 236-258.
- KENOYER, L.A. (1923/24): Waldformationen des westlichen Himalaya. Vegetationsbilder von Karsten und Schenck, Bd. 15, H. 1. Jena.
- KERSTAN, G. (1937): Die Waldverteilung und Verbreitung der Baumarten in Ost-Afghanistan und in Chitral. In: Deutsche im Hindukusch. Ber. d. Dtsch. Hindukusch-Expedition 1935 d. DFG, 141-167. Berlin.
- KHAN, A.H. (1957): Some plants of economic importance found in Pakistan II. Chirpine - *Pinus roxburghii* (Syn. *Pinus longifolia*). - Pak. J. For. 7, 44-48.
- KHAN, C.M.A. (1971): Range Management in Hazara District, NWFP. - Board of Economic Enquiry, NWFP, Publ. No. 64. Peshawar.
- KHAN, F.K. (1991): A geography of Pakistan. Environment, people and economy. Karachi-Oxford-New York.
- KHAN, M.A. (1970): Working Plan of the Upper Kaghan Guzara Forests 1967-68 to 1976-77. Govt. of West Pakistan, Peshawar.
- KHAN, M.H. (1978): Phytosociological studies in Chitral Gol. - Pak. J. For. 28, 2, 99-110.
- KHAN, M.L. (1958): A preliminary study of the atmospheric temperature in West Pakistan. - Pak. Geogr. Rev. 13, 1, 28-51.
- KHAN, M. & M. KLEINE (1990): Study on natural regeneration of Chir pine (*Pinus roxburghii* Roxb.). - Pak. J. For. 40, 1, 125-132.

- KHAN, N. (1968): Climates of West Pakistan according to Thornthwaites' system of classification of climates. - Pak. Geogr. Rev. 23, 1, 12-36. Lahore.
- KHAN, S.M. (1977): Ecological changes in the alpine pasture vegetation at Paya (Kaghan) due to complete protection from grazing. - Pak. J. For. 27, 3, 139-142.
- KHAN, S.M. (1981): Prospects of increasing animal products in Hazara Pre-investment Forestry Project. - Pak. J. For. 31, 1, 12-18.
- KHATANA, R.P. (1985): Gujara-Bakarwal transhumance in Jammu and Kashmir Himalayas: Responses of spring migrations. In: HUSAIN, M. et al. (eds.): Geography of Jammu & Kashmir. Some Aspects, 86-116. New Delhi.
- KHATTAK, G.M. (1970): The occurrence of natural regeneration in the fir (*Abies pindrow*) forests of Kaghan. - Pak. J. For. 20, 2, 157-162.
- KHATTAK, G.M. (1976): History of forest management in Pakistan I & II. - Pak. J. For. 26, 105-116 a. 161-170.
- KHATTAK, G.M. (1983): The watershed management program in Mansehra, Pakistan. In: HAMILTON, L.S. (ed.): Forest and watershed development and conservation in Asia and the Pacific, 359-409. Boulder, Colorado.
- KHATTAK, G.M. (1986): Forestry in Pakistan. Problems and challenges. In: ALI, S.L., VOELTER, W. & Z.H. ZAIDI (eds.): Die Naturwissenschaften in Pakistan. Ausgewählte aktuelle Beiträge, 96-106. Deutsch-Pak. Forum, Mayen.
- KHATTAK, G.M. (1987): Socio-economic issues affecting forest management of the Himalayan forests of Pakistan. In: SHEIKH, M.I. et al. (eds.): Role of forest research in solving socio-economic problems in the Himalayan region, 32-40. Proc. IUFRO-Symp. Pakistan Forest Inst., Peshawar, 17.-27.10. 1987.
- KHATTAK, G.M. (1991): Forest policy of Pakistan. Pak. For. Inst., Peshawar.
- KHURSHID ALAM, F.C. (1972): Distribution of precipitation in mountainous areas of West Pakistan. In: Proc. Int. Symp. on distribution of precipitation in mountainous areas. Vol. II, 290-306. World Met. Org., Geilo, Norway.
- KIKUCHI, T. & H. OHBA (1988a): Daytime air temperature and its lapse rate in the monsoon season in a Himalayan high mountain region. In: OHBA, H. & S.B. MALLA (eds.): The Himalayan Plants. Vol. 1. The University Museum, The University of Tokyo Bull. 31, 11-18.
- KIKUCHI, T. & H. OHBA (1988b): Preliminary study of alpine vegetation of the Himalayas, with special reference to small-scale distribution patterns of plant communities. - In: OHBA, H. & S.B. MALLA (eds.): The Himalayan Plants. Vol. 1. The University Museum, The University of Tokyo Bull. 31, 47-70.
- KITAMURA, S. (1964): Plants of West Pakistan and Afghanistan. Kyoto.
- KLAUCKE, B. & U. SCHICKHOFF (1988): Die Auswirkungen der Waldnutzung auf die Struktur und die Dynamik der Vegetation der Bergwälder im Helambu-Gebiet (Zentral-Himalaya). Dipl.-Arb., Inst. f. Geogr, Univ. Münster (unveröff.).
- KLEINE, M. (1988): Die Bedeutung des Waldes für Bergbauern in Pakistan. - Blick ins Land. Österr. Landwirtsch.-Ztg. Okt. 1988, 52-53.
- KLEINERT, C. (1983): Siedlung und Umwelt im zentralen Himalaya. Geoecological Research Vol. 4. Wiesbaden.

- KLINK, H.-J & R. GLAWION (1982): Die natürlichen Vegetationsformationen der Erde. - Geogr. Rdsch. 34, 10, 461-470.
- KLÖTZLI, F. (1975): Ökologische Besonderheiten *Pinus*-reicher Waldgesellschaften. - Schweiz. Z. Forstwes. 126, 672-710.
- KLOTZ, G. (1966): Beiträge zur Flora und Vegetation Indiens. - I. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-Nat. 15, 97-148.
- KNAPP, R. (1975): Zur Methodik der Untersuchung von Gesellschaftskomplexen mit Beispielen aus Hessen und Afrika. - Phytocoenologia 2, 3/4, 401-416.
- KOLLMANNSPERGER, F. (1979): Long-range landscape changes under the influence of man. - J. of the Nepal Research Centre 2/3, 69-80. Kathmandu.
- KOJIMA, S. (1990): A geobotanical study of *Ephedretum gerardianae* in North Central Nepal. - Phytocoenologia 19, 1, 93-108.
- KOTESWARAM, P. & N.S.B. RAO (1963): The structure of the Asian summer monsoon. - Austral. Met. Mag. 42, 34-55.
- KOYAMA, H., FUKUOKA, N. & H. OHBA (1982): Contributions towards the plant taxonomy and distribution in the Himalayan elements (2). - J. Japan. Bot. 57, 15-23.
- KREUTZMANN, H. (1987): Die Talschaft Hunza (Northern Areas of Pakistan). Wandel der Austauschbeziehungen unter Einfluß des Karakorum Highway. - Die Erde 118, 37-53.
- KREUTZMANN, H. (1989a): Hunza. Ländliche Entwicklung im Karakorum. - Abh. Anthropogeogr., Inst. f. Geogr. Wiss. FU Berlin, Bd. 44.
- KREUTZMANN, H. (1989b): Entwicklung und Bedeutung des Fremdenverkehrs in Hunza (Northern Areas, Pakistan). In: HASERODT, K. (Hrsg.): Hochgebirgsräume Nordpakistans im Hindukusch, Karakorum und Westhimalaya. Beitr. u. Mat. z. Regionalen Geographie, H. 2, 19-31. TU Berlin.
- KREUTZMANN, H. (1990): Oasenbewässerung im Karakorum. Autochthone Techniken und exogene Überprägung in der Hochgebirgsländwirtschaft Nordpakistans. - Erdkunde 44, 10-23.
- KREUTZMANN, H. (1991): The Karakoram Highway: the impact of road construction on mountain societies. - Modern Asian Studies 25, 711-736.
- KRISHNASWAMY, V.S., DABRAL, S.N. & PREM NATH (1957): Forest influences. Study of soil temperatures and humidity in the New Forest, F.R.I., Dehra Dun, Part I. - Ind. For. 83, 7, 416-450.
- KRIVONOGOVA, M.B. (1970): Cushion and thorny-cushion plants. Their geographical distribution and basic features. In: SUKACHEV, V.N. (ed.): Studies on the flora and vegetation of high-mountain areas, 257-268. Problems of Botany, Vol. 5, Acad. of Sci. of the USSR. Israel Program f. Scient. Transl., Jerusalem.
- KUHLE, M. (1982): Der Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaya. Ein Beitrag zur Geomorphologie extremer Hochgebirge. - Ztschr. f. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd. 41. Berlin.
- KUHLE, M. (1987): Physisch-geographische Merkmale des Hochgebirges: Zur Ökologie von Höhenstufen und Höhengrenzen. - Frankfurter Beitr. z. Didaktik d. Geogr. 10, 15-40.
- KUKKONEN, I. (1987): The genus *Carex* (*Cyperaceae*) in the Flora Iranica area. - Plant Syst. a. Evol. 155, 27-43.

- LABROUE, L., LEGRIS, P. & M. VIART (1965): Bioclimats du Sous-Continent indien. - Inst. Fr. Pondichery, Trav. Sect. Sci. Tech. 3, 3, 1-32.
- LALL, J.S. & A.D. MODDIE (eds.)(1981): The Himalaya. Aspects of change. Delhi-Bombay-Calcutta-Madras.
- LAMBERT, W.J. (1924): The eastern limit of the natural distribution of Deodar. - Ind. For. 50, 228-229.
- LANDOLT, E. (1983): Probleme der Höhenstufen in den Alpen. - Bot. Helv. 93, 2, 255-268.
- LARCHER, W. (1983): Ökophysiologische Konstitutionseigenschaften von Gebirgspflanzen. - Ber. Dt. Bot. Ges. 98, 73-85.
- LAUER, W. (1960): Klimadiagramme. Gedanken und Bemerkungen über Verwendung von Klimadiagrammen für die Typisierung und den Vergleich von Klimaten. - Erdkunde 14, 232-242.
- LEGRIS, P. (1963): La végétation de l'Inde: Écologie et flore. These Fac. Sci., Toulouse.
- LEIBUNDGUT, H. (1982): Europäische Urwälder der Bergstufe. Bern-Stuttgart.
- LESER, H. (1978): Landschaftsökologie. 2.Aufl., Stuttgart.
- LESER, H. (1988): Georelief. In: LESER, H. & H.J. KLINK (Hrsg.): Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25.000. - Forsch. z. Dt. Landeskde. 228, 43-63.
- LESER, H. (1989): Humanökologische und humangeographische Aspekte der Landschaftsökologie. - Regio Basiliensis 30, 2/3, 29-38.
- LESER, H. (1991): Landschaftsökologie. 3. Aufl., Stuttgart.
- LINCHEVSKY, A. & A.V. PROZOROVSKY (1949): The basic principles of the distribution of the vegetation of Afghanistan. - Kew Bull. 1, 179-214. London.
- LISS, B.M. (1988): Versuche zur Waldweide - der Einfluß von Weidevieh und Wild auf Verjüngung, Bodenvegetation und Boden im Bergmischwald der ostbayerischen Alpen. - Forstl. Forsch.-Ber. München Nr. 87. Schriftenr. Forstwiss. Fak. d. Univ. München u. d. Bayer. Forstl. Vers.- u. Forsch.-Anstalt.
- LISS, B.M. (1989): Report on short-term assignment at the Kaghan Intensive Forest Management Project, Abbottabad. GTZ, Eschborn.
- LLOYD, P.S. & S. LLOYD (1968): A study of the autecology of *Polygonum affine* D. Don in the Karakoram Mountains. - J. Ecol. 56, 3, 723-738.
- LONE, F.A., KHAN, M. & G.M. BUTH (1988): Five thousand years of vegetational changes in Kashmir. The impact of biotic factor. In: AGRAWAL, D.P., SHARMA, P. & S.K. GUPTA (eds.): Palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes in Asia during the last 4 million years, 165-168. New Delhi.
- LUDWIG, H. (1953): Regionale Typen im Jahresgang der Niederschläge in Vorderindien und ihre Beziehung zu Landschaftsgrundlagen. - Abh. a. d. Geb. d. Auslandskunde, Univ. Hamburg, Bd. 57, Reihe C. Hamburg.
- LUGHMANI, A.R. (1960): Revised Working Plan of Kaghan Reserved Forests, Hazara District, 1960-61 to 1974-75. Peshawar.
- LYDEKKER, R. (1882): Geology of North-West Kashmir and Khagan. - Rec. Geol. Surv. India 15.

- LYDEKKER, R. (1883): The geology of Kashmir and Chamba territories and the British district of Khagan. - Mem. Geol. Surv. India 22, 1-34.
- MADDEN, E. (1845): Brief observations on some of the pines and other coniferous trees of the Northern Himalaya. - J. Agr. Hort. Soc. India 4, 223-270.
- MADDEN, E. (1850): On Himalayan Coniferae - being a supplement to the "Brief Observations". - J. Agr. Hort. Soc. India 7, 75-161.
- MAGIN, R. (1949): Der Einfluß der Waldweide im oberbayerischen Hochgebirge auf Boden, Zuwachs und Ertrag des Waldes. Diss. Univ. München.
- MAHAT, T.B.S., GRIFFIN, D.M. & K.R. SHEPHERD (1986a): Human impact on some forests of the Middle Hills of Nepal. Part 1: Forestry in the context of the traditional resources of the state. - Mountain Res. & Developm. 6, 3, 223-232.
- MAHAT, T.B.S., GRIFFIN, D.M. & K.R. SHEPHERD (1986b): Human impact on some forests of the Middle Hills of Nepal. Part 2: Some major human impacts before 1950 on the forests of Sindhu Palchok and Kabhre Palanchok. - Mountain Res. & Developm. 6, 4, 325-334.
- MAHAT, T.B.S., GRIFFIN, D.M. & K.R. SHEPHERD (1987a): Human impact on some forests of the Middle Hills of Nepal. Part 3: Forests in the subsistence economy of Sindhu Palchok and Kabhre Palanchok. - Mountain Res. & Developm. 7, 1, 53-70.
- MAHAT, T.B.S., GRIFFIN, D.M. & K.R. SHEPHERD (1987b): Human impact on some forests in the Middle Hills of Nepal. Part 4: A detailed study in Southeast Sindhu Palchok and Northeast Kabre Palanchok. - Mountain Res. & Developm. 7, 2, 111-134.
- MAHENDRU, I.D. (1936): The problem of natural regeneration of silver fir. - Ind. For. 62, 5, 260-275.
- MAHESHWARI, P. & C. BISWAS (1970): *Cedrus*. - Bot. Monograph. 5. New Delhi.
- MAHMOOD, C.R. (1968): A critical appraisal of Kaghan Valley watershed management project. In: Proc. First West Pakistan Watershed Management Conference, 111-121. Pak. For. Inst., Peshawar.
- MALIK, M.N. & A.A. KHAN (1970): Physico-chemical characteristics of soil-profiles formed from metamorphic gneisses and schists under *Cedrus deodara* in Siran Valley. - Pak. J. For. 20, 3, 321-327.
- MANI, A. (1981): The climate of the Himalaya. In: LALL, J.S. & A.D. MODDIE (eds.): The Himalaya - Aspects of Change, 3-15. Delhi.
- MANI, M.S. (1978): Ecology and phytogeography of high altitude plants of the Northwest Himalaya. New Delhi.
- MARJAN, G. (1987): Concept and practice of intensive management in forest lands in Hazara Division, Pakistan. In: SHEIKH, M.I. et al. (eds.): Role of forest research in solving socio-economic problems in the Himalayan region, 239-251. Pak. For. Inst., Peshawar.
- MARTENS, J. (1981): Wald und Waldvernichtung im Nepal Himalaya. - Natur und Museum 111, 10, 301-332.
- MASRUR, A. (1973): Some aspects of morphometric analysis of Kunhar River watershed. - Pak. J. For. 23, 2, 155-170.
- MASRUR, A. & A.A. KHAN (1973): Integrated resource survey of Kunhar River watershed. North West Frontier Forest Record Inventory Series 7. Peshawar.

- MATTES, H. (1978): Der Tannenhäher im Engadin. Studien zu seiner Ökologie und Funktion im Arvenwald. - Münstersche Geogr. Arb. 2.
- MATTES, H. (1982): Die Lebensgemeinschaft von Tannenhäher und Arve. - Ber. Eidg. Anst. forstl. Versuchswesen 241.
- MATTICK, F. (1964): Übersicht über die Florenreiche und Florengebiete der Erde. In: MELCHIOR, H. (Hrsg.): Engler's Syllabus der Pflanzenfamilien II, 12. Aufl., 626-629.
- MAYEWSKI, P.A. et al. (1980): Himalayan and trans-Himalayan glacier fluctuations and the South Asian monsoon record. - Arctic a. Alpine Res. 12, 2, 171-182.
- McVEAN, D.N. & V.C. ROBERTSON (1969): An ecological survey of land use and soil erosion in the West Pakistan and Azad Kashmir catchment of the River Jhelum. - J. Appl. Ecol. 6, 77-109.
- MEEBOLD, A. (1909): Eine botanische Reise durch Kashmir. - Engl. Bot. Jahrb. 43, Beibl. 99, 63-90.
- MEHER-HOMJI, V.M. (1964): Life-forms and biological spectra as epharmonic criteria of aridity and humidity in the tropics. - J. Ind. Bot. Soc. 43, 3, 424-430.
- MEHER-HOMJI, V.M. (1971a): The climate of Srinagar and its variability. - Geogr. Rev. India 33, 1, 1-14.
- MEHER-HOMJI, V.M. (1971b): On the mediterranean climatic regime of West Pakistan. - Arch. Met. Geophys. Biokl., B 19, 277-288.
- MEHER-HOMJI, V.M. (1972): Himalayan plants on South Indian hills: role of pleistocene glaciation versus long distance dispersal. - Science & Culture 38, 8-12.
- MEHER-HOMJI, V.M. (1973): A phytoclimatic approach to the problem of mediterraneity in the Indo-Pakistan Sub-Continent. - Feddes Rep. 83, 9/10, 757-788.
- MEHER-HOMJI, V.M. & K.C. MISRA (1973): Phytogeography of the Indian sub-continent. In: MISRA, R. et al. (eds.): Progress of plant ecology in India I, 9-90. New Delhi.
- MEHRA, P.N. (1944): Kaghan Valley. - Modern Review 75, 361-365.
- MESSERLI, B. & T. HOFER (1992): Die Umweltkrise im Himalaya. Fiktion und Fakten. - Geogr. Rdsch. 44, 7/8, 435-445.
- MESSERLI, B. et al. (1988): Himalaya. Erosion und Abfluß als Zeugen ländlicher Entwicklung und natürlicher Ressourcen. In: MÄCKEL, R. & W.-D. SICK (Hrsg.): Natürliche Ressourcen und ländliche Entwicklungsprobleme der Tropen. Festschrift für Walther Manshard. Erdkundl. Wissen 90, 218-236. Wiesbaden.
- MEURER, M. (1982): Geoökologische Untersuchungen im nepalesischen Kali Gandaki-Tal. - Gießener Beitr. z. Entwickl.-forsch. 1/8, 163-186.
- MEUSEL, H. (1959): Arealformen und Florenelemente als Grundlagen einer vergleichenden Phytochorologie. - Forsch. u. Fortschr. 33, 6, 163-168.
- MEUSEL, H. (1971): Mediterranean elements in the flora and vegetation of the West-Himalayas. In: DAVIS, P.H. et al. (eds.): Plantlife of South-West Asia, 53-72. Edinburgh.
- MEUSEL, H. (1972): Semiarid elements in the flora and vegetation of Western Himalayas. In: Ecophysiological foundation of ecosystems productivity in arid zones, 225-232. USSR Acad. Sci. Publ. House "Nauka", Leningrad.

- MEUSEL, H. & E.J. JÄGER (Hrsg.)(1992): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Bd. III. Jena-Stuttgart.
- MEUSEL, H. & R. SCHUBERT (1971): Beiträge zur Pflanzengeographie des West-Himalayas. Teil 1-3. - Flora 160, 137-194, 373-432 u. 573-606.
- MEUSEL, H., JÄGER, E. & E. WEINERT (Hrsg.)(1965): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Bd. 1. Jena.
- MEUSEL, H. et al. (1978): Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Bd. 2. Jena.
- MIDDLEMISS, C.S. (1896): The geology of Hazara and the Black Mountains. - Mem. Geol. Surv. India 26.
- MIEHE, G. (1982): Vegetationsgeographische Untersuchungen im Dhaulagiri- und Annapurna-Himalaya. Diss. Bot. 66, 1/2. Vaduz.
- MIEHE, G. (1984): Vegetationsgrenzen im multizonalen und extremen Hochgebirge (Zentraler Himalaya). - Erdkunde 38, 268-277.
- MIEHE, G. (1986): The ecological law of <Relative Habitat Constancy and Changing Biotope> as applied to multizonal high mountain areas. In: HOU HSIOHYO & M. NUMATA (eds.): Proc. Intern. Symp. Mountain Vegetation, Beijing, 56-59. Beijing.
- MIEHE, G. (1987): Neue Befunde zur Vegetationshöhenstufung am Mt. Everest. - Verh. Dt. Geogr.-Tag 45, 208-214.
- MIEHE, G. (1989): Vegetation patterns of Mt. Everest as influenced by monsoon and föhn. - Vegetatio 79, 21-32.
- MIEHE, G. (1990a): Langtang Himal. Flora und Vegetation als Klimazeiger und -zeugen im Himalaya. A prodromus of the vegetation ecology of the Himalayas. Mit einer kommentierten Flechtenliste von Josef Poelt. - Diss. Bot. 158. Stuttgart.
- MIEHE, G. (1990b): Khumbu Himal (Mt. Everest-Südabdachung, Nepal). Vegetationskarte 1:50.000 und Kommentar. - Mitt. BFA f. Forst- u. Holzwirtschaft. Hamburg, 180, 1-137.
- MIEHE, G. (1991a): Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion. In: WALTER, H. & S.W. BRECKLE: Ökologie der Erde, Bd. 4: Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen außerhalb Euro-Nordasiens, 181-230. Stuttgart-New York.
- MIEHE, G. (1991b): Die Vegetationskarte des Khumbu Himal (Mt. Everest-Südabdachung) 1: 50.000. Gefügemuster der Vegetation und Probleme der Kartierung. - Erdkunde 45, 81-94.
- MOENCH, M. & J. BANDHYOPADHYAY (1986): People-forest interaction - a neglected parameter in Himalayan forest management. - Mountain Res. & Developm. 6, 1, 3-16.
- MOHAN, N.P. (1933): Ecology of *Pinus longifolia* in Kangra and Hoshiarpur forest divisions. - Ind. For. 59, 812-826.
- MOHAN, N.P. (1941): Controlled burning and change in vegetation. - Ind. For. 67, 451-459.
- MOHAN, N.P. (1955): Grasses of the Punjab according to forest types. - Ind. For. 81, 179-184.
- MOHAN, N.P. & G.S. PURI (1954): Himalayan conifers III: The succession of forest communities in the oak forests of Bashahar Himalaya. - Ind. For. Rec. Silv. 10, 2, 19-66.
- MOHAN, N.P. & G.S. PURI (1957): Himalayan conifers V. The succession of forest communities in chir pine forests of the Punjab and Himachal Pradesh. - Ind. For. 83, 356-364.
- MOHAN, N.P., PURI, G.S. & A.C. GUPTA (1956): Himalayan conifers IV: A study of some soil profiles in oak-conifer forests of Bashahar Himalaya. - Ind. For. 82, 295-307.

- MONRO, A.V. (1901): Working Plan for the Kaghan Reserved Forests. Govt. Printing, N.W.F.P., Peshawar.
- MOOLEY, D.A. (1957): The role of western disturbances in the production of weather over India during different seasons. - *Ind. J. Met. Geophys.* 8, 3, 253-260.
- MOORCROFT, W. & G. TREBECK (1841): 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 Vols., London.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & H. ELLENBERG (1974): Aims and methods of vegetation ecology. New York.
- MÜLLER, U. (1986): Die Übernutzung der natürlichen Ressourcen in Gorkha: Soziale und ökonomische Ursachen. In: KÖLVER, B. & S. LIENHARD (Hrsg.): Formen kulturellen Wandels und andere Beiträge zur Erforschung des Himalaya. Coll. d. Schwerp. Nepal, Heidelberg 1984, 393-414. St. Augustin.
- MÜLLER-BÖKER, U. (1991): Knowledge and evaluation of the environment in traditional societies of Nepal. - *Mountain Res. & Developm.* 11, 2, 101-114.
- MUKERJI, B.K. & N.K. DAS (1940): Studies on Kumaon hill soils. I. Soil survey at the Govt. Orchard Chaubattia: Formation of genetic groups. - *Ind. J. Agric. Sci.* 10, 990-1020.
- MUKERJI, B.K. & N.K. DAS (1941): Studies on Kumaon hill soils. II. Effect of terracing and cultivation on soil types at Chaubattia. - *Ind. J. Agric. Sci.* 11, 914-953.
- MUKERJI, B.K. & N.K. DAS (1942): Studies on Kumaon hill soils. III. Soil types at Doonagiri. - *Ind. J. Agric. Sci.* 12, 313-322.
- MULL, S. & B.N. DESAI (1947): The origin and structure of the winter depressions of Northwest India. - *India Met. Dept., Techn. Note No. 25*, 1-33. Poona.
- MURTHY, R.S. & S. PANDE (1978): Soils and land use in the Himalayan Region. In: *Proc. Nat. Sem. on Resources Development and Environment in the Himalayan Region*, 40-45. Dept. of Sci. a. Techn., New Delhi.
- Muslim, The (1992): "Death toll in Hazara rises to 321", 15.9.92.
- MUTHOO, M.K. & M.K. WALI (1963): Deodar belt of Kashmir, Lolab Valley. - *Ind. For.* 89, 11, 716-726.
- MUTHOO, M.K. & M.K. WALI (1965): Deodar belt of Kashmir. Its occurrence and ecology. - *Ind. For.* 91, 443-453.
- MYERS, N. (1986): Environmental repercussions of deforestation in the Himalayas. - *J. of World Forest Resource Management* 2, 63-72.
- MYLIUS, K. (1962): Zur Waldwirtschaft in Pakistan. - *Forstwiss. Cbl.* 81, 114-119.
- NAGEL, E.H. (1983): Waldnutzung sowie Schädigung von Natur- und Kulturvegetation im östlichen Hindukush und westlichen Karakorum. In: BRECKLE, S.W. & C.M. NAUMANN (Hrsg.): Forschungen in und über Afghanistan. *Mitt. d. Dt. Orient-Instituts* 22, 183-208. Hamburg.
- NAIR, P.K.K. (1960): Palynological investigations of the Quaternary (Karewa) of Kashmir. - *J. Sci. Industr. Res.* 19, 6, 145-154.
- NAQVI, S.N. (1959): The pulsating monsoon in Southeast Asia and associated floods in the Indo-Gangetic river systems. - *Pak. Geogr. Rev.* 14, 49-69.

- NAQVI, S.N. & M. RAHAMATULLAH (1962): Weather and climate of Pakistan. - Pak. Geogr. Rev. 17, 1, 1-18. Lahore.
- NASIR, E. & S.I. ALI (1970-): Flora of West Pakistan. Karachi-Peshawar.
- NAUTIYAL, J.C. & P.S. BABOR (1985): Forestry in the Himalayas - how to avert an environmental disaster. - Interdiscipl. Sci. Rev. 10, 27-41.
- NAZEER, M.M. (1980): A socio-economic survey of Guzara owners in Hazara forestry project area. Pak. For. Inst., Peshawar.
- NEGI, S.S. (1990): A Handbook of the Himalaya. New Delhi.
- NEUBAUER, H.F. (1954): Die Wälder Afghanistans. - Angew. Pflanzensoz. I, 494-503.
- NITZ, H.J. (1966): Formen bäuerlicher Landnutzung und ihre räumliche Ordnung im Vorderen Himalaya von Kumaon (NW-Indien). - Heidelberger Geogr. Arb. 15, 311-330.
- NOGUCHI, A. (1956): Mosses from Pakistan. - J. Hattori Bot. Lab. No. 16, 75-82.
- NOGUCHI, A. (1964): A list of mosses from Kashmir and Pakistan. - Candollea 19, 191-198.
- NOOR, M. (1978): Comparison of grazed and ungrazed vegetation of subalpine ecological zone at Sari (Kaghan). - Pak. J. For. 28, 4, 186-193.
- NOOR, M. (1989): Rangeland management in Pakistan. ICIMOD Senior Fellowship Series No. 1. Kathmandu.
- OESTREICH, K. (1906): Die Täler des nordwestlichen Himalaya. - Pet. Geogr. Mitt. 33, Ergh. 155. Gotha.
- OESTREICH, K. (1914): Himalaya-Studien. - Ztschr. d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 6, 417-451.
- OGINO, K, HONDA, K. & G. IWATSUBO (1964): Vegetation of the Upper Swat and the East Hindukush. In: KITAMURA, S. (ed.): Plants of West Pakistan and Afghanistan. Results of the Kyoto University Scientific Expedition to the Karakoram and Hindukush 1955, Vol. III, 247-268. Kyoto.
- OHBA, H. (1987): Biogeography of the genus *Rhodiola* (*Crassulaceae*). - Acta Phytotax. Geobot. 38, 211-223.
- OHBA, H. (1988): The alpine flora of the Nepal Himalayas: An introductory note. - In: OHBA, H. & S.B. MALLA (eds.): The Himalayan Plants. Vol. 1. The University Museum, The University of Tokyo Bull. 31, 19-46.
- OHSAWA, M., SHAKYA, P.R. & M. NUMATA (1986): Distribution and succession of West Himalayan forest types in the eastern part of the Nepal Himalaya. - Mountain Res. & Developm. 6, 2, 143-157.
- OPDYKE, N.D. et al. (1979): Magnetic polarity stratigraphy and vertebrate palaeontology of the Upper Siwalik subgroup of Northern Pakistan. - Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol. 27, 1-34.
- OSMASTON, A.E. (1922): Notes on the forest communities of the Garhwal Himalaya. - J. Ecol. 10, 129-167.
- OSMASTON, A.E. (1927): A forest flora for Kumaon. Allahabad.
- OSMASTON, A.E. (1931): The natural regeneration of silver fir (*Abies pindrow*). - Ind. For. 57, 589-599.

- OSTENFELD, C.H. (1922): A list of flowering plants from Inner Asia. In: HEDIN, S.: Southern Tibet 6, 3, 25-100. Stockholm.
- OTTIGER, R. (1986): Einige Aspekte der Geologie der Hazara-Kashmir - Syntaxis. Diss. ETH Zürich.
- OWEN, L.A. (1989a): Terraces, uplift and climate in the Karakoram Mountains, Northern Pakistan: Karakoram intermontane basin evolution. - Ztschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd. 76, 117-146.
- OWEN, L.A. (1989b): Neotectonics and glacial deformation in the Nanga Parbat Himalaya, Northern Pakistan. - Tectonophysics 163, 227-265.
- PAFFEN, K.H. (1951): Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie. - Erdkunde 5, 196-203.
- PAFFEN, K.H., PILLEWIZER, W. & H.-J. SCHNEIDER (1956): Forschungen im Hunza-Karakorum. Vorl. Ber. über d. wiss. Arb. d. Deutsch-Österr. Himalaya-Karakorum-Expedition 1954. - Erdkunde 10, 1-33.
- Pakistan Times (1990): "Six killed in Kaghan floods", 27.6.90.
- PAMPANINI, R. (1930): La flora del Caracorùm. Spedizione Italiana de Filippi nell'Himàlaya, Caracorùm e Turchestàn Cinese (1913-1914), Ser. II, Vol. 10. Bologna.
- PANT, R.K. & K. DILLI (1986): Loess deposits of Kashmir, Northwest Himalaya, India. - J. Geol. Soc. India 28, 289-297.
- PANT, S.D. (1935): Social economy of the Himalayans based on a survey in the Kumaon Himalayas. London.
- PAPRITZ, K. (1989): The geology of Kaghan Valley, NE Pakistan - Aspects of tectonics and geochemistry. - Dipl.-Arb., ETH Zürich. (unveröff.).
- PARKER, R.N. (1918): A forest flora for the Punjab with Hazara and Delhi. Lahore.
- PARKER, R.N. (1927): The Himalayan silver firs and spruces. - Ind. For. 53, 12, 683-693.
- PARKER, R.N. (1940): *Abies spectabilis* Spach and *Abies pindrow* Spach. - Ind. For. 66, 1-3.
- PARKER, R.N. (1942): The ecological status of the Himalayan fir forests (*Abies pindrow* & *Picea smithiana*). 150th Anniv. vol. of the Roy. Bot. Gard., 125-128. Calcutta.
- PARNELL, R. (1920): Hazara Forest Division, NW Frontier Province. - Ind. For. 46, 224-237.
- PARTHASARATHY, B. & G.B. PANT (1987): Indian summer monsoon and Eurasian snow cover. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya, Environment, Problems and Development, Vol. I, 61-71. Nainital.
- PÉDELABORDE, P. (1963): The monsoon. 196 pp., London.
- PERSSON, C. (1938): A list of flowering plants from East Turkestan and Kashmir. - Bot. Notiser 1938, 267-317.
- PHILLIMORE, P. (1981): Pastoralism and the environment: an examination of flock population trends in Himachal Pradesh. In: BALLHATCHET, K. & D. TAYLOR (eds.): Changing South Asia: Economy and society. SOAS, Univ. of London, 207-216.
- PHILLIPS, F.J. (1910): The dissemination of juniper by birds. - Forestry Quarterly 8, 60-73.
- PISHAROTY, P.R. & B.N. DESAI (1956): "Western Disturbances" and Indian weather. - Ind. J. Met. Geophys. 7, 333-338.

- PODLECH, D. & O. ANDERS (1977): Flora des Wakhan (Nordost-Afghanistan). - Mitt. Bot. Staatss. München 13, 361-502.
- POHLE, P. (1986): Landnutzung und Landschaftsschäden - Fallbeispiel Gorkha. In: KÖLVER, B. & S. LIENHARD (Hrsg.): Formen kulturellen Wandels und andere Beiträge zur Erforschung des Himalaya. Coll. d. Schwerp. Nepal, Heidelberg, 1.-4.2. 1984, 365-391. St. Augustin.
- POHLE, P. (1992): Manang: Mensch und Umwelt im Nepal-Himalaya. Untersuchungen zur biologischen und kulturellen Anpassung von Hochgebirgsbewohnern. - Gießener Geogr. Schr. 71.
- POLUNIN, O. & A. STANTON (1984): Flowers of the Himalaya. Delhi.
- PRICE, L.W. (1981): Mountains and Man: A study of process and environment. Berkeley.
- PRING, N.G. (1931): Notes on sheep grazing in coniferous forests. - Ind. For. 57, 481-485.
- Punjab Government (ed.)(1883/84): Gazetteer of the Hazara District. Reprint 1990. Lahore.
- PURI, G.S. (1946): Fossil plants and the Himalayan uplift. - J. Ind. Bot. Soc., M.O.P. Iyengar Comm. Vol., 167-186.
- PURI, G.S. (1948): The flora of the Karewa series of Kashmir and its phytogeographical affinities with chapters on the methods used in identification. - Ind. For. 74, 105-122, 152-164, 210-225, 240-244.
- PURI, G.S. (1949a): The historical factor and its application to forest ecology. - J. Ind. Bot. Soc. 28, 63-68.
- PURI, G.S. (1949b): Physical geology and forest distribution. - Science & Culture 15, 5, 183-186. Calcutta.
- PURI, G.S. (1950): The distribution of conifers in the Kulu Himalayas with special reference to geology. - Ind. For. 76, 4, 144-153.
- PURI, G.S. (1952): Northern coniferous forest soils. - Rev. Sci. & Cult. 18, 50.
- PURI, G.S. (1954): Soil climate of some Indian forests. - J. Ind. Bot. Soc. 33, 4, 394-416.
- PURI, G.S. & A.C. GUPTA (1951): The Himalayan conifers II. The ecology of humus in conifer forests of the Kulu Himalayas. - Ind. For. 77, 55-63 a. 124-129.
- PURI, G.S. & R.K. GUPTA (1968): Ecology of silver firs in Western Himalayas. - Trop. Ecol. 9, 1-16.
- PURI, G.S. et al. (1983): Forest Ecology. Vol. I: Phytogeography and forest conservation. 2nd Ed., Delhi-Bombay-Calcutta.
- PURI, G.S. et al. (1989): Forest Ecology. Vol. II: Plant form, diversity, communities and succession. 2nd Ed., Delhi-Bombay-Calcutta.
- QAZILBASH, N.A. (1954): A study of *Artemisia brevifolia* Wall. - Pak. J. For. 4, 3, 196-199.
- QURESHI, I.M. et al. (1964): Role of soil and vegetation in hydrology. - Ind. For. 90, 722-732.
- RAEDER-ROITZSCH, J.E. & A. MASRUR (1969): Some hydrologic relationships of natural vegetation in the chir pine belt of West Pakistan. - Pak. J. For. 19, 1, 81-98.
- RAFIQUE, M. (1960): Soils of the Northern Uplands of West Pakistan. In: Proc. of the Karachi Symposium on Soil Erosion and its control in arid and semi-arid zones, Karachi 1957, 79-97. - Food and Agric. Council Pakistan, Min. Agric. Karachi.

- RAHIM, F. (1967): Working Plan for the Lower Kaghan Guzara Forests 1966-67 to 1975-76. Govt. of W-Pakistan, Peshawar.
- RAHMATULLAH, M. (1952): Synoptic aspects of the monsoon circulation and rainfall over Indo-Pakistan. - *J. Meteor.* 9, 176-179.
- RAINA, A.N. (1963): Observations on soils and land utilization in Kashmir. - *Geogr. Rev. India* 25, 3, 183-191.
- RAINA, V. (1959): A preliminary survey of grasses in Himachal Pradesh. - *Ind. For.* 85, 119-125.
- RAIZADA, M.B. & K.C. SAHNI (1960): Living Indian Gymnosperms. Pt. 1. - *Ind. For. Rec. (N.S.) Bot.* 5, 73-150.
- RAJWAR, G.S. (1984): A note on the phytogeographical analysis of Garhwal Siwalik hills, India. - *J. Biogeogr.* 11, 261-264.
- RAJWAR, G.S. & S.K. GUPTA (1984): Biological spectrum of Garhwal Siwalik. - *Ind. For.* 110, 1171-1176.
- RAM, J., SINGH, S.P. & J.S. SINGH (1988): Community level phenology of grassland above treeline in Central Himalaya, India. - *Arctic a. Alpine Res.* 20, 3, 325-332.
- RAMAGE, C.S. (1971): Monsoon meteorology. 296pp., New York-London.
- RAMAKRISHNAN, K.P. et al. (1960): Upper air climatology of India and neighbourhood in the monsoon seasons. In: *Symp. on Monsoons of the World, Delhi 1958*, 3-34. *Ind. Met. Dept.*, New Delhi.
- RAMANATHAN, K.R. & K.P. RAMAKRISHNAN (1939a): The Indian Southwest monsoon and the structure of depressions associated with it. - *Mem. Ind. Met. Dep.* 26, 2, 13-36.
- RAMANATHAN, K.R. & K.P. RAMAKRISHNAN (1939b): The general circulation of the atmosphere over India and its neighbourhood. - *Mem. Ind. Met. Dep.* 26, 10, 189-245.
- RAMASWAMY, C. (1959): A preliminary study of the behaviour of the Indian southwest monsoon in relation to the westerly jet-stream. - *Geophysica* 6, 455-477. Helsinki
- RAMASWAMY, C. (1967): The problem of the Indian Southwest monsoon. Prince Mukarram Jah Lectures, Indian Geophys. Union, Hyderabad. 100 pp.
- RAMDAS, L.A. (1974): Weather and climatic patterns. In: MANI, M.S. (ed.): *Ecology and biogeography in India*. - *Monogr. Biol.*, Vol. 23, 99-134. Den Haag.
- RAO, A. & M.J. CASIMIR (1985): Pastoral niches in the Western Himalayas (Jammu and Kashmir). - *Himalaya Research Bull.* 4, 2, 28-42.
- RAO, T.A. (1960): A further contribution to the flora of Jammu and Kashmir State. - *Bull. Bot. Surv. Ind.* 2, 387-423.
- RAO, T.A. (1961): A botanical tour in Kashmir State. - *Rec. Bot. Surv. India* 18, 2, 1-67.
- RAPER, F.V. (1810): Narrative of a survey for the purpose of discovering the sources of the Ganges. - *Asiatic Researches* 11, 446-563.
- RATHJENS, C. (1958): *Mediterrane Beziehungen und Züge in der Landschaft Afghanistans*. - *Die Erde* 89, 257-266.
- RATHJENS, C. (1968): *Neuere Entwicklung und Aufgaben einer vergleichenden Geographie der Hochgebirge*. - *Geogr. Taschenbuch 1966/69*, 199-210. Wiesbaden.

- RATHJENS, C. (1969): Verbreitung, Nutzung und Zerstörung der Wälder und Gehölzfluren in Afghanistan. - Jahrb. d. Südasien-Inst. d. Univ. Heidelberg 3, 7-18.
- RATHJENS, C. (1973): Fragen des Wanderhirtentums in vorder- und südasiatischen Hochgebirgen. In: RATHJENS, C., TROLL, C. & H. UHLIG (Hrsg.): Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asien. Erdwiss. Forsch. 5, 141-145. Wiesbaden.
- RATHJENS, C. (1974a): Klimatische Jahreszeiten in Afghanistan. - Afghanistan Journal 1, 13-18.
- RATHJENS, C. (1974b): Die Wälder von Nuristan und Paktia. Standortbedingungen und Nutzung der ostafghanischen Waldgebiete. - Geogr. Ztschr. 62, 295-311.
- RATHJENS, C. (1975): Witterungsbedingte Schwankungen der Ernährungsbasis in Afghanistan. - Erdkunde 29, 182-188.
- RATHJENS, C. (1978): Hohe Tagessummen des Niederschlags in Afghanistan. - Afghanistan Journal 5, 22-25.
- RATHJENS, C. (1980): Klima und Landschaft des Hochgebirges in den sommertrockenen Subtropen am Beispiel des afghanischen Hindukusch. - Tübinger Geogr. Stud. 80, 41-48.
- RATHJENS, C. (1982a): Geographie des Hochgebirges. Bd. 1: Der Naturraum. Stuttgart.
- RATHJENS, C. (1982b): Vergleich und Typenbildung in der Hochgebirgsforschung. - Erdkundl. Wiss. 59, 1-8.
- RATHJENS, C. (1984): Naturräumliche Gliederung im Hochgebirge mit besonderer Berücksichtigung der Alpen. - Ber. z. Dt. Landeskunde 58, 1, 21-28.
- RAU, M.A. (1974): Vegetation and phytogeography of the Himalaya. In: MANI, M.S. (ed.): Ecology and biogeography in India, 247-280. Den Haag.
- RAU, M.A. (1975): High altitude flowering plants of Western Himalaya. Bot. Surv. India, 1-234. Calcutta.
- RAU, M.A. (1981): Western Himalayan Flora. In: LALL, J.S. & A.D. MODDIE (eds.): The Himalaya - Aspects of Change, 50-63. Delhi.
- RAUF, M.A. (1981): Forestry development in Pakistan: a study of human perspectives. Pak. For. Inst., Peshawar.
- RAUH, W. (1939): Über polsterförmigen Wuchs. Ein Beitrag zur Kenntnis der Wuchsformen der höheren Pflanzen. - Nova Acta Leopoldina N.F. Ser. 2, 7, 49, 267-508. Halle.
- RAUNKIAER, C. (1905): Types biologiques pour la géographie botanique. - Bull. Acad. R. Sc., Kopenhagen.
- RAVEN, P. (1962): The genus *Epilobium* in the Himalayan region. - Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) 2, 327-382.
- RAWAT, G.S. & Y.P.S. PANGTEY (1987): Floristic structure of snowline vegetation in Central Himalaya, India. - Arctic a. Alpine Res. 19, 2, 195-201.
- RAYCHAUDHURI, S.P. & A. SEN (1957): Organic matter and nitrogen contents of Indian soils at high altitudes. - Bull. Nat. Inst. Sci. India 9, 195-205.
- RAYCHAUDHURI, S.P. et al. (1963): The Soils of India. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.
- RECHINGER, K.H. (Hrsg.) (1963-): Flora Iranica. Flora des iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge. Graz.

- REICHEL, G. & O. WILMANN (1973): Vegetationsgeographie. Das Geographische Seminar. Praktische Arbeitsweisen. Braunschweig.
- REIMERS, F. (1992): Untersuchungen zur Variabilität der Niederschläge in den Hochgebirgen Nordpakistan und angrenzender Gebiete. - Beitr. u. Mat. z. Regionalen Geographie, H. 6. TU Berlin.
- REITER, E.R. & H. HEUBERGER (1960): A synoptic example of the retreat of the Indian summer monsoon. - Geogr. Ann. 42, 1, 17-35.
- RENDELL, H.M. (1988): Environmental changes during the Pleistocene in the Potwar Plateau and the Peshawar Basin, Northern Pakistan. In: AGRAWAL, D.P., SHARMA, P. & S.K. GUPTA (eds.): Palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes in Asia during the last 4 million years, pp. 58-66. Indian Nat. Sci. Acad., New Delhi.
- RENDELL, H.M. (1989): Loess deposition during the late pleistocene in Northern Pakistan. In: DERBYSHIRE, E. & L.A. OWEN (eds.): Quaternary of the Karakoram and Himalaya. Ztschr. f. Geomorph., Suppl.-Bd. 76, 247-255.
- REPP, G. (1963): Waldökologische Studien im westlichen Himalaya. - Mitt. Flor.-Soz. Arb.-gem. N.F. 10, 209-222.
- REPP, G. & A.R. BEG (1966): Preliminary ecological observations in the Juniper forests of Ziarat, Baluchistan. In: Proc. Second Pakistan Silvicultural Conference, 245-253. Pak. For. Inst., Peshawar.
- RHOADES, R.E. & S.I. THOMPSON (1975): Adaptive strategies in alpine environments: Beyond ecological particularism. - American Ethnologist 2, 535-551.
- RICHARDS, J.F. (1987): Environmental changes in Dehra Dun Valley, India: 1880-1980. - Mountain Res. & Developm. 7, 3, 299-304.
- RICHARDS, J.F., HAYNES, E.S. & H.R. HAGEN (1985): Changes in the land and human productivity in Northern India 1870-1970. - Agricult. History 59, 523-548.
- RIEGER, H.C. (1976): Floods and droughts. The Himalayas and the Ganges plain as an ecological system. Sonderdr. Univ. Heidelberg.
- RIEGER, H.C. (1977): Zur ökologischen Situation des Himalaya. - Internat. Asienforum 8, 1/2, 81-109. München.
- RIEGER, H.C. (1979): Die Waldzerstörung im Himalaya. - Indo Asia 21, 2, 145-157.
- RIEGER, H.C. et al. (1976): Himalayan Ecosystems Research Mission: Nepal Report. Heidelberg.
- RIGHI, D. & L. LORPHELIN (1987): The soils of a typical slope in the Himalayas (Nepal): their main characteristics and distribution. - Catena 14, 533-551.
- ROBERTS, T.J. (1977): The mammals of Pakistan. London-Tonbridge.
- ROBINSON, H. (1965): A small collection of bryophytes from Kashmir. Bryologist 68, 313-320.
- RÖTHLISBERGER, F. & M.A. GEYH (1985): Glacier variations in Himalayas and Karakorum. - Ztschr. f. Gletscherkde. 21, 237-249.
- ROYLE, J.F. (1839/40): Illustrations of the botany and other branches of the natural history of the Himalayan mountains and of the flora of Cashmere. 2 Vols. London.
- SABNIS, T.S. (1940/41): A contribution to the flora of the Punjab and the associated hill regions. - J. Bombay Nat. Hist. Soc. 42, 124-149, 342-379, 533-586.

- SAHNI, K.C. (1982): Himalayan flora and physiography - a study in contrasts. In: PALIWAL, G.S. (ed.): The vegetational wealth of the Himalayas, 194-200. Delhi.
- SAID, M. (1961): Grazing in West Pakistan. - Pak. J. For. 11, 2, 176-190.
- SANTAPAU, H. (1958): History of botanical researches in India, Burma and Ceylon. Bangalore.
- SAPRU, B.L. (1975): Vegetational studies in Jhelum Valley. - Botanique 6, 2/3, 151-164.
- SAPRU, B.L. & P. KACHROO (1979): Bio-spectral analysis of Ladakh vegetation. - J. Bombay Nat. Hist. Soc. 74, 621-626.
- SARDAR, M.R. (1986): Mountain farmer's perception of soil erosion and response to soil conservation. Ph.D. Dissertation, State Univ. of New York, Syracuse.
- SAWYER, J.S. (1947): The structure of the intertropical front over N.W.-India during the S.W.-monsoon. - Quart. Journ. of the Roy. Met. Soc. LXXIII, 346-369.
- SAXENA, A.K. & J.S. SINGH (1980): Analysis of forest grazing-land vegetation in parts of Kumaun Himalaya. - Ind. J. Range Managem. 1, 1, 13-32.
- SAXENA, A.K. & J.S. SINGH (1982): A phytosociological analysis of woody species in forest communities of a part of Kumaon Himalaya. - Vegetatio 50, 3-22.
- SAXENA, A.K., PANDEY, P. & J.S. SINGH (1982): Biological spectrum and other structural functional attributes of the vegetation of Kumaun Himalaya. - Vegetatio 49, 111-119.
- SAXENA, H.O. & P.B.L. SRIVASTAVA (1973): Forest communities of Mussoorie. - Trop. Ecol. 14, 197-217.
- SCALLY, F.A.de (1989): The role of avalanche snow transport in seasonal snowmelt, Himalaya Mountains, Pakistan. Ph.D. Thesis, Univ. of Waterloo, Canada.
- SCHEFFER, F. & P. SCHACHTSCHABEL (1989): Lehrbuch der Bodenkunde. 12. Aufl., Stuttgart.
- SCHELPE, E.A.C.L.E. (1954): Ecological observations on *Pteridophyta* in the Kangra Himalayas. - Amer. Fern J. 44, 49-65.
- SCHICK, M. (1953): Die geographische Verbreitung des Monsuns. - Nova Acta Leopoldina, N.F. 16, 112, 127-257. Leipzig.
- SCHICKHOFF, U. (1992): Forest changes in the Karakoram. - Submitted to Proceedings of the "Culture Area Karakorum"-Workshop on "Problems of comparative high mountain research with regard to the Karakorum", 12.-14.10. 1992, Tübingen.
- SCHLAGINTWEIT-SAKÜNLÜNSKI, H.v. (1876): Der klimatische Charakter der pflanzengeographischen Regionen Hochasiens mit vergleichenden Daten über die angrenzenden Gebiete. - Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., Math.-phys. Kl., Bd. 12, 3. Abt., 197-243. München.
- SCHLAGINTWEIT-SAKÜNLÜNSKI, H.v. (1881-83): Die Regenverhältnisse in Indien, nebst dem indischen Archipel, und in Hochasien. - Abh. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., Math.-Phys. Kl., Bd. 14, Abt. 1/2, 27-68 u. 101-152. München.
- SCHLAGINTWEIT, H., SCHLAGINTWEIT, A. & R. SCHLAGINTWEIT (1861-66): Results of a scientific mission to India and High Asia, undertaken between the years MDCCCLIV and MDCCCVIII, by order of the court of directors of the honourable East India Company. Leipzig.
- SCHLAGINTWEIT, R.v. (1865): Physikalisch-geographische Schilderung von Hochasien. - Pet. Geogr. Mitt. 11, 361-377.

- SCHMIDT-VOGT, D. (1990): High altitude forests in the Jugal Himal (Eastern Central Nepal). Forest types and human impact. - *Geoecol. Res.*, Vol. 6. Wiesbaden.
- SCHMITHÜSEN, J. (1968): *Allgemeine Vegetationsgeographie*. 3. Aufl., Berlin.
- SCHMITHÜSEN, J. (1970): *Vegetation und Landschaft*. - *Vegetatio* 20, 210-213.
- SCHÖNENBERGER, W. (1978): Ökologie der natürlichen Verjüngung von Fichte und Bergföhre in Lawinenzügen der nördlichen Voralpen. - *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes.* 54, 217-320.
- SCHÖNENBERGER, W. (1981): Die Wuchsformen der Bäume an der alpinen Waldgrenze. - *Schweiz. Z. f. Forstwes.* 132, 3, 149-162.
- SCHOLZ, F. (1991): Von der Notwendigkeit, gerade heute über Nomaden und Nomadismus nachzudenken. In: SCHOLZ, F. (Hrsg.): *Nomaden. Mobile Tierhaltung*, 7-37. Berlin
- SCHUBERT, R. & O. KLEMENT (1966): Beitrag zur Flechtenflora von Nord- u. Mittelindien. - *Nova Hedwigia* 11, 1-73.
- SCHWEINFURTH, U. (1956): Über klimatische Trockentäler im Himalaya. - *Erdkunde* 10, 297-302.
- SCHWEINFURTH, U. (1957): Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. *Bonner Geogr. Abh.* 20.
- SCHWEINFURTH, U. (1958): Über kartographische Darstellungen der Vegetation des Himalaya. - *Erdkunde* 12, 120-125.
- SCHWEINFURTH, U. (1965): Der Himalaya - Landschaftsscheide, Rückzugsgebiet und politisches Spannungsfeld. - *Geogr. Ztschr.* 53, 241-260.
- SCHWEINFURTH, U. (1981a): Plateau, river gorges and local wind phenomena. In: LIU DONG-SHENG (ed.): *Geological and ecological studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Vol. II, 2005-2010. Beijing-New York.
- SCHWEINFURTH, U. (1981b): The vegetation map of the Himalayas 1957: a quarter of a century later. - *Doc. de Cartogr. Ecol.* 24, 19-23. Grenoble.
- SCHWEINFURTH, U. (1982): Der innere Himalaya - Rückzugsgebiet, Interferenz, Eigenentwicklung. - *Erdkundl. Wiss.* 59, 15-24.
- SCHWEINFURTH, U. (1983a): Mensch und Umwelt im Indus-Durchbruch am Nanga Parbat (NW-Himalaya). In: SNOY, P. (Hrsg.): *Ethnologie und Geschichte*. Festschr. f. Karl Jettmar. *Beitr. z. Südasiensforsch.* 86, 536-559. Wiesbaden.
- SCHWEINFURTH, U. (1983b): Man's impact on vegetation and landscape in the Himalayas. In: HOLZNER, W., WERGER, M. & I. IKUSIMA (eds.): *Man's impact on vegetation*, 297-309. The Hague-London.
- SCHWEINFURTH, U. (1984): The Himalaya. Complexity of a mountain system manifested by its vegetation. - *Mountain Res. & Developm.* 4, 339-344.
- SCHWEINFURTH, U. (1987): Climatically dry valleys in the Himalayas and further east. In: *Explorations in the Tropics*, pp. 20-25. Poona.
- SCHWEINFURTH, U. (1988): *Pinus* in Southeast Asia. - *Beitr. z. Biol. d. Pflanzen* 63, 253-269.
- SELOD, Y.I. (1961): *Bioclimat et végétation du Pakistan Occidental*. Thèse de Doctorat de l'Université, Toulouse.
- SEMMELE, A. (1983): *Grundzüge der Bodengeographie*. 2. Aufl., Stuttgart.

- SEYBOLD, S. & U. KULL (1985): A contribution to the floristics and vegetation of Zanskar (Kashmir). - *Bot. Jahrb. Syst.* 105, 263-277.
- SHAH, B.H., S. ALI & M. KHAN (1964): Vegetation and soil relationships in some districts of West Pakistan. - *Pak. J. For.* 14, 1, 15-35.
- SHAH, S.L. (1982): Ecological degradation and future of agriculture in the Himalayas. - *Ind. J. Agr. Econ.* 37, 1, 1-22.
- SHAMANNA, S., CHIBBER, R.K. & R.S. MURTHY (1967): Morphological and physical characteristics of some soils of Himachal Pradesh. - *Ind. J. Agronom.* 12, 397-406.
- SHAMANNA, S., CHIBBER, R.K. & R.S. MURTHY (1970): Chemical characterization of some soils of Himachal Pradesh and their classification. - *Ind. J. Agronom.* 15, 254-257.
- SHAMSHAD, K.M. (1988): The meteorology of Pakistan. Climate and weather of Pakistan. Karachi.
- SHARMA, B.D. & VISHNU-MITRE (1969): Studies of post-glacial vegetational history from the Kashmir Valley. 2. Baba Rishi and Yus Maidan. - *Palaeobotanist* 17, 3, 231-243.
- SHARMA, B.M. & P. KACHROO (1981): Flora of Jammu and plants of neighbourhood. Dehra Dun.
- SHARMA, C. & M.S. CHAUHAN (1988): Palaeoenvironmental inferences from the Quaternary palynostratigraphy of Himachal Pradesh and Kumaon, India. In: AGRAWAL, D.P., SHARMA, P. & S.K. GUPTA (eds.): Palaeoclimatic and palaeoenvironmental changes in Asia during the last 4 million years, pp. 178-191. *Indian Nat. Sci. Acad.*, New Delhi.
- SHARMA, C. & H.P. GUPTA (1985): Palynostratigraphy and palaeoenvironments: Krachipatra, Lower Karewa, Kashmir. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years, 91-96. New Delhi.
- SHARMA, C. et al. (1985): Palynostratigraphy and palaeoenvironments: Dubjan, Lower Karewa, Kashmir. In: AGRAWAL, D.P., KUSUMGAR, S. & R.V. KRISHNAMURTHY (eds.): Climate and geology of Kashmir. The last 4 million years, 69-74. New Delhi.
- SHEIKH, M.I. & A. ALEEM (1975): Forests and forestry in Northern Areas. - *Pak. J. For.* 25, 3/4, 197-235 a. 296-324.
- SHEIKH, M.I. & M. HAFEEZ (1977): Forests and forestry in Pakistan. *Pak. For. Inst.*, Peshawar.
- SHRODER, J.F. (1989): Hazards of the Himalaya. - *American Scientist* 77, 564-573.
- SHRODER, J.F. et al. (1989): Quaternary glacial chronology and neotectonics in the Himalaya of Northern Pakistan. In: MALINCONICO, L. & R.J. LILLIE (eds.): Tectonics of the Western Himalayas. *GSA Spec. Paper* 232, 275-294.
- SHUKLA, S.S., RAYCHAUDHURI, S.P. & B.S.R. ANJANEYULU (1965): Studies of some foot hill soils of Himalayas. - *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 13, 2, 115-122.
- SIDDIQUI, K.U. & A.N. KHAN (1964): Synoptic patterns of rainfall over West Pakistan. - *Pak. J. Sci.* 16, 235-242.
- SIDDIQUI, K.M. (1987): Recent developments in timber harvesting in Pakistan. In: SHEIKH, M.I. et al. (eds.): Role of forest research in solving socio-economic problems in the Himalayan region, 138-145. *Pak. For. Inst.*, Peshawar.

- SIDDIQUI, K.M., AYAZ, M. & A. JAH (1990): Fuel collection in the coniferous forests of Hazara Division, N.W.F.P.. - Pak. J. For. 40, 1, 71-82.
- SIMPSON, G.C. (1921): The South-West Monsoon. - Quart. J. of the Roy. Met. Soc. 47, 151-172.
- SINGH, G. (1963): A preliminary survey of the postglacial vegetational history of Kashmir Valley. - Palaeobotanist 12, 73-108.
- SINGH, G. & D.P. AGRAWAL (1976): Radiocarbon evidence of deglaciation in the North-Western Himalaya, India. - Nature 260, 232.
- SINGH, G. & P. KACHROO (1976a): Microclimatic variations in Dachhigam sanctuary, Kashmir. - Ind. For. 102, 12, 839-849.
- SINGH, G. & P. KACHROO (1976b): Forest flora of Srinagar. Dehra Dun.
- SINGH, J.B. & P. KACHROO (1983): Plant community characteristics in Pir Panjal forest range (Kashmir). - J. Econ. Tax. Bot. 4, 3, 911-937.
- SINGH, J.S. (1948): Note on ecological changes in the transitional belt between wet zone and the dry zone in Kanawar. - East Punjab For. Notes, 1-36.
- SINGH, J.S. (1962): Preliminary studies on the humus status of some forest communities of Bashahar Himalayas. - Proc. Nat. Acad. Sci. India 32, 403-407.
- SINGH, J.S. (ed.)(1985): Environmental Regeneration in Himalaya: Concepts and strategies. Nainital.
- SINGH, J.S. & S.P. SINGH (1987): Forest vegetation of the Himalaya. - Botanical Review 53, 80-192.
- SINGH, J.S. & M.K. WALI (1962): Soil erosion in some parts of Kashmir Himalayas. - Proc. Nat. Acad. Sci. India 32, 118-124.
- SINGH, S. (1925): The fir forests of Pir Panjal, Kashmir. - Ind. For. 51, 49-53, 108-113, 613-617.
- SINGH, S. (1929): The effect of climate on the conifers of Kashmir. - Ind. For. 55, 189-203.
- SINGH, S. (1932): A note on the regeneration of deodar in the Udil Range, Ramban Division, Jammu, with special reference to the eradication of Pohn (*Parrotia Jacquemontiana*). - Ind. For. 58, 75-81.
- SINGH, S. (1948): Regeneration of fir forests of Pir Panjal, Kashmir. - Ind. For. 74, 147-152.
- SINGH, T.V. & J. KAUR (eds.)(1985): Integrated Mountain Development. New Delhi.
- SINHA, K.L. (1959): Seasonal features of the spatial distribution of rainfall in pre-partitioned India. - Ind. J. Met. Geophys. 10, 1, 47-56. Delhi.
- SIVALL, T.R. (1977): Synoptic-climatological study of Asian summer monsoon in Afghanistan. - Geogr. Annaler, Ser. A 59, 67-87.
- SMADJA, J. (1991): Particularités climatiques du grand versant de mousson himalayen. - Revue de Géogr. Alpine 1991, 2, 99-119.
- SMYTHIES, E.A. (1919/20): Geology and forest distribution. - Ind. For. 45, 239-243 a. 46, 319-320.
- Snow and Ice Hydrology Project Upper Indus Basin - Karakoram Himalaya (1989): Final Report. Univ. of Waterloo, Ontario.

- SPATE, O.H.K. & A.T. LEARMONTH (1967): India and Pakistan. A general and regional geography. 3rd ed., London.
- SPENCER, D., GHAZANFAR, M. & M.N. CHAUDHRY (1990): The higher Himalayan crystalline unit, Upper Kaghan Valley, NW-Himalaya, Pakistan. - Submitted to "Proceedings of the Second Pakistan Geological Congress, 1990".
- STAINTON, A. (1988): Flowers of the Himalaya. A supplement. Delhi.
- STAINTON, J.D.A. (1972): Forests of Nepal. New York.
- STAINTON, J.D.A. (1977): Some problems of Himalayan plant distribution. In: *Écologie et Géologie de l'Himalaya*. - Colloques internationaux du C.N.R.S. No. 268, 99-102. CNRS, Paris.
- STALEY, J. (1969): Economy and society in the High Mountains of Northern Pakistan. - *Modern Asian Studies* 3, 225-243.
- STAUT, S. (1988): Über das natürliche Verjüngungsverhalten der feuchtgemäßigten Bergmischwälder im Himalaya, untersucht an *Pinus wallichiana*- und *Cedrus deodara*-Beständen. Mag.-Arb., Forstl. Fak., Univ. Göttingen. (unveröff.).
- STEARNS, W.T. (1960): *Allium* and *Milula* in the Central and Eastern Himalaya. - *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.) Bot.* 2, 161-191.
- STEBBING, E.P. (1922-26): The forests of India. Vol. I-III. London.
- STEBBING, E.P. (1962): The forests of India. Vol. IV. Reprint, ed. by CHAMPION, H.G. & F.C. OSMASTON. Oxford.
- STEIN, A. (1928): Innermost Asia. Vol. I & II. Oxford.
- STELLRECHT, I. (1992): Umweltwahrnehmung und vertikale Klassifikation im Hunza-Tal (Karakorum). - *Geogr. Rdsch.* 44, 426-434.
- STENZ, E. (1957): Precipitation, evaporation and aridity in Afghanistan. - *Acta Geophysica Polon.* 5, 245-263.
- STERLING, C. (1976): Nepal. - *Atlantic Monthly* (Oct), 238, 4, 14-25.
- STEWART, J.L. (1867): Journal of a botanizing tour in Hazara and Kaghan in April and May 1859. - *J. Agr. Hort. Soc. India*, 14, 1-73.
- STEWART, J.L. (1869): Notes of a botanical tour in Ladak and Western Tibet. - *Trans. Bot. Soc. Edinburgh* 10, 207-239.
- STEWART, J.L. & D. BRANDIS (1874): The forest flora of North West and Central India. London (Reprint Dehra Dun 1972).
- STEWART, R.R. (1916): Flora of Ladakh. - *Bull. Torr. Bot. Club* 43, 511-590, 625-650.
- STEWART, R.R. (1957): The ferns and fern allies of West Pakistan and Kashmir. - *Biologia* 3, 2, 133-164. Lahore.
- STEWART, R.R. (1957-61): The flora of Rawalpindi district (West Pakistan). - *Pak. J. For.* 7, 237-300; 8, 13-111; 11, 51-63.
- STEWART, R.R. (1961): The flora of the Deosai plains. - *Pak. J. For.* 11, 225-295.
- STEWART, R.R. (1967): Check list of the plants of Swat state, Northwest Pakistan. - *Pak. J. For.* 17, 4, 457-528.

- STEWART, R.R. (1970): The grasses of West Pakistan and Kashmir. - *Biologia* 16, 1, 1-46. Lahore.
- STEWART, R.R. (1972): Flora of West Pakistan. An annotated catalogue of the vascular plants of West Pakistan and Kashmir. Karachi.
- STEWART, R.R. (1981): Pleistocene plant fossils of the lower Karewa beds of Kashmir. - *Pak. J. For.* 31, 1, 1-3.
- STEWART, R.R. (1982): Flora of Pakistan. History and exploration of plants in Pakistan and adjoining areas. Ed. by NASIR, E. & S.I. ALI. Islamabad.
- STRACHEY, R. (1851): Physical geography of Kumaon and Garhwal. - *J. Roy. Geogr. Soc. London*, 21, 57-85.
- SUBRAHMANYAM, V.P. (1958): The climates of India in relation to the distribution of natural vegetation. - *The Indian Geographer* 3, 1/2, 1-12.
- SURI, P.N. (1933): The ecology and silviculture of the Himalayan spruce and silver fir. - *Ind. For.* 59, 532-550.
- Survey of Pakistan (ed.) (1985): Atlas of Pakistan. Survey of Pakistan, Rawalpindi.
- SWATI, M.I. (1985): Revised Working Plan for the Kaghan Reserved Forests of Mansehra District 1985-86 to 2004-05. Govt. of Pakistan, Peshawar.
- TAHIRKHELI, R.A.K. (1982): Geology of the Himalaya, Karakorum and Hindukush in Pakistan. - *Geol. Bull. Univ. of Peshawar* 15 (Spec. Issue).
- TAMHANE, R.V. & S.J. LOTE (1955): Soils of Simla Hills. - *Bull. Nat. Inst. Sci. India* 6, 206-217.
- TARAR, R.N. (1982): Water resources investigation in Pakistan with the help of Landsat imagery - snow surveys 1975-1978. In: GLEN, J.W. (ed.): Hydrological aspects of alpine and high mountain areas. - *International Association of Scientific Hydrology, Publ.* 138, 177-190.
- TAYLOR, E.M., MEHTA, M.L. & R.C. HOON (1934): An investigation of some Bajrundi forest soils with reference to regeneration of spruce fir (*Picea morinda*): - *Ind. For.* 60, 6, 388-401.
- TAYLOR, E.M. et al. (1936): A study of the soils in the hill areas of the Kulu forest division, Punjab. I. An investigation of soil profiles under Deodar, Spruce, Blue Pine and Chir. - *Ind. For. Rec. (N.F.), Silvicult.* 1, 2, 289-346, 1935.
- TERRA, H.de & T.T. PATERSON (1939): Studies on the ice age in India and associated human cultures. Washington.
- THOMPSON, M. & M. WARBURTON (1985): Uncertainty on a Himalayan scale. - *Mountain Res. & Developm.* 5, 2, 115-135.
- THOMSON, T. (1852): Western Himalaya and Tibet. A narrative of a journey through the mountains of Northern India during the years 1847/48. London.
- THOMSON, T. (1854): Sketch of the climate and vegetation of the Himalaya. - *J. Agr. Hort. Soc. India* 8, 14-26.
- TILMAN, H.W. (1949): Two mountains and a river. Cambridge Univ. Press.
- TOLLNER, H. (1949): Der Einfluß großer Massenerhebungen auf die Lufttemperatur und die Ursachen der Hebung der Vegetationsgrenzen in den inneren Ostalpen. - *Arch. f. Meteor., Geophys. u. Biokl., Serie B* 1, 347-372.

- TRANQUILLINI, W. (1967): Über die physiologischen Ursachen der Wald- und Baumgrenze. - Mitt. Forstl. Bundesvers.-anst. Wien 75, 457-487.
- TRANQUILLINI, W. (1979): Physiological ecology of the alpine timberline. Ecological Studies 31. Berlin.
- TREBGE, E. (1937): Die Grenzen des Monsuns in Asien. Diss. Univ. Jena.
- TREVOR, C.G. (1931): Sheep grazing in coniferous forests. - Ind. For. 57, 541-542.
- TRIPATHI, S.K., VERMA, K.R. & V.P. UPADHYAY (1987): Analysis of forest vegetation at Kasar Devi Hill of North-West Almora Division in Kumaun Himalaya. - Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.) 97, 3, 265-276.
- TROLL, C. (1938a): Der Nanga Parbat als geographische Erscheinung. - Ztschr. f. Erdk. 6, H. 7. Berlin.
- TROLL, C. (1938b): Der Nanga Parbat als Ziel deutscher Forschung. - Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 1938, 1-26.
- TROLL, C. (1939a): Luftbildplan und ökologische Bodenforschung. - Ztschr. Ges. Erdk. Berlin 1939, 241-298.
- TROLL, C. (1939b): Das Pflanzenkleid des Nanga Parbat. Vegetationskarte der Nanga Parbat-Gruppe (NW-Himalaya) 1:50.000 mit Begleitworten. - Wiss. Veröff. d. Dt. Museums f. Länderk. zu Leipzig N.F. 7, 151-180.
- TROLL, C. (1941): Studien zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde. Sonderdr. a. d. Ber. d. 23. Hauptvers. d. Ges. v. Freunden u. Förd. d. Univ. Bonn, Nov. 1940, 49-95.
- TROLL, C. (1949): Die Natur der Hochgebirge in den verschiedenen Klimazonen der Erde. - Mitt. Naturf. Ges. Bern, N.F., 6, 16-18.
- TROLL, C. (1952): Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation. In: Studien zur Klima- und Vegetationskunde der Tropen. Bonner Geogr. Abh. 9, 124-182.
- TROLL, C. (1955): Über das Wesen der Hochgebirgsnatur. - Jahrb. Dt. Alpen-Verein 80, 142-157.
- TROLL, C. (1959): Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. Bonner Geogr. Abh. 25.
- TROLL, C. (1960): Die Physiognomie der Gewächse als Ausdruck der ökologischen Lebensbedingungen. - Verh. d. 32. Dt. Geogr.-Tages, 97-122. Wiesbaden.
- TROLL, C. (1961): Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. - Die Naturwissenschaften 48, 9, 332-348.
- TROLL, C. (1962): Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. - H. von Wissmann-Festschrift, 54-80. Tübingen.
- TROLL, C. (1966): Landschaftsökologie als geographisch-synoptische Naturbetrachtung. In: TROLL, C. (Hrsg.): Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. - Erdkundl. Wissen 11, 1-13. Wiesbaden.
- TROLL, C. (1967): Die klimatische und vegetationsgeographische Gliederung des Himalaya-Systems. In: HELLMICH, W. (Hrsg.): Khumbu Himal. Ergebnisse des Forschungsunternehmens Nepal Himalaya. Bd. 1, 353-388. Berlin-Heidelberg-New York.

- TROLL, C. (1968): Landschaftsökologie. In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. Ber. Intern. Symp. Intern. Verein. Veg.-kde Stolzenau 1963, 1-20. Den Haag.
- TROLL, C. (1970): Landschaftsökologie (Geocology) and Biogeocoenology. Eine terminologische Studie. - Revue Roumaine Géol., Géophys., Géogr., Série de Géogr. 14, 9-18. Bucuresti.
- TROLL, C. (1972): The three-dimensional zonation of the Himalayan System. In: TROLL, C. (Hrsg.): Landschaftsökologie der Hochgebirge Eurasiens. Erdwiss. Forsch. 4, 264-275.
- TROLL, C. (1973a): The upper timberlines in different climatic zones. - Arctic a. Alpine Res. 5, 3, Pt. 2, A 3-A 18.
- TROLL, C. (1973b): Die Höhenstaffelung des Bauern- und Wanderhirtentums im Nanga Parbat-Gebiet (Indus-Himalaya). In: RATHJENS, C., TROLL, C. & H. UHLIG (Hrsg.): Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asien. Erdwiss. Forsch. 5, 43-48. Wiesbaden.
- TROLL, C. (1975): Vergleichende Geographie der Hochgebirge in landschaftsökologischer Sicht. - Geogr. Rdsch. 27, 185-198.
- TROLL, C. & K.H. PAFFEN (1964): Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. - Erdkunde 18, 5-28.
- TROUP, R.S. (1916): *Pinus longifolia* Roxb., a sylvicultural study. The Indian Forest Memoirs, vol. I. Calcutta.
- TROUP, R.S. (1921): The silviculture of Indian trees. 3 vols. Oxford.
- TUCKER, R.P. (1982): The forests of the Western Himalayas: the legacy of British colonial administration. - J. For. Hist. 26, 3, 112-123. Santa Cruz.
- TUCKER, R.P. (1983): The British colonial system and the forests of the Western Himalayas, 1815-1914. In: TUCKER, R.P. & J.F. RICHARDS (eds.): Global deforestation and the nineteenth-century world economy, 146-166. Durham, NC, USA.
- TUCKER, R.P. (1986): The evolution of transhumant grazing in the Punjab Himalaya. - Mountain Res. & Developm. 6, 1, 17-28.
- TUCKER, R.P. (1987): Dimensions of deforestation in the Himalaya: the historical setting. - Mountain Res. & Developm. 7, 3, 328-331.
- TUCKER, R.P. (1988): The British empire and India's forest resources: The timber lands of Assam and Kumaon, 1914-1950. In: RICHARDS, J.F. & R.P. TUCKER (eds.): World deforestation in the twentieth century, 91-111. Durham-London.
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. - Angew. Pflanzensoziologie 13, 5-42. Stolzenau/W.
- TÜXEN, R. (1979): Sigmeten und Geosigmeten, ihre Ordnung und ihre Bedeutung für Wissenschaft, Naturschutz und Planung. - Biogeographica 16, 79-92.
- TURCEK, F.J. & L. KELSO (1968): Ecological aspects of food transportation and storage in *Corvidae*. - Commun. Behavioral Biol., Part A, I, 277-297.
- UHLIG, H. (1962): Kaschmir. - Geogr. Taschenb. 1962/63, 179-196.
- UHLIG, H. (1970): Die Agrarlandschaften des Chenab-Tals in Jammu und Kaschmir. - Tübinger Geogr. Stud. 34, 309-323.

- UHLIG, H. (1971): Agrarlandschaften im westlichen Himalaya: Kulu - Mandi - Kangra (Himachal Pradesh): - Kölner Geogr. Arb., Sonderbd. 1971 (Kayser-Festschr.), 309-323.
- UHLIG, H. (1973): Wanderhirten im westlichen Himalaya: Chopan, Gujars, Bakerwals, Gaddi. In: RATHJENS, C., TROLL, C. & H. UHLIG (Hrsg.): Vergleichende Kulturgeographie der Hochgebirge des südlichen Asiens, 157-167. Wiesbaden.
- UHLIG, H. (1976): Bergbauern und Hirten im Himalaya. - Tag.-ber. u. Abh. d. 40. Dt. Geogr.-Tages Innsbruck, 549-586. Wiesbaden.
- UHLIG, H. (1980): Der Anbau an den Höhengrenzen der Gebirge Süd- und Südostasiens. In: JENTSCH, C. & H. LIEDTKE (Hrsg.): Höhengrenzen in Hochgebirgen, 279-310. Saarbrücken.
- UHLIG, H. (1984): Die Darstellung von Geo-Ökosystemen in Profilen und Diagrammen als Mittel der vergleichenden Geographie der Hochgebirge. In: GRÖTZBACH, E. & G. RINSCHENDE (Hrsg.): Beiträge zur vergleichenden Kulturgeographie der Hochgebirge - Eichstätter Beitr. 12, 93-152.
- UHLIG, H. & W. HAFFNER (1984): Zur Entwicklung der geographischen Hochgebirgsforschung. In: UHLIG, H. & W. HAFFNER (Hrsg.): Zur Entwicklung der vergleichenden Geographie der Hochgebirge, 1-30. Wege der Forschung Bd. 223. Darmstadt.
- VAHID, S.A. (1951): The Kaghan Valley - land of classic beauty. - Pak. J. For. 1, 99-103.
- VAHID, S.A. (1952): Forestry and agriculture in Pakistan. - Pak. J. For. 2, 13-31.
- VIGNE, G.T. (1842): Travels in Kashmir, Ladakh, Iscardo, the countries adjoining the mountain-course of the Indus, and the Himalaya, north of the Panjab. 2 Vols., London.
- VISHNU-MITRE (1963): The ice ages and the evolutionary history of the Indian gymnosperms. - J. Ind. Bot. Soc. 42, 301-308.
- VISHNU-MITRE (1965): Floristic and ecological reconsiderations of the pleistocene plant impressions from Kashmir. - Palaeobotanist 13, 3, 308-327.
- VISHNU-MITRE (1966): Some aspects concerning pollen-analytical investigations in the Kashmir Valley. - Palaeobotanist 15, 1/2, 157-175.
- VISHNU-MITRE (1972): The glacial succession in the Kashmir Valley. A summary and discussion of recent research. - Geol. Surv. India Misc. Publ. 15, 89-96.
- VISHNU-MITRE (1974a): Environmental changes during the Quaternary. In: SURANGE, K.R., LAKHANPAL, R.N. & D.C. BHARADWAJ (eds.): Aspects and Appraisal of Indian Palaeobotany, 615-631. B.S. Inst. of Palaeobotany, Lucknow.
- VISHNU-MITRE (1974b): Quaternary vegetation in Northern region. In: SURANGE, K.R., LAKHANPAL, R.N. & D.C. BHARADWAJ (eds.): Aspects and Appraisal of Indian Palaeobotany, 657-664. B.S. Inst. of Palaeobotany, Lucknow.
- VISHNU-MITRE (1974c): The boundary problem during the Quaternary in NW-Region. In: SURANGE, K.R., LAKHANPAL, R.N. & D.C. BHARADWAJ (eds.): Aspects and Appraisal of Indian Palaeobotany, 603-607. B.S. Inst. of Palaeobotany, Lucknow.
- VISHNU-MITRE (1979): Palaeobotanical evidences of the environment of early man in Northwestern and Western India. - Grana 18, 167-181.
- VISHNU-MITRE (1984a): Quarternary palaeobotany and palynology in the Himalaya. An overview. - Palaeobotanist 32, 158-187.

- VISHNU-MITRE (1984b): Floristic changes in the Himalaya (Southern slopes and Siwaliks from mid tertiary to recent times). In: WHITE, R.O. (ed.): The evolution of the East Asian environment. - Centre of Asian Studies Occasional Papers a. Monographs 59, 483-503. Univ. of Hongkong.
- VOHRA, J.N. (1987): Bryophytic flora of U.P. Himalaya. In: PANGTEY, Y.P.S. & S.C. JOSHI (eds.): Western Himalaya, Environment, Problems and Development, 301-309. Nainital.
- VOLK, O.H. (1954): Klima und Pflanzenverbreitung in Afghanistan. - *Vegetatio* 5/6, 422-433.
- WADHWA, B.M. (1977): Floristic studies in Northwest India. Present status and future strategy. - *Bull. Bot. Surv. India* 19, 185-194.
- WADIA, D.N. (1931): The syntaxis of the NW-Himalaya: its rocks, tectonics and orogeny. - *Rec. Geol. Surv. India* 65, 189-220. Delhi.
- WADIA, D.N. (1945): Soils of India. - *J. Sci. & Industr. Res.* 3, 359-367.
- WADIA, D.N. (1951): The transitional passage of Pliocene into the Pleistocene in the North-Western Sub-Himalayas. - *Proc. 18th Int. Geol. Congr., London 1948, Pt. 11*, 43-48.
- WADIA, D.N. (1975): *Geology of India*. 4. Aufl., New Delhi.
- WAGNER, A. (1931): Zur Aerologie des indischen Monsuns. - *Gerlands Beitr. Geophys.* 30, 196-238.
- WAGNER, A. (1932a): Hangwind - Ausgleichsströmung - Berg- und Talwind. - *Met. Ztschr.* 49, 6, 209-217.
- WAGNER, A. (1932b): Neue Theorie des Berg- und Talwindes. - *Met. Ztschr.* 49, 329-341.
- WAGNER, G. (1962): Diamirtal und Diamirgletscher. Geographische und glaziologische Beobachtungen am Nanga Parbat (Deutsche Diamir-Expedition 1961). - *Mitt. Geogr. Ges. München* 47, 157-192.
- WAGNER, G. (1970): Kein Monsun am Nanga Parbat. - *Jahrb. d. Dt. Alpenver.* 95, 188-199.
- WALI, M.K. (1964): A preliminary survey of the conifer communities of Kashmir Himalaya. - *Trop. Ecol.* 5, 32-41.
- WALI, M.K. (1966): Life-forms and biological spectrum of the Lolab Valley, Kashmir, in relation to climate. - *J. Bombay Nat. Hist. Soc.* 69, 115-122.
- WALI, M.K. & S.N. TIKU (1964): Contribution to the flora of Kashmir - Lolab Valley. - *Bull. Bot. Surv. India* 6, (2-4), 141-149.
- WALTER, H. u. E. (1953): Das Gesetz der relativen Standortskonstanz, das Wesen der Pflanzengesellschaften. - *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 66, 227-235.
- WALTER, H. (1954): Klimax und zonale Vegetation. - *Angew. Pfl.-soz. I (Festschr. Aichinger)*, 144-150.
- WALTER, H. (1955): Die Klima-Diagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse für ökologische, vegetationskundliche und landwirtschaftliche Zwecke. - *Ber. Dt. Bot. Ges.* 68, 321-344.
- WALTER, H. (1975): Über ökologische Beziehungen zwischen Steppenpflanzen und alpinen Elementen. - *Flora* 164, 339-346.
- WALTER, H. & S.W. BRECKLE (1986): *Ökologie der Erde, Bd. 3: Spezielle Ökologie der gemäßigten und arktischen Zonen Euro-Nordasiens*. Stuttgart.

- WALTER, H. & S.W. BRECKLE (1991): Ökologie der Erde, Bd. 1: Grundlagen. 2. Aufl., Stuttgart.
- WALTER, H. & H. LIETH (1960-67): Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.
- WALTER, H. & H. STRAKA (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. Stuttgart.
- WALTER, H., HARNICKELL, E. & D. MUELLER-DOMBOIS (1975): Klimadiagramm-Karten der einzelnen Kontinente und die ökologische Klimagliederung der Erde. - Vegetationsmonographien der einzelnen Großräume Bd. 10. Stuttgart.
- WAPDA (Water and Power Development Authority, Pakistan) (1971-80): Annual Report of River and Climatological Data, Vol. II a. III. Surface Water Hydrology Project, Lahore.
- WARD, F.K. (1927): The Sino-Himalayan Flora. - Proc. Linn. Soc. London 139, 67-74.
- WATSON, H.D. (1908): Gazetteer of the Hazara District. London.
- WEBSTER, G.L. & E. NASIR (1965): The vegetation and flora of the Hushe Valley (Karakoram Range, Pakistan). - Pak. J. For. 15, 3, 201-234.
- WEHLMANN, B. (1955): Die heutige Schneegrenze und die Schneegrenze der letzten Eiszeit in Asien. - Diss. Univ. Tübingen.
- WEISCHET, W. (1965): Der tropisch-konvektive und außertropisch-advective Typ der vertikalen Niederschlagsverteilung. - Erdkunde 19, 6-14.
- WEISCHET, W. (1969): Klimatologische Regeln zur Vertikalverteilung der Niederschläge in Tropengebirgen. - Die Erde 100, 287-306.
- WEISCHET, W. (1983): Einführung in die allgemeine Klimatologie. 3. Aufl., Stuttgart.
- WENDELBO, P. (1952): Plants from Tirich Mir. A contribution to the flora of the Hindukush. Scientific results of the Norwegian expedition to Tirich Mir 1950, No. 1. - Nytt Magasin for Botanikk, Vol. 1, 1-70. Oslo.
- WHITEHEAD, C.H.T. (1914): Some notes on the birds of the Kaghan Valley. - J. Bombay Nat. Hist. Soc. 23, 104-109.
- WIART, J. (1983): Ecosysteme villageois traditionnel en Himalaya Nepalais: la production forestiere suffit-elle aux besoins de la population? Diss. Univ. Grenoble.
- WICHE, K. (1961): Klimamorphologische Untersuchungen im westlichen Karakorum. - Tag.-Ber. u. Abh. Dt. Geogr.-Tag Berlin 1959, 190-203. Wiesbaden.
- WICHE, K. (1962): Pakistan - Strukturbild eines Entwicklungslandes. - Mitt. d. Geogr. Ges. Wien 1962, 43-75.
- WIEBE, D. (1984): Das afghanische Flüchtlingsproblem. Eine Dokumentation - dargestellt am Beispiel der Nordwest-Grenzprovinz und Belutschistan. - Geogr. Rdsch. 36, 484-496.
- WILLIAMS, L.H.J. (1953): The 1952 Expedition to Western Nepal. - J. Roy. Hort. Soc. 78, 9, 323-337.
- WINIGER, M. (1992): Gebirge und Hochgebirge. Forschungsentwicklung und -perspektiven. - Geogr. Rdsch. 44, 400-408.
- WINTERS, R.K. (1975): Forestry beginnings in India. - J. For. Hist. 19, 82-90.
- WISSMANN, H.v. (1959): Die heutige Vergletscherung und Schneegrenze in Hochasien mit Hinweisen auf die Vergletscherung der letzten Eiszeit. - Abh. Akad. Wiss. Mainz, Math.-Nat. Kl. Bd. 14, 1101-1407. Mainz.

- WISSMANN, H.v. (1960/61): Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten. - *Erdkunde* 14, 4, 249-272 u. 15, 1, 19-44.
- WODEHOUSE, R.P. & H. de TERRA (1935): The Pleistocene pollen of Kashmir. - *Mem. Connecticut Acad. Arts Sci.* 9, 1, 1-18.
- WOLFE, J.A. (1985): Distribution of major vegetational types during the Tertiary. - *Geogr. Monogr.* 32, 337-375.
- WRIGHT, H.L. (1931): The forests of Kashmir. - *Emp. For. J.* 10, 2, 182-189.
- WRIGHT, H.L. (1932): Goat grazing in Kashmir. - *Ind. For.* 58, 1-6.
- WYNNE, A.B. (1879): Further notes on the geology of the Upper Punjab. - *Rec. Geol. Surv. India* 12, 114-133.
- YADAV, J.S.P. (1963): Studies on soil profiles in Chakrata Division of Uttar Pradesh. - *Ind. For.* 89, 18-38.
- YASUNARI, T. & J. INOUE (1978): Characteristics of monsoonal precipitation around peaks and ridges in Shorong and Khumbu Himal. - *Seppyo* 40, Spec. Issue, 26-32.
- YIN, M.T. (1949): A synoptic-aerological study of the onset of the summer monsoon over India and Burma. - *J. of Meteorology* 6, 393-400.
- ZAMAN, M.B., KHAN, A.A. & A. AHMAD (1972): Quantitative survey of medicinal plants in Kaghan Reserved Forest Division. - *Pak. J. For.* 22, 2, 97-101.
- ZEITLER, P. (1985): Cooling history of the NW-Himalayas, Pakistan. - *Tectonics* 4, 127-151.
- ZULFIQAR, A. & M.N. CHAUDHRY (1976): Geology of Babusar area, Diamir District, Gilgit, Pakistan. - *Geol. Bull. Punjab Univ.* 12, 67-78. Lahore.

Karten

India and Pakistan 1:250.000. Serie U 502:

Sheet NI 43-2 Gilgit. Edition 1953.

Sheet NI 43-5 Mardan. Edition 1954.

Sheet NI 43-6 Srinagar. Edition 1954.

Pakistan 1:500.000. Survey of Pakistan.

Sheet NI 43/NW Gilgit. Edition 1986.

Survey of India. One-Inch Series, 1:63.360.

Sheets 43 F/7, F/8, F/11, F/12, E/14, I/2, J/1. 1927-45.

Survey of Pakistan (ed.)(1985): Atlas of Pakistan. Survey of Pakistan, Rawalpindi.

9. Anhang

9.1 Photo - Anhang



Photo 1: Der tief eingeschnittene, untere Talbereich bei Paras (1320 m NN) mit entwaldeten, landwirtschaftlich genutzten Sonnhängen und bewaldeten Schatthängen. Blick talaufwärts nach NE auf den 4500 m hohen Gebirgszug zwischen Kaghan- und Neelam-Tal. (14.11.89)



Photo 2: V-förmig eingeschnittener Talabschnitt unterhalb Paras. Durch den aufgelichteten *Pinus roxburghii*-Wald führt die Kaghan-Straße (im Bild links), die in der Monsunperiode häufig durch Muren blockiert ist. (15.11.89)



Photo 3: Moränenkomplex bei Battakundi (2670 m NN) im oberen Kaghan mit Restbeständen feucht-temperierten Koniferenwaldes in nördlichen Expositionen. Auf den fruchtbaren Böden aus Moränenmaterial werden vorwiegend Kartoffeln angebaut. Blick nach S auf das einmündende Dadar Nar-Trogtal. (27.7.90)



Photo 4: Natürliche Vegetationshöhenstufung im Waldgrenzsaum (3200-3400 m NN) auf einem NNW-exponierten Hang nahe Besri, Raum Jared. Auf einen *Abies pindrow*-Wald folgt ein *Betula utilis*-Gürtel, der in ein *Salix denticulata*-Krummholz übergeht. (30.5.90)



Photo 5: Anthropo-zoogen überformter Waldgrenzsaum (3200-3500 m NN) im SE-exponierten Talschluß des Battal Katha. Hochstämmige *Pinus wallichiana*- und *Abies pindrow*-Gruppen gehen in krüppelwüchsige Individuen über, an die sich *Juniperus squamata*-Zwergstrauchheiden anschließen. (26.8.90)



Photo 6: Expositionsbedingt unterschiedliche Beweidungsintensität und ihre Folgen: während die natürlichen *Juniperus*-Zwergstrauchheiden auf dem wesentlich früher ausapernden Sonnhang nahezu vollständig vernichtet sind, ist der Schatthang in weit geringerem Maße beeinträchtigt. (26.8.90)



Photo 7: Die "striking contrasts" zwischen Sonn- und Schatthängen in der montanen Stufe am Beispiel des E-W-gerichteten Talabschnitts oberhalb Mahandri. Auf dem nordexponierten Hang stockt ein ausgedehnter *Cedrus deodara*-Bestand, während der Gegenhang von weitgehender Waldvernichtung und Degradation gekennzeichnet ist. (5.6.90)



Photo 8: Markante Expositionsunterschiede in der alpinen Stufe oberhalb des Saiful-Muluk-Sees. Die nordexponierte Flanke des Geländerrückens (3650 m NN) ist mit einer *Rhododendron anthopogon*-Zwergstrauchheide bedeckt (im Bild rechts). Die gegenüberliegenden Flanke wird dagegen von einer *Juniperus squamata*-Heide besiedelt. (15.7.90)

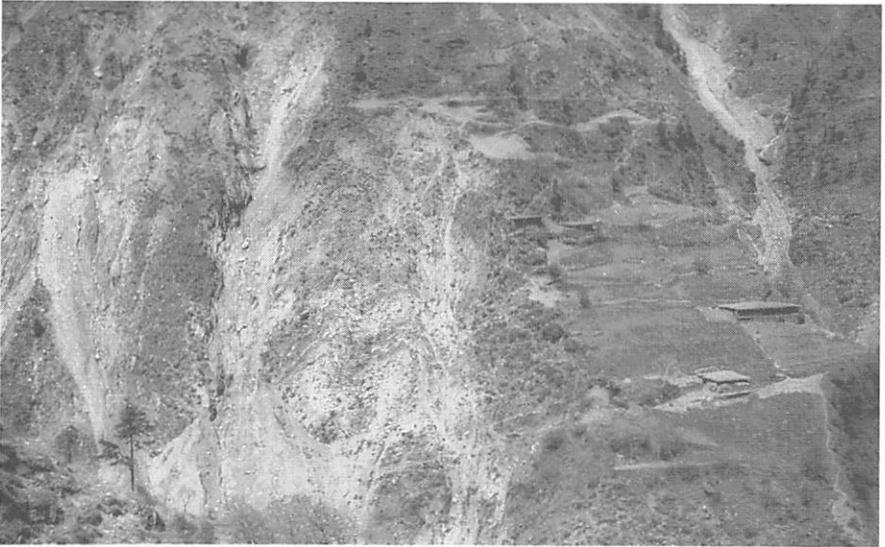


Photo 9: Monsunale Starkniederschläge führen bei der Steilheit und der Erosionsanfälligkeit der Hänge häufig zu Muren und Bergstürzen, die Siedlungen und Terrassenfelder wie hier bei Shinu gefährden. (19.4.90)



Photo 10: Alljährlich führen nomadische Gujars mit ihren Viehherden saisonale Wanderungen zwischen den Winterweidegebieten im Punjab und in der Vorbergzone und den ausgedehnten Hochweiden im oberen Kaghan aus. (26.5.90)



Photo 11: Übermäßige Beweidung in der alpinen Stufe hat eine Auflösung der Zwergstrauchheiden sowie sekundäre regressive Sukzessionen zur Folge, die in den Cyperaceenrasen zur Vorherrschaft von Nährstoff- und Beweidungszeigern (hier: *Geranium pratense* s.l., *Iris hookeriana*, *Nepeta laevigata* u.a.) führen. (13.7.90)



Photo 12: In den meisten "Reserved Forests" versucht das Forest Department mit Femelhieben ungleichaltrige Bestände und damit natürlichere Bestandesstrukturen zu erzielen. Standort NE-exp., 2100 m NN, nahe Bhunja. (17.4.90)



Photo 13: Profil eines potentiell bewaldeten Sonnhanges bei Paras im unteren Kaghan. Der flächenhaft erfassbare Landschaftswandel ist auf die klimatisch begünstigte untere montane Stufe (vom Talboden in 1300 m bis zur unteren Grenze der realen Waldbedeckung in 2000 m NN) konzentriert. (14.5.90)



Photo 14: Anthropogene Depression der Waldgrenze im Saiful-Muluk-Seitental. Die intensiv betriebene Almwirtschaft hat zur völligen Vernichtung des *Betula utilis*-Gürtels sowie zur Auflichtung des *Abies pindrow*-Waldes geführt. Die Differenz zwischen realer und potentieller Waldgrenze beträgt ca. 300 m. Standort NE-exp., 3300 m NN. (17.7.90)

9.2 Verzeichnis der bestimmten, vom Verfasser gesammelten Pflanzenarten

BRYOPHYTA

Amblystegium serpens (Hedw.) B.S.G.
Barbula arcuata Griff.
Bartramia halleriana Hedw.
Brachythecium cf. *chakratense* Vohra
Brachythecium falcatum (Broth.) Par.
Brachythecium laevi-velutinum Dixon
Brachythecium plumosum (Hedw.) B.S.G.
Brachythecium salebrosum (W. & M.) B.S.G.
Brachythecium velutinum (Hedw.) B.S.G.
Bryoerythrophyllum alpigenum (Vent.) Chen
Bryoerythrophyllum recurvirostre (H.) Chen
Bryum pseudo-triquetrum (H.) G., M. & S.
Bryum turbinatum (Hedw.) Turn.
Ceratodon purpureus (Hedw.) Brid.
Cratoneuron commutatum (Hedw.) Roth
var. *falcatum* (Brid.) Moenk.
Cratoneuron filicinum (Hedw.) Spruce
Cryptoptodon rigidulus (Mitt.) Broth.
Distichium capillaceum (Hedw.) B.S.G.
Drummondia thomsonii Mitt.
Fissidens bryoides Hew.
Grimmia alpestris (Web. & Mohr) Hornsch.
Grimmia ovalis (Hedw.) Lindb.
Hypnum cupressiforme Hedw.
Hypnum pallescens (Hedw.) P. Beauv.
Mnium stellare Hedw.
Orthotrichum alpestre Hornsch.
Pogonatum urnigerum (Hedw.) P. Beauv.
Pohlia cruda (Hedw.) Lindb.
Pohlia elongata Hedw. ssp. *polymorpha* (Hoppe & Hornsch.) Nyholm
Pohlia wahlenbergii (Web. & Mohr) Andr.
Polytrichum juniperinum Hedw.
Pylaisiadelpha drepanioides Card. & Dix.
Rhynchostegium cf. *duthiei* C.M. ex Dix.
Rhytidiadelphus squarrosus (Hedw.) Warnst.
Symbblepharis vaginata (Hook.) Wijk & Marg.
Schistidium apocarpum (Hedw.) B. & S.
Thamnobryum subserratum (H.) Nog. & Iw.
Thuidium abietinum (Hedw.) B.S.G.
ssp. *hystricosum* (Mitt.) Kindb.
Tortella fragilis (Hools. & Wils.) Limpr.
Tortella tortuosa (Hedw.) Limpr.
Tortula fragilis Tayl.

Tortula norvegica (Web.) Lindb.
Tortula virescens (De Not.) De Not.
Weissia rutilans (Hedw.) Lindb.

PTERIDOPHYTA

Adiantum capillus-veneris L.
Adiantum venustum D. Don
Asplenium dalhousiae Hook.
Asplenium pseudofontanum Koss.
Asplenium trichomanes L.
Botrychium lunaria (L.) Sw.
Ceterach officinarum Willd.
Cryptogramma brunoniana Wall.
ex Hook. et Grev.
Cyrtomium aff. *macrophyllum*
var. *tukusicola* (Tagawa) Tagawa
Cystopteris dickieana R. Sim
Cystopteris fragilis (L.) Bernh.
Deparia allantodioides (Bedd.) M. Kato
Deparia madonellii (Bedd.) M. Kato
Dryopteris blanfordii (Hope) C. Chr.
Dryopteris juxtaposita Christ
Dryopteris ramosa (Hope) C. Chr.
Equisetum ramosissimum Desf.
Gymnocarpium robertianum (Hoff.) Newm.
Huperzia selago (L.) Bernh.
Onychium contiguum Wall. ex Hope
Polystichum lonchitis (L.) Roth
Polystichum luctuosum (Kze.) Moore
Polystichum piceopaleaceum Tagawa
Polystichum prescottianum
(Wall. ex Mett.) Moore
Pteridium aquilinum L. (Kuhn)
Pteris cretica L.
Woodwardia unigemmata (Makino) Nakai

SPERMATOPHYTA

GYMNOSPERMAE

Cupressaceae

Juniperus communis L.
 ssp. alpina (Neilr.) C.
Juniperus macropoda Boiss. s.l.
Juniperus squamata Buch.-Ham. ex D.Don

Ephedraceae

Ephedra gerardiana Wall. ex Stapf

Pinaceae

Abies pindrow Royle
Cedrus deodara (Roxb. ex D.Don) G.Don
Picea smithiana (Wallich) Boiss.
Pinus roxburghii Sarg.
Pinus wallichiana A.B. Jackson

Taxaceae

Taxus baccata L.
 ssp. wallichiana (Zucc.) Pilger

ANGIOSPERMAE

DICOTYLEDONEAE

Aceraceae

Acer caesium Wall. ex Brandis
Acer cappadocicum Gled.
Acer pentapomicum Stewart ex Brandis

Alangiaceae

Swida macrophylla (Wall.) Sojak

Amaranthaceae

Achyranthes aspera L.

Anacardiaceae

Cotinus coggygria Scop.
Pistacia khinjuk Stocks

Rhus sp. aff. *punjabensis* Stewart

Apocynaceae

Vinca herbacea L.

Araliaceae

Hedera nepalensis K. Koch

Balsaminaceae

Impatiens brachycentra Kar. & Kir.
Impatiens sp. aff. *flemingii* Hook.f.
Impatiens sulcata Wall.
Impatiens thomsonii Hook.f.

Berberidaceae

Berberis lycium Royle
Berberis orthobotrys Bienert
Epimedium elatum Morr. & Decne.

Betulaceae

Betula utilis D.Don

Bignoniaceae

Incarvillea emodi (Lindl.) Chatterjee

Boraginaceae

Arnebia benthami (Wall.) Johnst.
Cynoglossum cf. *furcatum* Wall.
Cynoglossum glochidiatum Wall. ex Benth.
Cynoglossum lanceolatum Forssk.
Cynoglossum nervosum Benth.
 ex C.B. Clarke in Hook.f.
Cynoglossum wallichii G.Don s.l.
Eritrichium canum (Beuth. in Royle)
 Kitamura
Eritrichium villosum (Ledeb.) Bunge
Hackelia macrophylla (Brand) I.M. Johnston
Hackelia uncinata (Beuth.) C.E.C. Fischer
Lindelofia anchusoides (Lindl.) Lehm.
Lindelofia longiflora (Benth.) Britton
Lindelofia cf. *platycalyx* H. Riedl
Lindelofia stylosa (Kar. & Kir.)
 Brand in Engler (cf.)

Myosotis asiatica Schischk. & Sergo in Kr.
Onosma hispidum Wall. ex G.Don (cf.)
Pseudomertensia echioides (Benth.)
Riedl in Rech.f. (cf.)
Pseudomertensia elongata (Decne.)
Riedl in Rech.f. (cf.)
Pseudomertensia moltkiooides (Royle
ex Beuth.) Kazmi
Pseudomertensia nemorosa (DC.) Stewart &
Kazmi (cf.)
Pseudomertensia parviflora (Decne.)
Riedl. in Rechinger (cf.)
Pseudomertensia trollii (Melch.) St. & K.
Trichodesma indicum (L.) R.Br.

Buxaceae

Sarcococca saligna (D.Don) Muell.-Arg.

Campanulaceae

Campanula aristata Wall.
Campanula cashmeriana Royle
Campanula colorata Wall.
Campanula colorata Wall.
var. *tibetica* Hook.f. & Thoms.
Campanula latifolia L.
Campanula cf. *staintonii* Rech. f. & Sch.-Cz.
Campanula tenuissima Dunn
Codonopsis clematidea (Schrenk) Clarke

Cannabaceae

Cannabis sativa L.

Caprifoliaceae

Abelia triflora R.Br.
Lonicera asperifolia Hook.f. & Thoms.
Lonicera heterophylla Decne. s.l.
Lonicera hispida Pall.
Lonicera myrtillosa H. & T.
Lonicera obovata Royle
Lonicera purpurascens Walp.
Lonicera quinquelocularis Hardw.
Lonicera semenovii Regel

Caryophyllaceae

Arenaria neelgherrensis Wight & Arn.
Arenaria orbiculata Royle ex Edgew.
& Hook. f.
Cerastium cerastoides (L.) Britton

Cerastium glomeratum Thuill.
Cerastium sp. aff. *pusillum* Ser.
vel. *glomeratum* var.
Dianthus orientalis Adams s.l.
Gypsophila cerastioides D.Don
Minuartia biflora (L.) Schinz & Thell.
Minuartia foliosa (Royle ex Edgew. &
Hook.f.) Maj.
Minuartia kashmirica (Edgew.) Mattf.
Pseudostellaria cashmiriana Schaeftel
Silene conoidea L.
Silene laxantha Maj.
Silene moorcroftiana Wall. ex Benth.
Silene tenuis Willd.
Silene vulgaris (Moench) Garcke
Silene cf. *wahlbergella* Chowdh.
Stellaria media (L.) Vill.
Stellaria monosperma Buch.-Ham. ex D.Don

Celastraceae

Euonymus fimbriatus Wall.
Euonymus hamiltonianus Wall.
Maytenus thomsonii (Kurz) Raju & Babu

Chenopodiaceae

Chenopodium album L.
Chenopodium botrys L.

Compositae

Achillea millefolium L.
Ainsliaea aptera DC.
Anaphalis cuneifolia Hook. f.
Anaphalis triplinervis
var. *monocephala* (DC.) Beauv.
Artemisia cf. *gmelinii* Web. ex Stech.
Artemisia cf. *incisa* Pamp.
Artemisia maritima L.
(= *A. brevifolia* Wall.)
Artemisia roxburghiana Besser
Artemisia santolinifolia Turcz. ex
Krasch. in Kryl.
Aster flaccidus Bunge
Aster molliusculus (DC.) C.B. Cl.
Aster thomsonii C.B. Cl.
Brachyactis pubescens (DC.)
Aitch. & C.B.Cl.
Brachyactis roylei (DC.) Wend.
Carpesium cernuum L.
Cicerbita decipiens (Cl.) Beauv.
Cirsium sp. aff. *wallichii* DC.
Crepis kashmirica Babc.
Crepis multicaulis Ledeb.
ssp. *congesta* (Regel) Babc.

Crepis multicaulis Ledeb. ssp. *multicaulis*
Crepis sancta (L.) Babcc.
Doronicum falconeri C.B.Cl.
Echinops cornigerus DC.
Filago hurdwarica (DC.) Wagenitz
Gerbera sp. aff. *gossypiphora* (Royle)
Beauv.
Gnaphalium stewartii C.B.Cl.
Hieracium prenanthoides Vill.
Inula barbata Wall. ex DC.
Inula royleana Clarke
Lactuca lessertiana (Wall. ex DC.) Clarke
Launaea secunda (C.B.Cl.) Hook. f.
Leontopodium leontopodium (DC.)
H.-Mzt.
Ligularia thomsonii (C.B.Cl.) Pojark.
Myriactis wallichii DC.
Petasites tricholobus Franch.
Picris nuristanica Bornm.
Saussurea albescens (DC.) Sch.Bip.
Saussurea atkinsonii C.B.Cl.
Saussurea bracteata Decne.
Saussurea candolleana DC.
Saussurea ceratocarpa Decne.
Saussurea gnaphalodes (Royle
ex DC.) Sch.Bip.
Saussurea roylei (DC.) Sch.Bip.
Scorzonera virgata DC.
Senecio analogus DC.
Senecio krascheninikovii Schischk.
Serratula pallida DC.
Solidago virgaurea L.
Tanacetum falconeri Hook. f.
Tanacetum senecionis Gay
Taraxacum baltistanicum v. Soest
Taraxacum cf. *banhyhalense* v. Soest
Taraxacum kashmirensis
Taraxacum lanigerum v. Soest
Taraxacum nepalense v. Soest
Taraxacum pakistanicum v. Soest
Taraxacum pseudo-stevenii v. Soest
Taraxacum stenolepium Hand.-Mazz.
Tragopogon gracilis D. Don
Tussilago farfara L.
Waldheimia tridactylites Kar. & Kir.
ssp. *glabra* (Decne.) Podlech

Crassulaceae

Hylotelephium ewersii Ledeb.
Rhodiola coccinea (Royle) Boriss.
Rhodiola imbricata Edgew.
Rosularia alpestris (Kar. & Kir.) Boriss.
Rosularia spathulata (DC.) Ohba
Sedum oreades (Decne.) Raym.-Hamet

Cruciferae

Alliaria petiolata (M.B.) Cavara & Grande
Arabidopsis himalaica (Edgew.)
O.E. Schulz in Engler (cf.)
Arabidopsis mollissima (C.A. Mey)
N. Busch.
Arabis amplexicaulis Edgew.
Arabis glabra (L.) Bernh.
Cardamine hirsuta L.
Cardamine impatiens L.
Cardamine macrophylla Willd.
Chorispora sabulosa Camb. in Jacquem.
Draba setosa Royle
Draba trinervis O.E. Schulz in Engler
Nasturtium officinale R.Br. in Aiton
Thlaspi cochleariforme DC.
Thlaspi cochlearioides H. & T.

Corylaceae

Corylus colurna L.

Cucurbitaceae

Solena amplexicaulis (Lam.) Gandhi

Datisceae

Datisca cannabina L.

Dipsacaceae

Dipsacus inermis Wall.
Morina coulteriana Royle
Morina longifolia Wall. ex DC.
Scabiosa speciosa Royle

Ebenaceae

Diospyros lotus L.

Ericaceae

Cassiope fastigiata (Wall.) D. Don
Gaultheria trichophylla Royle
Rhododendron anthopogon D. Don
var. *hypananthum* (Balf.f.) Hara

Euphorbiaceae

Andrachne cordifolia (Wall.
ex Decne.) Muell. Arg.
Euphorbia cornigera Boiss.
Euphorbia helioscopia L.
Euphorbia maddenii Boiss.

Euphorbia osyridea Boiss.
Euphorbia thomsoniana Boiss.
Euphorbia sp. aff. *wallichii* Hook. f.

Fagaceae

Quercus baloot Griffith
Quercus dilatata Lindl.

Gentianaceae

Comastoma pedunculata (Royle ex G.Don)
Gentiana capitata Buch.-Ham. ex D.Don
Gentiana membranulifera T.N. Ho
(= *G. marginata* Griseb.)
Gentiana micantiformis Burk.
Gentiana pseudoaquatica Kusn.
Gentiana tianschanica Rupr. ex Kusnez.
Gentianella umbellata (M.B.) Holub.
var. *holosteoides*
(Sch. & Kotsch.) T.N. Ho
Gentianopsis paludosa (Hook.f.) Ma
Jaeschkea oligosperma (Griseb.) Knob.
Lomatogonium brachyantherum (Cl.)
Fernald
Lomatogonium caeruleum (Royle)
H.Sm. ex Burt
Lomatogonium carinthiacum (Wulf.) A.Br.
Swertia cordata (G.Don) Wall. ex C.B.Cl.
Swertia marginata Schrenk
Swertia paniculata Wall.
Swertia petiolata Royle ex D.Don
Swertia thomsonii C.B. Clarke

Geraniaceae

Biebersteinia odora Stephan ex Fischer
Geranium ocellatum Jacq. ex Camb.
Geranium pratense L. s.l.
Geranium sp. aff. *rotundifolium* L.
Geranium sibiricum L.
Geranium wallichianum D.Don

Grossulariaceae

Ribes alpestre Decne. in Jacquem.
Ribes sp. aff. *glaciale* Wall. in Roxb.
Ribes himalense Decne. in Jacquem.
Ribes orientale Desf.
Ribes cf. *villosum* Wall. in Roxb.

Guttiferae

Hypericum oblongifolium Choisy
Hypericum perforatum L.

Hamamelidaceae

Parrotiopsis jacquemontiana (Decne.) Rehder

Hippocastanaceae

Aesculus indica (Colebr. ex Cambess.)
Hook.

Juglandaceae

Juglans regia L.

Labiatae

Ajuga parviflora Benth.
Buddleja crispa Benth.
Clinopodium umbrosum (M. Bieb.) C. Koch
Clinopodium vulgare L.
Dracocephalum nutans L.
Isodon rugosus (Wall. ex Benth.) Codd
Lamium album L.
Mentha royleana Benth.
Micromeria biflora (Buch.-Ham.)
ex D.Don) Benth.
Nepeta connata Royle ex Benth.
Nepeta discolor Royle ex Benth.
Nepeta erecta (Royle ex Benth.) Benth.
Nepeta kokanica Regel
Nepeta laevigata (D.Don) Hand.-Mazz.
Nepeta linearis Royle ex Benth.
Nepeta raphanorhiza Benth.
Origanum vulgare L.
Phlomis bracteosa Royle ex Benth.
Prunella vulgaris L.
Salvia hians Royle ex Benth.
Salvia moorcroftiana Wall. ex Benth.
Stachyopsis oblongata (Schrenk)
M. Popov & Vved.
Stachys emodi Hedge
Teucrium royleanum Wall. ex Benth.
Thymus linearis Benth.

Leguminosae

Acacia modesta Wall.
Argyrolobium flaccidum (Royle) Jaub.
Astragalus chlorostachys Lindley
Astragalus grahamianus Benth
Astragalus graveolens Benth
Astragalus rhizanthus Benth
ssp. *candolleanus* (Benth) Podl.
Astragalus sp. aff. *tecti-mundi* Freyn
Astragalus tibetanus Bunge
Campylotropis meeboldii (Schindler)
Desmodium elegans DC. aff.

Indigofera hebepetala Benth
Indigofera heterantha Wall. ex Brandis
Indigofera sp. aff. *himalayensis* Ali
Lathyrus pratensis L.
Lespedeza floribunda Bge.
Lespedeza sp. aff. *variegata* Camb.
Lotus corniculatus L.
Oxytropis cachemiriana
(Camb. in Jacquem.)
Oxytropis sp. aff. *immersa* (Baker ex
Aitch.) Bunge ex Fedtschenko
Oxytropis lapponica (Wahl.) Gay
Oxytropis mollis Royle (cf.)
Robinia pseudacacia L.
Sophora mollis (Royle) Baker
ssp. *griffithii* (Stocks) Ali
Trifolium pratense L.
Trigonella cachemiriana Camb. in Jacquem.
Trigonella emodi Benth. s.l.
Trigonella gracilis Royle
Vicia sativa L.

Loranthaceae

Viscum album L.

Meliaceae

Melia azedarach L.

Moraceae

Ficus palmata Forsk.
Ficus sarmentosa Buch.-Ham.
Morus australis Poir.
Morus serrata Roxb.

Myrsinaceae

Myrsine africana L.

Oleaceae

Fraxinus cf. *excelsior* L.
Fraxinus xanthoxyloides (Wall. ex
G. Don) DC.
Jasminum humile L.
Olea cuspidata Wall.

Onagraceae

Epilobium laxum Royle
Epilobium angustifolium L.
Oenothera rosea L'Her. ex Ait.

Orobanchaceae

Orobanche cernua Loeffl.
Orobanche hansii Kerner

Oxalidaceae

Oxalis corniculata L.

Paeoniaceae

Paeonia emodi Wall. ex Royle

Papaveraceae

Corydalis cornuta Royle
Corydalis diphylla Wall.
Corydalis moorcroftiana H. St.
Corydalis pakistanica Jafir
Corydalis swatensis Kitam.
Meconopsis aculeata Royle
Papaver nudicaule L.

Parnassiaceae

Parnassia laxmannii Pall.

Philadelphaceae

Deutzia staminea R.Br. ex Wall.

Plantaginaceae

Plantago major L.

Plumbaginaceae

Acantholimon lycopodioides (Girard)
Boiss. in DC.

Polemoniaceae

Polemonium caeruleum L.
ssp. *himalayanum* (Baker) Hara

Polygalaceae

Polygala abyssinica R.Br.

Polygonaceae

Aconogonum alpinum (All.) Schur
Aconogonum rumicifolium (Royle ex
Bab.) Hara
Bistorta affinis (D. Don) Greene
Bistorta amplexicaulis (D. Don) Greene

Bistorta vivipara (L.) S.F. Gray
Oxyria digyna L.
Polygonum paronychioides C.A. Meyer
ex Hohenacker
Polygonum plebeium R.Br.
Rheum australe D.Don
Rheum webbianum Royle
Rumex acetosa L.
Rumex hastatus D.Don
Rumex nepalensis Sprengel

Primulaceae

Anagallis arvensis L.
Androsace foliosa Decne. ex Duby
Androsace mucronifolia Watt
Androsace muscoidea Duby
Androsace rotundifolia Hardw.
Androsace septentrionalis L.
Cortusa matthioli L.
Lysimachia prolifera Klatt
Primula denticulata Smith
Primula elliptica Royle
Primula inayatii Duthie
Primula macrophylla D.Don
Primula reptans Hook.f. ex Watt
Primula schlagintweitiana Pax aff.
Primula warshenewskiana B. Fed.

Punicaceae

Punica granatum L.

Pyrolaceae

Monotropa hypopithys L.
Pyrola karakoramica Krisa

Ranunculaceae

Aconitum chasmatum Stapf
Aconitum heterophyllum Wall.
Aconitum laeve Royle
Aconitum rotundifolium Kar. & Kir.
Aconitum violaceum var. *robustum* Stapf
Actaea spicata L.
var. *acuminata* (Wall. ex Royle) Hara
Anemone falconeri Thoms.
Anemone obtusiloba D.Don
Anemone obtusiloba D.Don
ssp. *potentilloides* Lauener
Anemone polyanthes D.Don
Anemone rupicola Cambess. in Jacquem.
Anemone tetrasepala Royle
Aquilegia fragrans Bentham
Aquilegia pubiflora Wall. ex Royle

Callianthemum pimpinelloides (D.Don)
Hook.f. & Thomson
Caltha palustris L.
var. *himalensis* (D.Don) Mukerjee
Clematis grata Wall.
Clematis montana Buch.-Ham. ex DC
Delphinium brunonianum Royle
Delphinium incanum Royle
Delphinium pyramidale Royle
Paraquilegia microphylla (Royle)
J.R. Drummond & Hutch.
Ranunculus diffusus DC.
Ranunculus glacialiformis Hand.-Mazz.
Ranunculus hirtellus Royle ex D.Don
Ranunculus laetus Wall.
Ranunculus munroanus J.R. Dr. ex Dunn
Ranunculus sp. aff. *songaricus* Schrenk
Thalictrum alpinum L.
Thalictrum minus L. var. *majus* (Jacquem.)
Hook.f. & Thoms.
Thalictrum pedunculatum Edgew.
Trollius acaulis Lindl.

Rhamnaceae

Berberia edgeworthii Lawson
Rhamnus prostrata Jacq. ex Parker
Rhamnus purpurea Edgew.
Rhamnus triquetra (Wall.) Lawson
Rhamnus virgatus Roxb.
Sageretia thea (Osbeck) M.C. Johnston
Zizyphus oxyphylla Edgew.
Zizyphus vulgaris Lam.

Rosaceae

Agrimonia aitchisonii Schoenbeck-Temesy
Cotoneaster bacillaris Wall.
Cotoneaster cashmiriensis Klotz.
Cotoneaster nummularia F. & M.
Cotoneaster roseus Edgew.
Crataegus songarica C. Koch
Dasiphora dryadanthoides Juz.
Duchesnea indica (Andrews) Foche
Filipendula vestita (Hook.f.) Maxim.
Fragaria nubicola Lindl. ex Lacaita
Geum elatum Wall. ex G. Don
Geum urbanum L.
Potentilla argyrophylla Wall. ex Lehm.
Potentilla borissii (Ovez. & Kocz.)
Potentilla curviseta Hook. f.
Potentilla desertorum Bunge
Potentilla doubjonneana Cambess.
Potentilla gelida
ssp. *borissii* (Kocz. & Ovez.) Sojak

Potentilla nepalensis Hook.
Potentilla pamirica Wolf x P.
 sino-nivea Hult.
 (forma P. *sino-niveae* *simillima*)
Potentilla sino-nivea Hult.
Potentilla stewartiana M. Shah & Wilcock
Potentilla turczaninowiana Wolf
 ssp. *nephogena*
Potentilla venusta Sojak
Prunus armeniaca L.
Prunus cornuta Wall.
Pyrus pashia Buch.-Ham. ex D. Don
Rosa webbiana Royle
Rubus biflorus Buch.-Ham. ex Sm.
Rubus foliolosus D. Don
Rubus hoffmeisterianus Kunth & Bouché
Rubus macilentus Cambess.
Rubus pungens Cambess. in Jacquem.
Sibbaldia parviflora Willd.
Sibbaldia tetrandra Bunge
Sorbaria tomentosa (Lindl.) Rehder
Sorbus aucuparia L.
Spiraea bella Sims.
Spiraea cf. *canescens* Sims.
Spiraea sp. aff. *micrantha* Hook.f.

Rubiaceae

Galium aparine L.
Galium asperuloides Edgew.
Galium boreale L.
Galium verum L.
Galium vestitum D. Don
Leptodermis virgata Edgew.
Rubia infundularis Hemsl. & Lace
Rubia cordifolia L. (s.l.)

Rutaceae

Skimmia anquetilia Taylor & Airy-Shaw

Salicaceae

Populus ciliata Wall.
Populus sp. aff. *nigra* L.
Salix acmophylla Boiss.
Salix sp. aff. *arbuscula* L.
Salix denticulata Anderss.
Salix flabellaris Turcz.
Salix karelinii Turcz.
Salix wallichiana Anderss.

Sambucaceae

Sambucus wightiana Wall.
 ex Wight & Arndt

Viburnum cotinifolium D. Don
Viburnum grandiflorum Wall. ex DC.

Sapindaceae

Dodonaea viscosa Jacquem.

Saxifragaceae

Bergenia ciliata (Haw.) Sternb.
Bergenia stracheyi (Hook.f. & Thoms.)
 Engler
Saxifraga sp. aff. *afghanica* Aitch. & Hemsl.
Saxifraga flagellaris Willd. ex Sternb.
 ssp. *stenophylla* (Royle) Hulthen
Saxifraga hirculoides Decne. in Jacquem.
Saxifraga jacquemontiana Decne.
Saxifraga pulvinaria H. Smith
Saxifraga sibirica L.

Scrophulariaceae

Euphrasia schlagintweitii Wettst.
Lagotis cashmeriana (Royle) Ruprecht
Lathraea squamaria L.
Pedicularis bicornuta Klotzsch
Pedicularis cheilanthifolia Schrenk
 ssp. *svenhedinii* (Pauls.) Tsoong
Pedicularis cyrtorhyncha Pennell
Pedicularis kaghanensis Yamazaki
Pedicularis pectinata Wall.
Pedicularis punctata Decne.
Pedicularis pycnantha Boiss.
Pedicularis pyramidata Royle
Pedicularis tenuirostris Benth.
Picrorhiza kurroo Royle
Scrophularia scabiosifolia Benth.
Scrophularia scoparia Pennell
Scrophularia decomposita Royle
 ssp. *latifolia* (Benth.) Pennell
Verbascum thapsus L.
Veronica cachemirica Gand.
Veronica melissifolia Poirat
Veronica biloba L.
Veronica hirta Pennell
Veronica lanosa Royle
Veronica lasiocarpa Pennell
Veronica serpyllifolia L.
 ssp. *humifusa* (Dickson) Pennell

Simaroubaceae

Ailanthus altissima (Mill.) Swingle

Solanaceae

Solanum nigrum L.

Tamaricaceae

Myricaria bracteata Royle

Thymelaeaceae

Daphne mucronata Royle

Ulmaceae

Ulmus sp. aff. *wallichiana* Planch.

Umbelliferae

Aegopodium alpestre Ledeb.

Angelica glauca Edgew.

Bupleurum falcatum L. s.l.

Bupleurum lanceolatum Wall. ex DC. (cf.)

Bupleurum longicaule Wall. ex DC. s.l.

Bupleurum nematocladum Rech. f.

Bupleurum thomsonii C.B. Cl.

Carum carvi L.

Chaerophyllum reflexum Lindl.

var. *acuminatum* (Lindl.) Hedge & Lam.

Heracleum cachemiricum C.B. Cl.

Heracleum candicans Wall. ex DC.

Heracleum canescens Lindl.

Ligusticum thomsonii Clarke

Pleurospermum candollei (DC.) C.B. Clarke
in Hooker f.

Sanicula elata Buch.-Ham. ex D. Don

aff. *Selinum papyraceum* C.B. Cl.

Trachydium roylei Lindl.

Torilis japonica (Houtt.) DC.

Vicatia coniiifolia DC.

Vicatia wolffiana (Wolff ex Fedde) Norman

Urticaceae

Debregeasia saeneb (Forsk.)

Hepper & Wood

Oreocnide frutescens (Thumb.) Miq. cf.

Valerianaceae

Valeriana dioica L.

Valeriana jatamansi Jones

Violaceae

Viola biflora L.

Viola canescens Wall.

Viola kunawurensis Royle

Viola sp. aff. *patrinii* DC.

Viola pilosa Blume

Viola reichenbachiana Jord.

Viola sp. aff. *rupestris* Schmidt

Vitaceae

Parthenocissus semicordata Wall. ex Roxb.

Vitis vinifera L. aff.

MONOCOTYLEDONEAE

Amaryllidaceae

Allium govanianum Wall.

Allium stracheyi Baker

Allium thomsonii Baker

Allium tuberosum Rottl. ex Spreng.

Cyperaceae

Carex cardioplepis Nees (cf.)

Carex chitralensis Nelmess

Carex nivalis Boott

Carex orbicularis Boott

Carex pseudobicolor Boeck.

Carex schlagintweitiana Boeck.

Carex stenocarpa Turcz.

Carex turkestanica Regel

Kobresia capillifolia (Decne.) C.B. Clarke

Kobresia deasyi C.B. Clarke

Kobresia laxa Nees

Kobresia nitens C.B. Clarke

Trichophorum pumilum (Vahl) Schinz & Th.

Gramineae

Agrostis vinealis Schreber

Arrhaxon sp. aff. *prionodes* (Stend.) Dandy

Bromus japonicus Thunb. ex Murr.

Calamagrostis pseudophragmites (Hall. f.) K.

Cymbopogon posbischilii (K. Sch.)

C. E. Hubb.

Dactylis glomerata L.

Elymus jacquemontii (Hook. f.) T. Alpe

Elymus longe-aristatus (Boiss.) Tzvel.

ssp. *canaliculatus* (Nevski) Tzvel.

Elymus schrenkianus (Fisch. et Mey.) Tzvel.

Festuca coelestis (St.-Yves) Krecz et Bobrov

Festuca hartmannii (Markgr.-Dann.) Alex.

Festuca kashmiriana Stapf

Festuca rubra L. ssp. *arctica*

Helictotrichon pratense (L.) Pilger

Koeleria macrantha (Ledeb.) Schultes

Milium effusum L.

Oplismenus sp. aff. *burmanii* (Retz.)
P. Beauv.

Pennisetum lanatum Klotzsch

Pennisetum orientale Rich. in Pers.

Phacelurus speciosus (Steudel)

C.E. Hubbard

Phleum alpinum L.

Phleum himalaicum MEZ

Piptatherum munroi (Stapf) MEZ

Poa alpina L.

Poa angustifolia L.

Poa annua L.

Poa lahulensis Bor

Poa nemoralis L.

Poa stapfiana Bor

Poa sterilis M. Bieb.

Poa trivialis L.

aff. *Puccinellia tenuiflora* Griseb.

Saccharum filifolium Nees ex Sten.

Setaria viridis (L.) P.B.

Stipa brandisii MEZ

Stipa concinna Hook. f.

Trisetum clarkei R.R. Stewart

Trisetum spicatum (L.) Richt.

Dioscoreaceae

Dioscorea deltoidea Wall.

Iridaceae

Iris hookeriana Foster

Juncaceae

Juncus himalensis Klotzsch

Juncus leucanthus Royle ex D. Don

Juncus membranaceus Royle ex D. Don

Luzula spicata DC.

Liliaceae

Asparagus filicinus Buch.-Ham. ex D. Don

Fritillaria cirrhosa D. Don

Gagea elegans Wall. ex D. Don

Lilium polyphyllum D. Don

Liriope spicata Lour.

Lloydia serotina (L.) Reschenb.

Notholirion thomsonianum (Royle) Stapf

Polygonatum geminiflorum Decne.

Polygonatum multiflorum All.

Polygonatum verticillatum All.

Smilax parvifolia Wall.

Smilax vaginata Decne.

Trillium govanianum Wall.

Tulipa clusiana D.C. var. (Hook. f.) Regel

Orchidaceae

Cephalanthera longifolia (L.) Fritsch

Cypripedium cordigerum D. Don

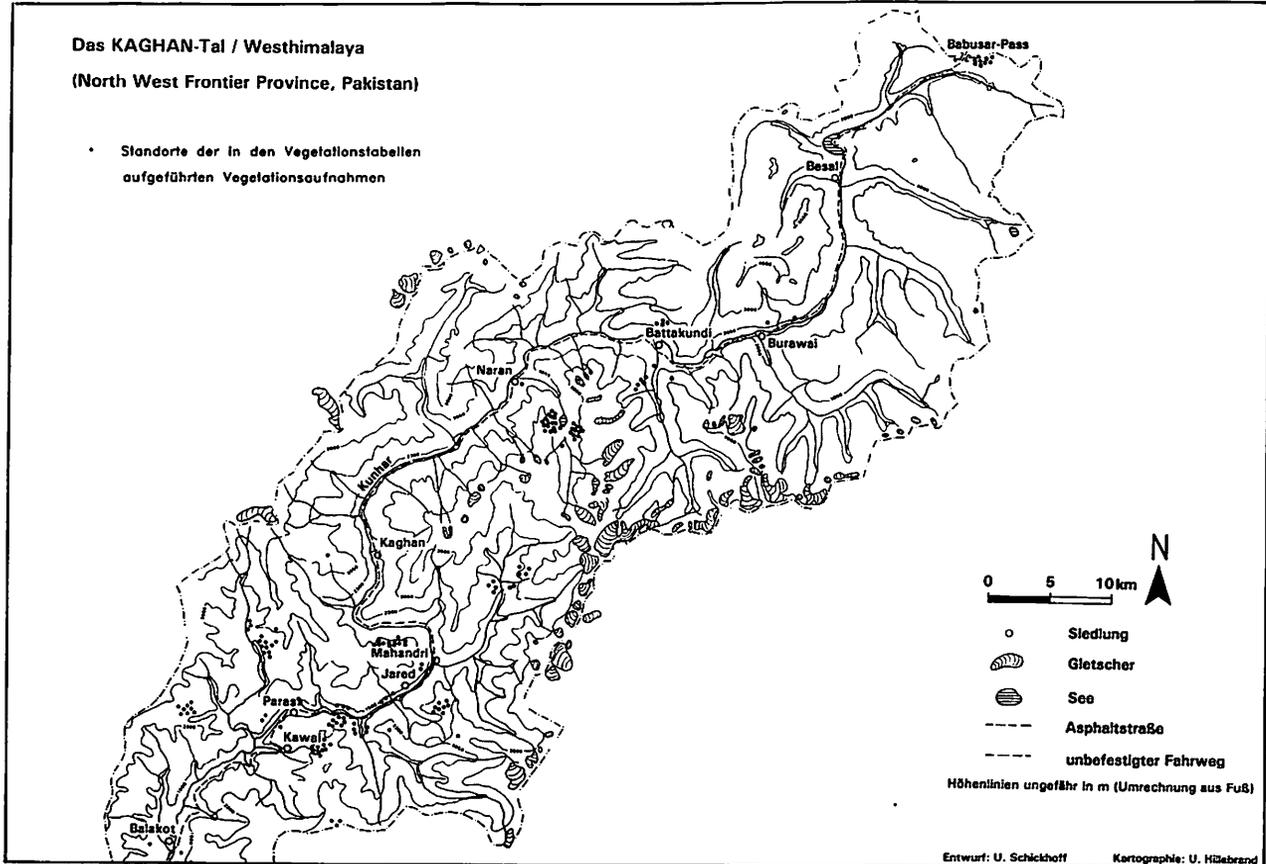
Dactylorhiza hatagirea (D. Don) Soo

Epipactis veratrifolia Boiss. & Hohen.
in Boiss.

Goodyera repens (L.) R. Br.

Listera ovata L.

Abb. 26: Karte der Standorte der Vegetationsaufnahmen



BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN (Fortsetzung)

- Heft 55: *Selke, W.*: Die Ausländerwanderung als Problem der Raumordnungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland. 1977. 167 S. DM 28,-
- Heft 56: *Sander, H.-J.*: Sozialökonomische Klassifikation der kleinbäuerlichen Bevölkerung im Gebiet von Puebla-Tlaxcala (Mexiko). 1977. 169 S. DM 24,-
- Heft 57: *Wiek, K.*: Die städtischen Erholungsflächen. Eine Untersuchung ihrer gesellschaftlichen Bewertung und ihrer geographischen Standorteigenschaften - dargestellt an Beispielen aus Westeuropa und den USA. 1977. 216 S. DM 19,-
- Heft 58: *Frankenberg, P.*: Florengographische Untersuchungen im Raume der Sahara. Ein Beitrag zur pflanzengeographischen Differenzierung des nordafrikanischen Trockenraumes. 1978. 136 S. DM 48,-
- Heft 61: *Leusmann, Ch.*: Strukturierung eines Verkehrsnetzes. Verkehrsgeographische Untersuchungen unter Verwendung graphentheoretischer Ansätze am Beispiel des süddeutschen Eisenbahnnetzes. 1979. 158 S. DM 32,-
- Heft 62: *Seibert, P.*: Die Vegetationskarte des Gebietes von El Bolsón, Provinz Río Negro, und ihre Anwendung in der Landnutzungsplanung. 1979. 96 S. DM 29,-
- Heft 63: *Richter, M.*: Geoökologische Untersuchungen in einem Tessiner Hochgebirgstal. Dargestellt am Val Vegorness im Hinblick auf planerische Maßnahmen. 1979. 209 S. DM 33,-
- Heft 65: *Böhm, H.*: Bodenmobilität und Bodenpreisgefüge in ihrer Bedeutung für die Siedlungsentwicklung. 1980. 261 S. DM 29,-
- Heft 66: *Lauer, W. u. P. Frankenberg*: Untersuchungen zur Humidität und Aridität von Afrika - Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung. 1981. 127 S. DM 32,-
- Heft 67: *Höllermann, P.*: Blockgletscher als Mesoformen der Periglazialstufe - Studien aus europäischen und nordamerikanischen Hochgebirgen. 1983. 84 S. DM 26,-
- Heft 69: *Graafen, R.*: Die rechtlichen Grundlagen der Ressourcenpolitik in der Bundesrepublik Deutschland - Ein Beitrag zur Rechtsgeographie. 1984. 201 S. DM 28,-
- Heft 70: *Freiberg, H.-M.*: Vegetationskundliche Untersuchungen an südchilenischen Vulkanen. 1985. 170 S. DM 33,-
- Heft 71: *Yang, T.*: Die landwirtschaftliche Bodennutzung Taiwans. 1985. 178 S. DM 26,-
- Heft 72: *Gaskin-Reyes, C.E.*: Der informelle Wirtschaftssektor in seiner Bedeutung für die neuere Entwicklung in der nordperuanischen Regionalstadt Trujillo und ihrem Hinterland. 1986. 214 S. DM 29,-
- Heft 73: *Brückner, Ch.*: Untersuchungen zur Bodenerosion auf der Kanarischen Insel Hierro. 1987. 194 S. DM 32,-
- Heft 74: *Frankenberg, P. u. D. Klaus*: Studien zur Vegetationsdynamik Südosttunesiens. 1987. 110 S. DM 29,-
- Heft 75: *Siegburg, W.*: Großmaßstäbige Hangneigungs- und Hangformanalyse mittels statistischer Verfahren. Dargestellt am Beispiel der Dollendorfer Hardt (Siebengebirge). 1987. 243 S. DM 38,-
- Heft 76: *Kost, K.*: Die Einflüsse der Geopolitik auf Forschung und Theorie der politischen Geographie von ihren Anfängen bis 1945. 1988. 467 S. DM 46,-
- Heft 77: *Anhuf, D.*: Klima und Ernteertrag - eine statistische Analyse an ausgewählten Beispielen nord- und südsaharischer Trockenräume - Senegal, Sudan, Tunesien. 1989. 177 S. DM 36,-
- Heft 78: *Rheker, J.R.*: Zur regionalen Entwicklung der Nahrungsmittelproduktion in Pernambuco (Nordostbrasilien). 1989. 177 S. DM 35,-
- Heft 79: *Völkel, J.*: Geomorphologische und pedologische Untersuchungen zum jungquartären Klimawandel in den Dünengebieten Ost-Nigers (Südsahara und Sahel). 1989. 258 S. DM 39,-
- Heft 80: *Bromberger, Ch.*: Habitat, Architecture and Rural Society in the Gilân Plain (Northern Iran). 1989. 104 S. DM 30,-
- Heft 81: *Krause, R.F.*: Stadtgeographische Untersuchungen in der Altstadt von Djidda / Saudi-Arabien. 1991. 76 S. DM 28,-

(Fortsetzung umseitig)

BONNER GEOGRAPHISCHE ABHANDLUNGEN (Fortsetzung)

- Heft 82: *Graafen, R.:* Die räumlichen Auswirkungen der Rechtsvorschriften zum Siedlungswesen im Deutschen Reich unter besonderer Berücksichtigung von Preußen, in der Zeit der Weimarer Republik. 1991. 283 S. DM 64,--
- Heft 83: *Pfeiffer, L.:* Schwermineralanalysen an Dünensanden aus Trockengebieten mit Beispielen aus Südsahara, Sahel und Sudan sowie der Namib und der Taklamakan. 1991. 235 S. DM 42,--
- Heft 84: *Dittmann, A. and H.D. Laux (Hrsg.):* German Geographical Research on North America - A Bibliography with Comments and Annotations. 1992. 398 S. DM 49,--
- Heft 85: *Grunert, J. u. P. Höllermann, (Hrsg.):* Geomorphologie und Landschaftsökologie. 1992. 224 S. DM 29,--
- Heft 86: *Bachmann, M. u. J. Bendix:* Nebel im Alpenraum. Eine Untersuchung mit Hilfe digitaler Wettersatellitendaten. 1993. 301 S. im Druck

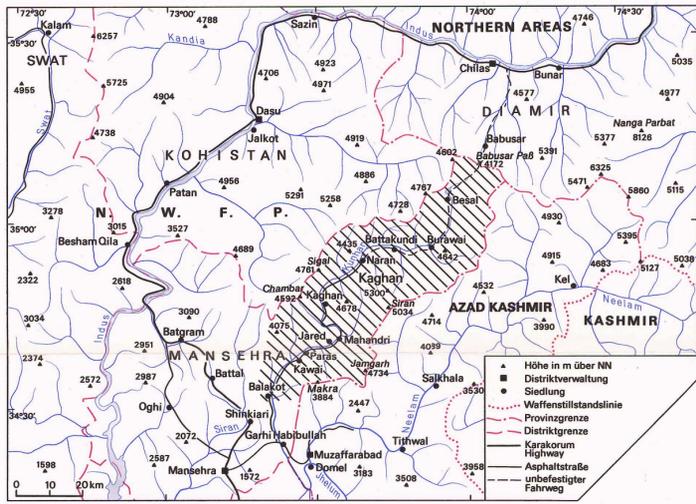
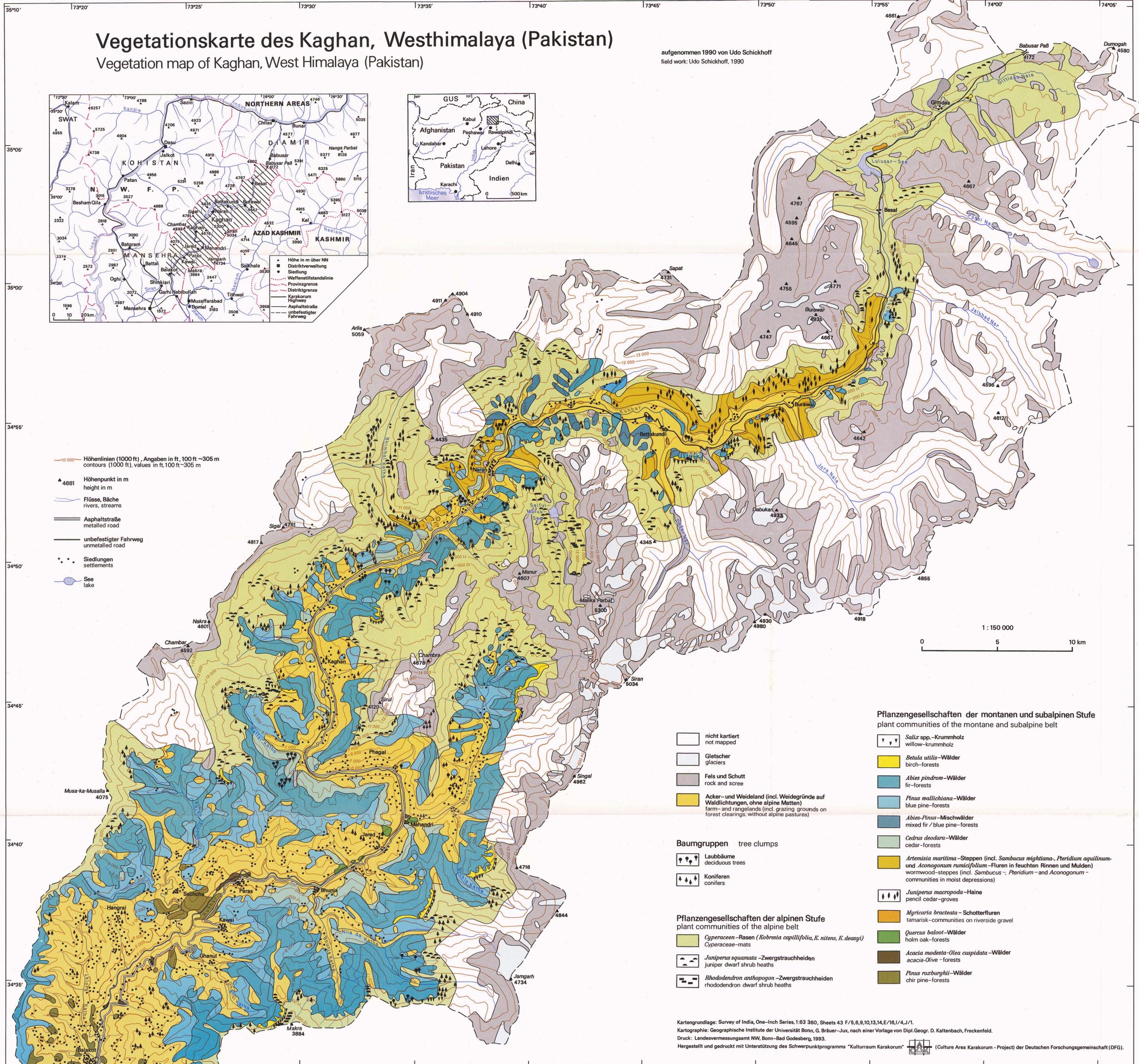
In Kommission bei Ferd. Dummlers Verlag, Bonn

Nicht genannte Nummern sind vergriffen.

Vegetationskarte des Kaghan, Westhimalaya (Pakistan)

Vegetation map of Kaghan, West Himalaya (Pakistan)

aufgenommen 1990 von Udo Schickhoff
field work: Udo Schickhoff, 1990



- 10 000 — Höhenlinien (1000 ft), Angaben in ft, 100 ft ~305 m contours (1000 ft), values in ft, 100 ft ~305 m
- ▲ 4661 Höhenpunkt in m height in m
- Flüsse, Bäche rivers, streams
- Asphaltstraße metalled road
- unbefestigter Fahrweg unmetalled road
- Siedlungen settlements
- See lake

- Pflanzengesellschaften der montanen und subalpinen Stufe**
plant communities of the montane and subalpine belt
- Salix spp. - Krummholz willow - krummholz
 - Betula utilis - Wälder birch - forests
 - Abies pindrow - Wälder fir - forests
 - Pinus malliciana - Wälder blue pine - forests
 - Abies-Pinus - Mischwälder mixed fir / blue pine - forests
 - Cedrus deodara - Wälder cedar - forests
 - Artemisia maritima - Steppen (incl. Sambucus nightiana, Peridium aquilinum- und Aconogonum rumicifolium - Fluren in feuchten Rinnen und Mulden) wormwood - steppes (incl. Sambucus -, Peridium - and Aconogonum - communities in moist depressions)
 - Juniperus macrocarpa - Haine pencil cedar - groves
 - Myrica bracteata - Schotterfluren tamarisk - communities on riverside gravel
 - Quercus baloot - Wälder holm oak - forests
 - Acacia modesta - Olea cuspidata - Wälder acacia-Olive - forests
 - Pinus roxburghii - Wälder chir pine - forests

- Baumgruppen** tree clumps
- Laubbäume deciduous trees
 - Koniferen conifers
- Pflanzengesellschaften der alpinen Stufe**
plant communities of the alpine belt
- Cyperaceen-Rasen (Robresia capillifolia, K. nitens, K. deasyi) Cyperaceae - mats
 - Juniperus squamata - Zwergstrauchheiden juniper dwarf shrub heaths
 - Rhododendron anthopogon - Zwergstrauchheiden rhododendron dwarf shrub heaths

Kartengrundlage: Survey of India, One-Inch Series, 1:63 360, Sheets 43 F/5,6,9,10,13,14,E/16,1/4,J/1.
Kartographie: Geographische Institute der Universität Bonn, G. Brüner-Jux, nach einer Vorlage von Dipl. Geogr. D. Kaltenbach, Freckenfeld.
Druck: Landesvermessungsamt NW, Bonn-Bad Godesberg, 1993.
Hergestellt und gedruckt mit Unterstützung des Schwerpunktprogramms "Kulturraum Karakorum" (Culture Area Karakorum - Project) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).