

Colloquium Geographicum

ISSN 0588-3253

Band 12

Argumenta Geographica

**Festschrift
Carl Troll zum 70. Geburtstag,
(24. Dezember 1969)**

herausgegeben
von
Wilhelm Lauer

1970

Bonn

ARGUMENTA GEOGRAPHICA

C o l l o q u i u m G e o g r a p h i c u m

herausgegeben vom Geographischen Institut der Universität Bonn

durch C. Troll, H. Hahn, W. Kuls, W. Lauer

Schriftleitung: K. Heine

Band 12

ARGUMENTA GEOGRAPHICA

Festschrift

CARL TROLL zum 70. Geburtstag

(24. Dezember 1969)

Herausgegeben

von

WILHELM LAUER



1 9 7 0

**In Kommission bei
Ferd. Dummlers Verlag · Bonn**

ARGUMENTA GEOGRAPHICA

Mit 53 Abbildungen, 36 Bildern und 20 Tabellen

Mit Beiträgen von

WILHELM LAUER, MASATOSHI M. YOSHINO, JOSEPH GENTILLI, MIECZYŚLAW
HESS, E. M. VAN ZINDEREN BAKKER, A. I. TOLMATCHEV, PAVOL PLESNIK,
KNUT FAEGRI, ULRICH SCHWEINFURTH, JAN P. BAKKER, KARL W. BUTZER,
MARTON PECSI, FRITZ LOEWE, ORLANDO RIBEIRO, JOSIP ROGLIC, EMIL EGLI,
HANS KINZL, HELMUT HAHN, GLENN T. TREWARTHA



In Kommission bei
Ferd. Dummlers Verlag · Bonn

 ümmlerbuch 7412

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3 427 74121 4

Herstellung: Hans Richarz, Niederpleis/Bonn

INHALT

WILHELM LAUER; Carl Troll zum 70. Geburtstag	11
Wissenschaftliche Veröffentlichungen von Carl Troll, II. Teil (1960-1970)	18
Herausgebertätigkeit	26
Gastprofessuren	27
Dissertationen unter der Leitung von Carl Troll bearbeitet	28
Funktionen in wissenschaftlichen Organisationen	39
Akademische Grade	40
Mitgliedschaft wissenschaftlicher Akademien	40
Medaillen für wissenschaftliche Leistungen	41
Korrespondierende und Ehrenmitgliedschaften	41
MASATOSHI M. YOSHINO; Oroshi, ein starker Lokalwind in der Kanto-Ebene, Japan	43
JOSEPH GENTILI; The evaluation of phytohydroxic zones	58
MIECZYSLAW HESS; Die klimatischen Höhenstufen in den Karpaten - heute und in der Vergangenheit	78
E. M. VAN ZINDEREN BAKKER; Observations on the distribution of Ericaceae in Africa	89
A. I. TOLMATCHEV; Die Erforschung einer entfernten „Waldinsel“ in der Großlandtundra	98
PAVOL PLESNÍK; Grundbesonderheiten der oberen Waldgrenze und der Vegetationsstufen in den Westkarpaten und im französischen Teil der Alpen und der Pyrenäen	104
KNUT FAEGRI; A pollen diagram from Voss, W. Norway	125
ULRICH SCHWEINFURTH; Verbreitung und Bedeutung von Pandanus sp. in den Hochtälern der Zentralkordillere im östlichen Neuguinea	132
JAN PIETER BAKKER†; Zur Ökologie einer Blaualgenkruste in den feuchten Tropen auf dem Biotitgranit einer Inselberglandschaft (Vultzberggebiet - Surinam)	152
KARL W. BUTZER; Geomorphological observations in the Lower Omo Basin, southwestern Ethiopia	177
MÁRTON PÉCSI; Factors affecting slope evolution and formation of slope sediments in Hungary	193
FRITZ LOEWE; Das Kerngebiet der Antarktis	200
ORLANDO RIBEIRO; Genèse et diversité des montagnes portugaises	214
JOSIP ROGLIĆ; Die Gebirge als die Wiege des geschichtlichen Geschehens in Südosteuropa	225
EMIL EGLI; Kulturgeographische Leitlinien in der Naturlandschaft des Zürcher Oberlandes	240
HANS KINZL; Bedrohte Natur in den peruanischen Anden	253
HELMUT HAHN; Ländliche Sozialstruktur und Entwicklungsmöglichkeiten in Afghanistan	271
GLENN T. TREWARTHA; Population typologies within the economically less developed realm	286
Anschriften der Autoren	295



C. Tron

VORWORT

Am 24. Dezember 1969 wird Carl Troll siebzig Jahre alt. Das siebente Lebensjahrzehnt des Jubilars stand unter dem Zeichen ausgedehnten wissenschaftlichen und wissenschaftspolitischen Wirkens in einer breiten nationalen und internationalen Öffentlichkeit. Carl Troll war von 1960 bis 1964 Präsident der Internationalen Geographischen Union und Mitglied des UNESCO-Advisory-Committee of Natural Resources Research und des International Council of Scientific Unions. Er hatte Ämter in Stiftungen und Kommissionen inne. Zahlreiche Ehrungen, besonders aus dem Ausland, wurden ihm zuteil.

Der Herausgeber dieses Bandes des COLLOQUIUM GEOGRAPHICUM hofft, den Jubilar gebührend zu ehren, wenn in der Festschrift zu seinem siebzigsten Geburtstag namentlich Freunde aus dem Ausland zu Worte kommen, als Zeichen der Wirkung seines wissenschaftlichen Werkes weit über die Grenzen der deutschsprachigen Welt hinaus. Autoren aus vierzehn Ländern widmen dem Jubilar Beiträge aus Forschungsbereichen, die auch er Zeit seines Lebens pflegte. Es entspricht seiner weitgespannten Auffassung erdwissenschaftlicher Forschung, daß auch Wissenschaftler aus Nachbarfächern Aufsätze eingesandt haben. Leider haben viele Autoren, die einen Beitrag angekündigt hatten, aus Zeitmangel wieder absagen müssen.

Möge diese Festgabe den Jubilar erfreuen und ihm das Gefühl vermitteln, daß sein wissenschaftliches Werk ein weltweites Echo gefunden hat.

Wilhelm Lauer

Mexiko, im Dezember 1969

CARL TROLL ZUM 70. GEBURTSTAG

Mit 3 Bildern

WILHELM LAUER

Wenn ein Forscher und Hochschullehrer von Rang und Namen seinen siebenzigsten Geburtstag begeht, so ist das gewiß Anlaß genug, Werk und Mensch in einem Rückblick zu würdigen.

Hermann Lautensach hatte bereits in der Festschrift zum sechzigsten Geburtstag, die ihm die damaligen Mitherausgeber und die Schriftleitung der ERD-KUNDE sowie seine Freunde, Mitarbeiter und Schüler darbrachten, Trolls Werdegang als Forscher aufgezeigt und mit einem Beitrag: „Carl Troll, ein Forscherleben“ sein wissenschaftliches Werk von damals 206 Publikationen kritisch und umfassend gewürdigt.

Carl Trolls Schriftenverzeichnis ist seither um weitere 109 Beiträge angewachsen. So war auch das siebente Lebensjahrzehnt für ihn kontinuierliche Weiterentwicklung, konsequentes Verfolgen von neuen und alten Zielen und zeitigte manche beachtenswerte Zusammenschau jahrzehntelang bearbeiteter Forschungsprobleme. Doch läßt sich das vergangene Dezennium im Leben Carl



Bild 1: C. Troll als Präsident der IGU bei der Eröffnung der IGU Regional Conference of Southeast Asian Geographers in Kuala Lumpur (Malaya) am 1. April 1962, zusammen mit dem Prime Minister von Malaya Tunku Abdul Rahman (Mitte) und dem Präsidenten der University of Malaya Sir Alexander Oppenheimer (l).

Trolls eher kennzeichnen als Jahrzehnt der Repräsentation der Geographie und geographischer Forschung vor einer breiten nationalen und internationalen wissenschaftlichen und politischen Öffentlichkeit, als das Jahrzehnt der Tätigkeit in wissenschaftlichen und hochschulpolitischen Gremien. Dieses Wirken auf der wissenschaftspolitischen Bühne bewies sich in vielfacher Weise. Carl Troll wurde 1960 auf dem Internationalen Geographenkongreß in Stockholm zum Präsidenten der Internationalen Geographischen Union (IGU) gewählt. Es wirft ein helles Licht auf seinen Rang als Geograph, daß er trotz der schwierigen Situation der Bundesrepublik im wissenschaftspolitischen Kräftespiel zwischen Ost und West die Mehrheit aller Wahlmänner auf sich vereinigen konnte – nicht zuletzt unter dem ausdrücklichen Hinweis mancher Diskussionsredner, ihn zu wählen wegen seiner hochqualifizierten, weltweit anerkannten Leistungen als Wissenschaftler. Seine Tätigkeit als Präsident der IGU dokumentierte sich bei vielen wissenschaftlichen Symposien in verschiedenen Ländern und fand ihre Krönung in der Leitung des Internationalen Geographenkongresses vom 19. bis 29. Juli 1964 in London. Weitere vier Jahre, wie schon 1956 bis 1960, nahm er das Amt des Vizepräsidenten wahr und leitet seitdem im Rahmen der IGU die Kommission für High Altitude Geo-Ecology. Als Präsident wirkte er zugleich im International Council of Scientific Unions (ICSU), wo er die zentrale Bedeutung des Faches sehr wirksam zur Geltung zu bringen wußte. Seine Arbeitsrichtungen ließen ihn der UNESCO auch als den geeigneten Vertreter der Geographie bei dem Advisory Committee for Natural Resources Research (1964–1969) und der IGU beim International Biological Program der ICSU (1964–1969) erscheinen. Die deutschen Geographen wählten ihn seit den fünfziger Jahren regelmäßig in das Nationalkomitee der Bundesrepublik für die IGU. Schon seit 1950 leitet er mit großer Breitenwirkung die Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung in der Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz und vertrat die Geographie bis 1966 im deutschen Ausschuß für Meeresforschung und bis 1967 in der Arbeitsgemeinschaft für vergleichende Hochgebirgsforschung der Fritz-Thyssen-Stiftung. Eine langjährige Gutachter-tätigkeit übte er in der Deutschen Forschungsgemeinschaft zwischen 1951 und 1959 aus; die Stiftung Volkswagenwerk suchte seinen Rat und berief ihn für fünf Jahre (1962–1967) in ihr Kuratorium.

Viele Ehrungen wurden ihm auch im vergangenen Jahrzehnt zuteil, unter ihnen sind die aus dem Ausland besonders zahlreich. Den Doktorgrad ehrenhalber verliehen ihm die Universitäten Löwen (1963) und Wien (1965). Mehrere wissenschaftliche Akademien und Gesellschaften ernannten ihn zu ihrem Mitglied bzw. Ehrenmitglied. Insgesamt wurden ihm sechzehn Medaillen verliehen. Schließlich war er im Akademischen Jahr 1960/61 Rector magnificus der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Carl Troll hat sich zum 1. April 1966 von seinen akademischen Verpflichtungen an der Universität Bonn entbinden lassen.

Es bleibt ein Geheimnis, wie es Carl Troll trotz dieser wissenschaftspolitischen Tätigkeit dennoch fertigbrachte, als Universitätslehrer ohne Einschränkung ein volles Vorlesungs- und Übungsprogramm zu absolvieren, kleine Arbeits- und große Übersichtsexkursionen durchzuführen, seine zahlreichen Schüler zu betreuen und darüber hinaus noch Zeit zu eigener wissenschaftlicher Arbeit und Herausgebertätigkeit zu finden.

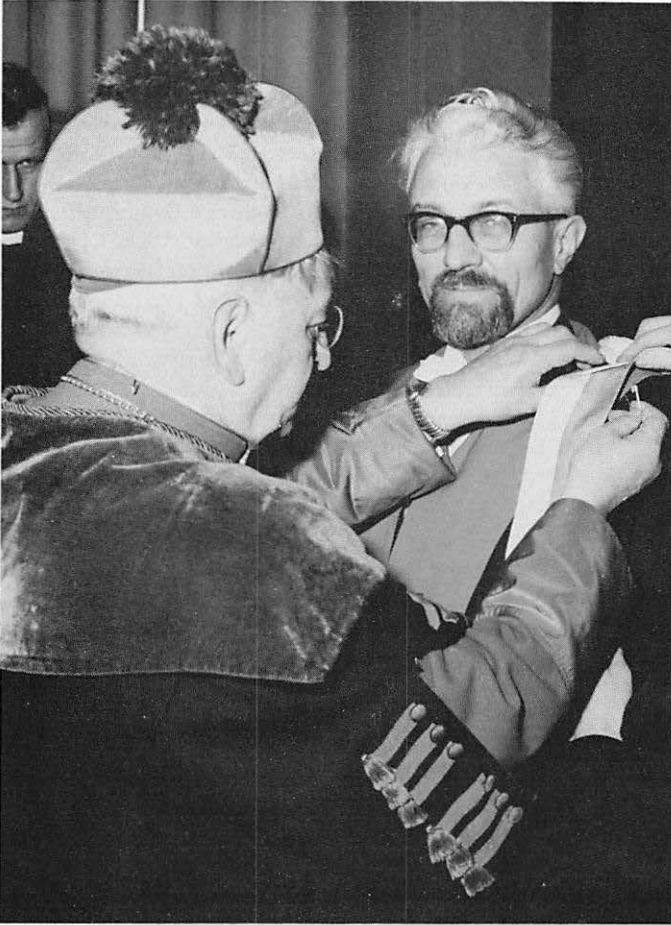


Bild 2: Ehrenpromotion von C. Troll zum Dr. sc. h. c. der Universität Löwen (Louvain) am 2. Febr. 1963 durch den Rektor der Universität Exzellenz van Weyenbergh.

Durchmustert man seine Arbeiten der letzten zehn Jahre kritisch, so finden sich unter ihnen einige Marksteine Trollscher Forschung. Dies gilt besonders für die Veröffentlichung seiner Jahreszeitenklimakarte der Erde (zusammen mit KH. Paffen). Er legt damit eine neue Klimaklassifikation vor, die sich auf seine in jahrzehntelangen Forschungen entwickelten Vorstellungen über das Zusammenwirken von Klima und Vegetationskleid der Erde stützt. Ihr liegt die Auffassung zugrunde, daß das hydrologische, das biologische und zum großen Teil auch das wirtschaftliche Geschehen vom Jahresablauf des Klimas beherrscht wird. Daher verarbeitete er systematischer als andere den jahreszeitlichen Gang der entscheidenden Klimaelemente zu einer Klassifikation der Klimate der Erde. Aus dem Zusammenspiel von hygrischen, thermischen und Beleuchtungsjahreszeiten entstand unter Berücksichtigung seiner vielen Forschungsergebnisse über den dreidimensionalen Landschaftsaufbau der Erde und über die ökologische

Eigengesetzlichkeit in der Anordnung der Vegetationsgürtel die modernste der sogenannten effektiven Klimagliederungen, die wohl das Köppensche System allmählich ablösen wird (237, 243) (1). – Eine andere Gruppe von Arbeiten der letzten zehn Jahre betrifft sein allgemeines Konzept der landschaftsökologischen Betrachtungsweise (259, 266, 267, 292). Er hat erneut zum dreidimensionalen Landschaftsaufbau (219, 222), zur ökologischen Problematik der Tropen (235) und der Hochgebirge (277, 296), zu den Lebensformen der Pflanzenwelt (213, 303) und zur vergleichenden Geographie der Hochgebirge (300) Stellung genommen. In seinem Grundsatzreferat (296) auf dem dreitägigen UNESCO-Symposium zur Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas (295) vom 1. bis 3. August 1966 in Mexiko sind noch einmal seine Grundideen zur Geoökologie der Hochgebirge am Beispiel der Andenländer zusammengefaßt. Seine ökologische Betrachtung umschließt alle Aspekte klimatischer und vegetationskundlicher Zusammenhänge und umgreift auch die materielle Kultur des Menschen, insbesondere die Agrarwirtschaft. Diese Arbeiten und mehrere Aufsätze, die er über andere Hochgebirge der Erde im letzten Jahrzehnt veröffentlicht hat, (211, 212, 219, 222, 241, 253, 283) sind der Auftakt zu seinem zusammenfassenden Werk einer vergleichenden Geographie der Hochgebirge der Erde, auf die er zeitlebens systematisch hinarbeitet.

In den letzten Jahren wandte sich Carl Troll erneut den Problemen der Eiszeitforschung zu. Mit seiner Beschreibung der Inntalterrassen bei Gars (290) schaltete er sich wieder in die Diskussion um die Gliederung der Glaziallandschaft in seinem ureigensten Forschungsgebiet im Voralpenraum ein. In einer längeren Abhandlung setzte er sich mit Inhalt und Methoden geomorphologischer Forschung (306) auseinander. Erneut beschäftigt er sich in einigen Beiträgen mit den wichtigsten Arbeitsmitteln des Geographen: der Karte und dem Luftbild. In zwei Beiträgen fordert er die Fortsetzung des Kartenwerkes 1:1 000 000 als Grundlage zur systematischen geographischen Aufnahme der Erde (226, 281). Seine Vorstellungen waren zugleich eine Anregung für das Konzept des Afrika-Kartenwerkes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Die Bedeutung der Luftbilddauswertung für die geographische Forschung in den Entwicklungsländern unterstreicht er unter Darlegung eigener Forschungsbeispiele in mehreren Publikationen (232, 251, 301).

Ein besonderes Anliegen war für Carl Troll stets das Bemühen um den Forschungsgegenstand des Faches. Er greift früher geäußerte Gedanken über das Landschaftskonzept wieder auf (270) und sucht vor allem den Standort der Geographie im System der Wissenschaften zu fixieren. Da sich Natur, Kultur und soziales Verhalten des Menschen in einem Landschaftsraum verbinden, sieht er den Platz der Geographie im Drehpunkt zwischen Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften (274, 278) und weist ihr zentrale Aufgabenstellungen bei der Bewältigung interdisziplinärer Forschungsprojekte zu (288).

In zahlreichen gedruckten Ansprachen, Reden und in Aufsätzen wendet er sich an eine breite wissenschaftliche und politische Öffentlichkeit. In seiner Presidential Address beim Internationalen Geographenkongreß in London (272), in seiner

1) die Zahlen im Text beziehen sich auf das Schriftenverzeichnis von C. Troll (S. 18 ff).

Rektoratsrede (280), in wissenschaftlichen und politischen Zeitschriften (261, 214, 216), in Planungsorganen (240) und in Tageszeitungen (247) beschäftigt er sich mit den geographischen Problemen der Dritten Welt. Viele Wissenschaften werden zur Zusammenarbeit bei der Lösung von Problemen der Entwicklungsländer aufgerufen. Sehr entscheidend und wirkungsvoll für jegliche Entwicklungsplanung ist für Carl Troll die „räumlich-differenzierende und sachlich-synthetische Betrachtungsweise“ von Natur-, Kultur- und Wirtschaftsgrundlagen, wie sie die Geographie im Rahmen ihrer sozial- und wirtschaftsgeographischen und raumspezifischen Strukturanalyse anwendet.-

Wenn über sein Werk hinaus auch der Lehrer Carl Troll kurz gekennzeichnet werden soll, so kann das von meiner Seite nur unter dem Blickwinkel des ehemaligen Studenten der Bonner Universität geschehen. Wohl jeden schlug er mit seinem sprudelnden Redefluß in seiner charmant bairisch gefärbten Mundart in Bann. Viele seiner Zuhörer mag zunächst die Fülle des in der Zeiteinheit einer akademischen Stunde dargebotenen Materials erschlagen haben, zumal dann, wenn sie als Anfänger mit seiner umfangreichen Vorlesung: „Einführung in das Gesamtgebiet der Geographie“ konfrontiert wurden, in der er die Methoden und den Inhalt der Geographie an einer Fülle von Beispielen aus allen Bereichen des Faches erläuterte. Er vermittelte ein plastisches, umfassendes und verdichtetes Bild der Landschaften und Länder. In überschauendem Vergleich wurden Ähnliches und Verschiedenes, Typisches und Individuelles meisterlich herausmodelliert und durch eindrucksvolle Landschaftsskizzen und Profile an der Tafel untermauert, ganz gleich, ob es sich um länderkundliche Vorlesungen über Afrika, Lateinamerika oder Deutschland handelte oder um Vorlesungen zur allgemeinen Geographie wie „Klima und Pflanzenkleid“, „Geomorphologie“ oder „Wirtschaftsgeographie“. Konnte der Anfänger in den Vorlesungen aus der Fülle des Dargebotenen nur erahnen, wo Trolls eigene Forschungsschwerpunkte lagen, so erkannte man in Seminaren und Übungen, aber auch auf Exkursionen bald, worauf es Carl Troll ankam, und was er unter Geographie verstand. Seine Art der Landschaftsbetrachtung, wie er sie im Gelände lehrte, ging von dem klaren visuellen Erfassen der Einzelphänomene aus, die sich aber rasch zu einem ganzheitlichen, zu einem Wesensbild, zu einem Gestaltcharakter eines Landschaftsausschnittes verdichteten. Es war höchst eindrucksvoll zu erleben, wie er unter sich steigerner Eigenbegeisterung eine Landschaft in ihrem Natur- und Kulturgefüge zu schildern wußte und dabei natürliche und kultürliehe Inhalte zu verschmelzen verstand. Basierend auf dieser ganzheitlichen, umfassenden Naturbetrachtung, streng naturwissenschaftlich empirisch, nie konstruierend spekulativ, von den beobachteten Einzelphänomenen ausgehend, ließ er seine Zuhörer teilhaben an den überschauenden Vergleichen über Kontinente. So vermittelte er das Verständnis für die dreidimensionale Anordnung der Landschaftsgürtel und -stufen in ihrer Differenzierung von Kontinent zu Kontinent und lehrte seine Vorstellungen von den konvergenten pflanzlichen Lebensformen in gleichen klimaökologischen Zonen bei evidenter floristischer Verschiedenheit. Trolls Landschaftsauffassung wurzelt in einem ökologischen Konzept, das bis in die Gestaltung der Kulturlandschaft hineingreift. Nicht, daß sich das menschliche Wirken nur durch die physischen und biologischen Kausalitäten begründen ließe, „der Mensch“ – so sagt Troll selbst – „als geistiges, gesellschaftliches und sittliches Wesen hat seine Eigengesetzlichkeit, aber er tritt als naturverhaftetes, landschaftsgestal-

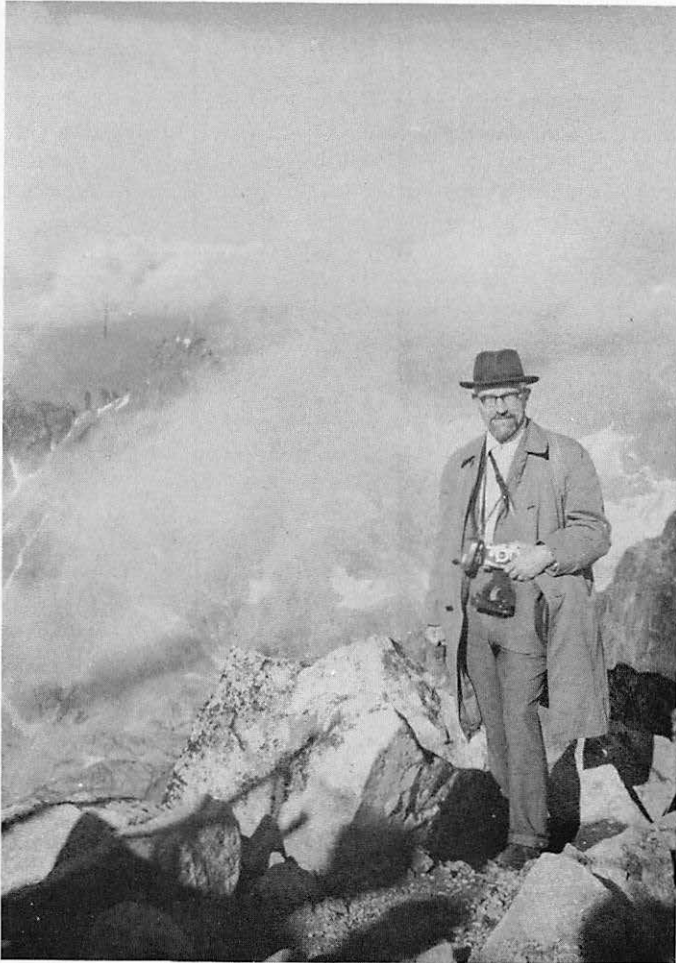


Bild 3: C. Troll auf Lomnický štít, Hohe Tatra 2 632 m, am 5. Sept. 1965 anlässlich der Zehnjahresfeier der Tschechoslowakischen Geographischen Gesellschaft in der Ostslowakei.

tendes Element in den Komplex der geographischen Wechselbeziehungen ein". Dem Studenten wurde schließlich klar, daß Carl Troll eine Betrachtungsweise der Erde anstrebt, die im Sinne Alexander von Humboldts durch exakte Forschung mit modernsten Mitteln betrieben in eine klare, empirisch erarbeitete Vorstellung von dem dreidimensionalen Aufbau der Erde mündet. Ihm ist Geographie nicht reine Beziehungswissenschaft, sondern sie ist „eine Wesensschau der Dinge“; die Geographie gehört mit ihren Aufgaben „mitten in den Bereich zwischen Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften“. Außer der kausalen Analyse der Naturlandschaften hat sie die funktionalen Zusammenhänge der soziologischen, wirtschaftlichen und ethischen Lebensbereiche zu berücksichtigen. Dar-

überhinaus ist zum vollen Verständnis der Kulturlandschaft auch eine historische Landschaftsanalyse anzustreben.

Die weite Auffassung von Geographie, die Carl Troll lehrt, und die sich in seinen Arbeiten dokumentiert, kehrt auch in den Untersuchungen seiner Schüler wieder, die sich durch Vielfalt sowohl der Fragestellung als auch der Methoden auszeichnen. In den insgesamt von ihm vergebenen einhundertzwanzig Dissertationen wird eine breite Streuung der Sachinhalte offenbar. Freilich liegen die Schwerpunkte bei den pflanzengeographischen, ökologisch landschaftskundlichen, bei den agrar- und wirtschaftsgeographischen, bei den klimatologischen und quartärmorphologischen Arbeiten. Ebenso charakteristisch ist die regionale Streuung. Abgesehen von Themen aus dem engeren und weiteren Einzugsgebiet der Bonner Universität arbeiteten seine Schüler in nahezu allen Kontinenten, und fast allen konnte Carl Troll aus eigener Erfahrung und Anschauung wissenschaftlicher Berater sein.

In einer ebenso reizvollen wie charakteristischen Anekdote, die sich Bonner Studenten der Geographie über ihn erzählten, ist ein Hauptmerkmal seines Wirkens eingefangen: Bei den häufig kurzen Flugunterbrechungen in Bonn während seiner vielen Reisen von Kontinent zu Kontinent soll er oft nur Zeit gefunden haben, eine „Thermoisoplethe“ an den häuslichen Kleiderschrank zu heften, um seiner Frau zu bedeuten, für welche Klimazone der Erde sie den entsprechenden Anzug bereithalten möge. Diese Pointe kennzeichnet treffsicher den rastlos für das Fach tätigen Menschen, unermüdet im Einsatz für seine Wissenschaft, sich wenig schonend, bis in die Nacht arbeitend, voller elastischer Tatkraft, von freizügiger beweglicher Unruhe, einer entzündbaren und begeisterungsfähigen, stets unternehmenden, zugreifenden Art, im Umgang mit seinen Mitmenschen liebenswürdig und charmant. Seiner verehrten Frau Liesl gebührt ein Wort der Hochachtung, deutet doch diese kleine Anekdote zugleich an, in welcher selbstloser, verstehender Weise sie ihrem Manne zur Seite steht und wie sie gleich ihm rastlos schaffend die vielgestaltigen Aufgaben ihrer großen Familie meistert. Und es gehört darüber hinaus zum Leben von Carl und Liesl Troll, Freunden und Schülern gastliche und anregende Stunden in ihrem Hause zu bereiten.

Die Autoren der Festschrift, seine vielen Freunde und Schüler im In- und Ausland danken dem ideenreichen Forscher Carl Troll, der der geographischen Wissenschaft wertvolle neue Impulse verliehen und sie durch eine Fülle origineller Gedanken und wegweisender Arbeiten bereichert hat. Sie wünschen ihm noch viele weitere Lebensjahre voller Gesundheit, in denen er seine wissenschaftlichen Ziele, die er sich gesteckt hat, zu Ende bringen kann, sich selbst zur Freude und zum Nutzen und Gedeihen der Geographie.

WISSENSCHAFTLICHE VERÖFFENTLICHUNGEN

VON CARL TROLL

II. Teil
(1960-1970)

I. Teil in Erdkunde XIII, 1959. S. 252-58.

1960

- 207) La Misión científica de Alejandro de Humboldt. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Conferencias leídas en la Academia en los días 19 y 22 de octubre de 1959, con motivo del fallecimiento de Alejandro de Humboldt. Madrid 1960. S.13-45. Ebenfalls erschienen in: SCIENTIA, Año XXVI, No.110, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaiso-Chile, 1959, S. 98-105. Ferner in: Boletín de Informaciones Científicas Nacionales, Vol.X, No. 90. Casa de la Cultura Ecuatoriana. Quito-Ecuador, 1959. S.216-233.
- 208) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1959. Jahrbuch 1959. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz, Wiesbaden 1960. S.150-160.
- 209) Geleitwort zu Frenzel, Burkhard: Die Vegetations- und Landschaftszonen Nordeuropas während der letzten Eiszeit und während der postglazialen Wärmezeit. Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Abhandlungen der math.-naturwissenschaftlichen Klasse, Jg.1959, Nr.13, Mainz 1960.
- 210) The Work of Alexander von Humboldt and Carl Ritter, a Centenary Address. The Advancement of Science, No. 64, March 1960. pp.441-452.
- 211) Die kulturgeographische Stellung und Eigenart des Hochlandes von Äthiopien zwischen dem Orient und Äquatorialafrika. Atti del Convegno Internazionale di Studi Etiopici. Roma 2-4 Aprile 1959. Accademia Nazionale dei Lincei. Anno CCCLVII-1960. Quaderno No. 48: Problemi attuali di Scienze e di Cultura. Roma 1960. pp.29-45.
- 212) The relationship between the climates, ecology and plant geography of the southern cold temperate zone and of the tropical high mountains. Proceedings of the Royal Society, B. Vol.152, pp.529-532, 1960.
- 213) Die Physiognomik der Gewächse als Ausdruck der ökologischen Lebensbedingungen. Deutscher Geographentag Berlin, 1959. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. Wiesbaden 1960, S.97-122.
- 214) Die Entwicklungsländer. Ihre kultur- und sozialgeographische Differenzierung. Aus Politik und Zeitgeschichte. Beilage zur Wochenzeitung „Das Parlament“, B 52/60. Bonn 1960. S.791-800.
- 215) Geleitwort zu „50 Jahre Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Bonn“, 8. Nov. 1910 - 8. Nov. 1960. Bonn, F.Dümmlers Verlag 1960.
- 216) Planung durch Förderung des Vorhandenen. Die Entwicklungsländer in ihrer kultur- und sozialgeographischen Differenzierung. Bulletin des Presse- und Informationsamtes der Bundesregierung. Nr. 243, S. 265-267. Bonn 1960.

- 217) Begrüßungsansprache anlässlich der Verleihung des van Tienhoven-Preises an Sir Herbert Griffin am 26. Juni 1961. In: Stiftung F. V. S. zu Hamburg. Van Tienhoven-Preis 1960. Hamburg 1, Ferdinandstraße 6.
- 218) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1960. Jahrbuch 1960. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1961. S. 111-125.
- 219) Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. Die Naturwissenschaften. Jg. 48, 1961. Heft 9, S. 332-348.
- 220) Ansprache des Rektors der Universität Bonn anlässlich des 60. Geburtstages von Herrn Professor Dr. Dr. e. h. Ulrich Haberland am 6. Dezember 1960. In: Ehrung Ulrich Haberland. ALMA MATER. Beiträge zur Geschichte der Universität Bonn. Heft 11. Bonn 1961.

- 221) „Sölle“ and „Mardelles“ — Glacial and periglacial Phenomena in Continental Europe. Erdkunde, Bd. XVI, 1962, S. 31-34.
- 222) Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. Hermann von Wissmann-Festschrift. Tübingen (Selbstverlag des Geographischen Instituts der Universität) 1962. S. 54-80.
- 223) Diskussionsbemerkungen zu den sozialgeographischen Vorträgen von E. Bobek und E. Otremba. Deutscher Geographentag Köln 1961. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. Verhandlungen des Deutschen Geographentages, Bd. 33. Wiesbaden 1962, S. 184-186.
- 224) Die Stellung des Waldes in den deutschen Kultur- und Wirtschaftslandschaften. In: Ansprachen und Vorträge anlässlich der 12. Vollversammlung des Deutschen Forstwirtschaftsrates e. V. 1962 in Baden-Baden. Schriften des Deutschen Forstwirtschaftsrates 1962. Rheinbach b. Bonn 1962. S. 23-50.
- 225) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1961. Jahrbuch 1961. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1962. S. 141-153.
- 226) The International Map of the World on the Millionth Scale and its Fundamental Importance in Geography. United Nations Technical Conference on the International Map of the World on the Millionth Scale. Guide. Bonn 1962.
- 227) Vegetationsgeographie und Pflanzensoziologie (zu J. Schmithüsens Werk „Allgemeine Vegetationsgeographie“). Die ERDE, Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 93. Jg., 1962. S. 235-239.
- 228) In Memoriam Fridtjof Nansen. Reden, gehalten in der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn am 4. Nov. 1961 bei der Gedenkfeier zur 100. Wiederkehr des Geburtstages von Fridtjof Nansen. Bonn, Peter Hanstein-Verlag 1962. Begrüßung, S. 5-10.
- 229) Geschichte und Gegenwartsbedeutung der Geographie. Festvortrag anlässlich der akademischen Sitzung zum Abschluß des Mercatorjahres in Duis-

burg. In: Mercatorjahr 1962. Duisburg-Antwerpen 1512/1962. Presse- und Werbeamt der Stadt Duisburg in Zusammenarbeit mit dem Stadtarchiv und dem Niederrheinischen Heimatmuseum, Duisburg.

- 230) Bericht des Rektors über das Akademische Jahr 1960/61. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Chronik des Akademischen Jahres 1960/61. Jg. 76, N. F. Jg. 65. Bonn 1962. S. 7-14.

1963

- 231) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1962. Jahrbuch 1962. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz 1963. S. 115-130.
- 232) Geographische Luftbildinterpretation. Transactions of the Symposium on Photo Interpretation. Delft-The Netherlands. September 1962. Archives Internationales de Photogrammetrie. Vol. XIV, édit. by Commission VII, Int. Soc. for Photogrammetrie. Delft, Waltham (1963). S. 266-275.
- 233) Begrüßungsansprache und Tischrede des Rektors anlässlich der 38. Hauptversammlung der Geffrub. 1961. In: 38. und 39. Hauptversammlung der Gesellschaft von Freunden und Förderern der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn e. V., Bonn 1963. S. 10-12 und S. 53-56.
- 234) Einführung zu: Reiners, Herbert: Agrarstruktur und Korbweidenwirtschaft in der Rur-Wurm-Niederung. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 129. Bad Godesberg 1931 (ausgegeben 1963). S. V/VI.
- 235) Landscape Ecology and Land Development with special reference to the Tropics. Presidential Address, delivered at the Regional Conference of South-east Asian Geographers. Kuala Lumpur, Malaya, April 1962. The Journal of Tropical Geography. Vol. 17, 1963. Singapore and Kuala Lumpur 1963. pp. 1-11.
- 236) Final Discours, at the Closing Ceremony, on August 13, 1960. Congrès Internationale de Géographie. Norden 1960. Final Congress Report, Bibliography, Congress Members, etc. ed. by Staffan Helmfrid. Stockholm (1963).
- 237) (Zusammen mit H. E. Landsberg, H. Lippmann und KH. Paffen) Weltkarten zur Klimakunde — World Maps of Climatology. Herausgegeben im Auftrag der Heidelberger Akademie der Wissenschaften von E. Rodenwaldt und H. J. Jusatz. Berlin-Göttingen-Heidelberg, Springer-Verlag 1963.
- 238) Die Städtescharung und die Gesamtgemeinde. Zur kommunalen Neuordnung im Raume Bonn. Bonner Rundschau, Nr. 249 vom 26. 10. 1963. Ebenfalls erschienen in: DAI, Organ des Deutschen Architekten- und Ingenieur-Verbandes. 2. Jg., Heft 4, 1964. S. 16-20.
- 239) Über Landschaftssukzession. Vorwort zu H. J. Bauer: Landschaftsökologische Untersuchungen im ausgekohlten rheinischen Braunkohlenrevier auf der Ville. Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde, Heft 19. Bonn 1963. S. 5-12.
- 240) Die geographische Strukturanalyse und ihre Bedeutung für die Entwicklungshilfe. Aus „Geographie und Entwicklungsplanung“. Basler Beiträge zur Geographie und Ethnologie. Geographische Reihe, Heft 5. Basel 1963. S. 25-52.

- 241) The vertical zonation and upper limit of aridity in South America and Central Asia. Bulletin d. l. Société Hellénique de Géographie. Per. III, Tom. IV. Athen 1963. S.42-48.

1964

- 242) Siebzehn Jahre Erdkunde. Ein Rückblick und Ausblick. Erdkunde. Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XVIII, Heft 1, 1964. S.1-5.
- 243) Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. Mit einer farbigen Karte von C. Troll und KH. Paffen. Erdkunde. Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XVIII, Heft 1, 1964. S.5-28 (mit farbiger Karte).
- 244) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1963. Jahrbuch 1963. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1964. S.148-167.
- 245) Richard Finsterwalders Lebenswerk und die geographische Hochgebirgsforschung. Allgemeine Vermessungsnachrichten, 71. Jg., Heft 11, Karlsruhe 1964.
- 246) Qanatbewässerung in der Alten und Neuen Welt. Ein kulturgeographisches und kulturgeschichtliches Problem. Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Bd.105, Heft III, Wien 1963. S.313-330.
- 247) Die soziale Landschaft der Entwicklungsländer. Frankfurter Allgemeine Zeitung, Nr. 254 vom 31.10.1964, S.13/14.
- 248) München als Pflegestätte der Hochgebirgsforschung. Erbe und Tradition der beiden Finsterwalders. Münchener Merkur vom 10. Dez. 1964, S.13.

1965

- 249) Landschaft und Umgebung. Raumordnung. In: Lexikon von A bis Z. Das offizielle und das inoffizielle Bonn. Bonn. Akademischer Verlag 1965. S.149-152 und S.162-165.
- 250) Ansprache zur Eröffnung des Fridtjof-Nansen-Gedächtnis-Symposiums. In: Vorträge des Fridtjof-Nansen-Gedächtnis-Symposiums über Spitzbergen ... vom 3. bis 11. April 1961 in Würzburg; hrsg. von J. Büdel und A. Wirthmann. Heft 3, Wiesbaden 1965. S.8-9.
- 251) (Zusammen mit E. Schmidt-Kraepelin) Das neue Delta des Rio Sinú an der Karibischen Küste Kolumbiens. Geographische Interpretation und kartographische Auswertung von Luftbildern. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XIX, Heft 1, 1965. S.14-23, 3 Tafeln.
- 252) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1964. Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Mainz 1965. S.120-141.
- 253) Die Karte des Chomolongma — Mount Everest 1:25.000 und die photogrammetrische Hochgebirgs-Kartographie. Richard Finsterwalder zum Gedächtnis. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XIX, Heft 2, Bonn 1965. S.103-111 (mit farbiger Karte).
- 254) A classification of climates on an ecological basis (Explanation of a new map of the climates of the earth). Comunicación al Coloquio „Aportación

de las investigaciones ecológicas y agrícolas a la lucha del mundo contra el hambre". Madrid, 20 al 25 de octubre 1964. Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1965. 24 S.

- 255) Die Entwicklung der Hydrologie am Geographischen Institut der Universität Bonn. Vorwort zu Pardé, Maurice: Influences de la Perméabilité sur le Régime des Rivières. Colloquium Geographicum, Bd. 7, Bonn 1965.

1966

- 256) Herbert Lehmann. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XX, 1966. S. 1-5.
- 257) Ausgewählte Beiträge. C. Troll gewidmet zum 65. Geburtstag von seinen Kollegen und Mitarbeitern. Wiesbaden, Verlag Steiner (Erdkundliches Wissen, Bd. 11, 12 und 13).
- Bd. I: Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. 364 S. mit 41 Abb., 7 Karten im Text, 73 Bilder, 1 Faltkarte, 1 Faltafel (1966).
- Bd. II: Luftbildforschung und landeskundliche Forschung. VI, 164 S., 15 Abb., 1 Karte im Text, 1 Faltkarte, 39 Bilder (1966).
- Bd. III: Die räumliche Differenzierung der Entwicklungsländer in ihrer Bedeutung für die Entwicklungshilfe. 133 S. mit 36 Abb. im Text (1966).
- 258) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1965. Jahrbuch 1965. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1966. S. 145-159.
- 259) Landschaftsökologie als geographisch-synoptische Naturbetrachtung. In: Ausgewählte Beiträge. C. Troll gewidmet zum 65. Geburtstag von seinen Kollegen und Mitarbeitern. Bd. I (Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung), Wiesbaden 1966. S. 1-13.
- 260) Herder Handatlas (Herausgeber, Bearbeiter einzelner Karten und Verfasser der Abteilung „Die Erde im Bild“, Taf. 120-135). 200 Tafeln (Format 40:54 cm). Verlag Herder KG, Freiburg i. Br. 1966.
- 261) Die pluralistischen Gesellschaften der Entwicklungsländer. In: Die räumliche Differenzierung der Entwicklungsländer in ihrer Bedeutung für die Entwicklungshilfe. Erdkundliches Wissen, Heft 13, Wiesbaden 1966. S. 64-133.
- 262) Autobiographische Skizze. In: Forscher und Gelehrte. Hrsg. von W. Ernst Böhm. Stuttgart 1966. S. 223/224.
- 263) Hermann Lautensachs Lebenswerk. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XX, Bonn 1966. S. 241-252.
- 264) Die geobotanische Landesaufnahme der Schweiz (zu ihrem 50-Jahres-Jubiläum) und das Geobotanische Institut, Stiftung Rübel. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XX, 1966. S. 305-307.
- 265) Das Pflanzenkleid Mitteleuropas. Zu Heinz ELLENBERGs „Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen“. Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie, Bd. XX, 1966. S. 303-305.

- 266) Diskussionsbemerkungen zu B a t i s s e, Michel „Études Intégrés du Milieu Naturel“. Publ. of the ITC-UNESCO Centre for Integrated Surveys, Nr. S 1. Delft 1966, S.29/30.
- 267) Landscape Ecology. Publications of the ITC-UNESCO Centre for Integrated Surveys, Nr. S 4. Delft 1966, 23 S.

1967

- 268) Vorwort zur Dissertation Kim, Do-Jong: Die dreidimensionale Verteilung der Strukturböden auf Island in ihrer klimatischen Abhängigkeit. Diss. Universität Bonn. Math.-Naturwissenschaftliche Fakultät. Bonn 1967.
- 269) Vorwort zur Dissertation Bjelanović, Momir M.: Mesoklimatische Studien im Rhein- und Moselgebiet — ein Beitrag zur Problematik der Landesklimaaufnahme. Diss. Universität Bonn, Math.-Naturwissenschaftliche Fakultät, Bonn 1967.
- 270) Der Stand der geographischen Forschung und ihre Bedeutung für die Praxis. Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Abdruck der Aufsätze Nr.185 und Nr.145 in: Zum Gegenstand und zur Methode der Geographie. Hrsg. von Werner Störkebaum. Wege der Forschung, Bd.58, Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1967. S.21-35 und S.417-463.
- 271) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1966. Jahrbuch 1966 der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1967. S.141-147.
- 272) Plural Societies of Developing Countries: Aspects of Social Geography. Presidential Address. Congress Proceedings of the 20th International Geographical Congress, London 1964. London 1967. S.9-33.
- 273) Reply to the Address of Her Majesty The Queen, at the formal opening of the 20th International Geographical Congress, United Kingdom 1964. Congress Proceedings of the 20th International Geographical Congress, London 1967. S.2-4.
- 274) Place de la Géographie dans les Sciences Humaines. In: L'Aventure Humaine, Encyclopédie des Sciences de l'Homme. t. II: L'Organisation de la Planète. Paris et Genève 1967. S.22-31. Deutsche Ausgabe: Der Platz der Geographie in den Geisteswissenschaften. In: Das menschliche Wagnis. Bd. II. Die Organisation des Planeten. Genf 1968. S.22-31.
- 275) Artikel in ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA, 1967 Edition. Chicago: London: Toronto: Geneva, Encyclopaedia Britannica, Inc. 1967. Humboldt (Friedrich Heinrich Alexander); Ritter, Carl; Penck, Albrecht; Himalaya/Plant Life (zusammen mit U. Schweinfurth).
- 276) Die kommunale Flurbereinigung in Bonn. Generalanzeiger für Bonn und Umgebung, Jg. 76, Nr. 23686, Bonn vom 20. Okt. 1967. Sonderseite zur Raumordnung.
- 277) Die klimatische und vegetationsgeographische Gliederung des Himalaya-Systems. Khumbu-Himal, Ergebnisse des Forschungsunternehmens Nepal Himalaya, Bd. 1, Lief. 5. Berlin-Heidelberg-New-York, Verlag Springer 1967. S.353-388, 1 Karte als Beilage.

- 278) Die Stellung der Geographie zwischen den Natur-, Geistes- und Sozialwissenschaften. Jahrbuch 1967. Landesamt für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Köln und Opladen 1967. S.555-577.
- 279) Techniques agricoles, milieu naturel et histoire de l'humanité. Bull. de la Société Géographique de Liège, No.3, 3^e année 1967. pp. 3-26.

1968

- 280) Die Entwicklungsländer in ihrer kultur- und sozialgeographischen Differenzierung. Bonner Akademische Reden, Heft 23. Bonn, Hanstein-Verlag 1968. 46 S.
- 281) Die Internationale Weltkarte 1:1 Million als Grundlage einer systematischen geographischen Aufnahme der Erde. Die Erde. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 99.Jg. 1968. S.5-12.
- 282) Die deutsche geographische Japan-Forschung vor und nach der Meiji-Restauration. Zum Gedenken an Johannes Justus Rein (1835-1918), Philipp Franz von Siebold (1796-1866) und Engelbert Kaempfer (1651-1716). Erdkunde, Bd.22, 1968. S.7-13.
- 283) Mit Ulrich SCHWEINFURTH: Die Karte des Khumbu-Himalaya (Ostnepal) 1:50 000. Erdkunde, Bd.22, 1968. S.29-33.
- 284) Leo Waibel zum Gedächtnis (mit Schriftenverzeichnis Leo WAIBELs). Erdkunde, Bd.22, 1968. S.63-65.
- 285) Vorwort zur Dissertation Kroener, Hans-Eberhardt: Die Verbreitung der echten Baumfarne (Cyatheaceen) und ihre klimaökologischen Voraussetzungen. Diss. Universität Bonn, Math.-Naturwissenschaftliche Fakultät, 1968.
- 286) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1967. Jahrbuch 1967. Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz. Wiesbaden 1968. S.115-120.
- 287) Der „Eispilz“ am Baumstumpf — ein schönes Beispiel von Kammeisbildung. Kosmos, 64.Jg., Heft 5, (1968) S.220.
- 288) Die interdisziplinäre Aufgabe geographischer Forschung. Abschiedsvorlesung, gehalten an der Universität Bonn am 12. Februar 1968. Vervielfältigtes Manuskript, Geographische Fachschaft „Gondwana“ der Universität Bonn (1968). 24 S.
- 289) Das Pampaproblem in landschaftsökologischer Sicht. Erdkunde, Bd.22, 1968. S.152-155.
- 290) Schotterfluren und Schotterterrassen am Inn bei Gars. Geomorphologische Beschreibung. In: Landformen im Kartenbild. Topographisch-geomorphologische Kartenproben 1:25 000. Gruppe V: Alpenvorland. Nr.4. Braunschweig 1968.
- 291) Erdwissenschaftliche Forschung. Einführung zu der Buchreihe „Erdwissenschaftliche Forschung“, hrsg. im Auftrage der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz von C.TROLL. Bd. I, 1968. S. IX-XII.
- 292) Landschaftsökologie. In: Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. Ber. über d. Int. Symposium in Stolzenau/Weser 1963 d. Int. Ver. für Vegetationskunde. Den Haag 1968. S.1-21.

- 293) Die Landnutzungskarte Nordrhein 1:100 000, Blatt 1 (Köln-Bonn), aufgen. v. W. HERZOG i.d. Jahren 1957-59, erläut. v. W. HERZOG u. C. TROLL. Arb. z. Rhein. Landeskunde, H. 28. Bonn 1968. 19 S. u. farb. Kt.
- 294) Das Ruwertal bei Trier. Mitt. Geogr. Ges. München, 53. Bd., München 1968. S. 427-431.
- 295) (Editor): Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. Proceed. of the UNESCO-Mexico-Symposium August 1-3, 1966. Colloquium Geographicum, Bd. 9. Bonn. 223 S. 6 Beil.
- 296) The Cordilleras of the Tropical Americas. Aspects of climatic, phyto-geographical and agrarian Ecology. In: Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. UNESCO-Mexico-Symposium 1966. Colloquium Geographicum, Bd. 9, 1968. S. 15-56.

1969

- 297) Die Landnutzungskartierung in den Rheinlanden. Arbeiten des Geographischen Instituts Bonn in drei Jahrzehnten. Erdkunde, Bd. 23, Bonn 1969. S. 81-102 (m. farb. Kte.)
- 298) Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Jahresbericht 1968. Jahrbuch 1968 d. Akad. d. Wiss. u. d. Lit., Mainz. Wiesbaden 1969. S. 120-130.
- 299) Vorwort zur Neudruckausgabe von „Studien zur Klima- und Vegetationskunde der Tropen. Bonn. Geogr. Abh., H. 9, 1952 (vgl. Nr. 162). Johnson Reprint Corp., New York 1968.
- 300) Vorwort zur Neudruckausgabe von „Die tropischen Gebirge“. Bonn. Geogr. Abh., H. 25, 1959 (vgl. Nr. 204). Johnson Reprint Corp. 1969.
- 301) Die Pflege der Luftbildinterpretation in Deutschland. Bildmessung und Luftbildwesen, 37. Jg., Karlsruhe 1969. S. 120-125.
- 302) Menschen auf dem Mond. Gedanken zur Selenographie und Geographie. Politisch-Soziale Korrespondenz, Jg. 18, Nr. 15. Bonn 1969. S. 2-4.
- 303) Die Lebensformen der Pflanzen. Alexander von Humboldt's Ideen in der ökologischen Sicht von heute. In: Alexander von Humboldt. Werk und Weltgeltung, hrsg. v. H. PFEIFFER für die Alexander von Humboldt-Stiftung. München 1969. S. 197-246.
- 304) Die räumliche und zeitliche Verteilung der Schwüle und ihre graphische Darstellung (m. bes. Berücks. Afrikas). Erdkunde, Bd. 23, Bonn 1969. S. 183-192 (m. farb. Taf.).
- 305) Westermanns Lexikon der Geographie. — eine Rezension. Geogr. Rundsch., Jg. 1969, H. 9. S. 359-60.
- 306) Inhalt, Probleme und Methoden geomorphologischer Forschung (m. bes. Berücks. der klimatischen Fragestellung). In: Geowissenschaftliche Tagung Berlin 1967. Beiheft 80 zum Geologischen Jahrbuch. Hannover 1969. S. 225-257, Taf. 3-7.
- 307) Leo Waibel (1888-1951). In: 150 Jahre Rhein. Friedr.-Wilh.-Univ. zu Bonn 1818-1968. Mathematik und Naturwissenschaften. Bonn 1969.
- 308) (mit H. LEHMANN) Alfred Philippson. In: 150 Jahre Rhein. Friedr.-

- Wilh.-Univ. zu Bonn 1818-1968. Mathematik und Naturwissenschaften. Bonn 1969.
- 309) Fritz Jaeger — ein Forscherleben. Erlanger Geogr. Arbeiten, H. 24. Erlangen 1969. 50 S., 1 Bildtaf.
- 310) Die Landnutzung im Raum Köln-Bonn, Maßstab 1:100 000. Bearb. von W. HERZOG. In: Atlas der Deutschen Agrarlandschaft, hrsg. v. E. OTREMBÄ, Teil II, Bl. 9. Wiesbaden 1969.
- 311) Mit KH. PAFFEN; Jahreszeitenklimate der Erde. Wandkarte 1:16 Mill. (deutsche und englische Ausgabe). Geogr. Verlagsgesellschaft Velhagen & Klasing u. Hermann Schroedel. Berlin 1969.
- 312) Selenographie und Geographie. Ein Rückblick auf das Jahr 1969. Erdkunde, Bd. 23. Bonn 1969. S. 326-28.
- 313) Einfache Tieflage statt verdreifachter Gleichlage. Prof. Troll zur Veränderung der Bahnanlagen. Bonner Rundschau, Nr. 282, 5. Dez. 1969.

1970

- 314) Das „Baumfarnklima“ und die Verbreitung der Baumfarne auf der Erde. In: Beiträge zur Geographie der Tropen, Festschrift für HERBERT WILHELMY. Tübinger Geogr. Studien, Heft 34 (Sonderband 3) 1970.
- 315) Landschaftsökologie (Geocology) und Biogeocoenology. Revue Roumaine de Géographie, Avril 1970 (dédiée à Vintilă MIHAILESCU à son 80-ème anniversaire. Bucureşti 1970.

HERAUSGEBERTÄTIGKEIT

- Koloniale Rundschau: Mitherausgabe 1931 und 1932. Herausgabe 1936 und 1937.
- Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Vorsitzender des Redaktionsausschusses 1937 bis 1944.
- Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande: Herausgabe von Heft 1 (1939) bis H. 5 (1941).
- Geologische Rundschau: Herausgeber von Bd. 34 (1944), Klimaheft.
- Erdkunde, Archiv für Wissenschaftliche Geographie: Begründet 1947. Herausgeber von Bd. 1 (1947) bis Bd. 17 (1963), seither Mitherausgeber.
- Bonner Geographische Abhandlungen: Begründet 1947. Herausgeber von H. 1 (1947) bis H. 37 (1966), seither Mitherausgeber.
- Studium Generale, Zeitschrift für interdisziplinäre Studien: Mitherausgeber von Jg. 1 (1948) bis Jg. 23 (1970).
- Colloquium Geographicum: Vorträge des Bonner Geographischen Kolloquiums zum Gedächtnis an F. von RICHTHOFEN: Begründet 1951, Herausgeber von H. 1 (1951) bis H. 8 (1965), seither Mitherausgeber.

Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde: Begründet 1952. Herausgabe mit F. BARTZ von H. 1 (1952) bis H. 14 (1959), mit KH. PAFFEN, H. 15 (1961) bis H. 23 (1966), seither Mitherausgeber m. a.

Die Erde. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin: Mitherausgeber seit Jahrgang 1957.

Erdwissenschaftliche Forschung, herausgegeben im Auftrag der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, seit Band I (1968).

Geoforum, Journal of Physical, Human and Regional Geosciences. Mitherausgabe ab vol. I (1970).

GASTPROFESSUREN

Wintersemester 1948/49 Universität Zürich.

1952 Carl Schurz Memorial Professor, University of Wisconsin, Madison, Wisconsin.

1956 Curso de Altos Estudos Geográficos, Universidade do Brasil, Faculdade Nacional de Filosofia, Centro de Pesquisas de Geografia do Brasil, Rio de Janeiro.

Kürzere Gasttätigkeiten: University of London, Bedford College, April 1958; Universität Bergen (Norwegen) Oktober 1962; Universität Bukarest und Akademie der Wissenschaften der RPR, Oktober 1964; Universität Gent März-April 1965; Université de Liège November 1966.

DISSERTATIONEN

unter Leitung von C. TROLL bearbeitet

Abkürzungen

VIM = Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde an der Universität Berlin. Neue Folge, B. Historisch-volkswirtschaftliche Reihe. Verlag: E. S. Mittler & Sohn, Berlin.

BLR = Beiträge zur Landeskunde der Rheinlande. Veröffentlichungen des Geographischen Instituts der Universität Bonn. 3. Reihe, hrsg. von C. TROLL. Verlag: L. Röhrscheid, Bonn.

FDL = Forschungen zur Deutschen Landeskunde.

BGA = Bonner Geographische Abhandlungen. Hrsg. vom Geographischen Institut der Universität Bonn.

ARL = Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde. Hrsg. vom Geographischen Institut der Universität Bonn.

1. MERNER, Paul-Gerhard: Das Nomadentum im nordwestlichen Afrika. Berliner Geographische Arbeiten, Heft 12, Stuttgart 1937, 79 S., 2 Tab.
2. SCHMIDT, Paul: Nordkalabrien. Eine sozialgeographische Studie. VIM, N. F., Reihe B, Heft 12, Berlin 1937. 92 S., 11 Abb., 6 Kartentafeln.
3. SCHULTE, Walter: Über die pflanzengeographischen Verhältnisse der sogenannten Lausitzer Heide. Berliner Geographische Arbeiten, Heft 14. Stuttgart 1937. 55 S., 3 Faltkarten.
4. BÖCKLER, Waldemar: Der Flachsbau in Deutschland. Seine Verbreitung und seine Entwicklung in den letzten hundert Jahren im Rahmen Gesamteuropas. VIM, N. F., Reihe B, Heft 13. Berlin 1937. 109 S., 7 Kart. i. Text.
5. SAMEL, J.-Ulrich: Der Wasserhaushalt der Flüsse im nördlichen und mittleren Schweden. Hydrographische Untersuchungen auf geographischen Grundlagen. Wiss. Veröff. d. Deutschen Museums für Länderkunde, N. F., Heft 5. Leipzig 1938. S. 97-140, 16 Taf.
6. SCHNEIDER, Heinz: Der Reisbau in den Vereinigten Staaten von Amerika. Diss. Universität Berlin, Phil. Fak., 1938. 91 S.
7. SIEVERS, Angelika: Die Rindviehwirtschaft der Vereinigten Staaten von Amerika. Futtergrundlagen und betriebswirtschaftliche Eigenart. VIM, N. F., Reihe B, Heft 14. Berlin 1939. 118 S., 3 farb. Kart., 12 Abb. i. Text.

8. BEWERSDORF, Richard: Die Industrialisierung der Südafrikanischen Union und Deutsch-Südwestafrikas.
Diss. Universität Berlin, Phil. Fak., 1939. 97 S., 1 Kte.
9. LEHMANN, Heinz: Der deutsche Buchweizenanbau und seine Entwicklung in den letzten 100 Jahren, besonders in Beziehung zu Betriebsformen, Fruchtwechsel und Nutzungsarten. FDL, Bd.35. Leipzig 1940. 110 S., 19 Ktn. i. Text u. auf Taf.
10. PAFFEN, Karl-Heinz: Heidevegetation und Ödlandwirtschaft der Eifel. BLR, Reihe 3, Heft 3.
Bonn 1940. 272 S., 2 Beil.
11. MÄDJE, Wolf: Uruguay. Volkwerdung und landwirtschaftliche Erschließung in einem überseeischen Einwanderungsland.
VIM, N. F., Reihe B, Heft 15.
Berlin 1941. 100 S., 8 Bildtaf., 29 Abb. i. Text.
12. WÜLKER-WEYMANN, Gabriele: Bevölkerungs- und Wirtschaftswandlungen im 19. und 20. Jahrhundert (Hainholz, Vahrenwald und List bei Hannover).
In: Bauerntum am Rande der Großstadt, II. Bäuerliche Lebensgemeinschaft, hrsg. von B. K. Schultz, Bd. 3.
Leipzig 1941. 69 S., 18 Abb. i. Text u. auf Taf.
13. BÖTTCHER, Wolfgang: Die Niederschläge im Rheinischen Schiefergebirge. BLR, Reihe 3, Heft 5.
Bonn 1941. 82 S., 1 Taf.
14. HAFEMANN, Dietrich: Niederschlag, Regenfeldbau und künstliche Bewässerung in der Südafrikanischen Union.
Forschungen zur Kolonialfrage, Bd. 12.
Würzburg 1943. 155 S., 12 Ktn.
15. MONHEIM, Felix: Die Bewässerungswiesen des Siegerlandes.
FDL, Bd. 42.
Leipzig 1943. 116 S., 16 Abb. i. Text, 7 Kartenbeil.
16. STIEHLER, Walther: Bodenkultur und Siedlung im Äthiopischen Hochland.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1943.
Auszug unter dem Titel „Studien zur Landwirtschafts- und Siedlungsgeographie Äthiopiens“ in: ERDKUNDE, Bd. II.
Bonn 1948, S. 257-282, 3 Kartenbeil.
17. GOERTZ, Hans: Der Ätna. Eine landwirtschaftsgeographische Studie.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1943 (Masch. Schr.).
18. GURLITT, Dietrich: Das Mittelrheintal. Formen und Gestalt.
FDL, Bd. 46.
Stuttgart 1949. 159 S., 2 Beil., 28 Abb. i. Text.
19. LAMPERT, Käte: Künstliche Wiesenbewässerung im Oker-Aller-Winkel und in der Lüneburger Heide.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1943. 236 S., 8 Kart., 42 Zeichn., 34 Abb. i. Text.
Teildruck unter dem Titel „Künstliche Wiesenbewässerung im Oker-Aller-Winkel“ in: Neues Archiv f. Niedersachsen, Bd. 8, 1955/56, S. 196-212.

20. SCHMIDT, Rolf Dietrich: Die Niederschlagsverteilung im andinen Kolumbien.
1944.
Teildruck in: BGA, Bd. 9, 1952. S.99-119, 5 Kart. u. 1 Tab. als Beilagen.
21. KELLER, Reiner: Witterung und Lufttemperatur im Rheinischen Schiefergebirge.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1944.
Teildruck unter dem Titel „Die Darstellung der topographischen Temperaturverteilung im zeitlichen Ablauf der Witterung (Topochronothermen), am Beispiel eines Nord-Süd-Profiles durch das Rheinische Schiefergebirge“.
In: Peterm. Geogr. Mitt., Jahrg. 90, Gotha 1944, S.233-238, Taf. 24-27.
22. WAGNER, Erika: Der Hohe Westerwald. Mit agrargeographischen Kartierungen im Bereich des Meßtischblattes Rennerod.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1944.
Teildruck unter dem Titel „Wirtschaftsgeschichte und heutige Wirtschaftslandschaft des Hohen Westerwaldes“. In: Ber. z. Deutsch. Landes., Bd. 20, Bad Godesberg 1958. S.1-24. Karte „Die Verteilung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzflächen im Hohen Westerwald 1943, 1:25 000“. In: Atlas der deutschen Agrarlandschaft, Tl. V, Bl. 2, Lief. 1. Wiesbaden 1961.
23. RANG, Helmut: Die wärmeliebende Pflanzenwelt des Mittelrheintales. Vegetationstopographische Untersuchungen, florengeographischer Überblick.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1944 (Masch. Schr.), 233 u. 55 S.
24. KÖSTER, Ulrike: Die thermischen Bodenklimate der Erde.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1945 (Masch. Schr.) 60 S., 61 Abb., 2 Ktn., 1 Taf.
25. LOTZKES, Erna: Die Städte der Eifel, Eine vergleichende Städtegeographie.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1946 (Masch. Schr.). 143 S. 28 Taf. m. Diagr., Ktn. u. Bildern.
26. TIMMERMANN, Lieselotte: Das Eupener Land und seine Grünlandwirtschaft. Eine agrargeographische Untersuchung mit Nutzflächenkartierung im Lichte der geschichtlichen Entwicklung.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1946.
In: BGA, Heft 5. Bonn 1951. 92 S., 6 Abb. i. Text, 2 Beil.-Kart.
27. KOLENDA, Johanna: Die Ichnoorthographie des Andréas Hindenberg.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 19 (Masch. Schr.) 85 S. Text, 18 S. Tab., 5 Ktn.
28. TIMMERMANN, Regina: Die Talsperren am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges. Ihre Bedeutung für den Abflußvorgang und ihre wirtschaftliche Ausnutzung.
FDL, Bd. 53, Remagen 1951. 135 S., 32 Abb. a. Taf.
29. SIEMENS, Gundula von: Die Agrarlandschaft des südlichen Bergischen Landes.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1948. 119 S., 44 Abb. Aus-

- zug unter dem Titel „Zur agrargeographischen Landschaftsgliederung am Beispiel des südlichen Bergischen Landes“ in: ERDKUNDE, Bd. 3. Bonn 1949. S. 132-143, 6 Abb.
30. ZIMMERMANN, Josef: Bodenkultur und Landschaft der Erftniederung. BGA, Heft 3. Bonn 1949. 193 S., Karte in 2 Bl., 30 Abb. i. Text.
 31. GURLITT, Maria, geb. Jansen: Die Geschichte der Alpenforschung und die Entwicklung des alpinen Landschaftserlebnisses im 18. Jahrhundert. Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1948 (Masch. Schr.), 190 S., 11 Abb.
 32. GILLMANN, Helga: Lebensgemeinschaften der immerfeuchten Tropen. Versuch einer Landschaftsbetrachtung unter biozöologischem Gesichtspunkt. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1948 (Masch. Schr.) 207 S., 61 Fig.
 33. WEISCHET, Wolfgang: Die Schneedecke im Rheinischen Schiefergebirge und ihre synoptisch-meteorologischen Bedingungen. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1948. Decheniana, Bd. 104. Bonn 1950. S. 103-144, 10 Abb i, Text, 2 Taf.
 34. SCHNEIDER, Mathias: Wasserhaushalt und Wasserwirtschaft im Gebiet der Erftquellflüsse (Nordeifel). Diss. 1948. ARL, Bd. 5. Bonn 1953. 89 S., 27 Abb. i. Text u. a. Taf.
 35. EIMERN, Josef van: Die Schwankungen des natürlichen Wasserhaushalts am linken Niederrhein unter besonderer Berücksichtigung der Grundwasserschwankungen. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1948, Auszug erschienen im Privatdruck, Hamburg 1950, 96 S., 28 Beil.
 36. HERMANN, Peter: Die Niederschläge im Rheinischen Schiefergebirge in Beziehung zu Einzelwetterlagen. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1949 (Masch. Schr.), 89 S., 1 Taf., 38 Abb. i. Anh.
 37. HUPPERTZ, Josefine: Viehhaltung und Stallwirtschaft in den einheimischen Agrarkulturen in Asien und Afrika. Diss. 1949. Auszug unter gleichem Titel in: ERDKUNDE, Bd. V, 1951. S. 36-51, 4 Ktn. u. 5 Abb. i. Text.
 38. SPEIL, Werner: Die Fischereiwirtschaft im holsteinischen Unterelbegebiet. Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1948 (Masch. Schr.). 128 u. XVII S., 9 Tab., 1 Kt.
 39. KELLER-HAFFENEGGER, Margareta: Zur Hydrochemie des Grund- und Quellwassers in den nördlichen Rheinlanden. Diss. 1949. FDL, Bd. 50, 1951. 88 S., 19 Abb., 1 Beil. -Karte,
 40. SCHOLZ, Hartmut Dieter: Die ländlichen Siedlungen Chinas. Diss. Universität Bonn, Math., -Nat. Fak., 1949 (Masch. Schr.). 184 S., 1 Beil. -Karte.

41. PENZ, Hermann Otto: Die niederbergische Agrarlandschaft zwischen Wupper und Ruhr.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1949 (Masch. Schr.). 149 S., 1 Kte.
42. HAHN, Helmut: Der Einfluß der Konfessionen auf die Bevölkerungs- und Sozialgeographie des Hunsrücks.
BGA, Heft 4, Bonn 1950. 96 S., 5 Ktn.
43. RECH, Elisabeth: Die kartographische Darstellung der Bevölkerung des Landes Nordrhein-Westfalen (1946) unter besonderer Berücksichtigung des Regierungsbezirks Aachen (1871 und 1946).
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1949. 138 S., Kart. i. Samml. d. Geogr. Inst.
44. SCHÖTT, Martin: Die Agrarlandschaft des mittleren Ahrtales und der umliegenden Hochflächen unter besonderer Berücksichtigung des Weinbaues.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1949. 158 S., 1 Landnutzungskarte.
45. SCHMIDT, Ilse: Die Agrarlandschaft am Ausgang des Wuppertales in die Niederrheinische Bucht (mit agrargeographischen Kartierungen im Bereich der Meßtischblätter Solingen, Hilden, Leverkusen und Burscheid).
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1949 (Masch. Schr.). 141 S., 13 Tab. 48 Abb., 1 Karte.
46. BARNERS, Ernst: Landnutzung und agrargeographische Struktur des Bitburger Landes.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1949.
ARL, Bd. 8, Bonn 1955. 83 S., 40 Abb., 1 farb. Karte.
47. WEIS, Dieter: Die Grußstadt Essen. Die siedlungs-, verkehrs- und wirtschaftliche Entwicklung des heutigen Stadtgebietes von der Stiftsgründung bis zur Gegenwart.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1950
BGA, Bd. 7, 1951. 84 S., 4 Taf., 2 Kartenbeil.
48. LAUER, Wilhelm: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1950.
BGA, Bd. 9, 1952. S. 15-96, 12 Abb. i. Text, 4 Tab. u. 1 Karte i. Anhang.
49. MÜLLER, Ilse, geb. Bender: Die Zülpicher Börde als Agrarlandschaft.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1951 (Masch. Schr.). 156 S., 28 Abb., Karte i. Samml. d. Geogr. Instit.
50. SCHWALB, Mechtild: Die Entwicklung der bäuerlichen Kulturlandschaft in Ostfriesland und Westoldenburg.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1951.
BGA, Heft 12, 1953. 80 S., 8 Abb. i. Text, 2 Kartenbeil.
51. SINS, Gabriele: Die Baumschulen des Rheinlandes, mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse von Meckenheim.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak. 1951.
ARL, Bd. 4, 1953. 69 S., 2 Kartenbeil., 14 Abb. i. Text.
52. SCHÖLLER, Peter: Die rheinisch-westfälische Grenze zwischen Ruhr und Ebbegebirge. Ihre Auswirkungen auf die Sozial- und Wirtschaftsräume und die zentralen Funktionen der Orte.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1951.

- In: FDL, Bd. 72, 1953. 143 S., 21 Kart.
Gleichzeitig in: Veröff. d. Prov. Inst. f. Westfäl. Landes- u. Volksk.,
Reihe I, Heft 6.
53. KÖTTER, Heinrich: Die Textilindustrie des deutsch-niederländischen Grenz-
gebietes in ihrer wirtschaftsgeographischen Verflechtung.
ARL, Bd. 2, 1952. 86 S., 16 Abb.
54. SCHWICKERATH, Hildegard: Die Basaltindustrie zwischen Rhein, Sieg und
Wied. Ein wirtschaftsgeographischer Versuch.
ARL, Bd. 3, 1953. 59 S., 13 Abb. i. Text, 10 Tab., 1 Beilagenkarte.
55. PILGRAM, Hans: Das Monschauer Heckenland. Agrargeographische Unter-
suchung einer Heckenlandschaft mit Nutzflächenkartierung 1821 und
1951.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1951.
Verarbeitet in: Der Landkreis Monschau. Bearb. von H. PILGRAM.
Die Landkreise in Nordrhein-Westfalen. Reihe A, Nordrhein. Bd. 3.
Bonn 1958. 188 S., 28 Ktn.
56. KLAUS, Ilse: Konfessionsverteilung und wirtschaftliche Struktur in der
nördlichen Rheinprovinz.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1952.
Zeitschr. Bergisch. Geschichtsverein, Bd. 75, 1958. S. 1-128, 4 farb.
Karten.
57. HETZEL, Wolfgang: Wiesenbewässerung und Agrarlandschaft des olden-
burgischen Huntetales. Struktur und Wandel von Landschaft und Wirt-
schaft in einem Jahrhundert.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1952. Auszug in: Veröff. d. Nie-
dersächs. Amtes f. Landesplanung u. Statistik, Reihe A, i. Natur, Wirt-
schaft. Siedlung und Planung (Schrift. d. Wirtschaftswiss. Ges. z. Stud.
Niedersachsens e. V.) Bd. 39, Bremen-Horn 1957. 114 S., 27 Abb. a.
Taf., 17 Abb. i. Text, 7 Tab. u. 3 Kart. im Anhang.
58. FRENZEL, Burkhard: Das Pflanzenkleid der Allgäuer Hochalpen.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1952 (Masch. Schr.). 121 S.,
6 Tab. 10 S. Diagr. u. Prof., 10 Farb. Skizz., 1 Kte., 15 Photos, 9 S.
Liter.
59. UHRIG, Horst: Landschaft und Lebensgemeinschaften der Auen im Mün-
dungsgebiet der Sieg.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1953. (Masch. Schr.). 186 +
29 S., 23 Taf.
Teildruck unter dem Titel „Lebensstätten der Siegniederung“ in: Hei-
matbl. d. Siegkreises, Jg. 26, Heft 75, Siegburg 1958. S. 41-50.
60. BROSCHE, Kristine: Der Tabakanbau am Oberrhein.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 130 S.
Kart. in Samml. Geogr. Inst. Bonn.
61. SCHÄFER, Gertrud: Die Keramische Industrie und Tongewinnung im Bonner
Wirtschaftsraum.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 136 S.,
Karten in Samml. Geogr. Inst., Bonn.

62. KETZER, Günther: Die Agrarlandschaft des Raumes um Bingen am Rhein.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 159 S.,
45 Taf.
63. LINDEN, Hellmut: Die naturlandschaftliche Kleingliederung und Agrarstruktur
an der Grenze des westfälischen Hellweges gegen das Sandmünsterland.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1953.
FDL, Bd. 106. Remagen 1958. 123 S., 17 Kart. auf Taf.
64. KUFFERATH-SIEBERIN, Günther: Die Zuckerindustrie der linksrheinischen
Bördelandschaft.
ARL, Bd. 9, 1955. 44 S., 13 Abb. auf Taf., 3 Ktn.
65. ARNOLD, Wolfgang: Die Dachschieferindustrie in Nord-Wales.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 125 + XI S.,
32 Abb.
66. KREMER, Elisabeth: Die Terrassenlandschaft an der mittleren Mosel, als
Beitrag zur Quartärgeschichte.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1954.
ARL, Heft 6, 1954. 100 S., 28 Abb., 11 Prof., 2 Ktn. als Beil.
67. ENSTE, Karlheinz: Der Landschaftswandel des westfälischen Ardeygebirges
mit Ardeyvorland und Schwerter Terrassenbucht.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 154 S., 7 Ktn.
37 Abb.
68. STAACKMANN, Helmut: Die Herkunft der kanadischen Bevölkerungselemente
und ihre sozialgeographische Auswirkung.
Diss. Universität Bonn, Philos. Fak., 1953. (Masch. Schr.). 169 S., 2
Handkarten (Samml. Geogr. Inst. Bonn).
69. HIRSCHBERG, Gustav: Grundlagen, Entwicklung und geographische Auswirkung
des Fremdenverkehrs im Gebiet zwischen Teutoburger Wald und
Weser.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1954. (Masch. Schr.). 201 + VIII S.,
zahlr. Abb., Kart., Tab. i. Text.
70. HEYN, Erich: Zerstörung und Aufbau der Großstadt Essen.
ARL, Heft 10, 1955. 149 S., 22 Abb. u. 15 Bild. auf Taf., 1 Karte als Beil.
71. CAPITAIN, Marieliese: Das Gebiet der Neuwieder Schwemmsteinindustrie.
Wirtschaftsgeographische Struktur und Landschaftswandel.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1955. (Masch. Schr.). 158 S., 16 Ktn.
8 Abb., 12 Phot., 6 Tab.
72. WEBER, Josef: Der Fremdenverkehr im Hochsauerland. Seine Entwicklung
und Bedeutung für die Sozial- und Wirtschaftsstruktur.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1955 (Masch. Schr.). 207 S., 65 Ktn.
u. Abb., 13 Phot.
73. HELLWIG, Klaus: Die räumliche Verflechtung der Eisen- und Stahlindustrie
in den Ländern der Montanunion.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1955. (Masch. Schr.). Textb.,
Atlasbd. m. 18 Kt.
74. TILLEY, Philip D.: Die Ville and its Setting. A Study in Landscape Changes.
(Die Ville in ihrer geographischen Stellung. Eine Studie in Landschafts-
entwicklung).

- Diss. Universität Bonn, Philos. Fak., 1955. (Masch. Schr.). 118 S., 11 Abb.
75. MÜLLER, Adolf: Die Saar — Hydrographie und Wasserwirtschaft.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1956. (Masch. Schr.). 199 S., 45 Abb., 11 Bild-Taf., 6 Kart.
76. SCHWEINFURTH, Ulrich: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya.
BGA, Heft 20, 1957. 373 S., farb. Karte in 2 Bl.
77. HERZOG, Wilhelm: Die Rieselfeldkulturen der Stadt Dortmund. Kulturgeographische Auswirkungen städtischer Abwasserwirtschaft.
ARL, Heft 11, 1956. 58 S., 15 Abb. u. 12 Diagr. auf Taf., 1 farb. Karte.
78. STEINMETZLER, Johannes: Die Anthropogeographie Friedrich Ratzels und ihre ideengeschichtlichen Wurzeln.
BGA, Heft 19, 1956. 151 S., 4 Abb. auf Taf.
79. PLEY, Herbert: Garten- und Feldgemüsebau am mittleren Niederrhein.
Diss. Universität Bonn,
ARL, Heft 13, 1958. 107 S., 1 farb. Landnutzungskarte.
80. BRINKMANN, Maria: Die Wiesenbewässerung in der Hase-Niederung des Kreises Bersenbrück (mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse des Artlandes).
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1956 (Masch. Schr.). 197 S., 4 Kt., 17 Abb., 39 Tab.
81. EWEN, Barthel: Die Hausformenforschung in der Fragestellung und Methodik der modernen Geographie.
Diss. Universität Bonn, Philos. Fak., 1956. (Masch. Schr.).
82. KLÖVEKORN, Martin: Die sprachliche Struktur Finnlands 1880-1950. Veränderungen im sprachlichen Charakter der finnlandschwedischen Gebiete und deren bevölkerungs-, wirtschafts- und sozialgeographische Ursachen. Bidrag till Kännedom av Finlands Natur och Folk, Heft 105. Köbenhavn-Helsingfors 1960. 365 S., 63 Abb., 10 Kart., 46 Tab. i. Text, 3 Tab. -Beil.
83. ULRICH, Johannes: Die Vulkaneifel. Naturschutz. Wirtschaftsstruktur, Möglichkeiten der Planung und Landschaftsgestaltung.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak., 1956 (Masch. Schr.). 253 S., 10 Taf., 36 Abb., 7 Kart.
84. KAMAL, Uddin: Geography of Irrigation in Uttar Pradesh (India).
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1957 (Masch. Schr.).
85. BUTZER, Karl Wilhelm: Quaternary Stratigraphy and Climate in the Near East.
BGA, Heft 24, 1958. 154 S., 4 maps, 2 profiles, 2 diagr., 16 fig. on plates.
86. ARNOLD, Paul: Die Kalkindustrie am Nordrand des Rheinischen Schiefergebirges.
ARL, Heft 16, Bonn 1961. 112 S., 24 Abb., 10 Kart., 7 Tab.
87. LOCKERMANN, Friedrich Wilhelm: Zur Flußhydrologie der Tropen und Monsunasiens.
Diss. Universität Bonn, Math. -Nat. Fak. 1958. (Masch. Schr. i. 3 Bänden).

88. BOHLING, Günther: Die Rindviehwirtschaft in den Agrarlandschaften des nördlichen Rheinlandes.
ARL, Heft 14, Bonn 1959. 93 S., 4 farb. Kart.
89. FRÄNZLE, Otto: Glaziale und periglaziale Formbildung im östlichen Kastilischen Scheidegebirge (Zentralspanien).
BGA, Heft 26, 1959. 80 S., 11 Abb., 28 Bild. auf Taf.
90. BADER, Frido J. W.: Die Verbreitung borealer und subantarktischer Holzgewächse in den Gebirgen des Tropengürtels. Eine areal-geographische Studie in dreidimensionaler Sicht.
Nova Acta Leopoldina. N. F., Nr. 148, Bd. 23, Leipzig 1960. 544 S., 95 Tab. i. Text, 15 Kart. u. 16 Prof. i. Anhang.
91. SELLENBERG, Erika: Die Viehwirtschaft in Neuseeland.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1958. Text u. Atlasband (Masch. Schr.). Ein Kapitel „Die Entwicklung der Viehwirtschaft in Neuseeland“ in: ERDKUNDE, Bd. 14, 1960. S. 115-134.
92. PANHUYSEN, Helene: Die Entwicklung der Agrarlandschaft im Raume Straelen seit 1800, unter besonderer Berücksichtigung des Gemüse- und Blumenanbaues.
ARL, Heft 15, Bonn 1961. 107 S., 9 Abb., 12 Bild. u. 4 Luftbild. auf Taf., 2 Kart. als Beil.
93. HASTENRATH, Stefan: Zur vertikalen Verteilung der Frostwechsel- und Schneedeckenverhältnisse in den Alpen.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1960. 104 S., 10 Abb. auf Taf., 2 Beil.
94. GEBHARDT, Ilse geb. Hohnke: Die Talbildung der Eifel im Ablauf der Klimate, des Vulkanismus und der periglazialen Bodenbildung im Quartär. Erläutert am Beispiel der Nette, der Kyll und an einigen kleineren Tälern.
Decheniana, Bd. 115, Heft 2, Bonn 1963. S. 143-214, 24 Abb., 4 Diagr.; 1 Tab. u. 3 Karten auf Taf.
95. REINERS, Herbert: Agrarstruktur und Korbweidenwirtschaft der Rur-Wurm-Niederung.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1959.
FDL, Bd. 129, Bad Godesberg 1961. 292 S., 33 Tab. i. Text, 50 Kartogr., 16 Diagr. u. 2 Plansk. auf Taf., 9 z. T. farb. Beilagen.
96. MEDIWAKE, L. W.: The Agricultural Geography of Dunbara (Ceylon).
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1959 (Masch. Schr.).
97. BAUMANN, Jakob: Die Pfälzer Siedlungen am linken Niederrhein. Ihre agrargeographische und kulturlandschaftliche Entwicklung seit dem 18. Jahrhundert.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak., 1959. (Masch. Schr.). 108 S., 13 Taf., 1 farb. Kte.
98. GILDEMEISTER, Reinhard: Wald, Bauernland und Holzindustrie im östlichen und mittleren Hunsrück. Wirtschaftslandschaft und sozialgeographisches Gefüge.
ARL, Heft 17, Bonn 1962. 142 S., 11 Abb. i. Text, 2 farb. Karten.

99. BARSCH, Dietrich: Wind, Baumform und Landschaft. Eine Untersuchung des Windeinflusses auf Baumform und Kulturlandschaft am Beispiel des Mistralgebietes im französischen Rhönetal.
100. GALVAO, MARIA DO CARMO CORREA: Das Ruwergebiet, Landschaftswandel und Sozialstruktur.
ARL, Heft 21, Bonn 1964. 157 S., 10 Abb., 6 Diagr., 42 Tab. i. Text, 6 Tab., 2 Bilder auf Taf., 8 Kartenbeilagen.
101. HAFFNER, Willibald: Das Pflanzenkleid des Nahe-Berglandes und des südlichen Hunsrück in ökologisch-geographischer Sicht.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1963.
Decheniana, Beih. 15, Bonn 1969. 145 S., 4 Tab. u. 43 Abb. i. Text, 7 Taf., 1 farb. Karte i. Beilage.
102. BAUER, Hermann Josef: Landschaftsökologische Untersuchungen im ausgekohlten rheinischen Braunkohlengebiet auf der Ville.
ARL, Heft 19, Bonn 1963. 101 S., 14 Fig. u. 19 Tab. im Text, 1 Kte i. Anh.
103. HANSEN, Folker: Die Hanfwirtschaft Südostspaniens. Anbau, Aufbereitung und Verarbeitung des Hanfes in ihrer Bedeutung für die Sozialstruktur der Vegas.
BGA, Heft 38, Bonn 1967. 155 S., 27 Abb. i. Text, 21 Bildtaf., 1 farb. Kartenbeilage.
104. HELLEN, John Anthony: Rural Exonomic Development in Zambia, 1890-1964.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1964.
Afrika-Studien, Nr. 32. IFO-Institut f. Wirtschaftsforschung München, München 1968. 297 S., 11 tabl. a. 11 maps in text.
105. LESER, Hartmut: Beobachtungen und Studien zur quartären Landschaftsentwicklung des Pfrimmgebietes (Süd-Rheinessen).
ARL, Heft 24, Bonn 1967. 442 S., 56 Abb., 26 Diagr. u. 23 Tab. i. Text, 2 Ktn u. 1 Tab. als Beilage.
106. ERN, Hartmut: Die dreidimensionale Anordnung der Gebirgsvegetation auf der Iberischen Halbinsel. Eine geographisch-ökologische Feldstudie.
BGA, Heft 37, Bonn 1966. 136 S., 12 Abb. i. Text, 24 Bilder auf Taf.
107. DOMRÖS, Manfred: Luftverunreinigung und Stadtklima im Rheinisch-Westfälischen Industriegebiet und ihre Auswirkung auf den Flechtenbewuchs der Bäume.
ARL, Heft 23, Bonn 1966. 132 S., 17 Abb. u. 13 Tab. im Text, 1 Bildtaf., 1 farb. Karte i. Anhang.
108. HOLTMEIER, Friedrich-Karl: Die Waldgrenze im Oberengadin in ihrer physiognomischen und ökologischen Differenzierung.
Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1967.
164 S., 37 Abb. i. Text, 1 farb. Karte i. Anhang.
109. BÖHM, Hans: Das Paznaunal. Die Bodennutzung eines alpinen Tales auf geländeklimatischer, agrarökologischer und sozialgeographischer Grundlage.
Diss. Universität Bonn, Phil. Fak., 1965.
Erscheint in: FDL, Vergleiche den Aufsatz „Die geländeklimatische Bedeutung des Bergschattens und der Exposition für das Gefü-

- ge der Natur- und Kulturlandschaft. In: ERDKUNDE, Bd. 20, Heft 2, Bonn 1966. S. 81-93, m. farb. Karte als Beilage 4.
110. KERSBERG, Herbert: Die Prümer Kalkmulde (Eifel) und ihre Randgebiete. Landschaftsökologische und vegetationskundliche Untersuchungen. Schriftenreihe d. Landesstelle für Naturschutz u. Landschaftspflege i. Nordrhein-Westfalen, Bd. 4, Recklinghausen 1968. 207 S., 29 Abb. i. Text, 57 Abb. auf Taf., 6 Tab. im Anhang.
 111. FRAMKE, Wolfgang: Die deutsch-dänische Grenze in ihrem Einfluß auf die Differenzierung der Kulturlandschaft. Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1965. Erscheint demnächst als Bd. 172 der FDL. Teildruck unter dem Titel „Zentrale Orte und ihre Bereiche beiderseits der deutsch-dänischen Grenze“, in: Berichte z. dt. Landeskl., Bd. 39, Heft 2, Bad Godesberg 1967. S. 257-272, m. 2 farb. Karten u. 1 Tab. als Beilagen.
 112. BJELANOVIĆ, Momir M.: Mesoklimatische Studien im Rhein- und Moselgebiet. Ein Beitrag zur Problematik der Landesklimateaufnahme. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1967. 232 S., 21 Abb. u. 14 Tab. i. Text; 16 Karten.
 113. KIM, Do-Jong: Die dreidimensionale Verteilung der Strukturböden auf Island in ihrer klimatischen Abhängigkeit. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1967. 227 S., 61 Photogr., 52 Fig., 7 Tab., 56 Diagr., 9 Luftb., 2 Karten.
 114. THOMAS, Rudolf J. P.: Flurbereinigung, Aussiedlung und Neusiedlung im Rheinischen Schiefergebirge — an Hand ausgewählter Beispiele. Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1967. 225 S., 11 Bilder, 12 S. Ktn.
 115. GOHL, Dietmar: Methodik der strukturell-skulpturellen Landschaftskarte, am Beispiel einer Wandkarte von Mittel- und Westdeutschland. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1967. Erscheint in: FDL (mit Handkarte 1:1 Mill.), Wandkarte 1:500 000 b. Verlag P. List K. G., München.
 116. KROENER, Eberhard: Die Verbreitung der echten Baumfarne (Cyathea-aceen) und ihre klimaökologischen Voraussetzungen. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1967. 269 S., 3 Beil.
 117. LEUZE, Eva: Die Halbinsel von Devon und Cornwall. Diss. Universität Bonn, Math.-Nat. Fak. 1968. Erscheint voraussichtlich in: Deutsch. Geogr. Blätter, Bremen.
 118. HAUSHERR, Klaus: Die Entwicklung der Kulturlandschaft in den Lanao-Provinzen auf Mindanao (Philippinen), unter Berücksichtigung des Kulturkontaktes zwischen Islam und Christentum. Diss. Universität Bonn, Phil. Fak. 1968. Erscheint voraussichtlich in: Südasiens-Inst. d. Univ. Heidelberg.
 119. THIELE, Adalbert: Luftverunreinigung und Stadtklima im Großraum München, besonders in ihrer Auswirkung auf die epiphytischen Flechten (vor dem Abschluß).
 120. BRAUN, Cornel: Die Städte Teheran, Marrakesch und Madrid: ihre historische Wasserversorgung mit Hilfe des Quantsystems (vor dem Abschluß).

FUNKTIONEN IN WISSENSCHAFTLICHEN ORGANISATIONEN

- 1937-1945 Stellv. Vorsitzender der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.
- 1938-1964 Erster Vorsitzender der Gesellschaft für Erd- und Völkerkunde zu Bonn; seit 1964 Ehrenvorsitzender.
- 1935-1970 Mitglied des Wissenschaftlichen Ausschusses bzw. Unterausschusses des Deutschen (bzw. Deutschen und Österreichischen) Alpenvereins.
- 1942-1950 Stellv. Vorsitzender der Geologischen Vereinigung, Bonn.
- 1948-1954 Vorsitzender der Deutschen Quartär-Vereinigung, Hannover.
- 1945-1952 Vorsitzender des Naturhistorischen Vereins der Rheinlande und Westfalens, Bonn.
- 1946-1959 Mitglied des Zentralausschusses für Deutsche Landeskunde.
- Seit 1950 Vorsitzender der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung der Akademie der Wissenschaften und der Literatur in Mainz.
- 1950 Präsident der Sektion Phytogeography des 7. International Botanical Congress, Stockholm.
- 1952 Co-Chairman of the Section on Regional Geography of the 17th International Geographical Conference, Washington.
- 1951-1959 Mitglied des Senats und Vorsitzender des Fachausschusses „Geographie“ der Deutschen Forschungsgemeinschaft.
- 1953-1965 Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats der Anstalt Deutscher Wetterdienst, Bad Kissingen bzw. Offenbach.
- 1956 Chairman of the Section „Biogeography“ of the 18th International Geographical Conference, Rio de Janeiro.
- 1958-1960 Vorsitzender der Hauptgruppe Naturwissenschaften der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte. Leitung des Symposiums „Naturhaushalt und junge Entwicklung der Erdhülle“ Hannover, Sept. 1960.
- 1958-1960 Mitglied des Präsidiums der Deutschen Afrika-Gesellschaft.
- Seit 1956 Mitglied des Nationalkomitees der Bundesrepublik für die Intern. Geographen-Union.
- 1956-1960 und 1964-1968 Vizepräsident der International Geographical Union. 1964-1968 auch Mitglied des Programme Committee der IGU.
- 1950-1966 Mitglied des Deutschen Ausschusses für Meeresforschung.
- 1960-1964 Präsident der International Geographical Union, gleichzeitig Mitglied des Int. Council of Scientific Unions (ICSU).
- 1960-1961 Rector Magnificus der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität Bonn; 1961-1962 Prorektor der Universität.
- 1961-1966 Vorsitzender der Society of the Friends of the German-American Academic Exchange Service („Fulbright Friends“), Bad Godesberg.
- 1962-1967 Mitglied des Kuratoriums der Stiftung Volkswagenwerk, Hannover.
- 1964-1969 Mitglied des Advisory Committee on Natural Resources Research, UNESCO, Paris.
- 1964-1969 Vertreter der International Geographical Union beim Int. Biological Programme of the ICSU, Rom.

- 1964 Chairman of the Symposium on Tropical Palynology of the International Botanical Congress, Edinburgh.
- 1965-1966 Mitglied des Beirats des International Training Center for Aerial Survey, Delft, Holland.
- 1966 Organisator des UNESCO Mexico Symposiums „Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas“ in Verbindung mit der Latin America Regional Conference (LARC) of the IGU, Mexico.
- Seit 1968 Chairman of the IGU-Commission on High-Altitude Geocology.
- 1969 Organisation und Leitung des IGU-Symposiums „Geocology of the High-Mountain Regions of Eurasia“, Mainz.

AKADEMISCHE GRADE

- Dr. phil., Universität München, 9. Nov. 1921.
- Dr. sc. h. c., Universität Löwen (Louvain), 2. Febr. 1963.
- Dr. phil. h. c., Universität Wien, 11. Mai 1965.

MITGLIEDSCHAFT WISSENSCHAFTLICHER AKADEMIEN

- Ord. Mitglied der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle/Saale, 18. März 1937. 1956-1963 Mitglied des Senats
- Korr. Mitglied der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München, 13. Juli 1942
- Ehrenmitglied der (Kgl.) Rumänischen Akademie der Wissenschaften, Bukarest, 7. Juni 1942
- Korr. Mitglied der Preussischen (jetzt Deutschen) Akademie der Wissenschaften, Berlin, 6. August 1943
- Außerord. Mitglied der Akademie für Städtebau und Landesplanung, Düsseldorf, 28. Juni 1947
- Ord. Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, 25. August 1949
- Korr. Mitglied der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 17. Mai 1955
- Ausl. Mitglied der Academia Scientiarum Fennica (Suomalainen Tiedeakatemia), Helsinki, 9. Dez. 1958
- Korr. Mitglied des Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venedig, 4. April 1960
- Korr. Mitglied der Academia Nacional de Geografía, Buenos Aires, 3. Okt. 1963
- Mitglied der World Academy of Art and Science (Agency for Human Welfare), Rehovot, 7. Mai 1963

Mitglied der Académie Royale des Sciences et des Lettres de Danmark (Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab), Kopenhagen, 9. April 1965
Korr. Mitglied der Academia Nacional de Ciencias de Bolivia, La Paz, 25. Juni 1965
Ausl. Mitglied der Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 29. August 1965
Mitglied der Accademia Internazionale „Neocastrum“, Nicaastro (Catanzaro), 25. Februar 1969.

MEDAILLEN FÜR WISSENSCHAFTLICHE LEISTUNGEN

Silberne Gustav Nachtigal-Medaille der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 24. Mai 1928
Bronzene Plakette der Stadt München, 13. Mai 1929.
Prinz Ludwig-Medaille der Geographischen Gesellschaft München, 31. Okt. 1929
Eduard Vogel-Medaille der Gesellschaft für Erdkunde zu Leipzig, 11. März 1936
Carus-Medaille der Akademie der Naturforscher Leopoldina zu Halle, Erstverleihung, 21. Januar 1938
Salomon Andree-Plakette der Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi, Stockholm, 8. Nov. 1938
Königlich Bulgarische Silberne Medaille für Wissenschaft und Kunst, 29. Okt. 1940
Erich von Drygalski-Medaille der Geographischen Gesellschaft München, 1. Nov. 1944
Goldene Vega-Medaille der Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi, Stockholm, 24. April (Vega-Dagen) 1951
Karl Sapper-Medaille der Geographischen Gesellschaft in Würzburg für Tropenforschung, 21. Januar 1955
Franz von Hauer-Medaille der Österreichischen Geographischen Gesellschaft, Wien 3. Okt. 1956
Eduard Rüppell-Medaille der Geographischen Gesellschaft in Frankfurt/M., Mai 1959
Goldene Carl Ritter-Medaille der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 20. Mai 1959
Goldene Martin Behaim-Plakette der Fränkischen Geographischen Gesellschaft, Nürnberg, 11. Okt. 1959
Victoria Medal in Gold der Royal Geographical Society in London, 18. Juni 1962
Albrecht Penck-Medaille der Deutschen Quartär-Vereinigung, Lüneburg, 10. Okt. 1964

KORRESPONDIERENDE UND EHRENMITGLIEDSCHAFTEN

Korr. Mitglied der Sociedad Geográfica de Sucre (Bolivia), 10. Sept. 1927
Gesellschaft für Erdkunde zu Dresden: Korr. Mitgl. 19. Dez. 1930, Ehrenmitglied 26. März 1938
Geographische Gesellschaft zu Rostock: Korr. Mitgl. 17. Nov. 1934
Svenska Sällskapet för Antropologi och Geografi: Korr. Mitgl. 19. Febr. 1937
Societas Phytogeographica Svecana, Uppsala: Korr. Mitgl. 1. Dez. 1937, Ehrenmitglied 10. Febr. 1960

Geographische Gesellschaft zu Magdeburg: Ehrenmitglied 12. Jan. 1938
 Geographische Gesellschaft zu Würzburg: Ehrenmitglied 28. Febr. 1938
 Institut für Meereskunde zu Berlin: Korrespondent 25. März 1938
 Società Geografica Italiana, Roma. Korr. Mitgl. 28. März 1940, Ehrenmitglied
 25. Jan. 1969.
 Societas Geografica Fennica: Korr. Mitglied. 16. Dez. 1941, Ehrenmitglied
 15. Dez. 1950
 Geographische Gesellschaft München: Ehrenmitglied 1. Nov. 1944
 Württembergischer Verein für Handelsgeographie: Korr. Mitglied 27. Febr. 1952
 Société de Géographie de Beograd: Ehrenmitglied.
 Hrvatske Geografske Društvo (Kroatische Geographische Gesellschaft), Zagreb:
 Ehrenmitglied..
 Sociedad Mexicana de Geograf  a y Estad  stica, Mexiko, Korr. Mitglied
 3. März 1953.
 Koninklijk Aardrijkskundig Genootschap, Amsterdam: Ehrenmitgl. 8. Mai 1954
 Studentenwerk Bonn: Ehrenmitglied 15. März 1956.
 Sociedad Peruana de Historia, Lima: Korr. Mitgl., 12. Dez. 1958
 Sociedad Geogr  fica de Lima, Peru: Ehrenmitglied 28. April 1959
 Geographische Gesellschaft (vormals Verein für Geographie und Statistik in
 Frankfurt/M.): Ehrenmitgl. Mai 1959
 Fränkische Geographische Gesellschaft Erlangen-Nürnberg: Ehrenmitglied
 11. Okt. 1959
 Société de Géographie de l'URSS, Leningrad: Korr. Mitglied 29. Mai 1964
 Royal Geographical Society, London: Ehrenmitgl., Juli 1964
 Royal Scottish Geographical Society, Edinburgh, Ehrenmitgl. 14. Juli 1964
 Naturhistorischer Verein der Rheinlande und Westfalens, Bonn: Ehrenmitglied.
 15. Mai 1967
 Société di Studi Geografici, Florenz: Korr. Mitgl. 13. Nov 1968

OROSHI, EIN STARKER LOKALWIND IN DER KANTO-EBENE, JAPAN

mit 6 Abbildungen (z. T. als Beilage), 3 Tabellen und 2 Fotos

MASATOSHI M. YOSHINO

1. Einleitung

Einer der starken Lokalwinde Japans ist der Oroshi. Er weht bei Wintermonsunlage. Der Name Oroshi bedeutet Fallwind, und häufig verknüpft man Oroshi mit dem Namen eines Berges oder Gebirges, wie z. B. Haruna-Oroshi (= ein Fallwind vom Berg Haruna). Da er Trockenheit und Kälte bringt, nennt man ihn auch *Karakkaze*. Hierbei bedeutet *Kara* „ohne (Wasser)“, d. h. Trockenheit, und *Kaze* „Wind“.

Der Oroshi kann äußerst gefährlich werden: Er fördert nicht nur die Boden-erosion, sondern er kann z. B. auch das Löschen eines Feuers stark behindern oder in vielen Fällen Erkältungskrankheiten hervorrufen. Als wirkungsvolle Maßnahme gegen den Oroshi sind Windschutzhecken zwischen den Feldern und Baumgruppen um die Gehöfte angelegt, etwa in der Art, wie sie TROLL (1951) und WEISCHET (1955) für das Hohe Venn in Deutschland beschrieben haben.

Der Oroshi ist sehr gut bekannt, doch gibt es nur wenige Untersuchungen meteorologischer, klimatologischer oder geographischer Art über ihn (FUKUI, 1938; SHITARA, 1966). Ende des letzten Jahrhunderts wurde wohl zuerst von OOMURA (1898) beschrieben, daß in der Kanto-Ebene im Winter eine Föhnwirkung vorherrscht. Kurz danach wies OKADA (1900) darauf hin, daß die Kanto-Ebene eines der drei Hauptentstehungsgebiete des Föhns in Japan ist. Dieser Hinweis wurde unter anderem von NAKAGAWA (1916) in seinem Buch über die Klimatologie Japans übernommen und später von OKADA (1931) ergänzt: Der Wind in der Kanto-Ebene ist ein absteigender, trockener Luftstrom, der über die Gebirgskette im Zentralplateau gekommen ist. NAKAGAWA (1916) war der Meinung, daß der *Tsukuba-Oroshi* — als Ausnahme — ein über den Gipfel des Mt. Tsukuba gekommener Wind vom Bora-Typ ist. Die vorliegende Untersuchung jedoch wird zeigen, daß diese Annahme nicht zutrifft.

In den von Ausländern verfaßten japanischen Landeskunden wurde der Klimaunterschied zwischen der Küste am Japanischen Meer und der am Pazifik im Winter sehr eingehend behandelt (REIN, 1881; TREWARTHA, 1965; SCHWIND, 1967): Der heftige Schneefall auf der Seite des Japanischen Meeres wird als Luvseitenphänomen des NW-Wintermonsuns und das heitere Wetter auf der Pazifik-Seite als Lee-Erscheinung des Monsuns beschrieben. Der Oroshi jedoch wurde von keinem erwähnt. Er fehlt daher in der Nomenklatur der Winde in der Welt (SCHAMP, 1964), ebenso in der Klassifikation der Lokalwinde (SCHMIDT, 1947).

Im vorliegenden Aufsatz wird der Oroshi vom lokalklimatologischen Gesichtspunkt aus beschrieben, besonders hinsichtlich seiner horizontalen und vertikalen Ausdehnung, sowie seiner geographischen Auswirkung.

2. Untersuchungsgebiet und Beschreibung des Oroshi

Das Untersuchungsgebiet, die Kanto-Ebene, liegt fast im Zentrum von Honshū. Die Städte Tokyo, Maebashi, Utsunomiya, Mito und Chōshi umgeben etwa das Gebiet. Westlich und nördlich der Ebene erheben sich Gebirge über 2 000 m. Die geographische Lage der Ebene ist in Abb. 1 (Beilage) dargestellt.

Im NW der Ebene herrscht der Oroshi als Fallwind an der Leeseite der Mikuni-Gebirgskette besonders stark während der Wintermonate vor. Wie bereits erwähnt, verbindet man den Namen Oroshi gewöhnlich mit dem Namen des Gebirges (SEKIGUTI, 1942); so spricht man in der Kanto-Ebene vom *Haruna-Oroshi*, in der SE-Provinz Gumma vom *Asama-Oroshi* und *Akagi-Oroshi*, im Gebiet am Fluß Tone vom *Tsukuba-Oroshi*, im Zentralteil der Provinz Tochigi vom *Nikko-Oroshi* und in der N-Provinz Tochigi vom *Nasu-Oroshi*. Sie sind aber meteorologisch nicht immer Fallwinde vom Gipfel des jeweiligen Gebirges, sondern es handelt sich oft nur um starke Winde unter dem Einfluß des Wintermonsuns am Fuße der genannten Berge. Auch kommt der Wind gelegentlich nicht aus der Richtung des jeweiligen Gebirges.

Tabelle 1: Die Mittelwerte der täglichen maximalen und täglichen mittleren Windgeschwindigkeit (m/s) und die Häufigkeit der Windrichtung (%) in Maebashi (36°24'N, 139°04'E, 112.9m).

		N	NW	W	SW	S	SE	E	NE	Calm
Tägl. max. Windgeschwindigkeit (1897-1956)	Winterhalbjahr	21.6	17.2	17.0	11.0	6.3	8.6	10.0	10.4 m/s	-
	Sommerhalbjahr	20.9	16.0	12.4	9.1	8.0	15.0	17.1	9.2 m/s	-
Tägl. mittlere Windgeschwindigkeit (1940-1949)	Winterhalbjahr	5.9	4.1	3.2	1.8	2.0	2.6	2.2	2.0 m/s	-
	Sommerhalbjahr	4.2	3.1	2.1	1.6	2.0	3.0	3.0	1.7 m/s	-
Häufigkeit der Windrichtung (1897-1955)	Winterhalbjahr	37	27	11	3	4	7	6	3%	3%
	Sommerhalbjahr	19	19	5	4	7	19	18	4%	6%

Die beobachteten Werte des Windes in Maebashi werden in Tab. 1 dargestellt. Die tägliche maximale Windgeschwindigkeit weist keinen großen Unterschied zwischen Winter- (Okt. bis März) und Sommer- (Apr. bis Sept.) halbjahr auf. Aber die Häufigkeit der Windrichtung von N und NW während des Winterhalbjahres hat größere Werte als die des Sommerhalbjahres. Deshalb sind die Mittelwerte der Windgeschwindigkeit der N-, NW- und W-Winde auch größer während des Winterhalbjahres. Dies bedeutet, daß die N-, NW- und W-Winde in den Wintermonaten sehr häufig und immer stark sind. Die langjährigen Mittel der Windgeschwindigkeit über 5 m/s zeigen im allgemeinen lokalklimatologisch Orte hoher Windstärke; so z. B. bei der Windbeobachtung der meteorologischen Station

in Sierre im Rhônetal (Kanton Wallis/Schweiz), ein bedeutendes Talwindgebiet mit häufigen Talwinden über 5 m/s (YOSHINO, 1964), oder in Senj (Adriatische Küste/Jugoslawien), ein typisches Boragebiet, in dem die Windgeschwindigkeit 5-8 m/s erreicht (MAKJANIĆ, 1966). Man kann daher den Oroshi hinsichtlich der Häufigkeit und der Stärke mit solchen berühmten Lokalwinden vergleichen.

Die Häufigkeit des Oroshi wechselt stark, je nach der lokalen Lage, aber auch je nach der Definition, ebenso wie der Föhn in den Alpen, den FLOHN, LAUSCHER und SCHÜEPP beschrieben haben (FLOHN, 1954). Die Wintermonsunlage (Hoch in Sibirien, Tief über dem Nordpazifik) kommt mit 20-40 % Häufigkeit in Fünftageperioden im November und Dezember, mit 40-50 % im Januar und mit 20-40 % im Februar vor (YOSHINO, 1968). Die Dauer der NW-Lage beträgt oft nur ein bis zwei Tage (KAWAMURA, 1964). Im extremen Fall kann sie aber sogar 14 Tage anhalten (MAEJIMA, 1954). Das ist der Grund, warum der Oroshi in der Kanto-Ebene klimatisch von so großer Bedeutung ist.

3. Horizontale Verbreitung

Um die allgemeinen Verhältnisse der horizontalen Struktur des Oroshi zu untersuchen, wurde die typische Wintermonsunlage von allen Tagen des Jahres 1965 ermittelt und 15 Tage herausgegriffen: 9. und 10. Januar, 3., 15., 24., 25., 26. und 28. Februar, 5., 10., 20. und 26. März und 16., 17. und 25. Dezember 1965. Die beobachteten Werte der Elemente, wie Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und -richtung, sowie Niederschlag, wurden von den 34 meteorologischen Stationen im Untersuchungsgebiet von diesen Tagen gesammelt. Die an 239 Klimastationen gemessene maximale und minimale Lufttemperatur derselben Tage wurde zum Vergleich hinzugezogen. Die Mittelwerte dieser Elemente der 15 Tage wurden errechnet, um die allgemeinen horizontalen Verbreitungen in Abb. 2 - 4 darzustellen.

(1) Wind

Für die horizontale Verbreitung des Windes ergeben sich die in Abb. 2 zusammengestellten charakteristischen Verhältnisse. Daraus ist ersichtlich, daß die Windgeschwindigkeit über 10 m/s mit NW-Richtung in der Kanto-Ebene von Maebashi bis zur pazifischen Küste als das Haupt-Oroshi-Gebiet zu bezeichnen ist. Wie die Stromlinien zeigen (Abb. 2 rechts), tritt der Oroshi am nordwestlichen Rand der Ebene nahe Maebashi deutlich auf und weitet sich dann in der Ebene aus. Im Becken von Kōfu - nördlich vom Mt. Fuji - und im Tal von Nikkō gibt es ebenfalls kleine Gebiete mit Windgeschwindigkeiten über 10 m/s mit W-NW-Windrichtung. Das bedeutet, daß der starke NW-Monsun vom Japanischen Meer zur Pazifikküste nicht allein durch die Pässe nördlich und westlich von Maebashi kräftig weht, sondern auch durch andere Pässe; jedoch am stärksten ist er in der Kanto-Ebene. Als Windgeschwindigkeit und -richtung wurden ermittelt: in Aikawa auf der Insel Sado im Japanischen Meer ein NW-Wind mit 17.7 m/s, in Niigata an der Küste des Japanischen Meeres ein NW-Wind mit 13.3 m/s, in Maebashi ein NW-Wind mit 10.9 m/s und in Kumagaya in der Kanto-Ebene ein NNW-Wind mit 10.0 m/s. Man erkennt, daß der Wind in der Kanto-

Ebene im Vergleich mit dem im Gebiet des Japanischen Meeres ziemlich stark ist.

Interessant ist zunächst die Diskontinuität der Windrichtung, die als eine Linie von der Izu-Halbinsel nach Osten quer über den südlichen Teil der Bōsō-Halbinsel verläuft. Auf dieser lokalen Diskontinuitätslinie im südlichen Kanto-Distrikt wurde schon vor 20 Jahren im Zusammenhang mit der Lee-Erscheinung der Gebirgskette unter der NW-Monsunlage hingewiesen (SUGAWARA, 1946). Es handelt sich um die Bōsō-Front, eine der markant und häufig entstehenden Lokalfronten in Japan (YOSHINO, 1961). An der südlichen Seite der Front weht der W-WSW-Wind mit Geschwindigkeiten über 10 m/s; auf der Insel Ōshima der WSW-Wind mit 15.9 m/s und auf der Insel Niijima der W-Wind mit 21.6 m/s.

Noch eine andere kleinere Lokalfront befindet sich häufig östlich vom Mt. Tsukuba (Abb. 2). Sie erstreckt sich oft von dem südlichen Teil der Provinz Tochigi (südlich von Utsunomiya) nach Osten. Infolgedessen nennt man sie Utsunomiya-Front.

Die eingehende Darstellung der Stromlinien in Zentral-Japan, einschließlich der Kanto-Ebene, wurde für 6 Wintermonsuntypen untersucht (KAWAMURA, 1966). Die in Abb. 2 dargestellten Windverhältnisse entsprechen zum größten Teil KAWAMURAs Verbreitungsmuster im Falle des starken Monsuns mit Geschwindigkeiten des Gradientwindes von über 10 m/s bei WSW-NNW-Richtung.

(2) Luftfeuchtigkeit

Abb. 3 (links) zeigt die Verbreitung der Tagesmittelwerte der Luftfeuchtigkeit. Luftfeuchtigkeit unter 40 % herrscht im Zentrum der Kanto-Ebene. In Abb. 3 (rechts) sind die niedrigsten Tageswerte der Luftfeuchtigkeit dargestellt. Große Teile der zentralen Kanto-Ebene haben Werte unter 25 %. Im Kōfu-Bekken befindet sich ein weiteres, allerdings kleineres Gebiet mit niedriger Luftfeuchtigkeit. Im Gegensatz dazu hat der nordwestliche Gebirgstiel eine mittlere tägliche Luftfeuchtigkeit von über 80 %.

Die Verbreitung im Gebiet des Japanischen Meeres fehlt in Abb. 3; die minimale tägliche Luftfeuchtigkeit beträgt 52 % in Niigata an der Küste des Japanischen Meeres und 55 % in Takada in der Ebene am Japanischen Meer. In der Gebirgskette steigt sie auf 60 %. Diese Änderung der Luftfeuchtigkeit von der Luvseite am Japanischen Meer bis zur Leeseite am Pazifik ist bei der Betrachtung des Fallwindes besonders wichtig. Hier läßt sich nämlich deutlich die Föhnwirkung des Fallwindes erkennen. In ähnlichen Vergleichen der meteorologischen Elemente von Maebashi auf der pazifischen Seite des Gebirges mit denen der Stationen an der Küste des Japanischen Meeres haben YABUKI und SUZUKI (1967) auch die Föhnwirkung analysiert.

Die Gebiete südlich der Bōsō-Front, wo sich der starke W-WSW-Wind entwickelt, haben die höhere Luftfeuchtigkeit: über 45 % im Tagesmittel und über 30 % als Tagesminimum.

Eine andere Statistik über die Mittelwerte der mittleren Luftfeuchtigkeit um 14 Uhr bei Windgeschwindigkeiten über 5 m/s während der Wintermonsunlage hat ungefähr 50 % ergeben: 54 % in Maebashi, 53 % in Kumagaya, 48 % in Tokyo und 53 % in Yokohama (YOKOI, 1953). Sie sind größer als 40 % (vgl. Abb. 3 links), weil die Grenzgeschwindigkeit in der Statistik schwächer war, m. a. W. Abb. 3 drückt den Zustand während des sehr stark entwickelten Monsuns aus.

(3) Lufttemperatur

Der Oroshi entwickelt sich besonders stark am Tage. Daher muß der Einfluß des Oroshi in Bezug auf die Temperaturentwicklung am Tage klar hervortreten. Auf Temperaturkarten wird hier verzichtet, doch wir wissen, daß die maximalen Tagestemperaturen in der Kanto-Ebene 7-10°C, im Gebiet entlang der Bôsdô-Front 10-11°C und im südlichen Teil der Front wieder niedriger als 10°C sind. Wenn der Oroshi einsetzt, wird die Temperatur in der Kanto-Ebene am Tage 1.5 - 2.5°C kälter. An solchen Tagen wird die Temperatur der Stationen im Bereich des Japanischen Meeres und auf der Gebirgskette ebenfalls kälter (um 3-5°C). Dieses sind aber nur Durchschnittswerte. Im Extremfall beträgt der Temperaturunterschied zwischen einem Oroshi-Tag und dem vorhergehenden Tag 11-12°C im Gebirgsgebiet und 7-8°C in Maebashi.

Die charakteristischen Merkmale der Mittelwerte der minimalen Tagestemperatur lassen sich etwa folgendermaßen aufzeigen: Die Isotherme 0°C läuft meridional westlich von Tokyo, und in dieser West-Ost-Richtung gleicht sie fast der nördlichen Grenze der Provinz Chiba. Die Isotherme -2°C reicht noch bis zum NW-Rand der Kanto-Ebene; das von der Isotherme -2°C umgebene Gebiet deckt sich ungefähr mit dem Oroshi-Gebiet. Die Verbreitung der minimalen Tagestemperatur in der Kanto-Ebene während des Wintermonsuns hat KAYANE in seiner umfangreichen Untersuchung über die Temperaturverbreitung vom mesoklimatologischen Standpunkt aus bis ins Detail analysiert (KAYANE, 1966). Er hat diese Eigentümlichkeit der Minimumtemperaturverbreitung mit dem Wintermonsun in Beziehung gebracht. Die Untersuchungen von NOMOTO (1961) und KAWAMURA (1966) kommen zu dem gleichen Resultat, daß nämlich die Temperatur in der Kanto-Ebene in der Nachtzeit in Gebieten, in denen der Wind stärker weht, höher ist.

Infolge der niedrigen maximalen und höheren minimalen Tagestemperatur ist die Tagesschwankung im Oroshi-Gebiet während des Wintermonsuns kleiner. Diese Erkenntnis kann man andererseits dazu heranziehen, um die genauere Verbreitung des Oroshi in der Ebene abzugrenzen, denn die Zahl der Windbeobachtungsstationen ist sehr beschränkt.

Abb. 4 zeigt die Verbreitung der Mittelwerte der Tagesschwankung der Lufttemperatur, errechnet auf Grund der 239 Klimastationen (für 15 Tage). Die Verbreitung des Oroshi klärt die folgende Erscheinung auf: Die Gebiete in der Umgebung von Utsunomiya und von Chichibu und ihr südlicher Teil haben sehr große Schwankungen. Diese Gebiete, in denen der Wind ziemlich schwach ist, umschließen die Kanto-Ebene. Mit anderen Worten, der Oroshi ist besonders in einem Gebiet verbreitet, das durch die Isotherme 11°C eingeschlossen ist.

4. Vertikale Struktur

(1) Änderung der Vertikalstruktur

Die 5-jährigen mittleren aerologischen Daten (1951-1955) wurden für Wajima an der Küste des Japanischen Meeres und für Maebashi und Tateno in der Kanto-Ebene errechnet (Tab. 2). Man kann darauf hinweisen, daß in den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar die Windgeschwindigkeit bis zu 2.0 km Höhe in Wajima stärker als in anderen Stationen ist. Interessant ist aber der Gradient in Maebashi, der die stärkere Geschwindigkeit in 2.5 und 3.0 km Höhe im Gegensatz zur schwächeren Geschwindigkeit in der Schicht unter 2.0 km zeigt. Daher muß man annehmen, daß es durch den Einfluß der Gebirgskette zu dem Vertikalgradienten des Windes in Maebashi eine Abschwächung vom Boden bis 2 km Höhe und eine Verstärkung in 2.5-3.0 km Höhe gibt. Die Beständigkeit des Windes ist sehr groß, und die mittlere Richtung ist WNW-W. Dies bedeutet, daß die Winde während des Wintermonsuns sehr häufig sind. Wir gehen aber noch auf die Einzelheiten der Vertikalgradienten im Fall des Oroshi ein.

Tabelle 2: Vertikalgradient der mittleren Windgeschwindigkeit in m/s.
Durchschnitt von Dezember, Januar und Februar, 1951-1955, 12 Uhr (JST).

	Wajima 37°23'N 136°54'E	Maebashi 36°24'N 139°04'E	Tateno 36°03'N 140°08'E
5.0 km	26.9	26.4	30.8
4.0	22.0	23.4	24.2
3.0	16.3	18.6	17.9
2.5	14.5	15.2	14.6
2.0	12.4	11.7	12.0
1.5	10.9	8.5	10.3
1.0	9.6	6.4	8.3
0.5	8.4	5.8	6.5
Höhe der Station	6.9 m	112.9 m	27.2 m

In Abb. 5 werden die zeitlichen Änderungen der vertikalen Verbreitung der Windgeschwindigkeit, der Luftfeuchtigkeit und der Lufttemperatur in Wajima und Tateno vom 11. Januar, 21 Uhr, bis 15. Januar, 9 Uhr, 1965 dargestellt. Während dieser 4 Tage herrschte die typische Wintermonsunlage am 12. und 14. Januar. Besonders stark war der Oroshi am 14. Januar.

Zunächst einmal ist aus Abb. 5 (oben) ersichtlich, daß die Achse des Windmaximums während des Oroshi in einer Höhe zwischen dem 900 mb- und 800 mb-Niveau mit Ausnahme von Wajima am 14. und 15. Januar klar hervortritt. In diesem Ausnahmefall lag sie in Wajima etwas höher: 800-700 mb-Niveau. In der unteren Schicht der Troposphäre gibt es kein Maximum im mittleren Windprofil

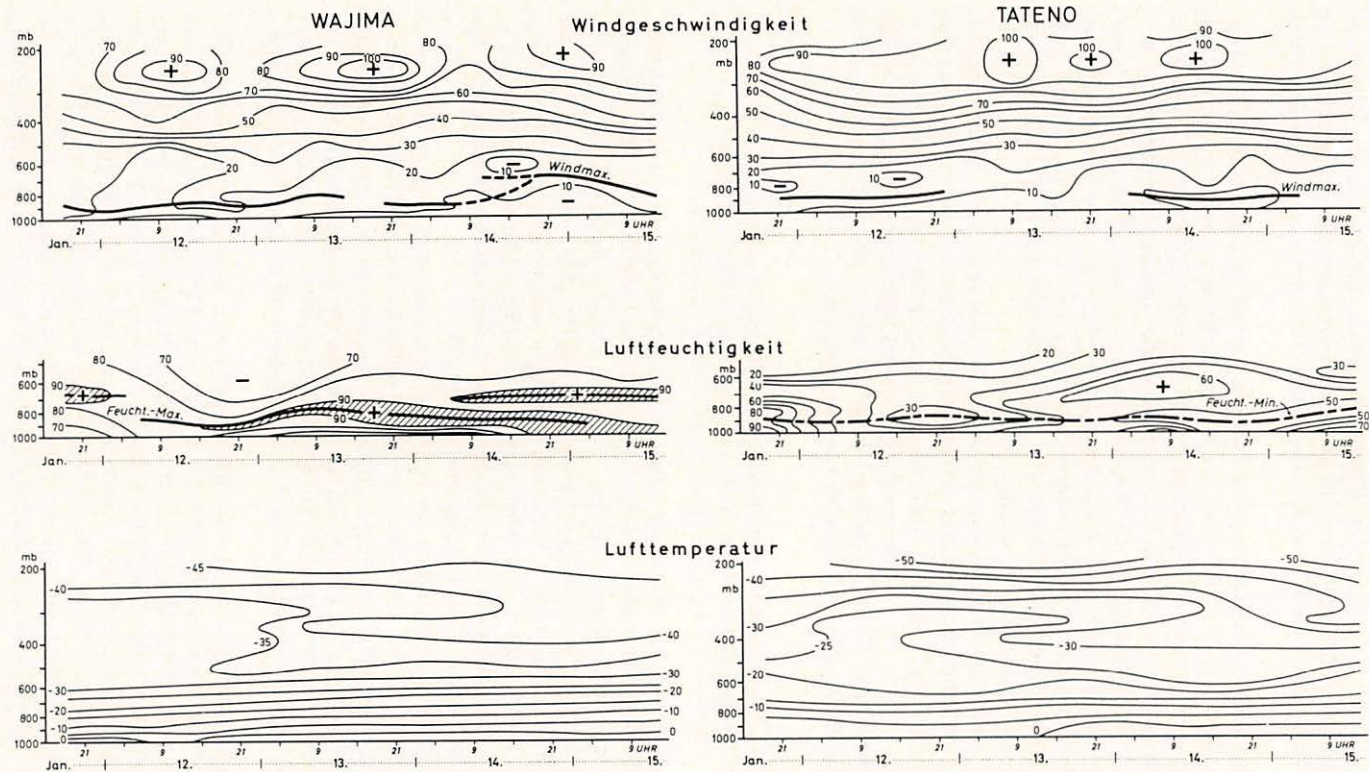


Abb. 5: Zeitliche Änderung der vertikalen Verbreitung der Windgeschwindigkeit (m/s), der relativen Luftfeuchtigkeit (%) und der Lufttemperatur (°C) in Wajima an der Seite des Japanischen Meeres und in Tateno in der Kanto-Ebene vom 11. bis 15. Januar 1965.

(vgl. Tab. 2). Da die Differenz der Windgeschwindigkeit zwischen dem Maximum und den benachbarten Schichten nicht groß ist, verschwindet das Maximum im mittleren Windprofil, obwohl das Maximum am einzelnen Oroshi-Tage deutlich ist.

Zweitens sind die Verhältnisse der Luftfeuchtigkeit in Abb. 5 (Mitte) interessant. In der Höhe, in der die Achse des Windmaximums vorherrscht, erkennt man die Achse der relativen Luftfeuchtigkeit mit einem Maximum in Wajima und einem Minimum in Tateno. Die Maximumachse der Luftfeuchtigkeit hat in Wajima 90-98 % und andererseits die Minimumachse in Tateno 30-50 %. Die Windmaximumzone in der untersten Schicht der Atmosphäre ist also an der Seite des Japanischen Meeres (Luvseite) äußerst feucht und — im Gegensatz dazu — in der Kanto-Ebene (Leeseite) trocken; die Luftfeuchtigkeit beträgt hier etwa nur die Hälfte im Vergleich zur Luvseite.

Drittens sieht man in Abb. 5 (unten) keine Inversionsschicht unter dem 500 mb-Niveau. Es ist auch notwendig, darauf hinzuweisen, daß es bei den starken Fallwinden manchmal eine sehr deutliche Inversionsschicht in der unteren Troposphäre gibt, wie es in den Untersuchungen über Hidaka-shimokaze in Hokkaido usw. in Japan von ARAKAWA (1968) oder für die Föhnwinde im Alpengebiet von FICKER u. DE RUDDER (1948) beschrieben worden ist.

(2) Feuchtigkeitsmaximum und -minimum und Windmaximum in der untersten Schicht der Atmosphäre an der Luv- und Leeseite

Es zeigt sich, daß das Maximum bzw. das Minimum der relativen Luftfeuchtigkeit mit dem Windmaximum an der Luv- bzw. der Leeseite im Fall des typischen Wintermonsuns zusammenfallen. Zunächst soll die Frage erörtert werden, ob derartige Verhältnisse die Regel sind. Von Januar 1963, Januar und Februar 1964 und Januar 1965 wurden 120 Beobachtungen unter typischer Monsunlage ausgewählt. Die Häufigkeit des Windmaximums und des Maximums sowie Minimums der Luftfeuchtigkeit wird nach der Höhe in der unteren Troposphäre für Wajima und Tateno in Tabelle 3 zusammengestellt.

In Tabelle 3 ist die Häufigkeit der beiden Windmaxima von Wajima und Tateno im 900 mb-Niveau, etwa 1 km über der Erdoberfläche, am größten. Im Gegensatz zur ähnlichen vertikalen Verbreitung des Windmaximums sind die Verhältnisse der Luftfeuchtigkeit für die beiden Stationen ganz verschieden, wenn man von der gleichen Tendenz absieht, die das Maximum der Luftfeuchtigkeit im höheren Niveau und das Minimum der Luftfeuchtigkeit im niedrigeren Niveau betrifft.

In Wajima ergibt sich die größte Häufigkeit der maximalen relativen Luftfeuchtigkeit im Niveau 800 mb, etwa 2 km über dem Erdboden. Danach kommen die Schichten von 700 mb und 850 mb mit großen Häufigkeiten. In diesen Schichten zeigen die Werte feuchte Luft: 92-95 %. Dagegen erscheint in Tateno die größte Häufigkeit der maximalen Luftfeuchtigkeit im Niveau von 700 mb, in etwa 3 km rel. Höhe, mit 72 %. Die Schichten von 800 mb und 600 mb folgen danach mit höherer Häufigkeit. Die Schicht der maximalen Luftfeuchtigkeit an der Luvseite ist deshalb etwa 1 km niedriger als die an der Leeseite und etwa 1 km höher als die Schicht der maximalen Windgeschwindigkeit an der Luvseite.

Tabelle 3: Häufigkeit des Windmaximums (a) und des Luftfeuchtigkeitsmaximums (b) und -minimums (c) in der unteren Troposphäre in Wajima (oben) und in Tateno (unten) bei typischer Wintermonsunlage

		Wajima								Keine Windmax.	Windgesch. auf dem Boden
		Boden	1000	900	850	800	700	600	500mb		
(a)	Häufigkeit Windmax.	0	9	29	17	8	4	0	0%	33%	-
	Mittlere Windgesch.	-	8.1	12.7	13.6	19.1	20.4	-	-m/s	-	4.4 m/s
(b)	Häufigkeit Luftfeucht.	6	3	15	19	31	22	3	1%	-	-
	Mittlere maxim. Luftfeucht.	92	96	96	94	95	92	79	46%	-	-
(c)	Häufigkeit Luftfeucht.	69	9	3	3	6	3	6	1%	-	-
	Mittlere minim. Luftfeucht. Tateno	74	75	92	75	86	57	34	17%	-	-
(a)	Häufigkeit Windmax.	0	6	30	13	10	5	0	0%	36%	-
	Mittlere Windgesch.	-	8.3	13.9	13.1	20.4	26.2	-	-m/s	-	3.5 m/s
(b)	Häufigkeit Luftfeucht.	0	1	9	14	21	34	19	1%	-	-
	Mittlere maxim. Luftfeucht.	-	91	77	77	69	72	69	44%	-	-
(c)	Häufigkeit Luftfeucht.	15	28	26	13	11	4	3	0%	-	-
	Mittlere minim. Luftfeucht.	50	59	50	49	56	40	26	-%	-	-

Die Häufigkeit der minimalen relativen Luftfeuchtigkeit konzentriert sich am Boden; in allen anderen Schichten ist sie in Wajima unbedeutend; in Tateno jedoch ist sie am höchsten im Niveau von 1 000 mb und ebenso im Niveau von 900 mb. Bemerkenswert ist noch der Unterschied der Bodenwerte: Sie zeigen 74 % in Wajima, aber 50-59 % in Tateno.

Zusammenfassend ist auf Grund der statistischen Untersuchungen folgendes klar zu erkennen: (1) In Wajima an der Luvseite tritt die maximale Windgeschwindigkeit im Niveau von 900 mb und die maximale Luftfeuchtigkeit im Niveau von 800 mb am häufigsten auf. Beide Schichten liegen also ganz dicht zusammen. Die erstgenannte ist etwa 1 km niedriger als die letztgenannte. (2) In Tateno, an der Leeseite, tritt wie in Wajima die maximale Windgeschwindigkeit auch im Niveau von 900 mb am häufigsten auf, aber die minimale Luftfeuchtigkeit erscheint in den Niveaus von 1 000 und 900 mb häufiger. (3) Im Gegensatz zur relativen Feuchtigkeit über 90 % in den Schichten im Maximum der Feuch-

tigkeit in Wajima, zeigt sie 50-59 % bei minimaler Luftfeuchtigkeit in Tateno: Sie wird also während der Bewegung von der Luvseite zur Leeseite etwa um die Hälfte geringer.

(3) Profil von NW bis SE

Das Verhältnis von Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit ist auf der Luv- und Leeseite unterschiedlich. Ein Profil soll dieses veranschaulichen. Es ist aber schwer darzustellen, weil die aerologischen Beobachtungen normalerweise nur in Wajima und Tateno durchgeführt werden. Es gibt einige Ergebnisse von anderen Beobachtungen, die beim meteorologischen Forschungsinstitut in Tokyo im Zusammenhang mit dem schweren Schneefall an der Hokuriku-Küste gemacht wurden. Davon wurden die Beobachtungsergebnisse vom 14. Januar 1965, 21 Uhr, ausgewählt, da die typische Wintermonsunlage an diesem Tage ausgebildet war: Das Hoch lag mit 1052 mb in Ostsibirien und das Tief mit 968 mb südlich der Aleüten; dazwischen wehte der Monsun über Japan. Über Kyūshū, Süd-Japan, herrschte der subtropische Jet mit Windgeschwindigkeiten über 100 m/s.

Das in Abb. 6 dargestellte Profil verläuft von NW nach SE: von Aikawa ($38^{\circ}01'N$, $138^{\circ}15'E$) auf der Insel Sado im Japanischen Meer über Nagaoka ($37^{\circ}26'N$, $148^{\circ}51'E$) in der Niigata-Ebene an der Küste des Japanischen Meeres bis Tateno in der Kanto-Ebene.

Die Windgeschwindigkeit in Abb. 6 (oben) nimmt normalerweise in der Schicht über 4 km nach der oberen Troposphäre hin zu, aber man beobachtet Anomalien in der Vertikalverteilung in der Schicht unter 4 km, in denen die orographischen Einflüsse klar zum Ausdruck kommen. Es gibt nämlich eine Schicht mit einer Mächtigkeit von etwa 800 m an der Luvseite und andererseits mit einer Mächtigkeit von etwa 1,5 km an der Leeseite. Darüber befindet sich eine Schicht mit relativ schwacher Windgeschwindigkeit. Die Windrichtung war zwischen WSW und NNW, von der unteren Schicht bis in 10 km Höhe hauptsächlich WNW bis NW.

Das Profil der Luftfeuchtigkeit in Abb. 6 (unten) zeigt ein interessantes Bild. Oberhalb der Schicht von 6 km bemerkt man keinen großen Unterschied zwischen der Luv- und der Leeseite, aber unter 4 km ist der Gegensatz zwischen ihnen bedeutend. In der unteren Schicht an der Luvseite der Gebirgskette befindet sich ganz feuchte Luft mit einer relativen Feuchtigkeit über 95 %, an der Leeseite dagegen ganz trockene Luft mit einer relativen Feuchtigkeit unter 50 %. An der Leeseite des Gebirges tritt ein sehr scharfer Gradient auf (vgl. auch Abb. 3). Man kann auf den beiden Profilen erkennen, daß in der Schicht der starke, feuchte, aufsteigende Wind an der Luvseite und der starke, trockene, absteigende Wind an der Leeseite unter dem Einfluß der Orographie in engerem Zusammenhang zu sein scheinen.

Man muß darauf hinweisen, daß die Föhnerscheinung im Oroshi-Wind in der Kanto-Ebene bedeutend ist. Es gibt sehr viele Untersuchungen über Föhn-Winde seit der Mitte des 19. Jhs. (FICKER und DE RUDDER, 1948), doch die Profile der Windgeschwindigkeiten und der gleichzeitigen Feuchtigkeitsverhältnisse sind mit aerologischen Daten in Abb. 6 wohl zum ersten Male gezeigt, so daß eine vertikale Struktur des Fallwindes bzw. Föhns verdeutlicht werden kann.

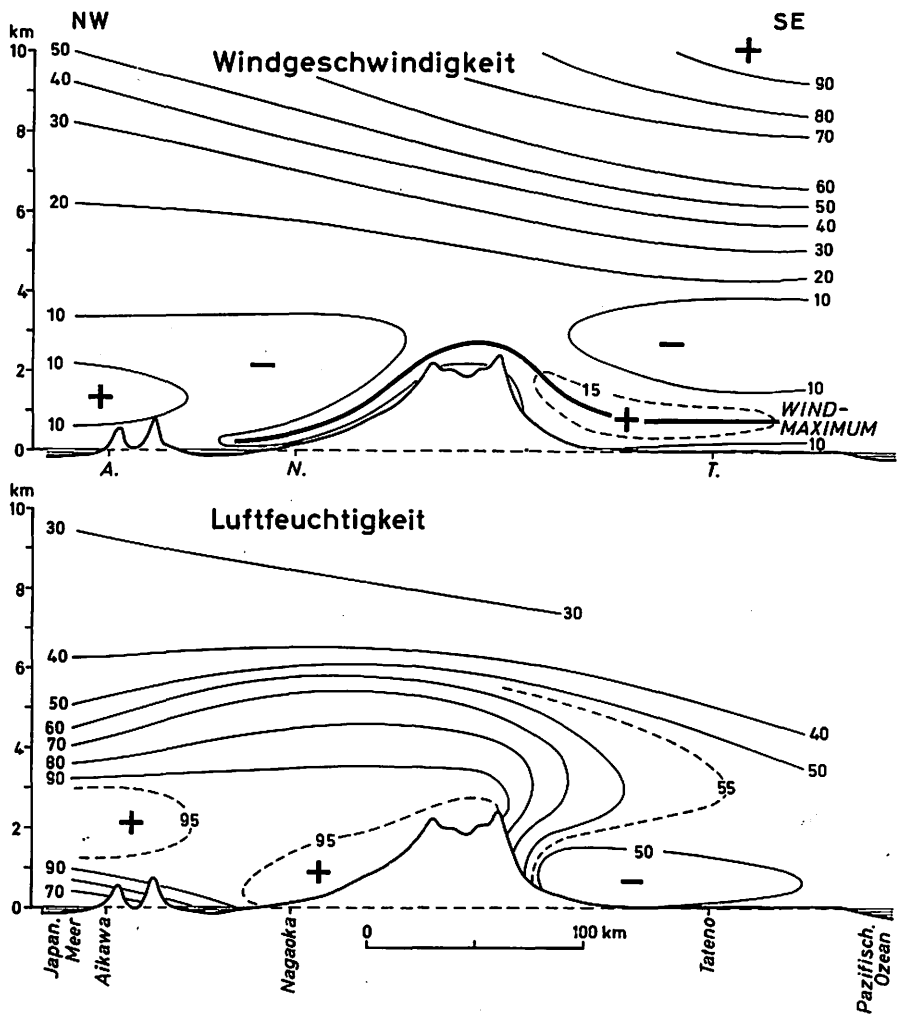


Abb. 6: Vertikalschnitte der Windgeschwindigkeit (m/s) und der relativen Luftfeuchtigkeit (%) längs der Linie von Aikawa auf der Insel Sado bis Tateno in der Kanto-Ebene vom 14. Januar 1965, 21.Uhr.

5. Einige geographische Auswirkungen des Oroshi

(1) Windschutz

In Japan gibt es viele Gebiete, in denen man Windschutzanlagen um das Haus und eine besondere Hausform ohne Fenster an der Nordseite gegen den Wintermonsun finden kann (YAZAWA, 1953; MURAMATSU, 1956). Eine ganz einheitliche Windschutzlandschaft zeigt die Kanto-Ebene. Es gibt daher ausführliche Untersuchungen darüber vom geographischen Standpunkt aus; so wurden z. B. die Formen, die Funktionen und die Verbreitung der Windschutzanlagen sowie die Baumarten durch Luftbildinterpretation und auch durch Geländebeobachtung in der Umgebung Tokyos 1936-1939 intensiv erforscht.

Heute hat sich die Umgebung von Tokyo baulich stark geändert, aber die noch vorhandenen Bauernhäuser prägen die Windschutzlandschaft in der Kanto-Ebene sehr deutlich. Sie haben meistens den Windschutz an der nördlichen und westlichen Seite des Hauses. Die Baumarten sind immergrüne Eichen, am häufigsten *Cyclobalanopsis myrsinaefolia*, und daneben *C. glauca*, *C. salicina*, *C. acuta* und *C. paucidentata*, *Zelkova serrata*, *Carpinus Tchonoskii* und *C. laxiflora*, *Shiia Sieboldii* oder Erle (*Alnus japonica*). Auch findet man Bambus und Japanische Zeder (*Cryptomeria japonica*) in den Gebieten westlich und nördlich von Tokyo. In den Niederungen der Flüsse Tama und Ara trifft man einen Windschutz durch Erlen an und manchmal Hecken aus *Podocarpus chinensis*. Der Anteil der Häuser mit Windschutz betrug in Siedlungen westlich und nordwestlich von Tokyo in der Zeit der 30er Jahre über 56 %, oft 72 %. Im Vergleich zu diesem Teil zeigte die Umgebung nördlich, östlich bzw. südlich von Tokyo eine kleinere Dichte von Häusern mit Windschutz (YAZAWA, 1953).

Eine statistische Untersuchung über die Zahl der Häuser mit Windschutz wurde von YAJIMA (1956) am Fuß des Mt. Akagi ca. 10 km ostnordöstlich von Maebashi durchgeführt. In den Ortschaften in diesem Gebiet haben 30-76 % aller Häuser je nach Lage den Windschutz meistens an der nördlichen oder westlichen Seite. Man sagt, dieser Windschutz sei eine Vorkehrung gegen den vom Frühwinter bis zum Frühling vorherrschenden „Akagi-Oroshi“, ein Fallwind vom Mt. Akagi. Wie weiter oben dargelegt wurde, weht der nordwestliche Oroshi-Wind in diesem Gebiet während des Wintermonsuns, der über die Gebirgskette im Zentralplateau Japans und dann entlang dem Tal Tone kommt. Jedenfalls sind die Häuser mit Windschutz zahlreich (Bild 1, 2).

Diese Verhältnisse in der Windschutzlandschaft entsprechen etwa der Gestaltung der Kulturlandschaft unter dem Einfluß des Mistral im unteren Rhönetal in Frankreich (BARSCH, 1963).

Im nordwestlichen Teil der Kanto-Ebene haben HATAKEYAMA und TAKAHASHI (1941) die Verbreitung des Windschutzes hinsichtlich der Richtung beobachtet und darauf hingewiesen, daß sich die Richtung des Oroshi im Windschutz des Hauses scharf widerspiegelt. Werden diese Verhältnisse mit denen in Tabelle 1 verglichen, so zeigt sich, daß der Windschutz in diesem Gebiet gegen den häufigen, starken und kalten Wind im Winter gebaut worden ist. Es muß aber noch bioklimatologisch weiter erforscht werden, ob der Wind wirklich kalt oder warm ist, wie es z. B. beim Föhn untersucht worden ist (LAUSCHER, 1958).

Da der Windschutz allein gegen den Oroshi gebaut wurde, kann man die Richtungsänderungen des Oroshi durch Luftbildinterpretation bis ins Detail erforschen. Die Ergebnisse in den zwei Untersuchungsgebieten waren geländeklimatologisch sehr interessant, doch sie werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

(2) Winderosion

Die ackerbaulich genutzten Flächen in der Kanto-Ebene werden durch die Winderosion in jedem Winter schwer betroffen. Das Areal des durch Winderosion geschädigten Ackerlandes betrug im Kanto-Distrikt 1952 in der Provinz Saitama 36.0 %, in der Provinz Tochigi 35.2 %, in der Provinz Gumma 30.6 %, in der Provinz Kanagawa 27.4 %, in der Provinz Tokyo 27.3 %, in der Provinz Ibaragi 17.8 % und in der Provinz Chiba 14.9 %. Der Oberboden des landwirtschaftlich genutzten Landes besteht oft aus sog. „Kanto-Lehm“.

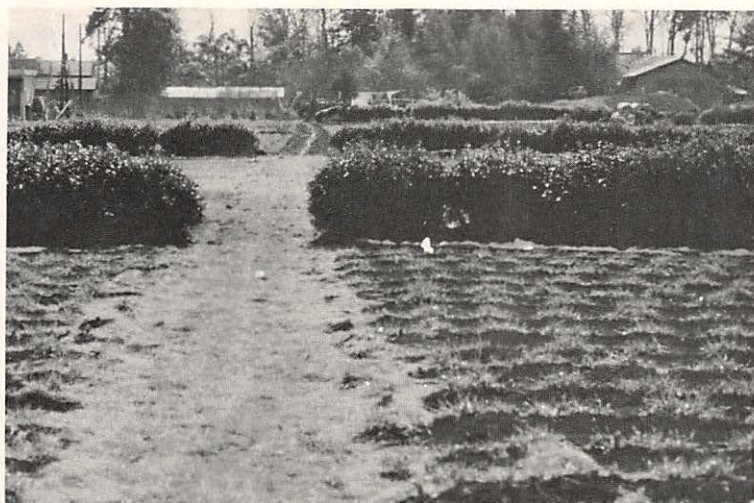


Bild 1: Bauernhof mit Windschutz und Hecken an der Grenze des Feldes in Higashi-Murayama, westlich von Tokyo (Aufn. von M. ISHII, Nov. 1968).

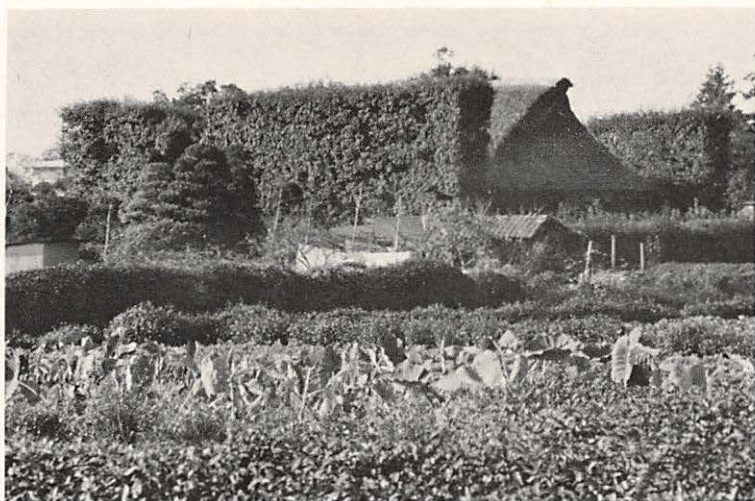


Bild 2: Teebaumhecken und Winterweizenfeld als Beispiel für die Ausbildung der Kulturlandschaft in Ogawa-shinden, Kodaira, westlich von Tokyo (Aufn. von M. ISHII, Febr. 1965).

Wenn der Wassergehalt im Boden unter 10 % sinkt, setzt die Bodenerosion bei einer Windgeschwindigkeit von 5-6 m/s ein. Wenn der Wassergehalt 30 % beträgt, erleidet der Boden fast keine Erosion. Während der Monate Dezember bis März gibt es eine Winderosion in Gebieten, in denen der monatliche Niederschlag geringer als 120-150 mm ist (TANAKA et al., 1959). Dies bedeutet, daß die Winderosion in der Kanto-Ebene in den Wintermonaten durchaus üblich ist, weil der normale monatliche Niederschlag in der Kanto-Ebene unter diesem Grenzwert liegt.

In Nasu im nördlichen Kanto-Distrikt wurde folgende Beziehung zwischen der prozentualen Häufigkeit (E) von Winderosion bei einer Windgeschwindigkeit über 5 m/s und dem monatlichen Niederschlag im Januar oder Februar (N) gefunden (TANAKA et al., 1959):

$$E = -1.02 N + 108$$

(E in % und N in mm). Diese experimentelle Formel verwirklicht sich nur dann, wenn die monatliche mittlere Lufttemperatur 2-4 °C beträgt.

Das Wintergetreide, besonders der Winterweizen und der Raps, erleiden durch die Winderosion Schaden. Einmal wird durch Winderosion die Wurzel bloßgelegt und somit beschädigt, zum anderen wird das Wachstum durch den angehäuften Boden behindert, schließlich werden Stengel und Blätter durch den Flugboden beschädigt. Wenn der Wassergehalt im Boden durch die Verdunstung infolge des starken Windes geringer wird, wird die Bodentemperatur niedriger und dadurch die Auflösung des Düngers behindert. Diese verschiedenen Faktoren verursachen die morphologischen und physiologischen Beschädigungen der angebauten Pflanzen.

LITERATUR

- ARAKAWA, S., 1968: A proposed mechanism of fallwinds and Dashikaze. *Papers in Meteor. and Geoph.* 19 (1), 69-99.
- BARSCHE, D., 1963: Wind, Baumform und Landschaft. *Freiburger Geogr. Hefte* 1, 21-130.
- FICKER, H., de RUDDER, B., 1948: Föhn und Föhnwirkungen, der gegenwärtige Stand der Frage. *Leipzig*, 111 S.
- FLOHN, H., 1954: Witterung und Klima in Mitteleuropa. *Forsch. dt. Landeskd.* 78, 214 S.
- FUKUI, E., 1938: *Klimatologie*. Tokyo, 566 S. (japan.)
- HATAKEYAMA, H., TAKAHASHI, K., 1941: Die anhand des Windschutzes ermittelte vorherrschende Windrichtung im Winter in der nordwestlichen Kanto-Ebene. *Tenki-to-Kikô* 8 (3), 173-176 (japan.).
- KAWAMURA, T., 1964: The synoptic climatology of winter monsoon in Japan. *Geogr. Rev. Japan*. 37 (2), 64-76 (japan. m. engl. Zusammenf.).
- KAWAMURA, T., 1966: Surface wind systems over Central Japan in the winter season - with special reference to winter monsoons. *Geogr. Rev. Japan*, 39 (8), 538-554 (japan. m. engl. Zusammenf.).
- KAYANE, I., 1966: Meso-climatological research on the temperature distribution in the Kanto Plain, Japan. *Sci. Rep. Tokyo Kyôiku Daigaku Sec. C.*, 9 (86-87), 125-187.
- LAUSCHER, F., 1958: Bemerkungen zur Bioklimatologie des Föhns. *Z. Meteor.* 12 (4-6), 130-131.
- MAEJIMA, I., 1954: Synoptic aspects of winter climate over Japan. *Tokyo Daigaku Chirigaku-Kenkyû* (3), 127-148 (japan. m. engl. Zusammenf.).
- MAKJANIC, B., 1966: Prilog poznavanju klime grada Senja. (A contribution to the knowledge of the climate of the town Senj.). *Posebna otisak iz Pomorskog zbornika br. 4 (Zagreb)*, 603-624.
- MURAMATSU, S., 1956: Influences of winds upon settlements in Japan. *Jimbun-kenkyû (Journ. Literary Ass. Osaka City Univ.)*, 7 (9), 1021-1037 (japan. m. engl. Zusammenf.).
- NAKAGAWA, G., 1916: *Klimatologie Japans*. Tokyo, 338 + 52 S. (japan.).

- NOMOTO, S., 1961: Meso-scale analysis of the monsoon burst on 30-31 January and 9-11 February in 1959. *Journ. Meteor. Res.* 13 (4), 306-312 (japan.).
- OKADA, T., 1900: Die Entstehungsgebiete des Föhns in Ostasien. *Journ. Meteor. Soc. Japan* I, 19 (8), 381-387 (japan.).
- OKADA, T., 1931: The climate of Japan. Tokyo, 328 S.
- OOMURA, S., 1898: Über die Lufttemperatur in Maebashi. *Journ. Meteor. Soc. Japan* I, 17 (3), 99-103 (japan.).
- REIN, J. J., 1881: Japan. Erster Bd.: Natur und Volk des Mikadoreiches. Leipzig, 630 S.
- SCHAMP, H., 1964: Die Winde der Erde und ihre Namen. *Erdkdl. Wissen* 8, 1-94.
- SCHMIDT, F. H., 1947: Remarks on some classes of local winds, a contribution to dynamic climatology. *Mededelingen en Verhandelingen Ser. B, Deel 1* (5), 1-10.
- SCHWIND, M., 1967: Das japanische Inselreich. Bd. 1: Die Naturlandschaft. Berlin, 581 S.
- SEKIGUTI, T., 1942: Studien über die lokalen Namen des Windes. In: *Fûiko-Shiryô* von K. YANAGIDA, 75-222 (japan.).
- SHITARA, H., 1966: Meso- and microclimatology in Japan. *Japanese Geography* 1966, 52-56.
- SUGAWARA, Y., 1946: Über die durch topographische Einflüsse entstandenen Diskontinuitätslinien. *Geoph. Mag.* 14 (1), 19-25.
- TANAKA, S. et al., 1959: Actual condition of the wind erosion. *Journ. Agricultural Meteor.* 14 (3), 101-104 (japan. m. engl. Zusammenf.).
- TREWARTH, G. T., 1965: Japan, a geography. Madison, 652 S.
- TROLL, C., 1951: Heckenlandschaften im maritimen Grünlandgürtel und im Gäuland Mitteleuropas. *Erdkde.* 5 (2), 152-157.
- WEISCHET, W., 1955: Die Geländeklimate der Niederrheinischen Bucht und ihrer Rahmenlandschaften. *Münchner Geogr. H.* 8, 1-169.
- YABUKI, K., SUZUKI, S., 1967: A study on the airflow over mountain. *Bull. Univ. Osaka Prefecture* (B) 19, 51-193.
- YAJIMA, N., 1956: Siedlungsgeography. Tokyo, 394 S. (japan.).
- YAZAWA, T., 1953: Klimatische Landschaft. Tokyo, 227 S. (japan.).
- YOKOI, S., 1953: Über den Monsun im Winter an der pazifischen Seite Japans. *Kasai-no-kenkyû* (2), 41-46 (japan.).
- YOSHINO, M. M., 1961: Lokalklimatologie. Tokyo, 274 S. (japan.).
- YOSHINO, M. M., 1964: Some local characteristics of the winds as revealed by wind-shaped trees in the Rhône valley in Switzerland. *Erdkde.* 18 (1), 28-39.
- YOSHINO, M. M., 1968: Pressure pattern calendar of East Asia, *Meteor. Rdsch.* 21 (6), 162-169.

SUMMARY

Oroshi, a strong local wind in the Kanto Plain, Japan

Oroshi, a fallwind, is one of the strongest winds in Japan, which prevails in the Kanto Plain in the case of monsoon situation in winter. It appears very frequently with its maximum over 10 m/s in the afternoon as northwesterly winds. When it blows, relative humidity decreases lower than 25 %, in the extreme cases to 5-6 %, and diurnal air temperature becomes 1.5-2.5 °C colder than the preceding day. In the southern part of the Kanto District, there occurs a local discontinuous line called „Bôsô-front“. The oroishi wind develops from the northwestern part of the Kanto Plain to this „Bôsô-front“ over the Plain. On the southern side of this front, the relatively warm, wet, strong W-SW winds prevail.

The different vertical structures on the both sides of the central mountains are of interest: The wind maximum is found in the layer between the 900 and 800 mb level on the both sides, but the humidity maximum with 90-98 % on the windward side and the humidity minimum with 30-50 % on the lee side is seen in the nearby layer to the wind maximum. There was found, however, no clear inversion layer in the lowest layer of the troposphere.

As related geographical problems, wind breaks around the houses and wind erosion on the fields in this region are described.

THE EVALUATION OF PHYTOHYDROXERIC ZONES

A review of areal bioclimatological work in Australia

With 6 Figures

JOSEPH GENTILLI

At the risk of oversimplifying the issue, one might point out that the isolation and remoteness of Australia have given an original touch to some aspects of work in this field, while the ever-present danger of drought forced a new point of view on Australian writers.

1. From the pioneers to the concept of duration and use of climatic quotients

The earlier geographical writings about Australian climates could only rely on few localized and generally fragmentary records. MEINICKE (1837) performed a masterly achievement in compiling a well documented geographical account of seasonal rhythms and climatic elements in Australia; his writing still remains a model of clarity. STRZELECKI's study of the climatology of New South Wales and Van Diemen's Land (1845) is more meteorological in character; it contains some valuable observational data, including the first records of solar and terrestrial radiation, and evaporation. The critical discussion of Australian climatic data given by JEVONS (1859) is essentially historico-statistical and, useful as it was to remain for many years, lacked geographical perspective.

A naturalistic approach was followed by the Surveyor General of South Australia, G. W. GOYDER, when in 1865 he set out to define the limit of safe agriculture in that Colony. He took the state of the natural vegetation after a bad drought as his guide, and from it derived what was to be known to several generations of Australians as the „Goyder Line” (ANDREWS, 1938). It was later found convenient to give this line a climatic equivalent and the 12-inch (ab. 300 mm) annual isohyet was at times used for the purpose, until some agricultural experts preferred the 10-inch (ab. 250 mm) "growing season" (May-October) isohyet. This probably was the first Australian attempt to infer a climatic border from the observation of natural vegetation.

The relative significance of the broad seasonal incidence of the rainfall for the growth of pasture plants was stressed by WILLS (1887) who showed on a map of Australia the areas with over 20 inches (ab. 500 mm) in the summer semester and those with over 10 inches (ab. 250 mm) in the winter semester. Wills probably was the first Australian writer to point out that much more summer rain is needed only to produce an amount of growth equivalent to that caused by a given quantity of winter rain.

In 1913, HUNT, TAYLOR and QUAYLE produced the first Australian map of climatic regions; with only 6 climatic types, their scheme was only partly quantitative, and lacked methodological consistence. Some regions were only vaguely defined. The main defect of the early geographical methods of classification is their reliance on a fixed amount of rain in order to define aridity. The assumption that the same amount of rain may be equally effective in hot as well as in

cool climates is obviously mistaken, as WILLS had already shown in 1887. Another defect is the use of the total annual rainfall as a criterion, without allowing for its seasonal incidence, notwithstanding some excellent pioneering work in this field by VOEIKOV, SUPAN and KÖPPEN.

The concept of the duration of adverse conditions had long been used in European and North American agroclimatology with reference to frost. Under Australian conditions, drought is a more severe limiting factor than frost. SWAIN (1928) counted "rain continuity" as the first element in climatic classification. He assessed the duration of the seasonal drought from the number of months with rainfall below 2 inches (50.8 mm) which is a crude assessment of xeric duration. His next criterion was the time of this drought; the aspect selected was whether the rains came when the soil was cool (winter-spring) or when it was warm (summer-autumn). In a later elaboration of his system, SWAIN (1938) used a numerical notation, with zones numbered according to the duration and incidence of the dry period. Significant durations are 0-1, 2-4, 5-7, and 8-12 months.

A further subdivision, into subzones, is based on the mean temperatures of the coldest and the hottest months. There are 80 possible subzones. Each subzone may in turn be subdivided into three or four climatic varieties according to the total annual precipitation.

SWAIN's system was meant for practical use in forestry, and its subdivisions of the wetter climates are much more refined than those of the drier climates. It was restated without modifications by de BEUZEVILLE (1943) for use in New South Wales, but all told has not found widespread acceptance. It still defines drought on the basis of a fixed minimum monthly rainfall, without taking into account its effectiveness. A clear statement of the concept of precipitation effectiveness was given by THORNTHWAITE (1931); he came to this concept by way of TRANSEAU's (1905) R/E ratio, but for practical reasons decided to substitute a function of temperature instead of evaporation.

The use of monthly data was a great improvement on the earlier methods. It gave an assessment of the hydric balance for each month, and made possible a graded if not continuous analysis of this balance throughout the year. The monthly values for precipitation effectiveness were added to give seasonal and annual totals. No concept of duration was used, but its innovation of a total precipitation effectiveness proved very useful. Using this method, GENTILLI (1946) produced a new map of Australia showing 19 regional climates as well as a detailed map of Tasmania (1947), finding a close agreement between climatic and vegetation regions (1948a).

THORNTHWAITE's second system (1948) also assumed that a further modified temperature relationship would be adequate. The modifications introduced were quite complicated and still failed to satisfy a rigorous analysis (LEEPER, 1950; GENTILLI, 1953a; CROWE, 1954, 1957). The main source of error was undoubtedly the assumption that evaporation could be estimated from temperature data, irrespective of humidity. A comparison between actual evaporation and THORNTHWAITE 1948 estimates for two Australian localities with contrasting humidity regimes shows that some estimates are considerably inaccurate (GENTILLI, 1953b). Tests within a more limited area reveal further errors (TWEEDIE, 1956). Equivalent plant formations correspond to widely different

THORNTHWAITE 1948 values in Queensland (DYNE, 1949) and Western Australia (GENTILLI, 1948b): this is a further proof that the 1948 index contains an intrinsic error, which in the 1931 index was mainly balanced by the direct inclusion of precipitation in the formula.

Following THORNTHWAITE's paper of 1931, ANDREWS and MAZE (1933) felt that a monthly index should be used to show the duration of adverse conditions which in Australia are mostly due to aridity. They produced a modification of DE MARTONNE's index of aridity and published a map of Australia showing the average number of arid months per year.

Because of the extensive use made by LAUER (1952) and TROLL (1964) of the original definition of the arid border given by DE MARTONNE (1926), a brief comparison may be desirable.

ANDREWS and MAZE (1933)

$$r/(t+10) = 1$$

$$20r/(t+10) = 20$$

where r and t are monthly values in mm and °C respectively.

DE MARTONNE (1926), LAUER (1952)

$$r/(t+10) = 1.6$$

$$12r/(t+10) = 20$$

The duration of hydric conditions other than aridity is also important, because these conditions (e.g. semiaridity and subhumidity) may correspond to significant bioclimatic thresholds. GENTILLI (1950) mapped the duration of humid and subhumid periods in Australia, where relevant to plant growth, following FOSTER's (1948) use of THORNTHWAITE's 1931 formula for monthly data. The correspondence of length of hydric season and plant formations is quite close, and may be tabulated as follows:

7 to 12 humid months wet sclerophyll forest

6 to 7 humid months sclerophyll forest

4 to 5 humid and > 3 subhumid months savanna woodland

BAGNOULS and GAUSSEN (1953) proposed a detailed scheme of climatic classification based on a xerotherm index which is the annual number of dry days. At the same time they also gave a definition of a dry month as one in which $r < 2t$ easily determined graphically from their ombrotherm diagram. A world map was produced by GAUSSEN and MEHER-HOMJI (1963). A distinction is made between climates with one dry period and climates with two separate dry periods (bixeric climates). Allowing for thermal differences and bixeric regimes, BAGNOULS and MEHER-HOMJI (1963) recognize 19 different climates within Australia.

GAUSSEN and BAGNOULS used their xerotherm index (annual number of dry days) to prepare the Unesco-FAO (1963) bioclimatic map of the mediterranean regions, including Australia, where this method distinguishes 32 climates (including 4 bixeric climates, i.e. with two dry periods). The bioclimatic significance of so many climates is doubtful; for instance, the same pronounced mesomediterranean climate on the map corresponds to sclerophyll forest of *Eucalyptus marginata* in the South-West and to a mixture of tree savanna and tussock grassland in western Victoria. Also the temperate axeric climate in New South Wales occupies a far greater area than the sclerophyll forest; for which this method provides no climatic limit. In general, none of the climatic boundaries obtained with this method corresponds really well with a vegetation boundary,

especially if followed over a considerable distance. In WALTER and LIETH's (1960) atlas of climadiagrams there are distinguished 25 climatic types within Australia, mainly according to the duration and timing of the dry period, as shown by the ombrothermal diagrams. The general scheme is less attractively regular than GAUSSEN and MEHER-HOMJI's (1963) but is probably more significant.

2. The Waite Index

Very important climatological work was carried out at the Waite Agricultural Research Institute, Adelaide, between about 1930 and 1955. It led to successive evaluations of the TRANSEAU and MEYER ratios, and the formulation of a new index, commonly known in Australia as the "Waite Index".

The practical purpose for which the Waite Index was meant was "the assessment of the efficiency of rainfall in any month for agriculture, biological activity or soil leaching by taking into account also for that month the evaporating power of the air as measured either by the evaporation from a free water surface or by the atmospheric deficiency in humidity" (PRESCOTT and THOMAS, 1949).

The Waite Index in its original concept is related to TRANSEAU's (1905) P/E ratio, in which P is the total precipitation, and E the total evaporation for the same period. Since very few direct and reliable measurements of evaporation were then available, the Waite Index was also related to the more sensitive MEYER's (1926) N-S ratio, also well known, in which N is the total precipitation, and S the saturation deficit of the air, expressed in millimetres of vapour pressure.

PATTON (1930) drew attention to the approximate general relationship

$$E = 0.8 D$$

where E = total annual evaporation in inches of water, and

D = average yearly saturation deficit in millimetres of mercury.

The use of annual data was not adequate for bioclimatic purposes, and the use of British and metric units in the one formula was awkward. Using the same units for both measurements, the relationship becomes

$$E = 203 D$$

and the approximate interconversion of TRANSEAU's and MEYER's formulas becomes possible. The coefficient was later changed by PRESCOTT, to values between 230 and 263.

Australian workers mostly take E or e as the total evaporation from the Australian standard evaporimeter, which is a cylindrical tank, 3 feet (91.4 cm) in diameter and 3 feet (91.4 cm) deep, set inside a similar tank 4 feet (121.9 cm) in diameter and 3 feet 2 inches (97.2 cm) deep, sunk in the ground with its rim level with the surface. The inner (measuring) tank is filled with water to within 3 inches (76.2 mm) from the top. The outer annular space between the tanks is filled to the top (FOLEY, 1947; BONYTHON, 1950). The earlier standard Australian tanks were made of copper, but more recently galvanized iron (HOUNAM, 1961) and concrete have been used without affecting the results (WHITTINGHAM and GOURLAY, 1967). WHITTINGHAM (1957) found a statistical relationship

between the monthly readings from a U.S.W.B. class A pan (with its bottom 6 inches or 152 mm above the surface of the ground) and the standard Australian tank as described:

$$\Delta \text{ pts} = 3.77t_{\text{max}} + 3.69Z_{\text{max}} - 220.6$$

where Δ is the difference between the total monthly evaporation shown by the U.S.W.B. class A pan reading and that shown by the Australian standard tank reading, in points (100 points = 1 inch), t_{max} is the mean daily maximum temperature for the same month ($^{\circ}\text{F}$), Z_{max} is the change in mean maximum temperature from the previous month to the actual month ($^{\circ}\text{F}$)

A simplified metric equivalent is

$$\Delta \text{ mm} = 1.62 t_{\text{max}} - 19.5$$

which is quite adequate because of the small value of temperature change from month to month. In general, the U.S.W.B. class A pan evaporates more water because of the surrounding air. The Australian pan is more sluggish, being affected by ground temperatures.

PRESCOTT and STIRK (1951) compared the readings of the standard Australian tank with those of the PICHE evaporimeter exposed in a louvred screen. In a very general way the tank reading is 0.7 or 0.8 times the PICHE reading in the cooler months, and rises to 1.2 or even 1.4 times the PICHE value in the hotter months, when the tank water is exposed to much more radiation and the ground temperatures are high.

In the section that follows, E or e always refer respectively to the annual or monthly amount of evaporation recorded by the standard Australian tank. PRESCOTT (1931) had correlated various climatic indices with the major soil zones of Australia, finding that the annual MEYER ratio R/D gave the best results. However DAVIDSON (1933) preferred to work with monthly data, because he considered that "under South Australian conditions the ratio of monthly rainfall to evaporation is a most useful index to the conditions at the soil surface during each month" and where $r/e < 1$ the soil is too dry for the survival of the Lucerne Flea *Sminthurus viridis*, which was the object of DAVIDSON's researches at the time. Giving map showing where $r/e > 1$ in particular months (e being computed from saturation deficit) DAVIDSON (1933) pointed out that "the permanent establishment of the species will depend upon (a) the number of successive months in which the R/E exceeds 1, (b) the duration and severity of the dry period as affecting the viability of the eggs . . ." Soon afterwards DAVIDSON prepared similar maps for the other Australian states (1934a) and for the whole of Australia (1934b). In this last publication, DAVIDSON stressed that "the moisture conditions on the surface soil . . . are also important in relation to the germination of seeds and the growth of seedlings. In general, however, plant growth depends upon the moisture in the deeper layers of the soil. Where temperature is favourable, vigorous growth of certain plants, for instance grasses, will occur in an area where the surface conditions are dry, so long as moisture is available in the lower depths of the soil. This is a feature of the grassland areas of Queensland and Northern Australia." In fact, this is the main cause of the apparent "discrepancy" between number of "humid" months and plant growth noticed by BREMER (1965).

In the search for the lower limit at which adequate moisture is available for plant growth, DAVIDSON (1934c) calculated and mapped the atmospheric saturation deficit in Australia for each month, and (1935) chose the monthly value $r/e = 0,5$ as most significant. "The period when moisture is effective may be considered as the growing period ... Australia may be mapped into moisture zones ... according to the number of months, in which moisture is effective for plant growth ... For instance, in the area bordering on the arid central portion ... moisture is effective for one month only. The number of effective months increases progressively towards the coast." In the same paper DAVIDSON gave maps of the r/e ratio throughout Australia, for each month, warning that such mean climatic values must be taken with some caution because of the great variability of the rainfall from year to year.

Soon DAVIDSON (1936) came to an evaluation of the intensity of the wetness or dryness of each month: $>4 =$ wet; $2-4 =$ humid; $0,5 - 2 =$ semi-humid; $0,25 - 0,5 =$ semi-arid; $< 0,25 =$ arid. In this paper DAVIDSON named "arid zone" the area where $r/e > 0,5$ for six months or less and "humid zone" the remainder. The change from the previous (1935) threshold value of 1 to 0.5 resulted in a great change in the climatic areas shown, compared with those of the earlier map. Another result was the apparent extension of the humid season in some areas, for instance around Darwin the $r/e > 1$ season lasts from December to March, while the $r/e > 0,5$ season lasts from November to April. An additional complication is due to the double rainy season of south-east Queensland; a limiting value $r/e > 0,5$ makes the winter humid period seem longer than it really is.

PRESCOTT (1936) still considered the monthly r/d ratio (d being mean monthly sat. def.) more sensitive, and preferred to use it to express the climatic limits of the Australian deserts. For this purpose, however, he took the highest monthly value of r/d in the average year as the most significant index. The limit of deserts corresponds approximately to $r/d < 5$ for the wettest month. The most arid area is where $r/d < 2$.

TRUMBLE (1937, 1939) defined the length of the agricultural growing season as the period with monthly values $r/e > 0,3$. He called the monthly value $r > e/3$ the influential rainfall.

Conditions were ready for a synthesis of different monthly values and their respective significance. PRESCOTT (1938a) stated that near Adelaide soil moisture remained above the wilting point of crop plants during those months in which $r/d > 5$ or $r/e > 0,24$. Full moisture conditions for optimum biological activity did not occur until monthly conditions reached $r/d > 13,2$ or $r/e > 0,62$. For the maintenance of soil saturation or an actively growing dense plant cover (PRESCOTT, 1938b) the minimum condition was $r/d = 35$ which, if the same conversion coefficient is used, may also be expressed as $r/e = 1,68$. In the same paper PRESCOTT gave for each month maps of the r/d ratio in multiples of 5, and what was to be termed later by LAUER isohyromenal maps for $r/d = 5$ and $r/d = 35$. These maps show "that the greater part of tropical Australia is subject to seasonal drought for eight months of the year, and that very wet conditions ... prevail only for three months of the year along the northern coast line, and in small areas along the east coast for up to eight months as at Innisfail in North Queensland ... The characteristic feature of the climate over most of the area

is its extreme seasonal character . . . The geographical limits of the grasslands and open savannahs on heavy soils correspond approximately to the seasonal isochrones of three and four months. With a [hydric growing] season of from four to six months in length savannah woodlands prevail. Where the middle months of the rainy season are very wet, local swamps become important in low country and sclerophyll forests are encountered on the higher ground" (PRESCOTT, 1938b).

TRUMBLE (1939) gave the first results of observations of evaporation at Palamana, in dry country near Murray Bridge, S. A. The values calculated from saturation deficit and those observed are very similar but not identical. TRUMBLE also quoted unpublished work by Woodroffe showing that evaporation from a saturated soil surface at the Waite Institute is at first very close to that from a free water surface. With the gradual drying of the soil the rate of evaporation decreases. TRUMBLE suggested that if an r/e factor of 0.3 "is suitable for South Australian conditions . . . a factor of the order of 0.20 or 0.25 might prove more suitable for Queensland or northern New South Wales, whereas under the conditions of low evaporation which occur in Tasmania, or south-eastern Victoria, a factor approaching 0.5 might prove to be more satisfactory". In this paper TRUMBLE adopted a speedy graphic method of assessing the mean duration of the effective rainfall season from the intersection of graphs showing the mean monthly rainfall and one-third of the mean monthly tank evaporation respectively, over a sequence of 12 months, a simple forerunner of GAUSSEN's ombrothermal graph. The relationship of types of land use and length of effective rainfall season is pastoral < 5 months, cereals 5-7.5 months, fodder crops > 7.5 and > 9 months. There is no plant growth in months below 45°F, very little between 45 and 50°F, moderate growth between 50 and 55°F. A small map shows the agro-climatic zones of southern Australia delimited by the mean monthly temperature of the 3 winter months combined with the duration of the effective rainfall season; there are 10 agro-climatic zones and a most extensive pastoral zone.

WARK (1941) studied the variability of the effective rainfall at ten South Australian stations computing the percentage of years in which a given month was included in the effective rainfall season, the probability of 3-month and 5-month effective rainfall seasons and also of droughts of equal duration. He also gave for the same stations the modal value and the 20 %, 10 % and 5 % probable extremes of the duration of the effective rainfall period, and of the amount of effective rainfall. Percentage occurrences of temporary dry spells during the normal rainy period and, conversely, of effective falls of rain outside the normal period were also computed.

The simultaneous use of r/d and r/e values had shown by then that the two expressions are not in perfect agreement. The main cause of the slight discrepancy is the small time-lag "between the combined forces controlling evaporation and those of temperature and humidity on which the values for saturation deficit are based" (PRESCOTT, 1940). This lag can be reduced by introducing solar radiation as a correcting factor to evaporation, because solar radiation is subject to the shortest lag (in climatological work practically no lag at all), while evaporation is subject to the longest one. A first result of this search for a lag correction was PRESCOTT's (1942) paper on the phase and amplitude

of the march of temperature in Australia, with a map showing the lag of temperature behind solar radiation. This made it possible to correct the relationship between temperature and evaporation by allowing for the lag in temperature (PRESCOTT, 1943a).

Further anomalies were detected by TRUMBLE's observations. While it is confirmed that $r/e = 0.3$ is enough to maintain topsoil moisture in mild months with a total tank evaporation between 75 and 150 mm, other critical values may be offered. TRUMBLE (1945) suggests that in the cooler and wetter months of Adelaide's winter, $r/e = 0.5$ is needed in order to maintain the greater amount of soil moisture to which plants have become conditioned. On the other hand, xerophytes may be sufficiently conditioned to water loss to grow where $r/e = 0.25$ or even $r/e = 0.1$. Field observations show conditions approaching $r/e = 0.1$ for native plants growing northwest of Port Augusta, where the summer evaporation ranges from 200 to 350 mm per month. The study of evaporation from the soil shows that the upper 10 cm "tends to lose a fifth to one half the moisture which evaporates from a water surface as exposed in the standard Australian evaporimeter, over the time between wetting by rain and drying. The ratio is highest at a low rate of loss, as in the winter months, and is lowest when the rate of evaporation is high, as in summer. For the critical months at the commencement and termination of the effective rainfall season, the evaporation from an exposed soil surface is about one-third that from the evaporimeter" (TRUMBLE, 1948).

If $m = 0.7$ to 0.75 , the following monthly values of the index are phenologically significant (PRESCOTT and THOMAS, 1949; PRESCOTT, 1951; BUTLER and PRESCOTT, 1955):

	r/d^m	r/e^m
Break of season	4 to 5.4	0.4 to 0.54
Start of drainage through bare soil	7.4 to 8.0	0.74 to 0.80
Vegetation of low transpiration	8	0.8
Vegetation of high transpiration	16	1.6
Rice fields	20 to 23	2.0 to 2.3
Waterlogging	35	3.5

PRESCOTT (1949) suggested annual index values for zonal soil boundaries in Australia based on $R/D^{0.7}$ and (1951) on R/E^m where $m = 0.7$ to 0.8 . The limiting values are:

Boundary between Zones of Soils	$R/D^{0.7}$	R/E^m
Desert/Grey-and-brown	23	0.47
Grey-and-brown/Red-brown or black	45	0.92
Red-brown or black/Podsols	83	1.70

Assuming that the beginning of the hydric growing season takes place when an effective rainfall $r/e^{0.7} = 0.54$ was received, HOUNAM (1955) discussed various ways of assessing such beginning and its duration and termination from the data usually available. These methods were also discussed and tested for Western Australia by VOLLPRECHT and WALKER (1957). A simple graphic method based

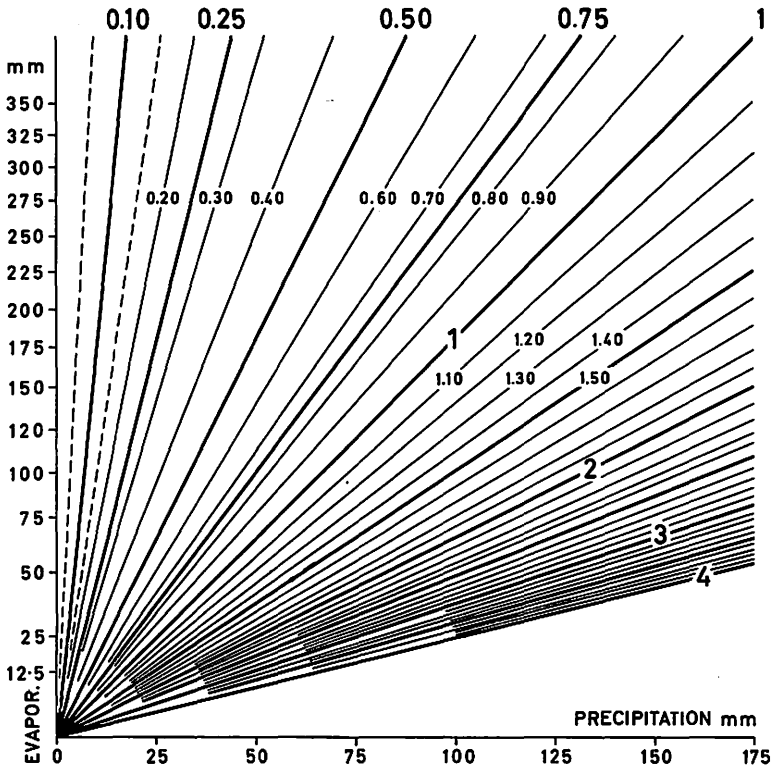


Fig. 1: Hydroxeric Index

on monthly data is much less laborious if slightly less accurate than computations based on daily data or on statistical analysis (Fig. 1).

The relevant point, as already stressed by PRESCOTT and THOMAS (1949), is that most of the work on the Waite Index was done near Adelaide, where the onset of the autumn rains is usually sudden. The break of the season is quite sharp, and the first monthly value $r/d^{0.75} = 4$ is immediately followed by much higher values, especially in the winter months. The onset of the rains is even more sudden, and the rains heavier, in south-western Australia, and, in the opposite season, in northern Australia. In the eastern parts of Queensland and New South Wales the incidence of the rainfall is much more even throughout the year; there are several months, not necessarily continuous, in which the index value may hover around 4. Under these conditions, one month with an index value >4 may not produce a real break of season. In fact, it may cause a false start, and a fair amount of damage to plant and animal life. PRESCOTT and THOMAS (1949) took an index value of 8 as an indication of the fully established hydric growing period.

There has been further work on the Waite Index. CROWE (1957) made a comparison of results of evaporation estimates obtained by the methods of PRES-

COTT, PENMAN and HALSTEAD respectively. He also concluded that a consistently satisfactory conversion of saturation deficit values into evaporation values is not possible. CROWE also pointed out that with PRESCOTT's value of $1.2 e^{0.75}$ for evapotranspiration from vegetation of average water needs, evapotranspiration will exceed evaporation from a tank surface whenever this latter is less than about 2 inches (50.8 mm) for the month.

FITZPATRICK (1963) preferred to combine thermal and hygrometric data in the estimate of evaporation, as follows (in our notation):

$$e = a + b (v_{sT} - v)$$

where e is the estimated evaporation from the standard tank;

a and b are constants, $a = 1$ and $b = 10$ for monthly data if e is in inches;

v_{sT} is the saturation vapour-pressure at a synthetic temperature obtained from $0.9 T_{\max} (1 + \log_{12} \frac{h}{12})$ in which T_{\max} is the mean maximum temperature ($^{\circ}\text{F}$) and h is the mean length of day in hours;

v is the saturation vapour-pressure at the average of the 0900 and 1500 dewpoints.

A statistical test of correlation of 754 actual station-month tank evaporation measurements from 13 Australian stations (including tropical ones) and Port Moresby, with evaporation estimates according to the THORNTHWAITE 1948 and the HALSTEAD formulas as well as mean and maximum temperatures, saturation deficit, and $(v_{sT} - v)$ difference, showed that the best estimates and no serious error would result from use of the $(v_{sT} - v)$ difference. Similar but slightly poorer results would come from use of the saturation deficit or the HALSTEAD formula, especially in low-latitude stations. FITZPATRICK states that the use of vapour pressure is preferable to that of saturation deficit derived from relative humidity, as in some of PRESCOTT's formulas, because vapour pressure is less easily affected by short term influences. FITZPATRICK and STERN (1965) continued observations and experiments at the Kimberley research station; STERN and FITZPATRICK (1965) also compared daily and monthly records, estimates and parameters of evaporation for the wet and dry parts of the year, reaching the same conclusion, namely that the vapour-pressure method devised by FITZPATRICK, gives the estimates closest to observed tank evaporation measurements.

For continental studies, a series of monthly maps showing measured and estimated tank evaporation over Australia has been published by the Australian Bureau of Meteorology, thus obviating the need for individual computations.

3. *The Hydroxeric Balance: Its Rhythm and Summation*

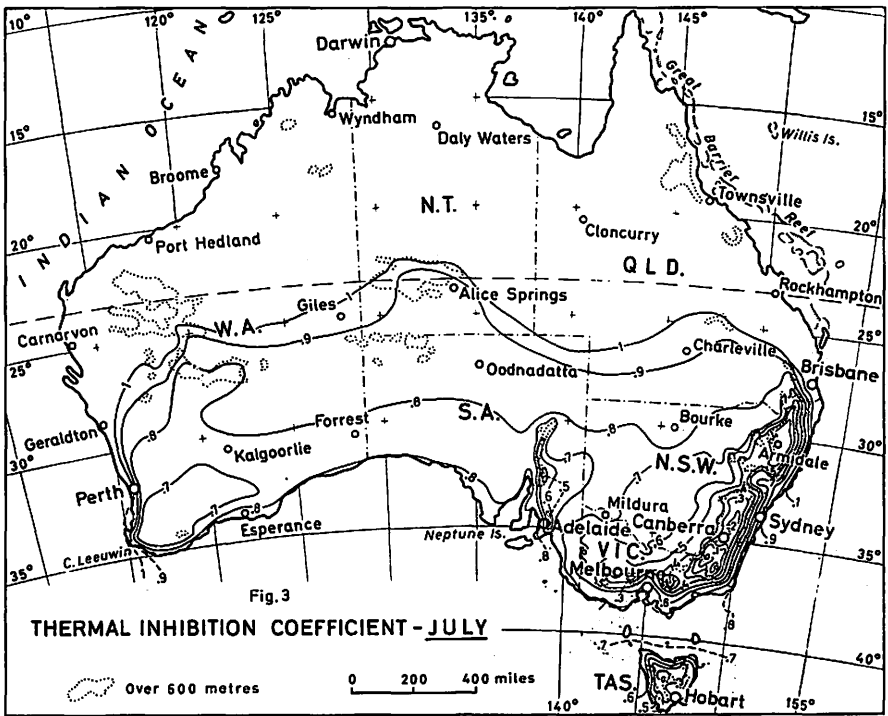
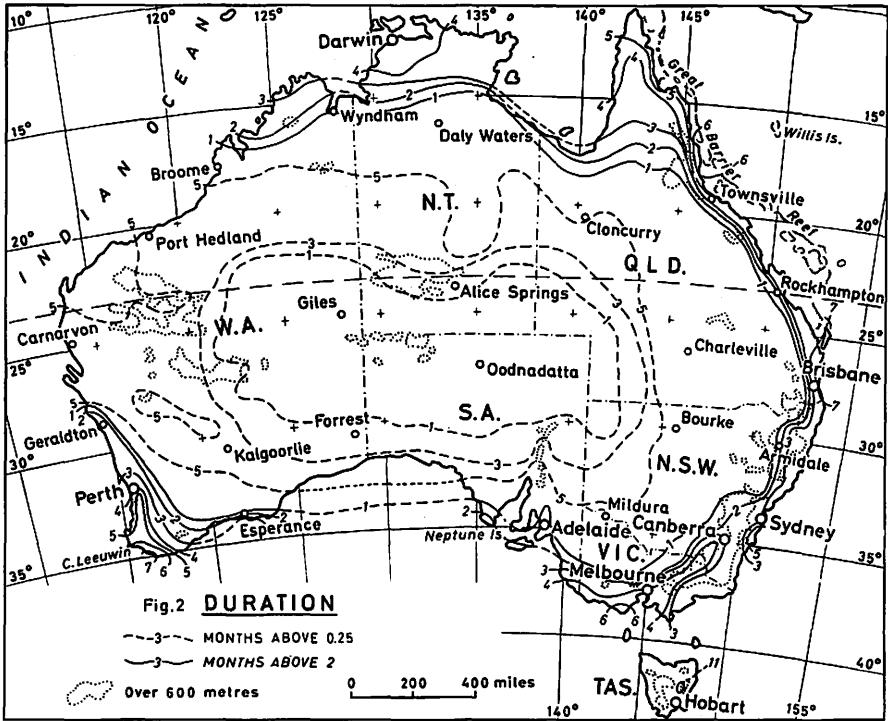
BREMER (1965) stressed that in northern Australia the seasonal concentration of the rainfall is generally greater than in Africa or South America. A classification based merely on the number of "humid" (i. e. non-arid) months as used

by WANG (1941), CREUTZBURG (1950), LAUER (1952) and others may eliminate some months, even most of the year, from the theoretical growing season. In reality, some months which receive too little rain to be classified as "humid" with DE MARTONNE's or WANG's formula, may have enough moisture to allow the growth of well adapted xerophytes.

The writer (GENTILLI, 1948a) had already obtained a far better correlation between climatic and vegetation boundaries using THORNTHWAITE's method of 1931 than using KÖPPEN's method. The reason for this is the utilization of each month's precipitation/temperature relation (suitably modified) to establish the hydric balance in THORNTHWAITE's method, while in KÖPPEN's method this is based on an annual relationship, with only an adjustment for the time of the seasonal drought. It seems therefore desirable to assess the monthly hydroxeric balance in order to make the climatic index as sensitive as it is practically possible. Evaporation or at least vapour pressure or absolute saturation deficit should be used in preference to temperature as the parameter for water loss or water need.

Taking two Queensland localities as examples, one may draw some interesting comparisons and conclusions. At Emerald the Waite index gives monthly values sufficient for minimal plant growth from November to March, and then again during June and most of July. However, this June-July (winter) growing period is of very little value, partly because of the droughts that usually precede and follow it, partly because the actual rainfall is not much above the threshold value, and partly also because of the lower winter temperatures. In any case, no month has an index value approaching $r/e^{0.7} = 1$, or $r/d^{0.75} = 8$. At Charters Towers the index remains above the threshold value for a shorter period (December-March), but within this period January and February exceed values of 1 (or 8 with the saturation deficit formula) so that the growing season is more effective. The natural vegetation at Emerald is a layered scrub of brigalow (*Acacia harpophylla*) while at Charters Towers it is a mixed tropical woodland dominated by formations of species of *Eucalyptus* trees, with grass. The biomass of the two formations is about the same, but the seasonal variation is greater at Charters Towers because of the therophytic grasses. The summation of the twelve monthly $r/e^{0.7}$ values is almost the same at both places, 6.27 at Emerald and 6.22 at Charters Towers.

Another weakness of the rigid "humid or arid" alternative is that it forces one to count as equally humid any months on the wetter side of the border, irrespective of whether they just miss being arid, or are flooded by persistent deluges. FOSTER (1948) gave limiting values for perhumid, humid, subhumid, semiarid and arid months according to THORNTHWAITE's 1931 formula; his concern was with water run-off, not with the biotic utilization of moisture. In our case we are concerned with bioclimatic relations; even if we allow for storage in the soil, it is obvious that plants can only use a certain amount of moisture (Fig. 2). BUTLER and PRESCOTT (1955) studied the water relations of rice fields, and obtained a complicated equation. To simplify matters, and quite arbitrarily, we suggest here that any monthly $r/e^{0.7}$ values in excess of 4 be neglected, because there would be rapid run-off not usable by the vegetation. Since each month's $r/e^{0.7}$ ratio is included in the annual summation, it



is not necessary to give limiting values for the hydric assesment of each month, but a tentative list may be as follows:

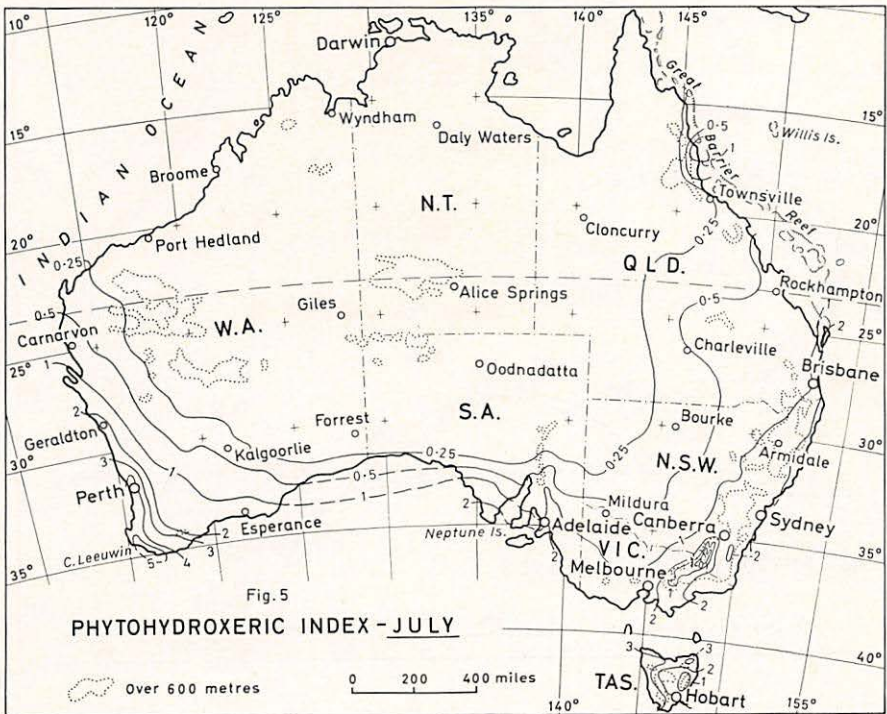
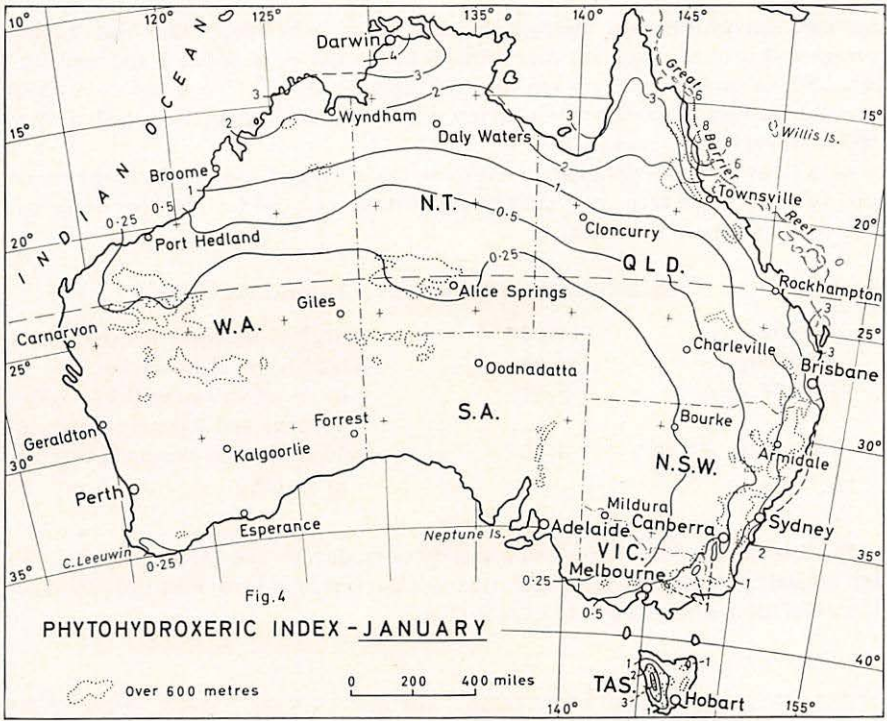
Month's hydric grade	$r/e^{0.7}$ ratio
perarid	< 0.12
arid	0.12 to 0.25
semiarid	0.25 to 0.50
subhumid	0.50 to 1.25
humid	1.25 to 2.50
perhumid	> 2.50

Our system aims at evaluating the hydroxeric bioclimate. Since the efficiency of plant functions depends on temperature as well, some allowance must be made for this. If we take the limiting values given by TRUMBLE (1939), and allowing for later research, we may suggest the following classification:

Type of plant growth	mean monthly temperature
none; full vernalization	< 7 °C
minimal growth; some vernalization	7 to 10 °C
moderate growth; minimal vernalization	10 to 15 °C
active growth; no vernalization	> 15 °C

Usually a distinct scheme based on temperature is provided in the various systems of classification of climates. This may be based on threshold mean temperatures of the hottest or coldest month (KÖPPEN) or on the monthly temperatures in excess of 32 °F (THORNTSWAITE, 1931) or of 43 °F (MILLER, 1951). Summations of day-degrees above threshold temperatures have often been used. It seems also necessary to allow for the adverse effect of lower temperatures on those plant functions which use water. For practical reasons, a simple coefficient of thermal inhibition (Fig.3) is suggested here, equivalent to a reduction of 10 % in the monthly $r/e^{0.7}$ value for every 1 °C by which the mean monthly temperature falls below 13 °C. There is no reduction in the monthly $r/e^{0.7}$ ratio if the mean temperature is 13 °C or more, but there is a 50 % reduction if the mean monthly temperature is 8 °C. It is thus assumed that the $r/e^{0.7}$ ratio is of no advantage to plants when the mean monthly temperature is 3°C or less. A new map had to be prepared (Fig.3).

It is therefore suggested that the annual summation of monthly values adjusted as outlined above, be taken as the indicator of the hydric biopotential of a climate. Better measurements of evaporation and evapotranspiration will certainly become available, and different threshold values may be proposed, but the basic concept is unlikely to change: what WALTER calls the plant's *Hydratur* must depend on the balance of water coming in (basically rainfall, and other forms of precipitation) and going out (loss to the atmosphere as transpiration and evaporation). The index itself may be termed the annual phytohydroxeric index (Fig.4,5). It should be clear that the hydric potential, i.e. the potential amount of climatic water available at any time, as shown by the hydroxeric index, differs from the hydric biopotential, among other reasons, because it is not adjusted to allow for biologically unusable excess rains or reduced to allow for low temperatures. There may be another fundamental difference between the two concepts: while it seems from observation and experiment that the vegetation adjusts itself according to some function of the ra-

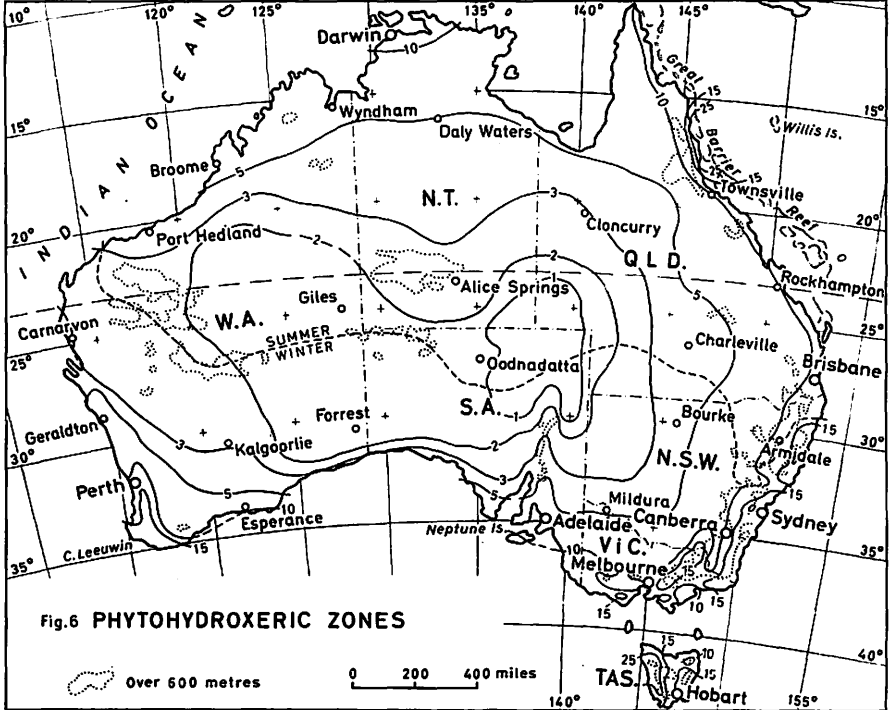


tio between water gain and water loss, it is very likely that the intake, storage and loss of water in reservoirs works in terms of addition and subtraction. This is probably the reason why THORNTHWAITE'S 1948 system, in which the water budget is calculated in terms of addition and subtraction, failed when applied to vegetation zones.

As a first step, we propose to examine the annual phytohydroxic indices for some tropical Australian localities, reduced for low temperatures. The local vegetation is shown:

Locality	Phytohydroxic index	Natural vegetation
Darwin	15.83	marginal tropical layered forest
Katherine	8.94	mixed tropical woodland
Daly Waters	5.47	mixture of sclerophyll low-tree savanna and low arid woodland
Newcastle Waters	3.56	arid scrub and semiarid tussock grassland

The annual index for Darwin appears quite moderate when compared with the high annual rainfall, but the vegetation is also far less luxuriant than the raw climatic data might lead one to expect (Fig. 6).



One of the best tests of the validity of a phytoclimatic index is its applicability to similar plant formations in separate and distant environments. A satisfactory index must give similar values for the climate of similar plant formations, no matter how far apart they may be geographically. THORNTHWAITE's 1948 system failed this test very badly (GENTILLI, 1953) while THORNTHWAITE's 1931 system gave good results (GENTILLI, 1948a, 1948b) and KÖPPEN's system proved quite inadequate (GENTILLI, 1948b). This test can be applied to the annual phytohydroxeric index with better results: the sclerophyllous *Eucalyptus* forests of the south-west have similar values (Perth, W.A., 16.87; Collie, W.A., 17.25) and so have those of the south-east (Grafton, N.W.W., 14.53; Orbest, V., 14.05; Hobart, T., 12.35). This is the only index which gives comparable results for such different rainfall regimes and wide spans of latitude (Fig. 6):

Annual phytohydroxeric values which most closely correspond to the main zonal vegetation types are as follow:

Annual phytohydroxeric index	Zonal plant formation
> 25	rainforest
10 to 25	forest
5 to 10	woodland or treed savanna
3 to 5	grassland or sclerophyll woodland
1 to 3	sclerophyll grassland or arid scrub
0 to 1	sandy or stony desert

Within each phytohydroxeric zone, however, there are phytologically significant climatic subtypes, which are differentiated by the seasonal incidence of hydric or xeric conditions. Thus, in Australia, the various tropical plant formations seem to be favoured by a seasonal hydroxeric value greater for summer than for winter (Fig. 6), rather than by limiting temperature conditions. The line that divides the summer hydroxeric predominance from the winter hydroxeric predominance passes near Onslow and Wiluna, W.A., Oodnadatta, S.A., Cunnamulla, Q., then swings southwards on the western slopes of the highlands, where cold winters reduce the phytohydroxeric effectiveness. On the east coast this boundary hovers around Grafton, N.S.W., depending on the variable incidence of the autumn weather patterns, which may add more rain to a late summer or to an early winter. In Australia, grassland and sclerophyll grassland are formations usually associated with predominant summer moisture.

In extratropical Australia, arid scrub of mulga (*Acacia aneura*) and natural coppice-like shrubland of mallee (*Eucalyptus* spp., all also characterized by extensive lignotubers) occur between index values of 2 and 3, but mallee dominates the areas of solonized soils, zonally corresponding to the lowest incidence of moisture per wet day (PRESCOTT, 1931a).

With so many aspects of vegetation controlled by genetic, paleogeographic and edaphic factors, it is left to any bioclimatic system to indicate only the broad zonal belts, a function which is fundamental to the understanding of continental and world patterns, too easily overlooked in these times of detailed local studies.

BIBLIOGRAPHY

- ANDREWS, J., 1932: Rainfall reliability in Australia. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, 57:95-100.
- ANDREWS, J., 1938: Goyder's line: a vanished frontier. *Austr. Geogr.*, vol. 3, No. 5, pp32-36.
- ANDREWS, J., and MAZE, W. H., 1933: Some climatological aspects of aridity and their application to Australia. *Proc. Linn. Soc. N. S. W.*, 58:105-120.
- BAGNOULS, F., and GAUSSEN, H., 1953: Saison sèche et indice xérothermique. *Docum. Carte Prod. Vég.*, Art. 8.
- BAGNOULS, F., and GAUSSEN, H., 1957: Les climats biologiques et leur classification. *A. de Géogr.*, 66:193-220.
- BAGNOULS, F., and MEHER-HOMJI, V. M., 1963: Les bioclimats du monde. Carte No. 3 in: *Inst. Franç. de Pondichéry, Trav. Sect. Sci. Techn.*, t. 7, fasc. 1-2.
- BEUZEVILLE, W. A. W., 1943: The climatological basis of forestry. Forestry Commission, Sydney.
- BONYTHON, C. W., 1950: Evaporation studies using some South Australian data. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 73:198-219, plates XXIII-XXIV.
- BREMER, H., 1965: Klima und Vegetation im australischen Nordterritorium. *Peterm. Geogr. Mitt.*, 109:183-193.
- BUTLER, P. F., and PRESCOTT, J. A., 1955: Evapotranspiration from wheat and pasture in relation to available moisture. *Austr. J. Agric. Res.*, 6:52-61.
- CREUTZBURG, N., 1950: Klima, Klimatypen und Klimakarten. *Peterm. geogr. Mitt.*, 94:57-69.
- CROWE, P. R., 1954: The effectiveness of precipitation. *Geogr. Stud.*, 1:44-62.
- CROWE, P. R., 1957: Some further thoughts on evapotranspiration; a new estimate. *Geogr. Stud.*, 4:56-75.
- DAVIDSON, J., 1933: The distribution of *Sminthurus viridis* L. (Collembola) in South Australia, based on rainfall, evaporation and temperature. *Austr. J. Exper. Biol. Med. Sci.*, 11:59-66.
- DAVIDSON, J., 1934a: The 'Lucerne Flea' (*Sminthurus viridis* L.) in Australia. *C. S. & I. R.*, Pamph. 22.
- DAVIDSON, J., 1943: The monthly precipitation-evaporation ratio in Australia, as determined by saturation deficit. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 58:33-36.
- DAVIDSON, J., 1934c: Climate in relation to insect ecology in Australia. 1: Mean monthly precipitation and atmospheric saturation deficit in Australia. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 58:197-210.
- DAVIDSON, J., 1935: Climate in relation to insect ecology in Australia, 2: Mean monthly temperature and precipitation-evaporation ratio. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 59:107-124.
- DAVIDSON, J., 1936: Climate in relation to insect ecology in Australia, 3: Bioclimatic zones in Australia. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 60:88-92.
- DYNE, R. E., 1949: The availability of moisture. *Econ. News* (Bur. of Ind., Brisbane), No. 18.
- FITZPATRICK, E. A., 1963: Estimates of pan evaporation from mean maximum temperature and vapor pressure. *J. Appl. Meteor.*, 2:780-792.
- FITZPATRICK, E. A., and STERN, W. R., 1965: Estimates of potential evaporation using alternative data in Penman's formula. *Agric. Meteor.*, 3:225-239.
- FOLEY, J. C., 1947: Evaporation measurements in Australia and estimation of evaporation from saturation deficit. *Commonw. Austr. Meteor. Branch, File 46/2892* (paper read at Perth meeting of Austr. N. Zeal. Ass. Adv. Sci.).
- FOSTER, E. E., 1948: Rainfall and runoff. New York.
- GENTILLI, J., 1946: Map of Australian climates. Perth.
- GENTILLI, J., 1947: Map of Tasmanian climates, in: *Regional Planning Atlas*, Hobart.
- GENTILLI, J., 1948a: Two climatic systems applied to Australia. *Austr. J. Sci.*, 11:13-16.
- GENTILLI, J., 1948b: Bioclimatic controls in Western Australia. *W. Austr. Natur.*, 1:81-84, 104-107, 120-126.
- GENTILLI, J., 1950: Geography for post-primary classes. Perth.
- GENTILLI, J., 1953a: Critique de la méthode de Thornthwaite. *A. de Géogr.*,

- GENTILLI, J., 1953b: Die Ermittlung der möglichen Oberflächen- und Pflanzenverdunstung, dargelegt am Beispiel von Australien. *Erdk.*, 7:81-93.
- GENTILLI, J., 1955: Die Klimate Australiens. *Die Erde*, 1955. pp. 206-238.
- GENTILLI, J., 1958: A geography of climate. Nedlands.
- HOUNAM, C. E., 1955: Determination of the end of the growing season. *Bur. Meteor., Meteor. Study No. 4.*
- HOUNAM, C. E., 1961: Evaporation in Australia. *Bur. of Meteor., Bull. No. 44.*
- HUNT, H. A., TAYLOR, G., and QUAYLE, E. T., 1913: The climate and weather of Australia. Melbourne.
- JEVONS, W. S., 1859: Some data concerning the climate of Australia and New Zealand. *Waugh's Austr. Alman. (1859)*, pp. xv-xvi and 47-98.
- KNOCH, K., and SCHULZE, A., 1952: Methoden der Klimaklassifikation. *Peterm. Geogr. Mitt., Ergänzt. Nr. 249.*
- LAUER, W., 1952: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. *Bonn. Geogr. Abh.*, 9:15-98.
- LAWRENCE, E. F., 1937: A climatic analysis of New South Wales. *Austr. Geogr.*, vol. 3, no. 3, pp. 3-24, plate.
- LAWRENCE, E. F., 1940: Australian climatology. *Austr. Geogr.*, vol. 3, no. 7, pp. 29-35.
- LAWRENCE, E. F., 1941: Climatic regions in tropical Australia. *Austr. Geogr.*, vol. 4, no. 1, pp. 20-26.
- LEEPER, G. W., 1950: Thornthwaite's climatic formula. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, 16:2-6.
- LINSER, C., 1869: Untersuchungen über die periodischen Lebenserscheinungen der Pflanzen. *Mém. Acad. Sci. St. Pétersbourg*, vol. 13, no. 8.
- MARSHALL, A., 1954: The purpose of classification of climate. *Austr. Geogr.*, vol. 6, No. 3, pp. 3-6.
- MARTONNE, E. de, 1909: *Traité de géographie physique*. Paris.
- MARTONNE, E. de, 1926: Aréisme et indice d'aridité. *C. - R. Acad. Sci.*, 182-1395-1398.
- MEINICKE, C. G., 1837: *Das Festland Australiens*. Prenzlau.
- MEYER, A., 1926: Über eine Zusammenhänge zwischen Klima und Boden in Europa. *Chem. d. Erde*, 2:209-347.
- MILES, J. F., 1947: The pastoral and agricultural growing season in north-eastern Australia. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, 13:41-49.
- MILLER, A. A., 1951: Three new climatic maps. *Trans-Pap. Inst. Brit. Geogr.*, 1951.
- PATTON, R. T., 1930: The factors controlling the distribution of trees in Victoria. *Proc. Roy. Soc. Vic.*, 42:154-210, 2 maps, plates.
- PRESCOTT, J. A., 1931a: The soils of Australia in relation to vegetation and climate. *Coun. Sci. & Ind. Res., Bull. 52.*
- PRESCOTT, J. A., 1931b: Atmospheric saturation deficit in Australia. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 55:65-66.
- PRESCOTT, J. A., 1934: Single value climatic factors. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 58:48-61.
- PRESCOTT, J. A., 1936: The climatic control of the Australian deserts. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 60:93-95.
- PRESCOTT, J. A., 1938a: Indices in agricultural climatology. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 33-40.
- PRESCOTT, J. A., 1938b: The climate of tropical Australia in relation to possible agricultural occupation. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 62:229-240.
- PRESCOTT, J. A., 1940: Evaporation from a water surface in relation to solar radiation. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 64:114-118.
- PRESCOTT, J. A., 1942: The phase and amplitude of Australian mean monthly temperatures. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 66:46-49.
- PRESCOTT, J. A., 1943a: A relationship between evaporation and temperature. *Trans. Roy. Soc. Austr.*, 67:1-6.
- PRESCOTT, J. A., 1943b: The value of harmonic analysis in climatic studies. *Austr. J. Sci.*, 5:117-119.

- PRESCOTT, J. A., 1946: A climatic index. *Nature*, 157:555.
- PRESCOTT, J. A., 1949: A climatic index for the leaching factor in soil formation. *J. Soil Sci.*, 1:9-19.
- PRESCOTT, J. A., 1951: Climatic expressions and generalised climatic zones in regard to soil and vegetation. In: *Proc. Special Confer. Agric., Austr. (Canberra) 1949*, pp.27-33.
- PRESCOTT, J. A., 1956: Climatic indices in relation to the water balance. *Australia-Unesco, Symposium on arid zone climatology, Paper from Austr. and N.Zeal. No.5.*
- PRESCOTT, J. A., COLLINS, J. A., and SHIRPURKAR, G. R., 1952: The comparative climatology of Australia and Argentina. *Geogr. Rev.*, 42:118-133.
- PRESCOTT, J. A., and STIRK, G. B., 1951: Studies on the Piche evaporimeter. *Austr. J. Appl. Sci.*, 2:243-256.
- PRESCOTT, J. A., and THOMAS, J. A., 1949: The length of the growing season in Australia as determined by the effectiveness of the rainfall; a revision. *Proc. Roy. Geogr. Soc. Austr., S. Austr. Branch*, 50:42-46.
- ROSE, C. W., 1968: Evaporation from bare soil under high radiation conditions. 9th Intern. Congr. Soil Sci., *Trans.*, Vol.1, pp.57-66.
- SLATYER, R. O., 1955: Studies on the water relations of crop plants grown under natural rainfall in northern Australia. *Austr. J. Agric. Res.*, 6:365-377.
- SLATYER, R. O., 1956: Evapotranspiration in relation to soil moisture. *Netherl. J. Agric. Sci.*, 4:73-76.
- STERN, W. R., and FITZPATRICK, E. A., 1965: Calculated and observed evaporation in a dry monsoonal environment. *J. Hydrol.*, 3:297-311.
- STEWART, G. A., 1955: Application of climatic indices. Paper read at Melbourne meeting of Austr. N. Zeal. Ass. Adv. Sci. for CSIRO Land Res. Region. Surv. Sect.
- STRZELECKI, P. E. de, 1845: Physical description of New South Wales and Van Diemen's Land. London.
- SWAIN, E. H. F., 1928: The forest conditions of Queensland. Brisbane.
- SWAIN, E. H. F., 1938: Forestry Commission of New South Wales - Climatic index.
- TAYLOR, G., 1916: The control of settlement by humidity and temperature. *Commonw. Bur. Meteor., Bull.* 14.
- THORNTHWAITE, C. W., 1931: The climates of North America according to a new classification. *Geogr. Rev.*, 21-633-655.
- THORNTHWAITE, C. W., 1948: An approach towards a rational classification of climate. *Geogr. Rev.*, 38:55-94.
- TRANSEAU, E. N., 1905: Forest centers of eastern America. *Amer. Natur.*, 39:875-889.
- TROLL, C., 1964: Karte der Jahreszeiten-Klimate der Erde (With coloured map by C. Troll and K. Paffen). *Erdk.*, 18:5-28, suppl. an map.
- TRUMBLE, H. C., 1934: The climatic factors. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 58:
- TRUMBLE, H. C., 1937: The climatic control of agriculture in South Australia. *Trans. Toy. Soc. S. Austr.*, 61:41-62.
- TRUMBLE, H. C., 1939: Climatic factors in relation to the agricultural regions of southern Australia. *Trans. Roy. Soc. S. Austr.*, 63:36-43.
- TRUMBLE, H. C., 1945: Agricultural climatology in Australia. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, 11:115-119.
- TRUMBLE, H. C., 1948: Rainfall, evaporation and drought-frequency in South Australia. *J. Agric. S. Austr.*, 52:56-64, maps.
- TUCKER, B. M., 1954: Some methods for climatic analysis. *CSIRO Div. of Soils, Techn. memor.* 13/54.
- TWEEDIE, A. D., 1956: The measurement of water need in Queensland. *Austr. Geogr.*, vol. 6, No. 6, pp. 34-39.
- UNESCO-FAO, 1963: Bioclimatic map of the mediterranean zone. Roma.
- VOLLPRECHT, R., and WALKER, D. R., 1957: Determination of the length of the growing season. *Austr. Meteor. Mag.*, 17:37-46.

- WALTER, H., 1955; Die Klimagramme als Mittel zur Beurteilung der Klimaverhältnisse... Ber. Deutsch. Bot. Ges., 68:331-344.
- WALTER, H., and LIETH, H., 1960; Klimadiagramm-Weltatlas. Jena.
- WARK, D. C., 1941; The variability of the length of the rainfall season and the amount of influential rainfall in South Australia. Trans-Roy-Soc. S. Austr., 65:249-253.
- WHITTINGHAM, H. W., 1957; Comparison between readings of an American class "A" land pan and an Australian waterjacketed evaporimeter at Kirkleigh, Queensland. Unpubl. paper, priv. comm.
- WHITTINGHAM, H. E., and GOURLAY, R. J., 1967; Comparison of readings from sunken concrete and metal evaporimeters at Brisbane. Bur. Meteor., Work. Paper 66/3408.
- WILCOCK, A. A., 1951; Potential evapotranspiration: a simplification of THORNTHWAITE's method. Proc. Roy. Soc. Vic., 63:25-30.
- WILLS, J. T., 1887; Rainfall in Australia. Scott. Geogr. Mag., 3:116-173, 2 maps.

RÉSUMÉ

L'auteur examine brièvement l'aspect climatologique de l'oeuvre de Goyder et de Wills au XIX siècle, et rappelle les travaux de Swain sur les climats forestiers et d'Andrew et Maze sur la durée de la période aride en Australie. On suit l'évolution de l'index climatique de l'institut Waite et le progrès des recherches sur le calcul de l'évaporation d'après les données climatiques suivant Fitzpatrick et Stern. L'auteur essaie de classer chaque mois par sa valeur hydrique pour les fonctions végétales. Jusqu'à présent la disponibilité d'eau et la disponibilité de chaleur avaient été séparées; l'on propose ici de réduire le degré hydrique de chaque mois par un coefficient d'insuffisance thermique lorsque les températures mensuelles restent au dessous d'un optimum. La somme des douze valeurs hydroxérique mensuelles donne l'index annuel phytohydroxérique. Les cartes montrent les résultats d'une première application de cette méthode au milieu australien.

DIE KLIMATISCHEN HÖHENSTUFEN IN DEN WESTKARPATEN – HEUTE UND IN DER VERGANGENHEIT

Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen

MIECZYSLAW HESS

Die zonale Anordnung der Klimate im Flachland und die vertikale im Gebirge ist eine der wichtigsten Gesetzmäßigkeiten der Verteilung der Klimate auf der Erdoberfläche. Von den zonalen Unterschieden der Klimate wußte man schon im Altertum. Dagegen begann man sich mit der vertikalen Abstufung der Klimate im Gebirge erst zu Anfang des 19. Jahrhunderts zu beschäftigen.

Es war ALEXANDER VON HUMBOLDT, der nicht nur die Arbeit auf diesem Gebiet begonnen, sondern die Klimatologie der Hochgebirge mit einem Beitrag von bleibendem Wert bereichert hat. Er stellte die zonale und zugleich vertikale Differenzierung der Pflanzenwelt auf der Erde fest, und er brachte sie in Zusammenhang mit der Verschiedenheit der klimatischen Bedingungen, die sich vom Äquator polwärts und mit zunehmender Höhe geltend macht. HUMBOLDT zeigte ferner, daß die thermischen Verhältnisse jedes einzelnen Ortes auf der Erde von dessen geographischer Breite, der geographischen Länge und von der Seehöhe abhängig sind (9).

Diese Abhängigkeit ist heute allgemein bekannt. In den Lehrbüchern der allgemeinen Klimatologie und der Physischen Geographie gibt es ganze Abschnitte über den Einfluß des Reliefs auf das Klima, und es liegen auch viele spezielle Arbeiten vor, welche das Klima der Gebirge behandeln. In allen diesen Arbeiten werden die einzelnen Klimatelemente meistens nur für die klimatologischen Stationen angeführt, und daraus schließt man auf die Änderung der Klimabedingungen mit der Seehöhe. In allen Arbeiten, in welchen von klimatischen Höhenstufen die Rede ist, stützen sich die Verfasser auf die Grenzen der Pflanzenwelt, wie dies auch geschieht, wenn klimatische Zonen und Stufen miteinander verglichen werden; bisher gibt es sehr wenig Klassifikationen der klimatischen Höhenstufen, welche auf klimatologische Kriterien gegründet sind. Die Ursache dafür sehen wir in dem immer noch zu geringen Interesse für Gebirgsklimatologie, was man als einen großen Mangel der Klimatologie betrachten muß.

In den letzten Jahren sind zahlreiche Arbeiten über die klimatisch bedingten Höhenstufen der Vegetation in verschiedenen Gebirgen veröffentlicht worden. Es sind hauptsächlich die zahlreichen Arbeiten von C. TROLL und seinen Mitarbeitern, in denen für eine Unterscheidung der Gebirgsklimate der verschiedenen Breiten zur Darstellung der thermischen Grundlagen des Klimas in Thermo-Iso-plethen-Diagrammen gegriffen wurde, die gleichzeitig den jahreszeitlichen und tageszeitlichen Gang der Temperatur in einem Bilde erkennen lassen (20). So wurde die Anordnung von Klima-, Vegetations- und Landschaftszonen der Erde in drei Dimensionen gegeben. Zugleich wurde gezeigt, mit welchen Methoden und Zielsetzungen diese Erkenntnisse seit A. v. HUMBOLDT bis zur Gegenwart gewonnen wurden (20).

In dem vorliegenden Aufsatz wird der Versuch unternommen, die klimatischen Höhenstufen in den Westkarpaten auf Grund der klimatischen Anzeiger zu unterscheiden und zu charakterisieren. Dabei ist es notwendig, eine bestimmte Me-

thode anzuwenden, d. h. man muß eine Klassifikation einführen. Es ist bekannt, daß in jedem Klassifikationssystem die Grenzen zwischen den Typen der Klimate und ihren Untergruppen schwierig zu bestimmen sind, da es in der Natur nur selten deutliche Grenzen gibt. Aber ohne die Annahme von Grenzen lassen sich die einzelnen Typen nicht unterscheiden.

Der Versuch der Unterscheidung der Klimastufen auf Grund von klimatischen Kriterien erfordert auch eine genaue Kenntnis der Änderungen der Klimabedingungen mit der Seehöhe. Darum haben wir zuallererst die Änderungen einzelner Klimaelemente im vertikalen Profil der Westkarpaten analysiert (2, 3). Gleichzeitig haben wir auch die quantitativen Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Klimaelementen untersucht und in einfachen empirischen Formeln dargestellt. Dies hat uns die Möglichkeit gegeben, die Klimastufen auf Grund eines komplexen Anzeigers zu unterscheiden, der mit mehreren Klimaelementen eng verbunden ist. Das Material hierfür bildeten die Angaben für die zehnjährige Periode 1952-1961 von 90 klimatologischen Stationen aus dem vertikalen Profil der polnischen Westkarpaten und dem slowakischen Teil der Tatra.

Anhand der Angaben dieser Stationen war es möglich, Diagramme der funktionellen Abhängigkeit für verschiedene Elemente des Reliefs der Westkarpaten zu konstruieren.

Die mittlere Jahrestemperatur ändert sich im vertikalen Profil der Westkarpaten von + 8 bis - 4°C, was, wenn wir den Höhenunterschied zwischen dem Weichseltal (200 m) und dem Gerlach (2665 m) zugrunde legen, einen durchschnittlichen Gradienten von 0,5°/100 m ergibt. In den einzelnen Gebirgsgruppen aber, und ebenso auf Abhängen verschiedener Exposition innerhalb einer Gebirgsgruppe, an verschiedenen Teilen eines Abhanges usw., sind die vertikalen Gradienten der Jahrestemperatur sehr verschieden, und darin spiegelt sich der Einfluß der einzelnen Elemente des Reliefs auf die thermischen Verhältnisse. Am höchsten steigen die Jahresisothermen auf den Südabhängen der Tatra, am niedrigsten sinken sie auf den Nordabhängen des Beskid Zywiecki und in den Kesseln.

Vergleichen wir die Höhengrenzen der einzelnen Vegetationsstufen mit der Höhenlage der Jahresisothermen, so stellen wir folgendes fest: Die obere Grenze der Almenstufe befindet sich dort, wo die Jahresisotherme - 2° verläuft; die obere Grenze der Krummholzstufe entspricht der Isotherme 0°; die obere Waldgrenze der Isotherme + 2°; die obere Grenze der Stufe der Tannen- und Rotbuchenwälder der Isotherme + 4°; die obere Grenze der Stufe der gemischten Eichen- und Weißbuchenwälder der Isotherme + 6°. Dieser Zusammenhang besteht in allen Gebirgsgruppen und auf den Abhängen jeder Exposition.

Bei der Abgrenzung der klimatischen Höhenstufen wurde also die Methode der Schwellenwerte angewandt. Um aber das Klima in Verbindung mit anderen Landschaftselementen zu betrachten, wurden solche Schwellenwerte gewählt, die den Übergang zu qualitativ anderen Klimaverhältnissen bezeichnen. Diese klimatischen Unterschiede kommen am deutlichsten in den Grenzen der Vegetationsstufen zum Ausdruck. Es handelt sich also nicht um eine Einteilung, die sich auf floristische Kriterien stützt, denn wir sind über das Klima der einzelnen Klimastufen nicht durch die Pflanzenwelt unterrichtet. Vielmehr ermöglichte eine eingehende Charakteristik des Klimas in den West-

karpaten die Bestimmung der für die Vegetation maßgebenden Klimaverhältnisse. Die Grenzen der Vegetationsstufen bezeichnen nur diejenigen Höhen, in denen so große Unterschiede des Klimas bestehen, daß die weitere Verbreitung bestimmter Pflanzentypen unmöglich wird. Dies bedeutet, daß die Grenzen zwischen den einzelnen Klimastufen nicht willkürlich festgelegt, sondern physisch bedingt sind.

Es ist selbstverständlich, daß sich nicht alle Klimaelemente zur Abgrenzung der Klimastufen eignen. Jeder Klimaklassifikation muß mindestens ein fundamentales Element zu Grunde gelegt werden, welches die wesentlichsten Unterschiede zwischen den einzelnen Klimastufen hervorheben soll. Es soll eindeutig bestimmbar sein, und es soll zugleich komplexer Natur sein, es soll also den Einfluß einer möglichst großen Anzahl von Klimaelementen und Klimafaktoren widerspiegeln. Solche Bedingungen erfüllt die Jahresmitteltemperatur in feuchten Gebirgen sehr gut, welche keine Abstraktion, sondern eine reale und komplexe klimatische Erscheinung ist, die in enger, manchmal sogar funktionaler Verbindung mit vielen Klimaelementen steht, wie dies die Tabelle 1 zeigt. Dies bedeutet, daß wir mit Hilfe der festgestellten, quantitativen Abhängigkeit zwischen der Jahresmitteltemperatur und anderen Klimaelementen eine ausführliche Charakteristik der Klimabedingungen bekommen können, und zwar sowohl für das Jahr, als auch für die einzelnen Monate.

Die hier gezeigten Abhängigkeiten gelten für einen großen Bereich der feuchten Klimate. Das kann man auf Grund der Verhältnisse in den Westkarpaten beurteilen, da sich in ihrem vertikalen Profil der Feuchtigkeitskoeffizient — das Verhältnis zwischen Niederschlag und Verdunstung — verzehnfacht (3), und diese Abhängigkeiten betreffen ebenso das Vorland der Gebirge wie auch die höchsten Gipfel der Westkarpaten. Aber sie gelten nur für mittlere geographische Breiten und für Regionen, die nicht zu weit vom Atlantik entfernt sind. Für andere geographische Breiten und für andere Grade der Kontinentalität des Klimas muß man zunächst die Art dieser Abhängigkeiten feststellen (5).

Auf der Grundlage der Abhängigkeit zwischen der Jahresmitteltemperatur und anderen Klimaelementen unterscheiden wir die klimatischen Höhenstufen nach der Jahresmitteltemperatur. Die Grenzen zwischen ihnen liegen in den Höhen, wo die Grenzen der Vegetationsstufen verlaufen. Dies ist eine genetische Klassifikation, weil sie die Anordnung der Klimate unter dem Einfluß der Wärmebilanz, der Luftzirkulation und des Reliefs, also unter dem Einfluß der wichtigsten Klimafaktoren, wiedergibt. Die Grenzen der Klimastufen sind in der Landschaft deutlich ausgeprägt. Die Jahresmitteltemperatur, mit der viele Klimaelemente eng verbunden sind, wird somit zum tragenden Gerüst der gesamten Klassifikation.

Im vertikalen Profil der Westkarpaten erstreckt sich die Jahresmitteltemperatur von + 8° bis - 4°C. Mit den Jahrestemperaturen von + 6, + 4, + 2, 0 und - 2°C sind die Grenzen der einzelnen Vegetationsstufen verbunden. Das berechtigt uns, im vertikalen Profil der Westkarpaten sechs klimatische Höhenstufen zu unterscheiden: Mäßig warme (von + 8 bis + 6°C), Mäßig kühle (von + 6 bis + 4°C), Kühle (von + 4 bis + 2°C), Sehr kühle (von + 2 bis 0°C), Mäßig kalte (von 0 bis - 2°C) und Kalte (von - 2 bis - 4°C).

Die Anzahl der Klimastufen ist von der Meereshöhe einer Gebirgsgruppe und von der Höhe ihrer Basis abhängig. Daher ist in den einzelnen Teilen der West-

Tabelle 1:
Beziehungen zwischen Jahresmitteltemperatur (t) und anderen
Klimaelementen (y) in den Westkarpaten (1952-1961)

Klimaelemente (y)	Regressionsgleichung	r
Absol. maximale Temperatur	$y = 1,46 t + 24,2$	0,99
Mittlere maximale Temperatur	$y = 1,10 t + 3,85$	0,95
Mittlere minimale Temperatur	$y = 0,84 t + 3,22$	0,99
Zahl der Tage mit Temperatur min. < - 10 ⁰	$y = 63,6 - 5,3 t$	- 0,95
Zahl der Tage mit Temperatur max. < 0 ⁰	$y = 139,3 - 13,4 t$	- 0,98
Zahl der Tage mit Temperatur max. < 0 ⁰ + min. < 0 ⁰	$y = 225,7 - 15,5 t$	- 0,99
Zahl der Tage mit Temperatur max. > 25 ⁰	$y = 5,7 t - 16,7$	0,95
Mittleres Datum des letzten Frost- wechseltages ¹	$y = 78,7 - 6,14 t$	- 0,99
Mittleres Datum des letzten Frost- wechseltages ²	$y = 3,33 t - 17,0$	0,96
Mittlere Dauer der frostfreien Zeit ³	$y = 9,12 t - 92,1$	0,96
Andauer d. Periode (Zahl der Tage) mit Tagesmitteltemperatur:		
< - 10 ⁰	$y = -26,6 t - 43,6$	- 0,96
< - 5 ⁰	$y = 95,1 - 13,8 t$	- 0,99
< 0 ⁰	$y = 207,5 - 17,7 t$	- 0,99
> 0 ⁰	$y = 17,7 t + 157,5$	0,99
> 5 ⁰ ⁴	$y = 11,23 t + 125,05$	0,97
> 10 ⁰ ⁵	$y = 16,14 t + 39,3$	0,98
> 15 ⁰ ⁶	$y = 31,07 t - 143,7$	0,96
Zahl der Tage mit Schneefall (in % der Tage mit Niederschlag)	$y = 61,9 - 5,9 t$	- 0,98
Zahl der Tage mit Schneedecke	$y = 216,0 - 18,75 t$	- 0,98
Januartemperatur	$y = 0,825 t - 8,60$	0,99
Februaratemperatur	$y = 0,75 t - 9,00$	0,99
Märztemperatur	$y = 1,00 t - 6,00$	0,99
Apriltemperatur	$y = 1,16 t - 1,77$	0,99
Maitemperatur	$y = 1,16 t + 2,73$	0,99
Junitemperatur	$y = 1,17 t + 6,97$	0,99
Julitemperatur	$y = 1,14 t + 8,57$	0,99
Augusttemperatur	$y = 1,15 t + 8,10$	0,99
Septembertemperatur	$y = 1,06 t + 5,03$	0,99
Oktoberatemperatur	$y = 0,99 t + 1,47$	0,99
Novembertemperatur	$y = 0,83 t + 3,27$	0,99
Dezembertemperatur	$y = 0,83 t - 5,77$	0,99

¹ Beziehung für Jahresmitteltemperatur > 0⁰ (vom 1. April gezählt),

² Beziehung für Jahresmitteltemperatur > 0⁰ (vom 1. September gezählt),

³ Beziehung für Jahresmitteltemperatur > 0⁰

⁴ Beziehung für Jahresmitteltemperatur > -2⁰,

⁵ Beziehung für Jahresmitteltemperatur > +2⁰,

⁶ Beziehung für Jahresmitteltemperatur > +5⁰.

karpaten die Anzahl der Klimastufen verschieden. Von großem Einfluß sind auch die Massenerhebung, die Exposition und das Mesorelief der einzelnen Gebirgsgruppen (7). Darum befinden sich auch die Grenzen zwischen bestimmten Klimastufen in den verschiedenen Teilen der Westkarpaten in verschiedenen Höhen und auf den Südhängen liegen sie durchweg höher als auf den Nordhängen. In dem schematischen Profil (Abb. 1) kommt die ursächliche Beziehung anschaulich zum Ausdruck.

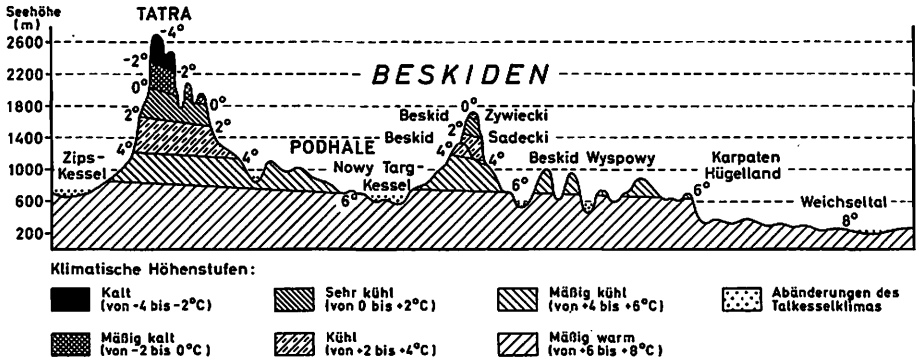


Abb. 1: Die klimatischen Höhenstufen in den polnischen Westkarpaten

Für eine ausführliche Charakteristik der hier unterschiedenen Klimastufen kann man eine große Anzahl von Jahres- und Monatswerten der einzelnen Klimaelemente anführen (3). Diese Werte kann man auch mit Hilfe der Regressionsgleichungen errechnen. Selbstverständlich unterscheiden sich die einzelnen Klimastufen nicht nur hinsichtlich der Jahreswerte verschiedener Klimaelemente. Sehr große Unterschiede zwischen ihnen gibt es auch im Jahresgang dieser Elemente. Das geht aus den Beziehungen zwischen den Monatstemperaturen und den Monatswerten anderer Klimaelemente hervor (3). Manche wesentlichen Eigenarten der einzelnen Klimastufen werden erst auf Grund einer eingehenden Charakteristik der meso- und mikroklimatischen Verhältnisse einer jeden Klimastufe zu erkennen sein (7).

Diese festgestellten Beziehungen sind unserer Meinung nach sehr wichtig, denn sie zeigen nicht nur einen einfachen Weg für eine ausführliche Charakteristik des heutigen Klimas auf, sondern ermöglichen auch eine Rekonstruktion der Klimaverhältnisse des späten Pleistozän und des Holozän in den Westkarpaten und in Südpolen, natürlich nur unter der Bedingung, daß uns die Jahresmitteltemperatur für bestimmte Zeitabschnitte bekannt ist. Die Rekonstruktion des Klimas auf diesem Wege ist für den Abschnitt der Erdgeschichte vom Spätglazial bis zur Gegenwart zulässig, weil sich im späten Pleistozän und im Holozän die wichtigsten Klimafaktoren Mitteleuropas (Paläogeographie, Luftzirkulation) verglichen mit den heutigen nicht wesentlich veränderten (8). Dies bedeutet, daß die für heute geltenden Beziehungen zwischen der Jahresmitteltemperatur und anderen Klimaelementen in Mitteleuropa, die anhand der Angaben vom ver-

tikalen Profil der Westkarpaten bestimmt wurden, auch wahrscheinlich für das späte Pleistozän und das Holozän gelten.

Wir können also das Klassifikationssystem der heutigen Klimastufen in den Karpaten für die Rekonstruktion der Klimabedingungen in den einzelnen Zeitabschnitten vom Spätglazial bis in die Gegenwart benutzen. Dies ermöglicht:

1. Der Zusammenhang zwischen der Seehöhe und der Jahresmitteltemperatur; er ist in allen Gebirgen der mittleren geographischen Breiten ähnlich, und aller Wahrscheinlichkeit nach war er es auch in den einzelnen Perioden des Spätglazials und des Postglazials (vertikaler Gradient der Jahresmitteltemperatur $0,5^{\circ}\text{C}$);

2. der Zusammenhang zwischen der Jahresmitteltemperatur und den Grenzen der einzelnen Vegetationsstufen; besonders wichtig ist die Tatsache, daß mit der Jahresmitteltemperatur $+ 2^{\circ}\text{C}$ die obere Waldgrenze eng verbunden ist;

3. der Zusammenhang zwischen der Jahresmitteltemperatur und anderen Klimaelementen;

4. die festgestellten Seehöhen der oberen Waldgrenze in den einzelnen Abschnitten des späten Pleistozän und des Holozän (15).

Wenn wir also für die einzelnen Perioden der Spätglazial- und Postglazialzeit die wahrscheinlichen Seehöhen der oberen Waldgrenze annehmen und die Tatsache zugrunde legen, daß diese Grenze mit der Jahresmitteltemperatur $+ 2^{\circ}$ eng verbunden ist und daß der vertikale Gradient der Jahrestemperatur $0,5^{\circ}/100\text{ m}$ beträgt, bekommen wir einen Schlüssel für die Bestimmung der Jahresmitteltemperatur im gesamten vertikalen Profil der Westkarpaten in allen Abschnitten des Spätglazials und des Postglazials. Diese Beziehungen kommen in der Abb. 2 anschaulich zum Ausdruck.

Es ist leicht zu bemerken, daß sich in der Gegenwart (Subatlantikum) die Jahresmitteltemperatur im vertikalen Profil der Westkarpaten von $+ 8$ bis $- 4^{\circ}$,

Tabelle 2:
Beziehungen zwischen der Seehöhe (h) und der Jahresmitteltemperatur (t)
von der Älteren Dryaszeit bis zur Gegenwart in den Westkarpaten

Zeitabschnitte des Spät- und Postglazials	Wahrscheinliche Seehöhe der oberen Waldgrenze (die Seehöhe der Jahresisotherme $+ 2^{\circ}$)	Beziehung zwischen der Seehöhe (h) und der Jahresmitteltemperatur (t)
Subatlantikum	1500 m	$t = 9,2 - 0,005 h$
Subboreal	1700 m	$t = 10,5 - 0,005 h$
Atlantikum	1800 m	$t = 11,0 - 0,005 h$
Boreal	1400 m	$t = 8,8 - 0,005 h$
Präboreal	1000 m	$t = 6,9 - 0,005 h$
Jüngere Dryaszeit	700 m	$t = 5,5 - 0,005 h$
Allerödzeit	1050 m	$t = 7,2 - 0,005 h$
Ältere Dryaszeit	250 m	$t = 3,2 - 0,005 h$

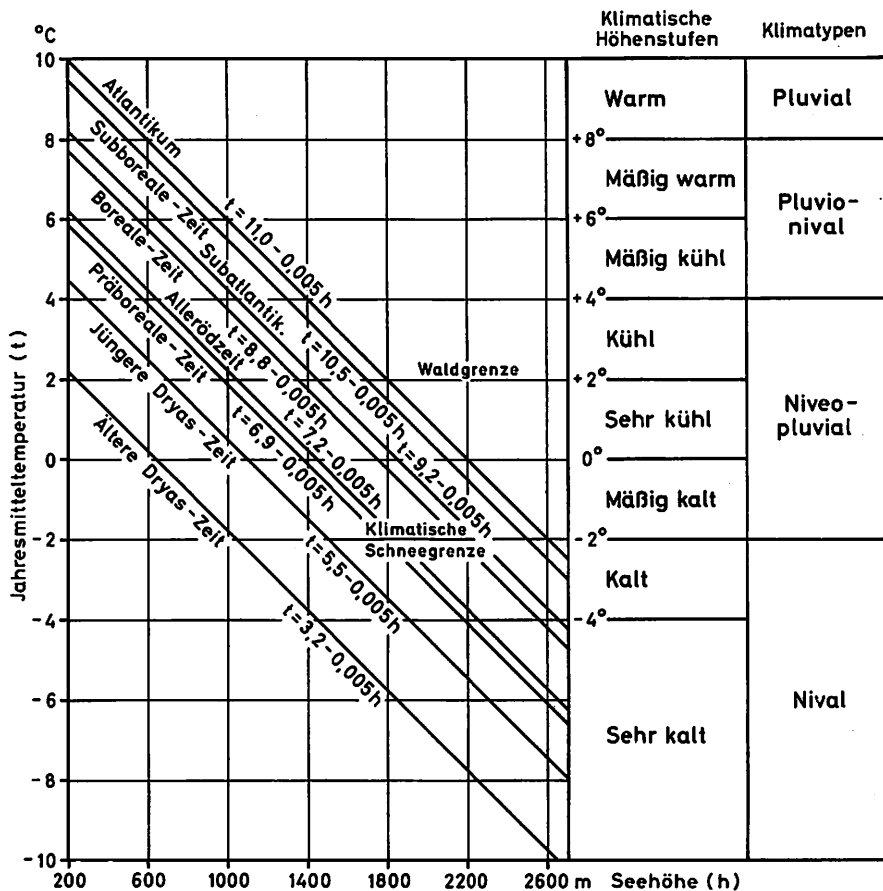


Abb. 2: Zusammenhang zwischen der Seehöhe, der Jahresmitteltemperatur und den klimatischen Höhenstufen in den einzelnen Perioden des Spätglazials und des Postglazials in den Westkarpaten

ändert; in diesem Profil gibt es die bereits erwähnten sechs klimatischen Höhenstufen: Mäßig warme, Mäßig kühle, Kühle, Sehr kühle, Mäßig kalte und Kalte —, die den drei Klimatypen angehören: Pluvio-nival (Jahresmitteltemperatur $> +4^{\circ}$), Niveo-pluvial (Jahresmitteltemperatur von $+4$ bis -2°) und Nival (Jahresmitteltemperatur $< -2^{\circ}$). Die obere Waldgrenze befindet sich in der Meereshöhe von rund 1500 m und die klimatische Schneegrenze (die mit der Jahresmitteltemperatur -2° in enger Beziehung steht) in einer Höhe von 2250 m. Die Grenzen dieser Klimastufen wurden nach den Jahresmitteltemperaturen: $+8$, 6 , 4 , 2 , 0 , -2 und -4°C unterschieden; demnach herrschen dort solche Klimabedingungen, welche diesen Jahrestemperaturen entsprechen. Die Regressionsgleichungen aus der Tabelle 1 ermöglichen ausführliche Angaben darüber.

In den einzelnen Perioden des späten Pleistozän und des Holozän befanden sich dieselben Jahresmitteltemperaturen in den Westkarpaten in anderen Seehöhen. Darum änderte sich die Anzahl der Klimastufen, und die Grenzen zwischen bestimmten Klimastufen lagen in verschiedenen Höhen. In verschiedenen Zeitabschnitten herrschten somit die gleichen Klimabedingungen in anderen Teilen des vertikalen Profils der Westkarpaten.

In der Älteren Dryaszeit waren die Klimabedingungen nicht so stark differenziert: im vertikalen Profil der Westkarpaten bildeten sich nur vier Klimastufen aus (Sehr kühle, Mäßig kalte, Kalte und Sehr kalte). Die untere Grenze der Sehr kühlen Klimastufe (obere Waldgrenze) war damals bis 250 m und die untere Grenze der Kalten Klimastufe (die klimatische Schneegrenze) bis 1050 m Seehöhe heruntergestiegen. Gegensätzlich dazu waren die Klimabedingungen im Atlantikum, in welchem die Warme Klimastufe (Jahresmitteltemperatur $> + 8^{\circ}$) bis 600 m Seehöhe und die Mäßig kalte Klimastufe bis auf die höchsten Gipfel der Tatra anstieg.

Aus Abb. 2 und Tabelle 3 kann man die Höhen ablesen, in denen sich bestimmte Jahresmitteltemperaturen in den einzelnen Abschnitten des Spät- und Postglazials befanden, und auf Grund dieser Angaben kann man dann aus den Regressionsgleichungen (Tab. 1) die klimatischen Bedingungen jeder einzelnen Stelle im vertikalen Profil der Westkarpaten und ihres Vorlandes für die einzelnen Perioden errechnen. Auf diese Weise ist ein ausführliches und wahrscheinliches Bild der zeitlichen und räumlichen klimatischen Differenzierung der Westkarpaten (und Südpolens) zu gewinnen.

Aus den Ausführungen kann man schließen, daß eine Verknüpfung der festgestellten quantitativen Abhängigkeiten, die für die Differenzierung der heutigen Klimaverhältnisse im vertikalen Profil der Westkarpaten und für ihren Einfluß auf die Pflanzenwelt verantwortlich sind, mit den paläobotanischen Tatsachen die Möglichkeit bietet, einen Schlüssel für die Rekonstruktion des Klimas in den Westkarpaten und in Südpolen für etwa dreißigtausend Jahre der Erdgeschichte zu gewinnen.

Es ist selbstverständlich, daß der auf solchem Wege rekonstruierte Ablauf der Klimaverhältnisse der Westkarpaten keine kurzfristigen periodischen Schwankungen oder Abweichungen des Klimas erfassen kann. Diese dürften nur mit einer Analyse homogenisierter Reihen von Instrumenten-Beobachtungen zu erkennen sein. Auf Grund einer Temperaturreihe von Kraków wurde der Ablauf der Jahres- und Monatstemperaturen für die letzten 185 Jahre in Südpolen untersucht (6).

Tabelle 3: Die klimatischen Höhenstufen in den Westkarpaten von der Älteren Dryaszeit bis zur Gegenwart

Klimatypen	Klimatische Höhenstufen	Jahresmitteltemperatur	Höhe über dem Meer in Metern							
			Ältere Dryaszeit	Allerödzeit	Jüngere Dryaszeit	Präboreal	Boreal	Atlantikum	Subboreal	Subatlantikum
Pluvial	Warme	> 8 °C						< 600	< 500	
Pluvionival	Mässig warme	von 8° bis 6°					von 200 bis 600	von 600 bis 1000	von 500 bis 900	von 250 bis 650
	Mässig kühle	von 6° bis 4°		von 250 bis 650	< 300	von 200 bis 600	von 600 bis 1000	von 1000 bis 1400	von 900 bis 1300	von 650 bis 1050
Niveopluvial	Kühle Waldgrenze	von 4° bis 2°		von 650 bis 1050	von 300 bis 700	von 600 bis 1000	von 1000 bis 1400	von 1400 bis 1800	von 1300 bis 1700	von 1050 bis 1500
	Sehr kühle	von 2° bis 0°	von 250 bis 650	von 1050 bis 1450	von 700 bis 1100	von 1000 bis 1400	von 1400 bis 1800	von 1800 bis 2200	von 1700 bis 2100	von 1500 bis 1850
Klimatische Schneegrenze	Mässig kalte	von 0° bis -2°	von 650 bis 1050	von 1450 bis 1850	von 1100 bis 1500	von 1400 bis 1800	von 1800 bis 2200	von 2200 bis 2600	von 2100 bis 2500	von 1850 bis 2250
	Kalte	von -2° bis -4°	von 1050 bis 1450	von 1850 bis 2250	von 1500 bis 1900	von 1800 bis 2200	von 2200 bis 2600	>2600	> 2500	von 2250 bis 2650
Nival	Sehr kalte	< -4°	>1450	>2250	>1900	>2200	>2600	>2600	>2500	

SUMMARY

Having at his disposal very rich numeral material from various climatological stations, lying in the vertical profile of the Carpathians, the author states that the dependencies between a great many climatic elements are linear. On this principle he constructs some dozens of equations (Table 1), which make it possible to calculate the annual and month values of a large number of climatic elements on the basis of the known annual mean temperature. These correlations, valid for Central Europe, do not fall in value for a wide range of humidity of climate, because in the vertical profile of the Carpathians the rainfall/evaporation ratio changes tenfold and these correlations refer to the whole vertical profile of the Carpathians. Since in the late glacial and Holocene the fundamental climate-forming (palaeogeography, atmospheric circulation) in Central Europe do not differ much from the present ones, the same correlations, in all probability, existed in those periods. The author (2,3) has found that the upper timber line in the Western Carpathians is associated with the annual isotherm of $+2^{\circ}\text{C}$. He also supposes that this correlation existed in the late glacial and Holocene. Moreover, the author claims that the correlation between altitude above sea level and mean annual temperature is linear (vertical gradient equal to $0,5^{\circ}\text{C}$ per 100 m) and he is of the opinion that such a dependence existed also in the late glacial and Holocene. Knowing the position of the upper timber line in various periods of those times and taking into consideration its dependence upon the annual temperature, he determines the relations between the altitude and the annual mean temperature in these periods (Table 2 and Fig. 2).

In the contemporary period the annual mean temperature varies from $+8^{\circ}$ to -4° in the vertical profile of southern Poland, within which there are six climatic zones (Fig. 1). The boundaries of these climatic zones, to which the boundaries of the vegetable zones correspond, have been marked out on the basis of the annual mean temperatures: $+8$, 6 , 4 , 2 , 0 , -2 , -4° , and thus the climatic conditions in them are such that these annual mean temperatures are their result (Table 1).

In particular periods of the late glacial and Holocene the same annual mean temperatures occurred at varying altitudes in southern Poland (Table 2 and Fig. 2) and, therefore, the number of the climatic zones as well as their position relative to the sea-level changed. The climate of each point of the vertical profile of the Western Carpathians and southern Poland at any time from the late glacial till the present can be determined in detail on the basis of the data from Tables 1 and 2.

In the author's opinion, the association of the rules controlling the differentiation of the modern climate in the Western Carpathians and its influence upon the vegetable cover with the palaeobotanic facts enable us to obtain the key to a likely and informative image of the climate of southern Poland in the period from the late glacial till the present.

LITERATUR

1. HESS, M.: Um eine ausführliche Klassifikation der kalten Klimate in vergletscherten Gebirgen. Report of the VIth International Congress on Quaternary, Warsaw 1961, Vol. II, Paleoclimatological Section, Łódź 1964.
2. HESS, M.: Pietra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich (Sum. Vertical climatic zones in the Polish Western Carpathians). Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Jagiellońskiego, Prace Geograficzne, z. 11, Kraków 1965.
3. HESS, M.: Versuch der Unterscheidung und Charakteristik der klimatischen Höhenstufen am Beispiel der polnischen Westkarpaten. Pet. Mitt, Bd. 111, H. 1, Gotha 1967.
4. HESS, M.: Methode der Unterscheidung und Charakteristik der klimatischen Höhenstufen am Beispiel der Ostalpen, Westkarpaten und Sudeten. 9. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie in Brig und Zermatt 14.-17. Sept. 1966. Veröffentlichungen der Schweiz. Meteorol. Zentralanstalt Nr. 4, Zürich 1967.
5. HESS, M.: Wpływ lodowców górskich na klimat na przykładzie lodowca Fedchenki w Pamirze (Sum. The influence of mountain glaciers on the climate with the Fedchenko Glacier in Pamir as example). Przegląd Geograficzny, t. XXXIX, z. 4, Warszawa 1967.
6. HESS, M.: O stosunkach termicznych Krakowa (1780-1963) (Sum. On thermal conditions of Cracow 1780-1963). Przegląd Geofizyczny, R. XII (XX), z. 3-4, Warszawa 1967.

7. HESS, M. : A new method of determining climatic conditions in mountain regions (with the Western Carpathians as example). *Geographia Polonica*, Vol. 13, Warszawa 1968.
8. HESS, M. : Próba rekonstrukcji klimatu w holocenie na terenie Polski południowej (Sum. A trial of reconstruction of the climate in the Holocene of southern Poland). *Folia Quaternaria*, Vol. 29, Kraków 1968.
9. HUMBOLDT, A. v. : Über die Hauptursachen der Temperaturverschiedenheit auf dem Erdkörper. Berlin 1827.
10. KNOCH, K. und SCHULZE A. : Methoden der Klimaklassifikation. *Pet. Mitt. , Erg. H. 249*, Gotha 1952.
11. LAUER, W. : Klimatische und pflanzengeographische Grundzüge Zentralamerikas. *Erdkunde*, Bd. 13, H. 4, Bonn 1959.
12. RUDLOFF, H. v. : Die Schwankungen und Pendelungen des Klimas in Europa seit dem Beginn der regelmäßigen Instrumenten-Beobachtungen (1670). Braunschweig-Warszawa 1967.
13. SCHNEIDER-CARIUS, K. : Klimazonen und Vegetationsgürtel in tropischen Gebirgen. *Erdkunde*, Bd. 2, Bonn 1948.
14. SCHWEINFURTH, U. : Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya. *Bonner Geogr. Abh. , H. 20*, Bonn 1957.
15. ŚRODON, A. : Zarys historycznego rozwoju szaty roślinnej Polski w późnym glacialu i post-glacialu. In: *Szata roślinna Polski*, T. 1, Warszawa 1959.
16. TROLL, C. : Die Klimate der Hochgebirge. *Ber. d. Dt. Wetterd. i. d. US-Zone*, Nr. 31, Bad Kissingen 1951.
17. TROLL, C. : Die Klimatypen an der Schneegrenze. *Actes du IV. Congres International du Quaternaire, Rome-Pise, Aout-Septembre 1953*, Instituto Italiano di Paleontologia Umana-Roma 1955.
18. TROLL, C. : Die tropischen Gebirge. Ihre dreidimensionale klimatische und pflanzengeographische Zonierung. *Bonner Geogr. Abh. ,H. 25*, Bonn 1959.
19. TROLL, C. : Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. *Die Naturwissenschaften*, 48 Jg. , H. 9, Berlin u. Göttingen 1961.
20. TROLL, C. : Die dreidimensionale Landschaftsgliederung der Erde. In: *Hermann-von-Wissmann-Festschrift*, Tübingen 1962.
21. TROLL, C. : Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. *Erdkunde*, Bd. 18, H. 1, Bonn 1964.
22. WISSMANN, H. v. : Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten. *Erdkunde*, Bd. 15, H. 1, Bonn 1961.

OBSERVATIONS ON THE DISTRIBUTION OF ERICACEAE IN AFRICA

With 2 figures

E. M. VAN ZINDEREN BAKKER

Ericaceae is one of the larger families of flowering plants which according to different enumerations comprises 60 to 82 genera and 1500 to more than 2500 species. The heath family is cosmopolitan in character and is remarkable in that practically all its species show a certain trend of ecological adaptation. All the species are woody and most are restricted to acid soil, while they are usually found in cool and temperate conditions where sufficient seasonal rainfall is available. These requirements are probably very important in connection with the dependence of the *Ericaceae* on fungi for germination and growth. In Africa the family shows a very interesting pattern of distribution which can only be satisfactorily interpreted in its three dimensional shape. This approach to plant geography has been well described by Professor CARL TROLL in his many valuable contributions to our knowledge of the mountain vegetation of the world. The same principle will be applied to this family in Africa as it presents on this continent an interesting example of the historic, climatic and orographic influences which have given the area of distribution its present three dimensional shape.

A diagram of the vertical distribution of the *Ericaceae* in Africa could be drawn using hundreds of data which were kindly made available by the herbaria of Kew, Kitwe, Lushoto, Nairobi and Pretoria.

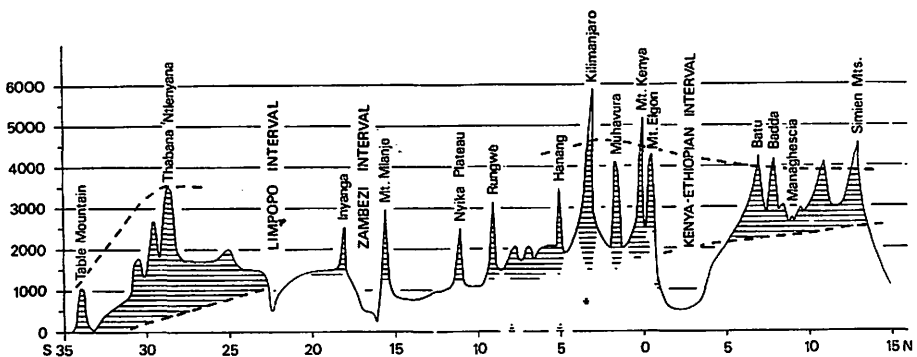


Fig. 1: The altitudinal distribution of *Ericaceae* from the Cape to Ethiopia

The main trends of the distribution in Africa

The *Ericaceae* can be divided into five sub-families: the *Arbutoideae*, *Vacciniaceae*, *Ericoideae*, *Epacridaceae* and *Rhododendroideae*, the last two of which are absent from Africa. The species *Ficalhoa laurifolia* Hiern is not included in the family as this relict species, which is wide spread in Africa is more closely related to *Theaceae* (ROBSON, 1962). The most important sub-family in Africa is the *Ericoideae* with some 850 species, which are distributed over Africa, the Malagasy Islands, Europe and the most western part of Asia, with an enormous preponderance south of the Tropic of Capricorn.

The area of distribution of the *Ericaceae* in Africa can be divided into the following regions (Fig. 1, 2):

1. Mediterranean region

The Mediterranean region is closely connected to the European range of the family. This extensive area stretches from Madeira in the West to Turkey and Crete in the East and in meridional direction from Scandinavia to the North African coast. It comprises 21 species, of which one in the Mediterranean area is *Erica arborea* L. The North African species are found in those coast areas which receive sufficient rain in winter. In the mountains, such as the Moyen Atlas, the Saharian Atlas and the Algerian Aurès Mountains, *Ericaceae* are present only in some localities on the northern, cooler and more humid aspects. This is exactly the same situation as is found at the southern end of the continent where the mountain localities are facing in the opposite direction.

2. The region between latitudes 35 and 40° N

The extensive area of North and West Africa roughly between 35 and 40° N is very poor in species of *Ericaceae* which have been recorded here from very isolated localities. The following taxa have been found in this area:

Agauria salicifolia (Comm. ex Lam.) Hook. f. ex Oliv., in Ethiopia as far north as 7° N and on the Cameroons Mt.

Blaeria guguënsis Pic. Ser. et Hein., endemic in Ethiopia.

B. mannii (Engl.) Engl., Clarence Peak on Fernando Po, Cameroons Mountain.

B. spicata Hochst, ex A. Rich., Djebel Marra in Darfur and Ethiopia.

B. tenuipilosa Engl., Cameroons Mountain and Ethiopia.

Erica arborea L., Tibesti Mountain, Imatong Mountains, Ethiopia, Eritrea, Somaliland.

Philippia abyssinica Pic. Ser. et Hein., endemic in Ethiopia (Arussi) at 7° N.

Ph. mannii (Hook. f.) Alm. et Th. Fries Jr., Cameroons Mountain.

Ph. thomensis Henriques, Sao Thomé island. (ENGLER, 1909; PICHI-SERMOLLI et al., 1953; EXELL, 1953).

HEDBERG (1957) discussed the problem that the species *B. guguënsis*, *B. spicata* and *B. tenuipilosa* have not been distinguished with certainty from *B. filago* (p. 308).

Ericaceae are most numerous in this region in the mountains of Ethiopia where especially the tree heath, *Erica arborea*, occurs wide spread. The writer found

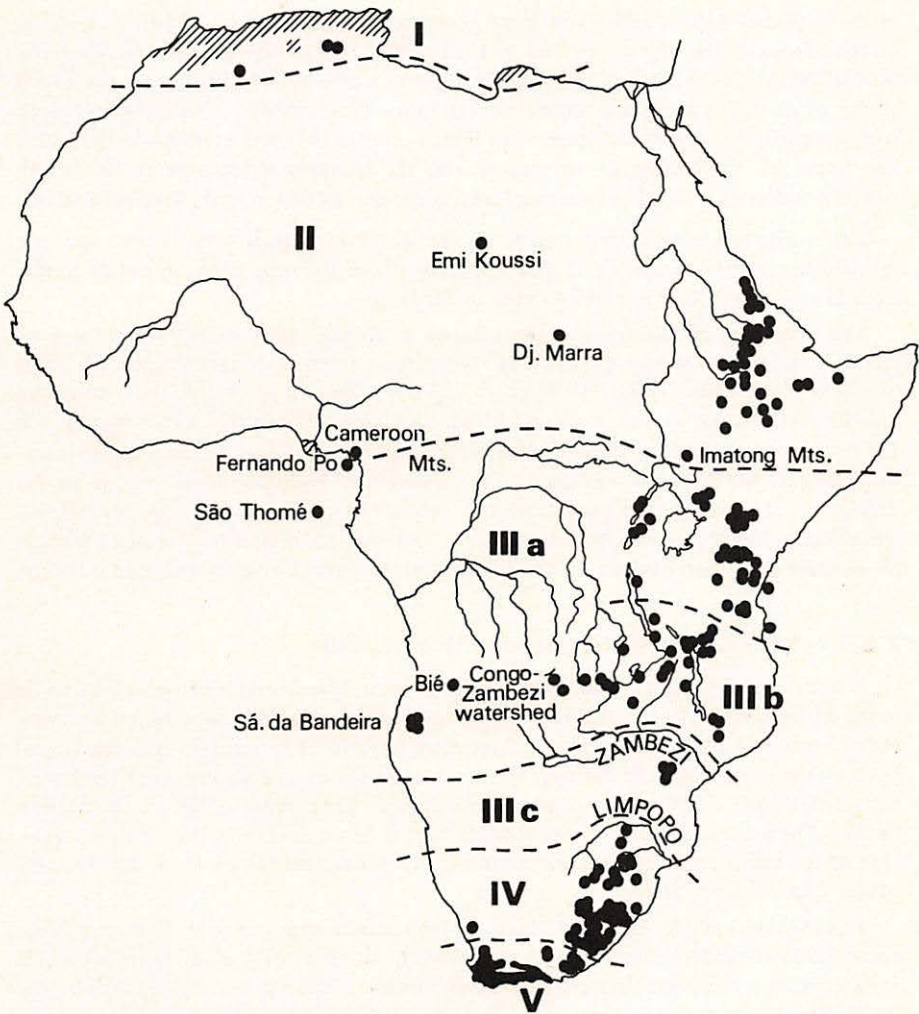


Fig. 2: The regions of the distribution of *Ericaceae* in Africa

the species very abundant on Managhescia, the Amara Mountain and the Wonchi and Zoqala volcanoes at about 2,500 m altitude. It forms a dense *Ericaceae* belt above the *Hagenia* tree line especially on the Wonchi crater.

This species also occurs south of the desert-like region which separates Ethiopia and Kenya and is found wide spread on all the high East African mountains as far south as 5°S. Remarkable isolated habitats of *Ericaceae* are those on Emi Koussi (the highest part of the Tibesti Mountain) on the Imatong Mountains, Djebel Marra, Fernando Po and the Cameroons Mountain. Especially *Erica arborea* has a very disjunct area. The locality of this tree heath on Emi Koussi has been studied by BRUNEAU DE MIRÉ and QUÉZEL. A great number

of these plants 6-9 m high grow here, between the altitudes of 2,500 and 3,000 m on the slopes of the dry wadis, but in 1958 only three young plants were observed by BRUNEAU DE MIRÉ. The rainfall here is a few hundred mm and the cloud cover is as much as three tenths per annum. The nearest localities in North Africa are distant 2,000 km from Emi Koussi, while the next stations to the south are found on the Ethiopian volcanoes and the Imatong Mountains in the south eastern Sudan at 4°N. The Imatong Mountains are 2,500 km from the Emi Koussi.

The occurrence of *Blaeria spicata* on the 3,071 m high Djebel Marra is very interesting as this locality is 1,500 km away from the only other locality in the high mountains of Semien and Arussi in Ethiopia.

The presence of *Ericaceae* on the islands S. Thomé, Fernando Po and the isolated Cameroons Mountain is very important from a biogeographical point of view (ENGLER, 1909; RICHARDS, 1963). One species of the subgenus *Blaeriastrum*, *Blaeria mannii* occurs at high altitudes on both these mountains. On the Cameroons Mountain *Agauria salicifolia* forms strong trees in the highest montane forest, while *Blaeria tenuipilosa*, *B. mannii* and *Philippia mannii* occur in the uppermost forest of this mountain and extend above the forest into the alpine grassland. On the Pico (2,024 m) of S. Thomé an endemic species *Philippia thomensis* Henriques occurs in the highest mist-forest region (EXELL, 1953).

3 a. Tropical region between 4°N and 6°S

A number of species belonging to the genera *Blaeria* and *Philippia* are to be found at high altitudes on the East African mountains along the eastern and western branches of the Rift valley. A certain degree of endemism has developed here as some species and subspecies are found only on one mountain at the equator (HEDBERG, 1957) while others have spread over practically all the higher peaks. The genus *Blaeria* is interesting in that it has a centre in this tropical section of its range, while a second centre is found in the districts in the vicinity of the Cape of Good Hope.

The *Ericaceae* of the tropical East African mountains grow at altitudes from about 2,300 (occasionally 1,550 m) to 3,650 m. In several cases their potential area covers a considerable part of the mountain slopes and ranges from below the montane forest to far above the tree line. In the belt where the forest is predominant they cannot, under natural conditions compete with the dense growth of trees. As soon as the forest is thinned out *Ericaceae* often establish themselves in the glades. This phenomenon can be seen on many sites on Kilimanjaro where large stands of tall *Erica arborea* have taken over, probably after human interference with the forest. Above the forest the *Ericaceae* can, however, grow more abundantly and here they form an important constituent of the vegetation belt named after them. In this belt, where the *Ericaceae* reach their maximum distribution, the humidity can be fairly high. Mist may occur on many days and rainfall is often fairly high (150-180 cm on the east side of Mt. Kenya), but during the day the strong insolation can cause very dry conditions. At night the temperature can drop below freezing-point, although the real diurnal frost-thaw climate occurs at higher altitudes in the real afroalpine belt. Too little physiological work has been done on *Ericaceae* to know whether the microphyllous xeromorphic

leaves are an adaptation to the changes in humidity or temperature which are often abrupt.

The species occurring in the region of the Gulf of Guinea show affinities with the former region as well as with region no. 3 (*A. salicifolia*, *B. tenuipilosa* (?), *Ph. mannii*) and these isolated areas can therefore also be considered to belong to this tropical region.

An interesting extension of the range of these *Ericaceae* of the tropical mountains is the occurrence of *Blaeria sphagnicola* Sleumer in the Pare Mountains and *Philippia usambarensis* Alm. et T. C. E. Fries in the Usambaras. More remarkable, however, is the fact that the endemic species *Philippia mafiensis* Engl. grows practically at sea level on the tropical islands Mafia and Pemba, off the east coast. WALTER (1964) remarks that edaphic conditions here are apparently favourable for this species as it is found in acid, leached sandy soil with a podsol profile (p. 100). ENGLER (1909) reports that the species grows profusely in habitats with stagnant water.

3 b. The regions between the plateau of Tanzania and the Zambezi valley

A number of species extend their range from the tropical section beyond the plateau of Tanzania as far south as the northern end of Lake Malawi. Among these species are: *Erica kingaensis* Engl., *E. whyteana* Britton ssp. *princeana* (Eng.) Hedb., *Philippia excelsa* Alm. & Th. Fr. jr, while a very limited endemism has developed on these isolated high mountains.

Still other species have a much wider range and go further south: for example *Ph. pallidiflora* Engl., *Ph. benguelensis* (Welw. ex Engl.) Britt, *Agauria salicifolia* (Comm. ex Lam.) Hook. f. ex Oliv. and *Blaeria kiwuensis* Engl., the last two of which reach as far south as the Zambezi valley. At this southern end of the range several endemic species with a very restricted area occur. It is noticeable that the plateau of Tanzania is inhospitable to *Ericaceae*, but as soon as the altitude exceeds 2,000 m and soil conditions are favourable *Ericaceae*, especially *Philippia benguelensis* and *Ph. pallidiflora* are found in local stands.

Another interesting point in the distribution of the *Ericaceae* is that they are also found along the Congo-Zambezi watershed and that they occur on the high ground of the Plateau of Bié and near Sá da Bandeira in Angola above altitudes of 1,800 m (between 12 and 15°S). *Philippia benguelensis* and *Agauria salicifolia*, which seem to have comparatively wide ecological amplitudes, occur here along streams. *Blaeria bugonii* Engl. and *B. setulosa* Welw. ex Engl. are also recorded from boggy swamps and swampy thickets on the high ground near Sá da Bandeira (ENGLER, 1909).

3 c. The region between the Zambezi and Limpopo valleys (16 to 22°S)

In the eastern border mountains of Rhodesia a number of so-called Cape elements occur at altitudes of 1,200 to 2,100 m. *Erica wildii* Brenan comes down to much lower level and has even been found at about 500 m (WILD, 1963/64, p. 147). In the Chimanimani Mountains 6 species of *Erica*, 3 *Philippia* and 1 *Blaeria* have been recorded (GOODIER and PHIPPS, 1960/61). The mountain area of

eastern Rhodesia may have been isolated for a considerable time, but the high degree of endemism can well have been caused here by edaphic isolation on strongly leached quartzite soil. (WILD, 1963/64, 1968) *Erica* seems to have a high rate of speciation here and the three endemic species of this genus which have developed seem to be related to species of Natal and the Cape. The *Philippia* species also show relationships with other areas. *Ph. mammii* is also recorded from much lower latitudes (eg. Cameroons Mountain) and *Ph. simii* S. Moore occurs also in the Transvaal (VERDOORN, 1954).

4. The mountain region of the Transvaal, Natal and Lesotho (about 22-32°S)

The Limpopo valley has for a long time been a very effective barrier to the migration of flora and fauna and this fact is clearly demonstrated in the case of the *Ericaceae*. As many as 56 species occur in this section south of this limit of which only *Philippia simii* extends its range northwards across it. These species grow widely distributed in the mountain chains of the high eastern escarpment but have also spread further inland into favourable habitats. It is remarkable that some species are adapted to severe mountain conditions and are found on the highest peaks (Thabana Ntlenyana, 3,484 m), while others come down to much lower levels. In this section there exists a very distinct correlation between the lower altitudinal limit of the distribution and the latitude. At 23°S the lower altitudinal limit is 1,000 m while, with a few exceptions, this limit comes gradually down to sea level near 32°S.

The majority of the species in this area grows, however, in the mountains where the ecological conditions are entirely different from those on the tropical mountains. The montane forest belt and the austro-afroalpine belt above it have a seasonal climate with considerable diurnal differences in temperature at higher altitudes and generally high humidity.

5. The Cape coast region (approximately between 32° and 35°S)

The greatest concentration of *Ericaceae*, especially of species of *Erica*, is found in this southern part of the Cape Province of the Republic of South Africa where according to BAKER and OLIVER (1967) about 827 species occur. In the very small area of the Cape Peninsula of only 190 square miles, as many as 118 species are concentrated (SALTER, 1950), of which 25 species are endemic (BAKER and OLIVER, 1967). The *Ericaceae* take third place in number of endemic species represented in this floral paradise.

The only *Erica* which is found throughout the whole range south of the Limpopo valley as far as the south western Cape is *E. cerinthoides*.

The most south westerly part of this area around Cape Town, receives its rain in winter, while further east the rainfall is more evenly distributed throughout the year. The temperature at the coast is fairly even, but further inland, especially during dry summers, the heat may be considerable. In the mountains *Ericaceae* can be found flowering in the snow (*Erica nervata*, BAKER and OLIVER, 1967). The distribution of the *Ericaceae* in this area along the coast gives a good picture of the ecological requirements of the species. Fairly close to the coast they grow on lowlands which receive a relatively high rainfall. Further inland,

where the climate is drier, the *Ericas* are confined to the south facing slopes of the mountains, where the further they are away from the coast the higher the altitude at which they grow.

Discussion

The distribution of the African *Ericaceae* poses many difficult and interesting problems. Although the family is in need of a taxonomic revision the overall picture of its range leads to the following inferences:

The *Ericaceae* are not found in the warm, arid and semi-arid climates. They occur down to sea level at both ends of the continent at the same latitude, where they grow under practically identical conditions of a Mediterranean climate. In the tropical regions they are concentrated in the montane and high altitudinal ericaceous vegetation belts where conditions are cool or the temperature is low, at least during the night. The aridity is never severe as the atmospheric moisture keeps the general humidity high. The *Ericaceae* in Africa cannot be treated as an ecological entity but their distribution shows that they occur in these different habitats where the rainfall is adequate though varied in pattern. They can, therefore, be considered as plants with a microthermic sub-humid physioecology. Similar patterns are very well known from the Americas and from the biogeographic position of Indonesia where they have been studied by C. G. G. J. VAN STEENIS. The ecological requirements of the *Ericaceae* are primarily responsible for the three dimensional picture of their distribution in Africa.

The evolution of the *Ericaceae*, especially of the subfamily *Ericoideae*, and their means of dispersal have, however, had a dominating influence on the number of species present in the various sections described previously. In Africa the *Ericoideae* are generally linked with the Flora Capensis and the argument about the northern or southern origin of this flora is still continuing.

The pattern of the *Ericoideae* in Africa points to an origin in the pre-Cape Flora which is supposed to have existed in the vast area of Central and East Africa. This hypothesis has been discussed by H. WILD (1968) for other elements of this flora. In the *Ericoideae* a certain degree of speciation has taken place on the various mountains of this region, probably depending on the geological age of these elevated parts and on the degree of isolation. A taxonomic revision of the species concerned may show that many of these only have the sub-species rank and that others will have to be sunk as independent taxa. Such minor centres of speciation exist in the mountain areas of Ethiopia, East Africa, the Rungwe area, Mlanje and especially in eastern Rhodesia. Genera like *Blaeria*, *Philippia* and *Erica* could have existed in this extensive region from where they spread in northern and southern directions. The Mediterranean elements were afterwards cut off by the desert conditions in the Sahara, while the Cape elements were isolated by the wide and dry Limpopo valley. The southern taxa initiated an explosive speciation in the Cape coast area. These evolutionary problems could possibly be solved in future by cytotaxonomic research.

Climatic conditions during the Tertiary and the Quaternary must have had an important influence on the distribution of the species. It has been established that during the Quaternary changes in temperature and humidity have been wide

spread in Africa. Research on the tropical East African mountains has shown that during the Mount Kenya Hypothermal Period, which was coeval with the last severely cold phase of the Würm, the vegetation belts were lowered by about 1,000 m (J. A. COETZEE, 1967). Such changes, together with changes in humidity, which cannot at present be assessed for the various regions, will have made it possible for *Ericaceae* to migrate extensively in many elevated areas between the dry Limpopo valley and the Sudan. East African species could have reached the Cameroons Mountains along the corridor of high ground on the northern rim of the Congo basin. The island Fernando Po was connected with the mainland during the glacial regression of the sea so that even this route was open for certain elements. Some species could have reached the highlands of Angola in westerly direction along the Zambezi-Congo watershed. The amplitude of the Quaternary climatic variations was, however, not sufficient to make the Sahara, the northern Kenya desert or the Limpopo valley passable for montane element such as the *Ericoideae*. Similar patterns of distribution are known for the sections *Leiocephalae* and *Cristatae* of *Protea*, many species of montane plants, such as *Calpurnia aurea* (Ait.) Benth. (BRUMMIT, 1967), butterflies, and the birds of the temperate forests of Africa (VAN ZINDEREN BAKKER Sr, 1969).

Acknowledgements

The author wishes to express his gratitude to the directors of the herbaria of Kew, Kitwe, Lushoto, Nairobi and Pretoria for providing a wealth of information on the altitudinal distribution of *Ericaceae* in Africa.

LITERATURE

- BAKER, H. A. & OLIVER, E. G. H., (Oliver, Ed.) 1967: *Ericas* in Southern Africa, Purnell, Cape Town. Johannesburg.
- BRUMMIT, R. K., 1967: *Calpurnia aurea* (Ait.) Benth., A Cape species in tropical Africa and Southern India, *Kirkia*, 6 (1), 123-132.
- COETZEE, J. A., 1967: Pollen analytical studies in East and Southern Africa, in: *Palaeoecology of Africa*, III, Balkema, Cape Town, 146 p.
- ENGLER, A., 1909: *Ericaceae africanae*, *Bot. Jb.*, 43, 363-370.
- HIERN, W. P., 1898: *Catalogue of Welwitsch's African Plants*, Longman & Co., London, 1 (3).
- EXELL, A. W., 1953: The vegetation of the islands of the Gulf of Guinea, *Lejeunia*, 16, 57-66.
- GOODIER, R., & PHIPPS, J. B., 1960/61: A revised check-list of the vascular plants of the Chimanimani Mountains, *Kirkia*, 1, 44-67.
- HEDBERG, O., 1957: Afroalpine vascular plants, *Symb. bot. upsal.*, 15 (1), 411 p., 12 pl.
- PICHI-SERMOLLI, R., & HEININGER, H., 1953: *Adambatio Florae Aethiopiae*, *Webbia*, 9, 8, 48.
- RICHARDS, 1963: Ecological notes on West African vegetation, III The upland forests of Cameroons Mountain, *J. Ecol.*, 51 (3), 529-554.
- ROBSON, N. K. B., 1962: The taxonomic position of *Ficalhoa laurifolia* Hiern., *C. R. IV Réunion. A. E. F. A. T.*, Lisboa, 299-308.
- SALTERN, T. M., 1950: *Ericaceae*, in: *Flora of the Cape Peninsula*, (R. S. Adamson and T. M. Salter, Eds.), Juta & Co., Cape Town.
- van ZINDEREN BAKKER, Sr, E. M., 1969: Biogeography, in: *Palaeoecology of Africa*, IV, Balkema, Cape Town, chapter 6. (in the press).
- VERDOORN, I. C., 1954: The Transvaal *Ericaceae*, *J. S. A. Bot.*, 30 (3), 91-115.

- WALTER, H., 1964: Die Vegetation der Erde usw., I Die tropischen und subtropischen Zonen, Gustav Fischer, Stuttgart, p. 100.
- WILD, H., 1963/64: The endemic species of the Chimanimani Mountains and their significance, *Kirkia*, 4, 125-157.
- WILD, H., 1968: Phytogeography of South Central Africa, *Kirkia*, 6 (2), 197-222.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Verbreitung von Ericaceae in Afrika wird in dreidimensionaler Sicht diskutiert. Die Familie zeigt ein mikrothermisches Verbreitungsmuster, das an die ökologischen Bedingungen eines kühlen Klimas mit genügend Feuchtigkeit gebunden ist. Fünf geographische Regionen können unterschieden werden. Der entwicklungsmäßige Trend deutet auf einen Ursprung in zentral- und ostafrikanischen Gebieten mit einem begrenzten Grad der Artenbildung in verschiedenen Gebirgsgebieten; das Kapgebiet zeigt einen großen Artenreichtum. Klimaschwankungen, die während des Quartärs auftraten, erlaubten einigen Arten, Wanderungen entlang höher gelegener Gebiete auf dem Kontinent vorzunehmen, doch reichen sie nicht aus, eine Wanderung durch äußerst aride Bereiche zu erklären.

DIE ERFORSCHUNG EINER ENTFERNTEN „WALDINSEL“ IN DER GROSSLAND-TUNDRA

A. I. TOLMATCHEV

Es ist schon lange bekannt, daß die Grenze zwischen Wald und Tundra keine einfache, zusammenhängende Linie darstellt. In einer (ca. 20 bis 100 km) breiten Übergangszone — der sog. Waldtundra — wechseln die von Wald und Tundra eingenommenen Areale einander ab; beim Vordringen nach Norden verliert sich der Anteil der Waldungen mehr und mehr, schließlich verschwinden Waldungen vollkommen. Außerhalb der Waldtundrazone kommen bisweilen in geschützten Lagen noch einzelne verkrüppelte Bäume vor. Es gibt aber auch Stellen, wo mitten in der Tundra in bedeutender Entfernung von der Übergangszone kleine zusammenhängende Waldungen existieren, die als „Waldinseln“ oder „Inselwälder“ bezeichnet werden. Durch mehrere Zehner von Kilometern waldlosen Raumes isoliert, stellen diese Waldinseln eine sonderbare Erscheinung dar. Ihre Existenz beweist sicher, daß die Lebensbedingungen an bestimmten Stellen der Tundrazone für das Gedeihen einer Baumvegetation gerade noch ausreichen. Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkt aber ist diese einfache ökologische Erläuterung ungenügend. Die Frage über die Entstehungsweise und -zeit solcher Waldinseln, ebenso wie die der gegenseitigen Beziehungen zwischen Tundra und Wald in Raum und Zeit, bleibt ungelöst.

Viele Forscher haben seit langem bemerkt, daß inmitten der Tundrazone in manchen Gegenden verschiedene „Spuren“ einer einst weiteren Ausdehnung der Waldvegetation zu beobachten sind. Es sind nämlich die Baumstümpfe, die sich mit Sicherheit *in situ* befinden und die als unmittelbare Reste einstiger Waldbestände anzusehen sind, die relativ mächtigen subfossilen Torflager, das Vorhandensein vieler Pflanzenarten, die genetisch mit den Bedingungen des Nadelwaldes verbunden sind und kaum als ursprüngliche Glieder irgendeiner Tundra-Pflanzengemeinschaft zu betrachten sind, usw. — Die Tatsache, daß vor noch nicht allzu langer Zeit die nördliche Waldgrenze in einer höheren Breite lag als heute, ist kaum zu bestreiten. Bedeutet es aber — wie mehrere Forscher (so TANFILJEV, GRIGORJEV, GORODKOV u. a.) bewiesen zu haben glaubten —, daß das Rückweichen der Wälder und ein Vordringen der Tundra nach Süden auch heute fort dauert? Oder entwickeln sich vielleicht die gegenseitigen Beziehungen zwischen Wald und Tundra jetzt in umgekehrter Richtung und — wenn es so ist — können die äußersten Vorposten des Waldes inmitten der Tundra — wenigstens teilweise — als Zeugen für ein Vordringen der Wälder nach Norden angesehen werden? In den neueren Arbeiten von ANDREJEV und von TICHOMIROV wird der Standpunkt vertreten, daß die Epoche des Rückzuges der Wälder vorüber ist und heute eine allgemeine Tendenz zur „Bewaldung der Tundra“ festzustellen ist.

Für die Klärung der oben aufgeworfenen Fragen ist das Studium der äußersten Waldvorkommen mitten in der Tundra von hervorragender Bedeutung, vor allem in den Fällen, wo das isolierte Vorkommen des Waldes möglicherweise auf Widersprüche zwischen der ökologischen und entwicklungsgeschichtlichen Deutung hinweist.

Ein in dieser Hinsicht interessantes Forschungsobjekt stellt die „Waldinsel“

am Fluß Móre-jú (=Chaipudyra der älteren Karten; Hábidepádara nach SCHRENK) im Nordosten der Großland-Tundra (1) dar. Im Juli 1967 hatte ich die Gelegenheit, diesen am weitesten nach Norden vorspringenden „Waldflecken“ des europäischen Nordostens meines Landes zu besuchen. Es ist die Waldinsel, die von A. SCHRENK 1837 während seiner berühmten Reise zum arktischen Uralgebirge entdeckt, aber weder von ihm noch von einem späteren Reisenden erforscht worden war. In seinem 1848 veröffentlichten Tagebuch teilt SCHRENK (unt. d. 15. Juli) mit: „In seinem obern Laufe trägt er (der Fluß Hábidepádara. — A. T.) eine krüppelige Tannenwaldung, die gegenwärtig stark ausgehauen ist; und hier auch findet sich auf einer freien Anhöhe einer der gemeinschaftlichen Begräbnisplätze der Samojeden . . . Die gedachte Waldung an der Habidepadara führt den gleichen Namen, von welchem auch die Benennung des Flusses herrührt; denn das Wort bedeutet in der Sprache so viel als Sündenwald, d. i. heiliger Wald, ein Wald der ohne Not zu betreten sündlich ist.“ Auf der Rückreise teilt SCHRENK weiter mit (unt. d. 20. August): „Meine Samojeden wiesen mir in der Entfernung auf einen Waldsaum, der gegen die Quellgegend der Habidepadara hin erblickt wurde; es war jene Waldoase, die im Großland der Samojeden . . . am höchsten gegen den Norden hinaufreicht . . . verküppelte Tannen bilden die ausschließlich darin vorkommende Baumart, darunter Wacholdergesträuch sich einfindet“ (s. SCHRENK 1848, S. 314, 315, 511).

Das Wesen des Móre-jú-Waldes als eines „verbotenen Bezirkes“ besagt wohl, daß SCHRENK die Waldungen nur aus der Ferne beobachtet konnte und daß auch in unserem Jahrhundert die Forscher, die entlang den traditionellen Wanderwegen der Renttierzüchter der Großlandtundra durchstreiften, keine Gelegenheit hatten, die Angaben SCHRENKs über die Waldinsel zu ergänzen. Für die Erhaltung der Waldinsel in ihrem ursprünglichen Zustand war aber ihre Isolierung in irgendeiner Weise seitens des Menschen sicher günstig. Unser Besuch des Mittellaufes des Móre-jú konnte mit Hilfe des heute im Norden gebräuchlich gewordenen Hubschraubers verwirklicht werden.

In seinem Mittellauf fließt der More-ju (= Hajodepadara = Habidepadara) in ost-westlicher Richtung, unter annähernd 67° 50' n. Br., in einem etwa 1 km breiten Tal, das ein Tundra-Plateau von ca. 100–120 m ü. M. (ca. 50–60 m über dem Flußbett) zerteilt. Das Plateau ist durch sandige Ablagerungen einer (interglazialen?) Meerestransgression gebildet, aus deren Material auch der größte Anteil der rezenten Alluvionen des More-ju besteht. Das Vorherrschen der sandigen Sedimente ist von großer pflanzenökologischer Bedeutung: das Auftauen des Bodens geht schnell vor sich, und auf den Terrassen des More-ju war der Boden schon in der ersten Hälfte des Juli bis in eine Tiefe von 1,2–1,5 m, an einzelnen Stellen sogar bis 2,4 m aufgetaut. Die relative Tiefe des Tales bewirkt auch eine fühlbare Milderung der über die Tundra wehenden Winde. Nach dem Aussehen der Vegetation (vor allem der Bäume) scheint es aber, daß die Gegend um den More-ju im Vergleich mit den dem Uralgebirge näher gelegenen Teilen der Großland-Tundra (z. B. Umgebungen von Workuta) weniger windig sein muß.

Die Waldinsel selbst stellt keine zusammenhängende Waldfläche dar. Sie wird von kleinen aber dichten Baumgruppen und ausgedehnteren, meistens entlang des

(1) Großland-Tundra (russisch „Bolschesemélskaja Tundra“), in botanischen Werken „Terra magna samojedorum“, ist die Benennung des waldlosen Raumes zwischen dem Unterlauf des Petschora und dem Uralgebirge.

Terrassensaumes sich erstreckenden Beständen, die miteinander nicht eng verbunden sind, gebildet. Im ganzen ist die teilweise bewaldete Fläche am More-ju etwa 12 km lang (von E nach W) und bis 2 km breit; dabei bedecken die Waldungen außer dem Tal selbst auch z. T. die naheliegenden, gegen Süden geneigten Abhänge. Alle Bestände werden von dicht aneinander stehenden Fichten (*Picea obovata*) gebildet. Daneben wächst oft die nur teilweise baumförmig ausgebildete Birke (*Betula tortuosa*). Baumartig entwickelt sich auch die meistens abgesondert wachsende Weide (*Salix dasyclados*). Auf trockenem sandigem Boden befinden sich oft neben den Fichtenwäldungen Bestände von niedrigwüchsigem Wachholder (*Juniperus sibirica*).

In unmittelbarer Nachbarschaft der Waldungen kommen ziemlich hochwüchsigere Strauchbestände vor, v. a. aus *Salix lanata*, *S. glauca*, *S. hastata*, *S. phylicifolia*. Am Flußufer wächst massenhaft *Salix viminalis*, allerdings nur als Strauch. Die Zwergbirke (*Betula nana*) kommt in der Niederung fast überall äußerst häufig vor. Von anderen Sträuchern, die in der Nähe der Fichtenbestände zu finden sind, seien noch *Ribes rubrum* und *Lonicera coerulea* genannt.

Was die Fichten selbst betrifft, so ist ihr Aussehen ziemlich verschiedenartig. Im Tal des More-ju haben viele ausgewachsene Bäume eine Höhe von 6-7-8 Meter. Aber auch 10-12 m hohe Bäume sind nicht selten. Die maximale Höhe der Fichte erreicht hier ca. 14 (15?) m. Die Baumkronen sind meistens symmetrisch ausgebildet. 2-3gipfelige Bäume kommen sehr oft vor. Viel verkrüppelter sehen die Fichten auf den Abhängen außerhalb des Tales selbst aus. Das Alter der Bäume ist sehr verschieden. Es gibt große 200-250jährige Bäume, jedoch die Mehrzahl der bestandbildenden Exemplare ist jünger. Ein 11,5 m hoher Baum, 21,9-22,9 cm ϕ , war 127 Jahre alt: sicherlich ein Zeugnis der nicht allzu ungünstigen Wachstumsbedingungen! Im Alter von 55-60 Jahren erreichen die Fichten im Tal 4,5-5 m Höhe, bei 8 cm ϕ .

Dem Beobachter fällt besonders der Reichtum der Waldungen an jüngeren, verschiedenaltigen Bäumen auf, die meistens am Rande der durch ältere Bäume gebildeten Gruppen wachsen. Auch die Menge der Zapfen deutet auf befriedigende Existenzbedingungen. Obwohl klein (meistens nur bis 5 cm lang), sind die Zapfen zahlreich, und die sog. Saatjahre wiederholen sich nicht allzu selten. 1966 und 1967 waren z. B. Saatjahre.

Die unteren Vegetationsschichten der Fichtenbestände sind oft schwach entwickelt, was in Verbindung mit der großen Dichte der Baumschicht stehen dürfte. Unter dichtesten Beständen fehlen Pflanzen völlig, und der Boden ist nur von abgefallenen Nadeln bedeckt.

An nicht so stark beschatteten Stellen kommen am häufigsten *Equisetum pratense*, *Moehringia lateriflora*, *Moneses uniflora* vor. Als charakteristische Taiga-Pflanzen seien noch *Trientalis europaea* und *Ramischia secunda* genannt. Beachtenswert ist, daß *Vaccinium myrtillus* — eine auf Tundra-Abhängen häufige Pflanze — hier am More-ju nicht als Begleiter der Fichte zu beobachten ist. Die Moosdecke ist unter Fichtenbeständen sehr schwach ausgebildet oder fehlt vollkommen.

Ogleich die Waldungen am More-ju, die dazu nur auf begrenztem Terrain zu finden sind, nicht nur ein gesundes Aussehen, sondern auch eine bestimmte Ähnlichkeit mit den Taiga-Pflanzengesellschaften aufweisen, ist die Tundra-Vegetation und -Flora der Umgegend des More-ju ausgeprägt arktisch. Im ganzen

haben wir (meine Mitarbeiterin S. A. TOKARÉVSKICH und ich) 208 Arten von Gefäßpflanzen gesammelt (2), was für ein derart kleines (ca. 15x5 km) Gebiet in entsprechender Breite im Nordosten Europas in etwa zu erwarten war. Im Vergleich mit der bedeutend reicheren Flora der südlicher gelegenen Workuta (ca. 67 1/2° n. Br.) sieht die Flora des More-ju arktischer aus. Es fehlen hier nämlich boreale Arten wie *Equisetum silvaticum*, *Pyrola minor*, *Linnaea borealis*, *Filipendula ulmaria*, *Spiraea media*, *Rosa acicularis* u. a. Beachtenswert ist aber das Vorkommen von *Ramischia secunda* und *Moneses uniflora* am More-ju, die nicht nur in der Umgebung von Workuta, sondern auch in den meisten Waldungen der Waldtundrazone fehlen.

Das allgemeine Aussehen der Vegetation am More-ju (abgesehen von den Fichtenbeständen) entspricht der Lage der Gegend in nahezu 68° n. Br. In der Niederung kommen vor allem Strauchformationen vor; sie werden von *Betula nana* mit einer Beimischung von *Salix glauca* gebildet; hier ist der Moostepppich gut entwickelt und dykotile Stauden, Seggen u. a. sind mäßig vertreten. Auf dem Tundra-Plateau gedeiht an feuchteren Stellen eine Moos- und Zwergstrauchtundra mit einer kriechenden Form von *Betula nana*, *Ledum decumbens*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*, Büscheln von *Eriophorum vaginatum* usw. Trockeneren Boden bedeckt oft *Dryas octopetala*, entweder in Gesellschaft mit verschiedenen Zwergsträuchern (*Empetrum hermaphroditum*, *Salix nummularia*, *Diapensia lapponica* u. a.) oder mit grell blühenden Stauden wie *Astragalus alpinus* (s. l.), *A. frigidus*, *Hedysarum (obscurum ssp.) arcticum*, *Valeriana capitata* u. a. Das Vorherrschen der arktischen und arкто-alpinen Arten ist hier ganz deutlich ausgeprägt. Nur auf Abhängen, die im Winter eine mächtige Schneebedeckung tragen, und an etwas niedriger gelegenen versumpften Stellen der Tundra gedeihen außer den Graspflanzen hochwüchsige Sträucher, vor allem *Salix lanata*, *S. phylicifolia*, *S. lapponum*. An den drainierten Abhängen befinden sich neben dem Gestrüpp von *Salix lanata* wiesenähnliche Pflanzengesellschaften; hier herrschen *Equisetum arvense*, *Ranunculus glabriusculus*, *Trollius europaeus*, *Polygonum bistorta*, *Geranium albiflorum* u. a. vor.

Im ganzen betrachtet entspricht die Vegetation der Umgebung des More-ju erwartungsgemäß der Vegetation der Unterzone der Tundrazone, die sich in diesen nördlichen Gebieten durch das Vorherrschen der Strauchformationen auszeichnet. Mit der Vegetation der Waldtundrazone besteht kaum eine bedeutende Ähnlichkeit. Und in einem gewissen Widerspruch dazu findet man im Tal des More-ju und auf den randlichen Hängen nicht nur vereinzelte Vertreter der borealen Baumvegetation, sondern ganze Waldungen mit gesunden, gut entwickelten Bäumen mit Zügen einer aktiven Verjüngung des Baumwuchses, d. h. in einem relativ prosperierenden Zustand. Diese Waldungen wachsen in einer Entfernung von nahezu hundert Kilometer von der eigentlichen Übergangszone zwischen Tundra und Wald!

Welche Schlußfolgerungen können wir aus allen aufgeführten floristischen und vegetationsgeographischen Data ziehen? Dürfen wir die More-ju-Waldungen als Überbleibsel der in der Vergangenheit viel weiter nördlich als heute verbreiteten Wälder oder als eine progressive Neubildung betrachten?

(2) Eine vollkommene Florenliste - s. TOLMATCHEV u. TOKAREVSKICH. 1968

Es gibt keinen Zweifel, daß Fichtenwäldungen am More-ju bereits lange vor SCHRENKs Reise existierten, denn bestimmte, mit ihrem Auftreten verbundene Traditionen lassen sich aus früheren Zeiten bis in das 19. Jahrhundert hinein verfolgen. Vom rein floristischen Standpunkt aus kann die Ansiedlung der Fichte am More-ju kaum durch das „sprunghafte“ Überwinden eines großen waldlosen Raumes vor sich gehen. Ebenso unwahrscheinlich ist es, daß eine Reihe anderer Taigapflanzen ebenfalls zufälligerweise an dieselbe entfernte Stelle der Tundrazone eingeschleppt worden sind. Besonders bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das Auftreten von *Ramischia secunda* und *Moneses uniflora* am More-ju, die in der Waldtundrazone oft fehlen. Diese Tatsachen sprechen dafür, daß das Entstehungsalter der More-ju-Waldinsel lange zurückliegen muß. Zur Zeit ihres Entstehens (wahrscheinlich die Epoche des sogenannten thermischen Optimums des Holozän) mußte die nördliche Waldgrenze in einer höheren Breite als heute liegen, und die Vegetationsverhältnisse am More-ju mußten mit denen, die heute zwischen dem Polar- und dem 67. Breitenkreis vorherrschen, vergleichbar sein.

In einem späteren Abschnitt des Holozän verschlechterten sich die klimatischen Bedingungen, so daß die Waldvegetation in den nördlichen Gebieten der Waldtundra zumeist abstarb und sich nur an einzelnen Stellen mit optimalen lokalen Bedingungen auf kleinem Raum erhalten konnte. Es war die Zeit des bedeutenden Vorrückens der Tundra, des Eindringens arktischer Arten in den Raum der einstigen Waldtundra, der progressiven Entwicklung arktischer Florenelemente im klimatisch gemäßigteren Teil der heutigen Tundrazone.

Für die Gegend am More-ju war es die Zeit, in der sich die Reste der Baumvegetation nur schwer behaupten konnten und in der die Vegetation mehr als heutzutage von arktischen Zügen geprägt war.

Die Dauer dieser Epoche bleibt vorläufig unbestimmt. Vielleicht währte sie nicht besonders lange, da andererseits die Wäldungen am More-ju unter den ungünstigen Existenzbedingungen kaum überlebt hätten.

Später kam eine erneute Änderung der klimatischen Verhältnisse, und nachdem die „Verbesserung der klimatischen Bedingungen“ ziemlich weit fortgeschritten war, begann die Vermehrung der Waldbäume ihr Absterben zu überwiegen. Das äußerst häufige Auftreten von relativ jungen Bäumen am More-ju bezeugt wohl eine Zunahme dieser „Verbesserung“ während der letzten hundert Jahre. Die Wäldungen am More-ju erhielten ihr prosperierendes Aussehen, erweiterten den von ihnen eingenommenen Raum (bis jetzt aber nur inmitten der Grenzen eines beschränkten Bezirkes); die Bestände gewannen an Dichte. Und da diese Änderungen ziemlich schnell vor sich gingen, hat die entsprechende Umwandlung der Tundravegetation noch nicht ein gleichwertiges Maß erreicht.

Die Waldinsel am More-ju scheint gleichermaßen einmal ein Relikt der ehemals nördlicheren Verbreitung der zusammenhängenden Waldvegetation und zum anderen eine heute sicherlich eine progressive Umwandlung erlebende, prosperierende Formation zu sein.

LITERATUR

- ANDREJEV, W. N. , 1956: Die Besiedlung der Tundra durch Wald in der Gegenwart. Rastitelnost Krajnogo Sewera i ejo oswojenje, I. , Moskau - Leningrad (russisch).
- SCHRENK, A. G. , 1848: Reise nach dem Nordosten des europäischen Rußlands, durch die Tundren der Samojeden, zum arktischen Uralgebirge. Erster Teil, Dorpat.
- TICHOMIROV, B. A. , 1941: Über die Dynamik der polaren und der vertikalen Waldgrenze in Eurasien. Sovetskaja Botanika, Nr. 5/6 (russisch).
- TICHOMIROV, B. A. , 1941: Über die Waldphase in der postglazialen Vegetationsgeschichte Nord Sibiriens und ihre Relikte in der heutigen Tundra. Materialy po istorii Florii i Rastitelnosti SSSR, I. , Moskau - Leningrad (russisch).
- TICHOMIROV, B. A. , 1962: Hauptetappen der Vegetationsentwicklung des Nordens der UdSSR in Verbindung mit klimatischen Änderungen und der Tätigkeit des Menschen. Bulletin Moskovskogo Obščestwa Ispytatelei Prirody, 77, I. (russisch).
- TOLMATCHEV, A. I. und TOKAREVSKICH, S. A. , 1968: Die Erforschung der Gegend der „Waldinsel“ am More-ju-Fluß in der Großland-Tundra. Botanicheski Journal, 53, Nr. 4 (russisch).

SUMMARY

Research into an isolated 'forest island' in the Great Tundra

North of the transition zone *per se* between taiga and tundra, the so-called 'forest tundra', a few isolated 'forest islands' occur in the middle of the tundra. These have been regarded by most researchers as the remnants of forest cover which once extended further to the north. One of the most isolated forest islands lies on the More-ju river in the east of the Great Tundra. It was discovered by A. SCHRENK in 1837 and investigated by the author in Summer 1967. The surrounding district has a pronounced arctic appearance and the relict nature of the pine woodlands is beyond doubt. They are, however, currently in a phase of progressive development, indicated by the healthy appearance of the trees and the presence of a vigorous aftergrowth. The observation that there is a tendency for woodland to readvance into the tundra stands in agreement with the opinions of other researchers.

GRUNDBESONDERHEITEN DER OBEREN WALDGRENZE UND DER VEGETATIONSSTUFEN IN DEN WESTKARPATEN UND IM FRANZÖSISCHEN TEIL DER ALPEN UND DER PYRENÄEN

Mit 3 Abbildungen, 4 Profilen und 5 Bildern

PAVOL PLESNIK

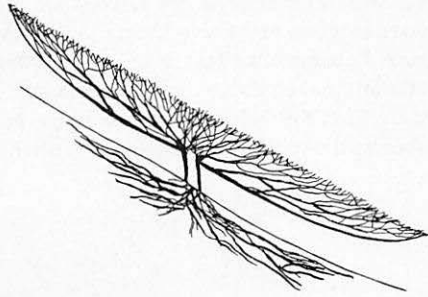
In dem vorliegenden Aufsatz werden Teile der Westalpen und der Pyrenäen mit den Westkarpaten verglichen, um einige allgemeinere Gesetzmäßigkeiten der oberen Waldgrenze und der Vegetationsstufen abzuleiten. Hinsichtlich der Definitionen, der Begriffe und der Methodik der oberen Waldgrenze wird auf bereits publizierte Arbeiten verwiesen; hier finden sich auch Ausführungen über die Höhe und andere Probleme der Waldgrenze in den Westkarpaten. Im Zusammenhang mit den Vegetationsstufen wird in diesem Aufsatz nur die Waldvegetation behandelt.

Zu den Faktoren, die die Höhe und den Gesamtcharakter der oberen Waldgrenze am stärksten beeinflussen, gehört das Makroklima. Die Höhe der oberen Waldgrenze hängt in unseren Breiten in erster Linie von den Temperaturverhältnissen während der Vegetationsperiode ab. Daher steigt die obere Waldgrenze in den Kontinentalgebieten viel höher als in Gegenden mit einem ozeanischen Klima. Zwar ist die Temperatur der gesamten Vegetationszeit für das Wachstum der Bäume entscheidend, doch kann man eine grobe Übereinstimmung zwischen den Waldgrenzen und dem Juliisothermenverlauf feststellen. Die obere sowie die polare Waldgrenze wird häufig mit der 10^o-Isotherme des wärmsten Monats verglichen (FRIES 1913, SVOBODA 1952 u. a.). Die 20^o - Juliisotherme, die die Slowakei quert, verläuft von der Nordwest- und Nordküste der Iberischen Halbinsel ± nordostwärts bis in die Gegend von Moskau.

Bei einem Vergleich zwischen zwei Gebirgen fällt es schwer, den Einfluß des Makroklimas auf die Höhe der oberen Waldgrenze abzuschätzen, weil mehrere Faktoren mitwirken (besonders stark die Höhe und die Massenerhebung des Gebirges). Doch es ist möglich, allgemeinere Beziehungen zwischen der Höhenlage der Waldgrenze und dem Klimacharakter zu beobachten.

Die Westkarpaten befinden sich in einem Übergangsbereich zwischen dem ozeanischen Klima einerseits und dem kontinentalen andererseits. In den Westkarpaten überschreitet die klimatische Waldgrenze kaum 1700 m (bei 1715 m befinden sich in der Hohen Tatra lichte gemischte Bestände (mit *Picea excelsa* und *Pinus cembra*). In den mehr kontinentalen Südkarpaten erreicht die klimatische Waldgrenze eine Höhe von 1850 m, obwohl der Retezat (2509 m) niedriger als die Hohe Tatra ist. Die größere Höhe der Waldgrenze in den Südkarpaten ist mehr durch die Kontinentalität des Klimas als durch die südlichere Lage des Retezats bedingt (PLESNIK 1966). Im Trnovský gozd (Jugoslawien) — in etwa gleicher Breitenlage wie der Retezat, aber unweit vom Adriatischen Meer — ist die obere Waldgrenze in einer Höhe von nur 1440 m (MELIK 1959) anzutreffen, d. h. nicht höher als in den niedrigeren Gebirgen der Westkarpaten (Vel'ká Fatra — die Große Fatra, das Choč Gebirge u. a.). Auch die geringere Höhe der oberen Waldgrenze in den westlichen Pyrenäen — im Vergleich zu den zentralen — ist hauptsächlich auf das ozeanische Klima zurückzuführen.

Abb. 1:
Tischform (Schema), hoch oberhalb der
oberen Baumgrenze. Belanertatra.



Vor allem vom Makroklima hängt auch die Verbreitung einiger Wuchsformen im Bereich der oberen Waldgrenze ab; die Wuchsformen spiegeln die besonderen klimatischen Bedingungen wieder. Es handelt sich hauptsächlich um die Tischformen (evtl. Wipfeltischformen), über deren Entstehung verschiedene Ansichten bestehen. Im folgenden sollen die eigenen Anschauungen zu diesen Wuchsformen dargelegt werden. Die Lebensbedingungen oberhalb der oberen Wald- und Baumgrenze sind besonders im Winter für die Gehölze sehr schwer. Die Triebe, die über die schützende Schneedecke emporragen, können völlig vernichtet werden. Die Zweige reichen nur in eine gewisse Höhe, wo sie plötzlich — wie abgeschnitten — enden. Nach dem Absterben der Gipfelästchen sprießen Seitenzweige empor, die aber oberhalb der Schneedecke verkümmern. Daher entsteht im obersten Teil der hier strauchartig ausgebildeten Baumarten ein System sehr dichter Zweige (Abb. 1). Diese Wuchsformen findet man weit oberhalb der oberen (und jenseits der polaren) Waldgrenze, wo für Gehölze über der Schneedecke unerträgliche Lebensbedingungen herrschen. Sie werden ihrer flachen Oberfläche wegen als Tischformen bezeichnet (Bild 1). Etwas näher an der obo-



Bild 1: Tischfichte, die die Höhe der Latschenbestände nicht überragt, oberhalb der klimatischen Baumgrenze, auf dem Velký Choč (Westkarpaten), in etwa 1 550 m ü. M.

ren Waldgrenze sind die Lebensbedingungen für eine Waldvegetation günstiger; dort sterben nicht alle über die Schneedecke ragenden Äste ab. Die ungünstigsten Lebensverhältnisse herrschen unmittelbar oberhalb der Schneedecke. Die Stämme haben daher nur Äste bis zur Höhe der winterlichen Schneedecke, darüber sind sie kahl; lebende Zweige befinden sich erst etwas höher (1,5–2,5 m oberhalb der Schneedecke) gewöhnlich am Gipfel des Stämmchens (Bild 2). Sol-



Bild 2: Wipfeltischformen. Kleine Fatra (Westkarpaten)

che und ähnliche Formen bezeichnet FRIES (1913) als Tischformen mit Büscheln („Tischbirken mit Büscheln“). In beiden Fällen handelt es sich um die gleichen Entstehungsprozesse, jedoch ist die Intensität einzelner Faktoren verschieden; beide Wuchsformen gehören zur Kategorie der Tischformen; zwischen ihnen gibt es mannigfaltige Übergänge. Nach BLÜTHGEN (1942, 1952) kann man die Tischformen mit dem Wipfel als Wipfeltischformen bezeichnen.

Die Ansichten zur Frage, welche Faktoren das Wachstum der Äste verhindern, gehen auseinander (HOLTMEIER 1968). Während viele Autoren im Wind und im Schneegebläse die Hauptfaktoren sehen, weisen andere (MICHAELIS 1934–1936, MÜLLER-STOLL 1952, TRANQUILLINI 1966 u. a.) auf die Bedeutung der Frosttrocknis (evtl. Frosttrockniskomplex) hin.

Im Gelände beobachteten wir einige Merkmale, die man durch Frosttrocknis nicht erklären kann:

Wären nämlich die Temperaturunterschiede — besonders eine intensivere Erwärmung der Zweige und Nadeln bei sonnigem Winterwetter — entscheidend,

so müßte die Exposition die Entwicklung der Tischform beeinflussen. Die Äste auf der Südseite der Krone müßten durch Frosttrocknis im allgemeinen stärker beschädigt sein als diejenigen auf der Nordseite. Dafür gab es im Gelände keine Anhaltspunkte. In den Anfangsstadien der Tischformenentwicklung beginnen die Äste auf der Luvseite abzusterben. Daher wird auch die Krone der Bäumchen oder Bäumchengruppen zuerst auf der Luvseite unmittelbar oberhalb der Schneedecke gelichtet.

Setzt man voraus, daß die Tischformen ein Ergebnis des Frosttrockniscomplexes darstellen, dann müßten die erwähnten Formen überall oberhalb einer gewissen vertikalen Linie verbreitet sein. Das können wir aber nicht bestätigen: Sie sind sehr selten oder fehlen völlig in einigen windgeschützten Lagen.

An den Luvabhängen der Westkarpaten kann man dort, wo die Waldgrenze durch anthropogene Faktoren stark herabgedrängt wurde, die Wipfeltischformen auf den Weiden bis zu 300 m und mehr unterhalb der klimatischen Waldgrenze finden, während sie in derselben Meereshöhe auf den Weideflächen im Walde nicht vorhanden sind. Wenn die Weiden aufgegeben werden, können sich die Tischformen zu großen Bäumen entwickeln. In den Westkarpaten gibt es im Bereich der oberen Waldgrenze hier und da alte Bäume (Alter bis 180 Jahre, Höhe 25 m, Stammdicke bis 60 cm), die an der Basis des Stammes dichte, trockene, manchmal abtrocknende Äste haben. Darüber ist der Stamm kahl, und die Krone beginnt ca. 2 m oberhalb der trockenen ebenerdigen Zweige. Diese Bäume befinden sich jetzt in geschlossenen Waldbeständen und sind von jüngeren Bäumen, deren Stammbasen kahl sind, umgeben. Weil diese Formen die früheren geographischen Bedingungen (Weide) widerspiegeln, haben wir sie als „fossile“ Tischformen bezeichnet (PLESNÍK 1957 und 1959, (Bild 3).



Bild 3: „Fossile“ Tischform. Diese Fichte befand sich einst als isoliertes Bäumchen auf einer Weide, so daß sie sich als Wipfeltischform entwickeln konnte. Weil sie die ehemaligen Lebensbedingungen (Weide) widerspiegelt, haben wir sie als eine „fossile“ Form bezeichnet (Hohe Tatra).

Der Frostrockniskomplex beeinflusst die Wachstumsbedingungen der Waldgehölze an der oberen Waldgrenze ungünstig. Aber die o. a. Beobachtungen bestätigen, daß das Zusammenwirken von Wind und Schnee das Wachstum der Waldgehölze oberhalb der oberen Waldgrenze sehr stark behindert. Besonders der Wind hat wesentlichen Anteil an der Gestaltung der Wipfeltischformen.

Die Tisch- und die Wipfeltischformen findet man in Gebieten, die Züge eines kontinentalen Klimas aufweisen. Schön ausgebildete Tischarven wachsen in den Zentralalpen; in der Hohen Tatra sind sie relativ selten oder die Tischform ist nur unvollkommen entwickelt. In den Westkarpaten sind die Tischfichten weit verbreitet und gut entwickelt (die Arve ist widerstandsfähiger als die Fichte). In den französischen Voralpen, einem Gebiet mit hohen Niederschlägen, trifft man die Tischfichten sehr selten an und außerdem sind ihre Formen nicht typisch ausgeprägt (Bild 4).



Bild 4: Die schlecht entwickelten Wipfeltischfichten auf dem Chamechaude (französische Voralpen)

Die Verbreitung der Tisch- und der anderen Wuchsformen hängt auch von lokalen klimatischen Bedingungen der Gebirge ab. So sind z. B. in der Hohen Tatra die Wipfeltischformen, die auf der Luvseite der Krone keine Äste tragen, sehr verbreitet. Die Krone oberhalb des gänzlich kahlen Stammabschnittes ist fahnenförmig, so daß diese Form eine Kombination der Tisch- und „Fahnenform“ darstellt (Bild 5), im Unterschied zu den echten Fahnenformen (PLESNIK 1959). In den niedrigeren Gebirgen der Westkarpaten sind die letztgenannten Formen im allgemeinen selten, sie kommen nur an den äußerst windexponierten Standorten vor. Die allgemeine Verbreitung dieser Formen in der Hohen Tatra hängt von der Häufigkeit der starken Winde, besonders der für die Hochgebirge mit



Bild 5: Eine Kombination der Tisch- und „Fahnenform“ (Hohe Tatra).

einem hohen und wenig zergliederten Hauptkamm charakteristischen Fallwinde ab.

Massenerhebung und Höhe eines Gebirges wirken indirekt auf die obere Waldgrenze. Der Zusammenhang zwischen der Massenerhebung und der oberen Waldgrenze ist sehr auffallend und wurde von den meisten älteren Autoren, die sich mit der oberen Waldgrenze in den Alpen und in den Karpaten beschäftigten, bemerkt (IMHOF 1900, DE QUERVAIN 1903, MAREK 1910, SCHRÖTER 1926, HOLLE 1909, SOKOLOWSKI 1928 u. a.); IMHOF, SOKOLOWSKI u. a. versuchten, den erwähnten Zusammenhang mit Hilfe der Konstruktion von Waldisohypsen auszuwerten. Eine andere Ansicht zu diesem Problem vertritt z. B. TOLLNER (1953).

Die obere Waldgrenze steigt in den Zentralalpen wesentlich höher als in den randlichen Bereichen. Auch in den Pyrenäen reicht der Baumwuchs in den zentralen Teilen am höchsten hinauf (bis zu 2700 m im Massiv Maladetta; GOSSEN 1926). Auf dem SW-Hang des Pic Orientaux de Font Nègre in den zentralen Pyrenäen haben wir eine baumartige, 5,1 m hohe Hakenkiefer (*Pinus mugo* ssp. *uncinata*) in 2632 m Höhe gefunden; auf dem Aumar in der Region Neouvielle erreicht ein lichter, aber noch geschlossener Föhrenwald (*Pinus uncinata*) eine Höhe von 2475 m.

In den Westkarpaten gibt es relativ große Höhenunterschiede im Verlauf der klimatischen Waldgrenze, was in erster Linie durch verschiedene Massenerhe-

bungen einzelner orographischer Einheiten des Gebirges verursacht wird. Die Malá Fatra (Kleine Fatra) und die Vysoké Tatry (Hohe Tatra) haben zwar eine ähnliche geographische Lage, doch unterscheiden sie sich in Höhe und Massenerhebung. Die Hohe Tatra ist ein relativ massives Gebirge mit der Gerlach-Spitze (2655 m) als höchstem Gipfel. Die klimatische Waldgrenze (Fichte — *Picea excelsa* und Arve — *Pinus cembra*) überschreitet kaum 1700 m (1715 m auf dem SW-Hang der Patria). Dagegen schwankt sie in der kleinen Fatra im Abschnitt Krivánska Malá Fatra — einem ziemlich schmalen, gedehnten und niedrigen (1709 m) Gebirge — zwischen ungefähr 1430 m auf Granit und 1450 m auf Kalkgestein.

Die floristische Zusammensetzung des Waldes ist an seiner oberen Grenze in den verschiedenen Gebirgen nicht einheitlich: In der Tatra reichen gemischte Fichten-Arvenbestände, in den anderen Gebirgen der Westkarpaten Fichten am höchsten hinauf. Die Arve als Urgehölz fehlt außerhalb der Tatra in den Westkarpaten. Hier und da steigen in der Tatra die einzelnen Fichten als Bäumchen und nicht von der Arve als schützendem Gehölz begleitet bis 1700 m empor; auf dem S-Hang der Ostrva (Hohe Tatra) kann man reine geschlossene Fichtenbestände in einer Höhe von 1670 m finden. Der durch unterschiedliche Massenerhebung und Höhe der einzelnen orographischen Einheiten bedingte Höhenunterschied der oberen Waldgrenze ist also in den Westkarpaten verhältnismäßig groß, nämlich fast 250 m.

In den erwähnten Gebirgen werden die Höhenunterschiede der oberen Waldgrenze besonders durch die Sommertemperaturen verursacht, was auch aus folgenden Angaben hervorgeht (Podnebí ČSSR, 1961):

Klimat. Station	Meereshöhe der klim. Station	Gebirge	Mittlere Temperatur		
			Juni	Juli	August
Babia hora	1616 m	Slov. Beskydy	7,5	9,6	9,0
Skalnaté pleso	1778 m	Hohe Tatra	7,7	9,8	9,5

Das Gebirge Slovenské Beskydy am Nordrand der Westkarpaten hat eine ähnliche geographische Lage und Massenerhebung sowie fast die gleiche Höhe wie die Kleine Fatra. Die Sommertemperaturen der Klimastation sind aber niedriger als diejenigen von Skalnaté pleso in der Hohen Tatra, die 162 m höher liegt.

Die O r o g r a p h i e eines Gebirges übt einen großen Einfluß auf die Vegetation aus. Randkämme fangen viele Niederschläge auf, so daß das Hochgebirgssinnere trockener zu werden pflegt. Diese Erscheinung wird durch große Massenerhebung und Meereshöhe noch verstärkt. Intensivere Insolation, Ausstrahlung, Verdunstung etc. verstärken dazu einige Klimamerkmale.

Während die Niederschläge in den französischen Voralpen sehr ergiebig sind, sind die inneren Alpentäler trocken: In den Voralpen beträgt in einer Höhe von 1000 m in Couvent de la Grande Chartreuse die jährliche Niederschlagsmenge 2500 mm (TONNEL, OZENDA 1964); in Modane im Tal Haute Maurienne (1060 m) fallen 639 mm und in Briançon (1300 m) nur 587 mm im Jahr (CADEL, GILOT 1963).

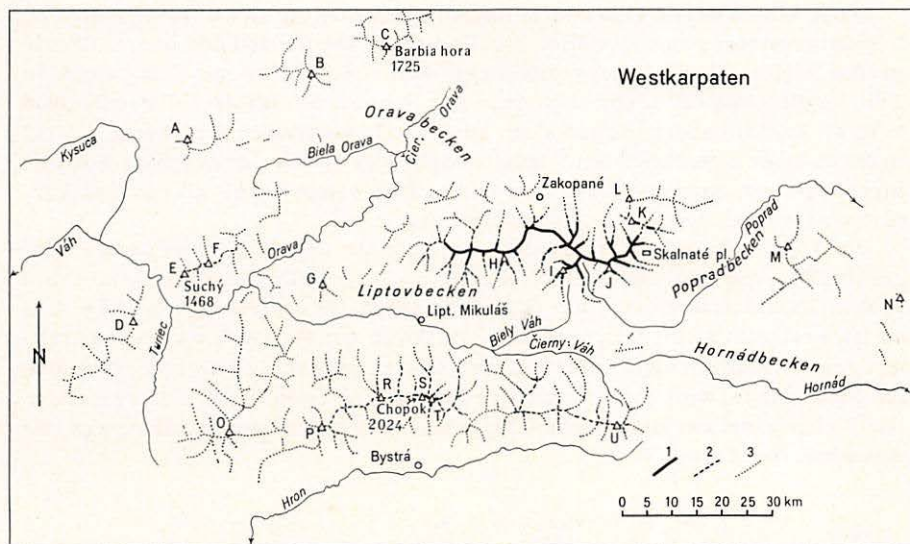


Abb. 2: Orientierungsskizze: Westkarpaten (Ausschnitt)

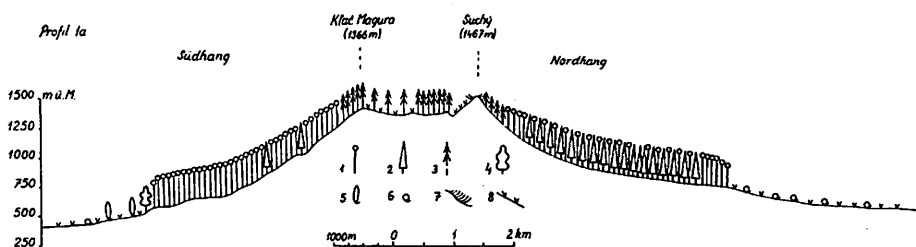
- 1 Bergkämme oberhalb 2 000 m ü. M.
- 2 Bergkämme zwischen 1 500 – 2 000 m ü. M.
- 3 Bergkämme zwischen 1 000 – 1 500 m ü. M.

Erklärung der Abkürzungen

Name des Berges	m ü. M.	Gebirge
A Babia hora	1 725	Slovenské (Slowakische) Beskydy
B Veľká Rača	1 236	
C Pilsko	1 557	
D Veľká lúka	1 476	Malá (Kleine) Fatra
E Suchý	1 468	
F Veľký Fatra Kriváň	1 709	Chočské pohorie (Chočgebirge)
G Veľký Choč	1 611	
H Bystrá	2 248	Západné Tatry (Westtatra)
I Kriváň	2 494	Vysoké Tatry (Hohe Tatra)
J Gerlach	2 655	
K Havran	2 154	Belanské Tatry (Belaner Tatra)
L Repisko	1 259	Spišská Magura
M Čierna hora	1 290	Levočské pohorie (Levočagebirge)
N Bachureň	1 082	Branisko
O Ostredok	1 592	Veľká (Große) Fatra
P Veľká Chochul'a	1 753	Nízke Tatry (Niedere Tatra)
R Chabenec	1 955	
S Čopok	2 024	
T Dumbier	2 043	
U Kráľova hoľa	1 948	

Diese klimatischen Besonderheiten spiegeln sich im Gesamtcharakter der Vegetationsdecke, einschließlich der Vegetationsstufen und der oberen Waldgrenze, wider. Große Unterschiede zwischen den Rändern und dem zentralen Teil der Hochgebirge zeigen sich nicht nur in einzelnen Waldgesellschaften und in ihrer Zusammensetzung, sondern auch in der vertikalen Anordnung, so daß man von einer eigentümlichen Vegetationsstufung, die für das gegebene Hochgebirge eigen ist, sprechen kann. Das läßt sich an einem Vergleich von Westkarpaten, Alpen und Pyrenäen gut demonstrieren.

Die Vegetationsstufen der niedrigeren Gebirge der Westkarpaten sind regelmäßig und gut ausgebildet (Profil 1a): Oberhalb der Eichenstufe mit Eichen-Hainbuchenwäldern, die durchschnittlich bis zu 500-550 m Höhe aufsteigt, erstreckt sich die Buchenstufe, die durch Tannen-Buchenwälder charakterisiert wird und in einer Höhe von etwa 1250 m aufhört. Die oberste Waldstufe, die Fichtenstufe, wird durch reine oder fast reine Fichtenbestände repräsentiert. Die Fichte bildet die klimatische Waldgrenze in den gesamten Westkarpaten mit Ausnahme der Tatra.



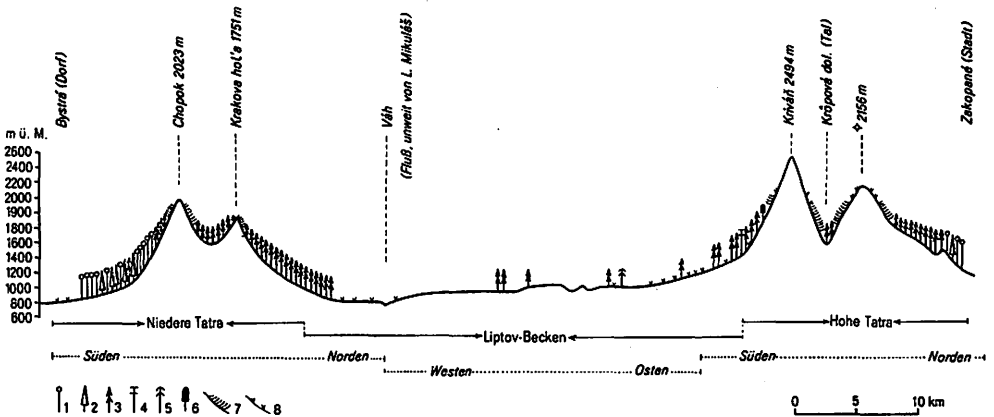
Profil 1a: Querprofil durch die Kleine Fatra (Westkarpaten).

- 1 Buche (*Fagus silvatica*)
- 2 Tanne (*Abies alba*)
- 3 Fichte (*Picea excelsa*)
- 4 Mesophile Eichen (*Quercus robur*, *Q. Petraea*)
- 5 Weiden mit zerstreuten Bäumen (oder Weidewald), am häufigsten mit Weißbirken (*Betula verrucosa*)
- 6 Weiden mit Gebüschern, am häufigsten mit Haselsträuchern (*Corylus avellana*)
- 7 Knieholzbestände (*Pinus mugo* TURRA)
- 8 Grasflächen, Weiden

In dem stärker gehobenen zentralen Teil der Westkarpaten, wie der West- und Belanertatra, der Hohen und Niederen Tatra und einigen Becken (Poprad-, Hornád- und Liptovbecken) ist das Klima schon etwas kontinentaler; hier fehlt die Buche (*Fagus silvatica*) ganz oder sie ist selten. Während die Tannen-Buchenwälder und Buchenwälder in der Kleinen und Großen (Velká) Fatra überall dominieren, ist die Buche im Popradbecken überhaupt nicht anzutreffen; das Becken ist mit 620 mm Niederschlag im Jahr (in Poprad) relativ trocken. Auch im Liptovbecken findet man die Buche sehr selten oder überhaupt nicht; in manchen Gegenden kommt sie nur auf Kalkuntergrund vor. In den letztgenannten Regionen ist auch die Tanne viel seltener.

Im Popradbecken und auf den angrenzenden Südhängen der Hohen und den Nordhängen der Niederen Tatra, wo die Buche fehlt und die Tanne selten ist, dominiert überall die Fichte, die von der oberen Waldgrenze bis in die Becken in Höhen von 700 m hinabsteigt (Profil 1b). Ist das Kronendach der Fichten einmal nicht geschlossen (Windbruch, Blockmeere u. a.) dann finden die lichtliebenden Pioniergehölze, wie *Larix decidua* (Lärche), *Betula pubescens* (Haarbirke), *Pinus silvestris* (Waldkiefer) u. a. genug Lebensraum.

Am oberen Saum der Fichtenwälder und darüber ist in der Hohen Tatra die Arve (*Pinus cembra*) verbreitet und bildet die klimatische Waldgrenze. Doch steigt die Fichte bis in die Region der oberen Waldgrenze und mischt sich mit der Arve.



Profil 1b; Profil durch die Hohe Tatra, durch das Liptovbecken und durch die Niedere Tatra (Westkarpaten)

- 1 Buche (*Fagus silvatica*)
- 2 Tanne (*Abies alba*)
- 3 Fichte (*Picea excelsa*)
- 4 Lärche (*Larix decidua*)
- 5 Waldkiefer (*Pinus silvestris*)
- 6 Arve (*Pinus cembra*)
- 7 Knieholzbestände
- 8 Grasflächen

Die Lärche ist auf den Südhängen der Tatra häufig; auf den Nordhängen dagegen ist sie sehr selten oder sie fehlt ganz; die am höchsten gelegenen Fichten-Arvenbestände erreicht sie im allgemeinen nicht. SOKOLOWSKI (1928) versuchte, eine Analogie zu den Verhältnissen der Alpen herzustellen; doch mit seiner Anschauung, daß nämlich die Lärche (mit der Arve) eine höhere Stufe oberhalb der Fichtenstufe bildet, sind wir nicht einverstanden. Hier und da kommt die Lärche zwar an der Waldgrenze vor, ähnlich wie die Birke, besonders dort, wo sich Blockmeere ausbreiten, denn hier kann die Lärche nicht von der Fichte verdrängt werden. Auf den entwaldeten Flächen steigt sie bis in die Becken herab, zuweilen findet man sie vereinzelt auf den Weiden oder sie bildet kleine Waldbestände und Baumgruppen.

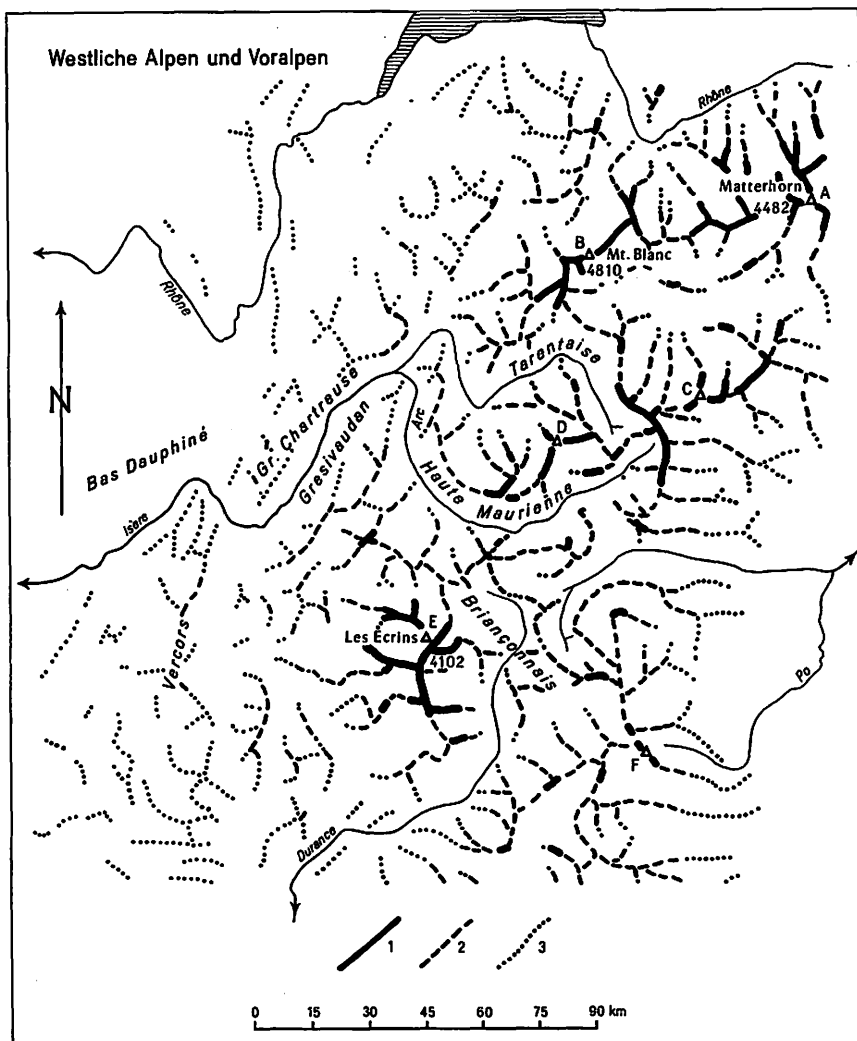


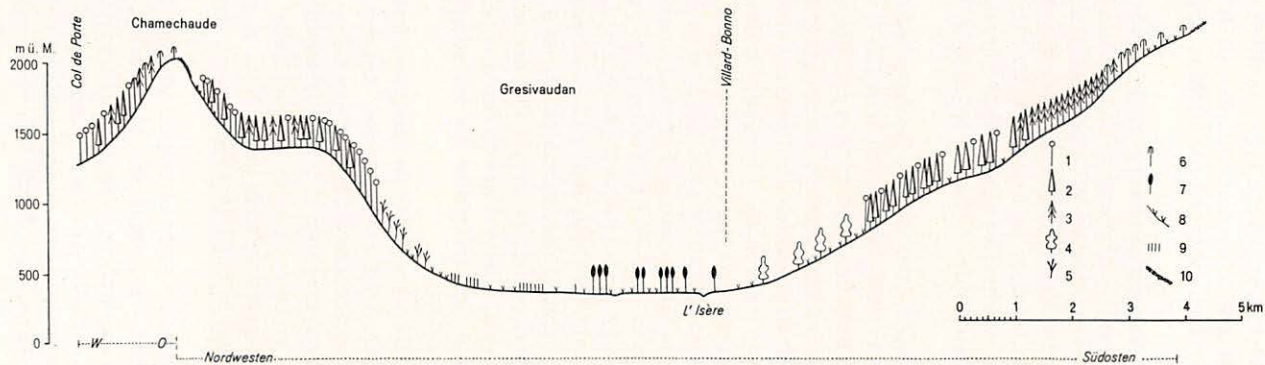
Abb. 3: Orientierungsskizze: Westliche Alpen und Voralpen (Ausschnitt)

- 1 Bergkämme oberhalb 3 000 m ü. M.
- 2 Bergkämme zwischen 2 000 – 3 000 m ü. M.
- 3 Bergkämme zwischen 1 000 – 2 000 m ü. M.

Erklärung der Abkürzungen

A Matterhorn	4 482 m	D Gde Casse	3 852 m
B Mont Blanc	4 810 m	E Les Ecrins	4 102 m
C Gran Paradiso	4 061 m	F M. Viso	3 841 m

Die Lärche verbreitet sich sehr leicht auf Flächen, die infolge Windbruchs entwaldet sind. Vornehmlich die Wälder der unteren Hangpartien der Süd- und Südosthänge der Hohen Tatra werden häufig durch Windbrüche betroffen, weil



Profil 2: Profil von den französischen Voralpen

(Chartreuse) in die Alpen

- 1 Buche (*Fagus silvatica*)
- 2 Tanne (*Abies alba*)
- 3 Fichte (*Picea excelsa*)
- 4 Mesophile Eichen (*Quercus robur*)
- 5 Flaumeiche (*Quercus pubescens*)
- 6 *Pinus uncinata*
- 7 Auenwälder
- 8 Grasflächen
- 9 Weingärten
- 10 Felsen

die dominierenden Nordwestwinde sehr oft als Fallwinde auftreten. Aber auch die Nordwinde richten in der Regel große Schäden an. Die Verbreitung der Lärche ist also teilweise dem Wind zuzuschreiben, weil er einerseits kalte Flächen schafft und andererseits die Fichte, einen starken Konkurrenten in den gemisch-

ten Fichten-Lärchenbeständen, vernichtet. Die Lärche ist wesentlich windresistenter als die Fichte. Auf den Windbruchflächen der südlichen Fußhänge der Hohen Tatra stehen oft vereinzelt Lärchen, während die Fichten entwurzelt worden sind.

In den Alpen sind die Klima- und Vegetationsunterschiede zwischen den Rand- und Zentralpartien größer als in den Westkarpaten. Das veranschaulicht Profil 2. Das Dauphiné (zwischen den französischen Voralpen und dem Rhône-tal südöstlich von Lyon) hat eine mesophile Waldvegetation, in der die mesophilen Eichen (mit *Quercus robur*) dominieren. Darüber befinden sich die Tannen-Buchenwälder, die in der Chartreuse sehr verbreitet sind. Die Fichtenstufe ist hier nicht klar entwickelt; die höchsten Gipfel (über 1800-1900 m) tragen *Pinus uncinata*.

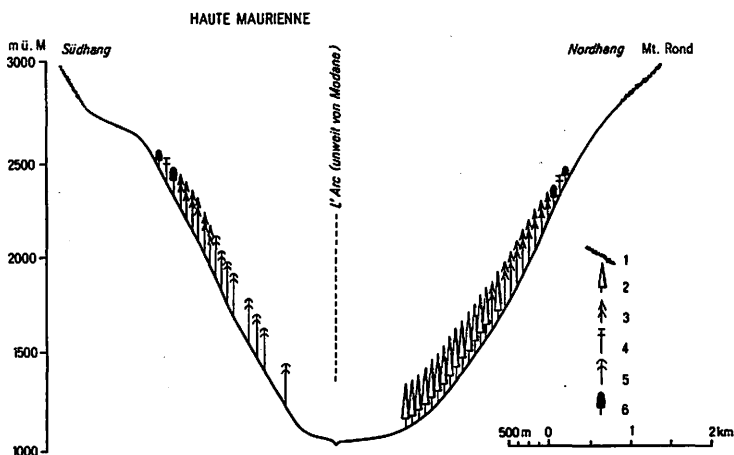
Auf den W-NW-Hängen der Chamechaude (2082 m), des höchsten Gipfels der Grande Chartreuse, findet man bis in 1600 m Höhe Tannen-Buchenwälder, ab und zu mit vereinzelt Fichten. Schon in einer Höhe von 1400-1500 m sind die Äste mit Flechten (*Usnea* u. a.) stark bedeckt, was auf eine größere Feuchtigkeit hinweist. Oberhalb der Tannen-Buchenbestände erstreckt sich ein lichter Waldbestand, der in seinem unteren Teil von der Fichte und von *Pinus uncinata*, in der Gipfelregion von *Pinus uncinata* allein zusammengesetzt wird. Auf den steilen, steinigen Südosthängen, die zum Tal Grésivaudan orientiert sind, befinden sich unterhalb der Buchenwälder weniger mesophile Eichengesellschaften mit der Flaumeiche (*Quercus pubescens*), die in Höhen von ca. 700-800 m, stellenweise von etwas über 1000 m an die Buchengesellschaften grenzen. Diese Beobachtung kann man häufig in Gebirgen machen, die vom Mittelmeerklima beeinflusst werden.

Auf der Talsohle, die jetzt bis auf die Auenwälder entwaldet ist, ist die Vegetation mesophiler als auf den sonnigen Hängen; das ist eine Folge der mächtigeren Böden und einer klimatischen Inversion. Abgesehen von der Aue selbst gehört die Talsohle mehr zu einer Landschaft der mesophilen als der subxerophilen mit der Flaumeiche durchsetzten Eichenwälder.

Auf dem Nordwesthang der Alpen — hinter dem Tal Grésivaudan — unterscheidet sich die Vegetationsstufung von derjenigen der Chartreuse. Auf den unteren Hangpartien befinden sich die mesophilen Eichenwälder (*Quercus robur*), etwas höher die Buchen-Tannenwälder. Darüber erstrecken sich die Fichtenwälder, die an ihrem unteren Rande mit der Tanne, an ihrem oberen mit der *Pinus uncinata* vergesellschaftet sind und eine eigene Vegetationsstufe darstellen. Noch höher findet man die Bestände von *Pinus uncinata* (mit spärlich vertretener Arve), die die obere Waldgrenze bildet (Profil 2).

Die Waldvegetation der inneren Alpentäler sieht aber ganz anders aus. Sie ändert sich besonders süd- und südostwärts in wesentlichen Merkmalen, wie den Pflanzengesellschaften oder der Vegetationsstufung. Von größter Bedeutung dafür sind die Abnahme und die jährliche Verteilung der Niederschläge; damit ist eine Steigerung der Kontinentalität verbunden. Zum Vergleich haben wir drei N-S-verlaufende Alpentäler ausgewählt: Tarentaise, Haute Maurienne und Briançonnais.

Das Tal Tarentaise erhält höhere Niederschläge als die beiden anderen. Die Niederschlagsverteilung ist nicht gleichmäßig; während in einigen Gebieten des Tales in einer Höhe von 1000 m kaum 1000 mm fallen, erhalten andere Partien dieser Region viel höhere Niederschläge, so daß man sie mit den Voralpen ver-



Profil 3: Querprofil durch das Tal Haute Maurienne bei Modane (französische Alpen)

- 1 Felsen
- 2 Tanne (*Abies alba*)
- 3 Fichte (*Picea excelsa*)
- 4 Lärche (*Larix decidua*)
- 5 Waldkiefer (*Pinus silvestris*)
- 6 Arve (*Pinus cembra*)

gleichen kann (GENSAC 1964). In den niedriger gelegenen Wäldern wachsen die Tanne *Abies alba* und die Buche. Die Fichte ist eines der am weitesten verbreiteten Waldgehölze und bildet ausgedehnte reine oder gemischte Wälder, welche eine breite Vegetationsstufe repräsentieren. Oberhalb der Fichte setzen sich die Lärche, die *Pinus uncinata* und die Arve durch (GENSAC 1964).

Das südlicher liegende Tal Haute Maurienne ist wesentlich trockener. Da lange Talabschnitte in E-W-Richtung verlaufen, beeinflußt die Exposition in hohem Maße die vertikale Anordnung der Vegetationsstufen. Die Buchenwälder hören fast am Anfang des Tales (bei Saint Michel und Saint Martin) auf. Die Tanne dringt sehr tief ins Tal ein. In den Talabschnitten, in denen die Hänge der linken Talseite nach Norden exponiert sind, bilden die Tannenwälder einen ausgeprägten, zusammenhängenden, breiten (bis über 600 m) vertikalen Gürtel, der auf den Südhängen der rechten Talseiten fehlt (Profil 3) und durch einen Waldkieferngürtel (*Pinus silvestris*) ersetzt wird. Darüber befindet sich beiderseits des Tales ein Fichtengürtel. Oberhalb der Fichtenwälder sind die Lärchen, die Arven und die *Pinus uncinata* zu finden.

Die Lärche bildet größere Wälder auf den Nordhängen des oberen Talteils, während die gegenüberliegenden Südhänge kahl oder fast kahl sind. Auf den letztgenannten sonnigen Hängen verläuft die obere Waldgrenze viel niedriger, nur hier und da kann man vereinzelt Lärchen sehen. Obwohl diese Bäume mehrere hundert Meter oberhalb der Waldgrenze wachsen, sind sie normal, d. h. baumartig entwickelt. Diese Beobachtung mag darauf hinweisen, daß es sich um

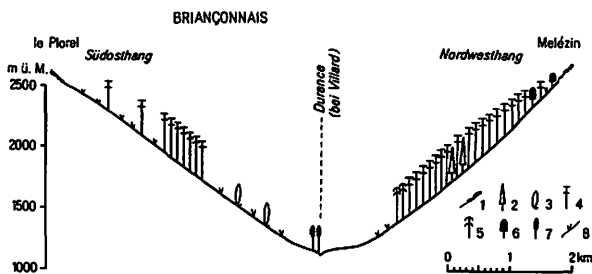
eine durch den Menschen tief herabgedrückte obere Waldgrenze handelt. Doch diese Erscheinung ist auffallend, weil sie sehr oft vorkommt. Es gibt dafür zwei Erklärungsmöglichkeiten, die aber auch zusammenspielen können: 1. die sonnigen Abhänge können durch intensivere Beweidung stärker als die anderen degradiert werden (sie werden früher schneefrei, wärmer), 2. die Verjüngungsbedingungen (besonders für das Keimen der Samen) können auf den trockeneren Hängen schlechter sein. Bei gleicher Beweidung und damit Zerstörung können sich daher die Waldbestände an den Nordabhängen verjüngen und der Tätigkeit des Menschen besser Widerstand leisten, während auf den Hängen mit einer langsamen Verjüngung der Wald gänzlich verschwinden kann.

Daß die Verjüngung in diesem Gebiet eine bedeutende Rolle spielt, kann man anhand der Verbreitung der jungen Lärchen ermessen; während die Verjüngung der Lärche auf den kahlen Weideflächen der Nordabhängen und der Talsohle ziemlich gut war, fehlte sie fast ganz auf den sonnigen trockeneren Weideflächen. Doch für weitere Aussagen reichen die Beobachtungen nicht aus.

Das Gebiet Briançonnais erhält noch weniger Niederschläge als das Tal Haute Maurienne. Den Trockenheitseffekt vergrößert der sommerliche Niederschlagsmangel. Im Juli fallen nur 40 mm (CADEL, GILOT 1963). Demzufolge hat dieses Gebiet eine völlig anders geartete Waldvegetation.

Die Buche fehlt hier ganz. Die Tannenbestände sind sehr selten; sie kommen nur inselartig auf Standorten mit vergrößerter Feuchtigkeit vor, wie z. B. auf den Nordhängen mit tiefgründigen Böden. Sie haben Reliktcharakter. Die Fichte befindet sich nur an einer Stelle als gemischter Bestand zusammen mit der Tanne (60 %), und zwar in einer Höhe von 1780 m in Nordexposition (CADEL, GILOT 1963).

Da in der Region Briançonnais alle konkurrenzstarken Waldgehölze fehlen, können sich die lichtliebenden Pioniergehölze gut entfalten. Es handelt sich vor allem um die Lärche und einige Föhren (*Pinus silvestris*, *P. cembra* und *P. uncinata*).



- Profil 4: Briançonnais (durch das Durancetal, etwa 2,5 km südwestlich von Briançon)
- 1 Felsen
 - 2 Tanne (*Abies alba*)
 - 3 Laubbäume (besonders Birken - *Betula*, Ahorn - *Acer*, Eschen - *Fraxinus*)
 - 4 Lärche (*Larix decidua*)
 - 5 Waldkiefer (*Pinus silvestris*)
 - 6 Arve (*Pinus cembra*)
 - 7 Bäume der Auenwälder
 - 8 Grasflächen, Weiden

Von der oberen Waldgrenze bis zur Talsohle findet man die Lärche; damit erstreckt sich ihr Verbreitungsgebiet in der Vertikalen über fast 1200 m (Profil 4). Die Lärchenbestände sind an allen Hängen verbreitet. Auf den Nordhängen beobachtet man oft eine Verjüngung durch die am Boden liegenden Äste, was zur Entstehung der typischen Baumgruppen auf den Weiden führt. Große reine Lärchenbestände, welche die gesamten Abhänge und Täler bedecken, sind für das Landschaftsbild typisch. An der oberen Waldgrenze gesellt sich zu der Lärche die Arve, die noch etwas höher als die Lärche aufsteigt und die Isohypse von 2500 m ein wenig überschreitet.

Große Flächen nehmen auch die Föhren ein, besonders *Pinus silvestris* und *P. uncinata*. Die Waldkiefer (*Pinus silvestris*) wächst in niedrigeren Lagen. An den sonnigen Abhängen erreicht sie sehr oft 1600–1900 m (sogar 2000 m), an den nordexponierten Hängen findet man sie nur in Höhen bis zu 1400–1600 m (CADEL, GILLOT 1963). Darüber bildet *Pinus uncinata* Waldbestände bis zur oberen Waldgrenze.

Es ist sehr auffallend, daß kaum Gesetzmäßigkeiten in der Verbreitung einiger Gehölze, z. B. der Lärche und der *Pinus silvestris* und *Pinus uncinata* zu beobachten sind. Die Waldkiefer, aber auch die Lärche, ist beispielsweise häufig auf degradierten und sehr trockenen Standorten zu finden. Dabei scheint die Exposition eine geringe oder gar keine Rolle zu spielen. Beachtenswert sind die großen Flächen der nebeneinander auftretenden reinen Lärchen- und Föhrenbestände. Es ist sicher, daß es sich um Waldgehölze handelt, die ähnliche Anforderungen an ihre Umwelt stellen. Daraus resultieren auch die geringen Gesetzmäßigkeiten in ihrer Verbreitung. Vielmehr können verschiedene, oft rein zufällige Faktoren Bedeutung erlangen, wie z. B. die Tätigkeit des Menschen, das Vorkommen vereinzelter Samenbäume (nach der Regel: die Fläche besetzt der, welcher früher kommt), verschiedene Wetterlagen u. a. m.

In den Pyrenäen fehlen die Fichte, die Arve und die Lärche als autochthone Gehölze. Zu den Hauptkomponenten der Waldbestände der höheren Vegetationsstufen gehören die Buche, die Tanne und die *Pinus uncinata*. Außerhalb der westlichen Gebiete mit einem ozeanischen Klima erlangen die Waldkiefer (*Pinus silvestris*) und die Flaumeiche (*Quercus pubescens*) besonders im Einflußbereich des Mittelmeerklimas in den niedrigeren Lagen Bedeutung. Die Zusammensetzung der Wälder an der oberen Waldgrenze ist nicht so differenziert wie in den Alpen.

Den westlichen, vom ozeanischen Klima geprägten Teil der Pyrenäen (vom westlichen Gebirgsrand bis fast zu den Forêts d'Irati) beherrscht die obere Waldgrenze, die hier relativ niedrig verläuft und anthropogen bedingt ist. Die erwähnten Gebirge sind nicht so hoch, um die klimatische Waldgrenze zu erreichen. Weiter östlich, wo der Hauptkamm der Pyrenäen plötzlich ansteigt (vom Pic d'Horhy, 2017 m), überragen die Berggipfel die klimatische Waldgrenze. Hier liegt auch die westliche Verbreitungsgrenze (Pic Eroçaté) der Tanne und der *Pinus uncinata*, die man von hier nach Osten an der Waldgrenze zusammen mit der Buche antrifft.

Die *Pinus uncinata* kommt am Westrand ihrer Verbreitung nur selten und Inselartig vor, am häufigsten vereinzelt auf den steilen und felsigen Hängen oberhalb der Tannen-Buchenbestände. Ihre Verjüngung ist hier viel geringer als in den zentralen Gebirgspartien. Hier und da kann man sie auch tiefer in den Tannen-Buchenregionen, z. B. bei Gourette in der Höhe von 1400–1450 m, finden.

Es handelt sich um sekundäre Standorte, wie ehemalige Weide- und andere entwaldete Flächen, die sie als lichtliebendes Gehölz leicht besetzt.

Östlich vom Westrand der Pyrenäen, der durch Buchenbestände in den oberen Gebirgspartien charakterisiert ist, kommen in einem Gebirgstheil an der oberen Waldgrenze Buchen-, Tannen-Buchen- und zerstreute, inselartige Bestände der *Pinus uncinata* vor. Die obere Waldgrenze wurde durch Beweidung tief herabgedrängt; Exposition und geologischer Untergrund wirkten dabei differenzierend. Die obere Waldgrenze verläuft jetzt an den Südhängen viel niedriger als an den Nordhängen, weil eine Südexposition in Wärmemangelgebieten für die Weidewirtschaft günstiger als eine Nordexposition ist.

Auf Silikatgesteinen ist die Waldgrenze im allgemeinen besser erhalten und daher höher als auf Kalksteinen, denn die bunte und reiche Artenzusammensetzung der Pflanzengesellschaften eines Kalkuntergrundes eignet sich nach der Entwaldung besser für eine Beweidung durch Schafe als die artenarmen acidophilen Gesellschaften (mit *Vaccinien* u. a.), die auf den mineralarmen sauren Böden besonders der Quarzite leicht degradiert und in monotone Callunabestände oder in Nardetum verwandelt werden. Eine der am höchsten liegenden Waldgrenzen fanden wir auf Quarziten in dem letztgenannten Gebirge auf dem Le Saignes in der Region Col de Sieste. Sie erreicht am SW-Abhang eine Höhe von 1773 m und wird von Buchen gebildet. Obgleich auch hier eine Beweidung beobachtet werden konnte, ist aus den Wuchsformen der Gehölze zu schließen, daß die klimatische Grenze der Tannen-Buchenwälder die Höhe von 1800 m erreicht oder sie nur wenig überschreitet.

Weiter ostwärts steigt die obere Waldgrenze an und die vertikale Vegetationsanordnung ändert sich. Die *Pinus uncinata* vergrößert ihre horizontale und vertikale Verbreitung. Die Waldkiefer (*Pinus silvestris*) tritt hinzu und gewinnt mit zunehmender Trockenheit nach Osten und zum Gebirgsinneren hin an Bedeutung, so daß sie als eine eigene Vegetationsstufe ausgegliedert werden kann.

Auf den Nordhängen des mittleren Abschnittes der Pyrenäen ist die Buche weit verbreitet. Sie reicht nicht weit ins Gebirge hinein, als Waldbestand setzt sie in den Tälern in Höhen von 1650 m aus. Die Tanne dringt etwas tiefer in die Pyrenäen ein und steigt etwas höher hinauf, in den Tälern etwa bis 1750-1800 m, aber die Grenze der Tannen ist nicht weit von der der Buche entfernt und erreicht nur einige Täler im Innern des Gebirges; hier wächst die Tanne auf nordexponierten Hängen und auf besonders feuchten Standorten. Weil die Tanne und die Buche in den zentralen Teilen des Gebirges fehlen, finden die Pioniergehölze, darunter an erster Stelle die Föhren (*Pinus silvestris* und *P. uncinata*) günstige Lebensbedingungen. Die Birke steigt bis in die Region der oberen Waldgrenze empor, sie scheint hier häufiger als in den trockenen Westalpentälern zu sein, doch spielt sie keine wesentliche Rolle als waldbildendes Gehölz.

Die Innentäler und die oberen Teile der langen pyrenäischen Täler (Marcaudeau, Neuvielle, Vallé du Gobe u. v. a.) kann man als Föhrenregionen (*Pinus uncinata* und *P. silvestris*) bezeichnen. Die Waldkiefer kommt in etwas trockeneren Grenzgebieten der Tannen-Buchenregionen inselartig auf sonnigen felsigen Hängen mit sehr flachgündigen Böden vor. Oberhalb 1800 m herrscht in den letztgenannten Regionen besonders an den Südhängen die *Pinus silvestris* vor. Sie mischt sich zum Teil mit der *Pinus uncinata* oder beide Pinusarten bilden Hybriden. Manchmal konnten wir nicht entscheiden, ob es sich um eine

Pinus silvestris oder um eine *P. uncinata* handelte. Oberhalb 2000 m wird die Waldkiefer viel seltener, auf den sonnigen und felsigen Hängen kann sie auch höher hinaufsteigen (hier und da inselartig bis über 2100 m). Ihre horizontale und vertikale Verbreitung und Häufigkeit wird in den verschiedenen Tälern durch lokale Faktoren verändert (Relief, Untergrund, Bodenfeuchtigkeit, Ausrichtung der Täler, Tätigkeit der Menschen, wahrscheinlich auch Niederschlagsbedingungen).

Während die *Pinus uncinata* in den französischen Westpyrenäen nur selten und inselartig vorkommt, bildet sie in den Zentral- und Ostpyrenäen umfangreiche Wälder, besonders auf der spanischen Seite (Pic Vellenda, Montarlot, Llori, Coladas u. v. a.). Die Wälder schließen sich oft zu einem mehrere hundert Meter breiten vertikalen Gürtel zusammen. Die Ursache hierfür liegt in ihrer großen Vitalität und dem Mangel an starken Konkurrenzarten; daher kann die *Pinus uncinata* viel tiefer unter die obere Waldgrenze herabsteigen, während sie an ihrer Westgrenze durch die Buche und Tanne in den höchsten Lagen der Waldstufe hinaufgedrängt wird; hier kann sie nur auf den felsigen Hängen tiefere Lagen einnehmen (z. B. in der Region von Pierre St. Martin), weil dort die Tanne und die Buche kein geschlossenes Kronendach bilden können. In den Zentralpyrenäen stellt die *Pinus uncinata* den für die obere Waldgrenze wichtigsten Baum dar.

Von den übrigen Faktoren, die einen größeren Einfluß auf die obere Waldgrenze ausüben können, kommt noch — außer der Tätigkeit des Menschen — das Relief zusammen mit den Bodenverhältnissen in Betracht. Große Höhenunterschiede im Verlauf der Waldgrenze sind in Gebirgen mit einem glazialen Relief zu beobachten. Die geomorphologischen Bedingungen machen sich nicht nur durch tiefe Tröge und Kare, in denen die Waldgrenze infolge der Temperaturinversionen tief herabsinkt, geltend, sondern auch durch die Böden.

In den Hochgebirgen ist die Bodenbildung oft auf Blockhalden, periglazialen Blockmeeren etc. kaum fortgeschritten; zwischen grobem Schutt oder Schotter kann nur schwer eine Boden- und Vegetationsdecke ausgebildet werden. Daher blieb auf den Schutthalden die Boden- und Vegetationsentwicklung hinter der Klimaentwicklung zurück, so daß hier der Wald in der Nacheiszeit nur langsam vorrücken konnte. Auf den Südhängen der Hohen und teilweise auch der Niederen Tatra reichen die ausgedehnten granitischen Blockmeere tief hinab und erniedrigen die obere Waldgrenze bis zu 150–200 m.

Zusammenfassend sollen einige Vegetationsbesonderheiten der Gebirge vergleichend hervorgehoben werden.

Je höher und ausgedehnter das Gebirge ist, desto stärker werden die allgemeinen makroklimatischen Einflüsse unterdrückt und die physisch-geographischen Faktoren gewinnen an Bedeutung. In den in der Vertikalen angeordneten Vegetationsstufen spiegeln sich in der Regel die großen, wesentlichen Veränderungen des geographischen Milieus. In den Hochgebirgen können wir nicht nur eine eigenartige vertikale Vegetationsordnung, sondern auch eine horizontale Zonierung der Vegetation beobachten. Es handelt sich nicht um eine einfache Zonierung, sondern um die Veränderung ganzer vertikaler Strukturen, Komplexe, die sich vom Gebirgsrand zum Innern hin wandeln. Die Vegetation ändert sich grundsätzlich vom Rand nach den zentralen Gebirgstteilen hin, d. h. daß auch die geographischen Verhältnisse tiefen Veränderungen unterworfen sind.

In den Westkarpaten ist die Vielfalt der geographischen Bedingungen geringer als in den Alpen und den Pyrenäen. Nur in dem höchsten Teilgebirge, nämlich

der Tatra und ihrer südlichen Umgebung, machen sich größere Vegetationsveränderungen geltend. Die Buche fehlt teilweise, die Tanne ist schon recht selten, die Arve tritt hinzu, die Lärche reagiert empfindlich auf Unterschiede der Exposition. Das alles weist auf eine verstärkte Kontinentalität hin.

Im Gegensatz dazu sind in den französischen Alpen die Vegetationsunterschiede zwischen den Rand- und den zentralen Teilen viel größer. Während im NW in der regenreichen Chartreuse die Tanne und die Buche stark vorherrschen, die Arve und die Lärche fehlen und die Fichte und die *Pinus uncinata* keine markanten Vegetationsstufen bilden, fehlt die Buche in großen Gebieten der zentralen Alpen; im trockenen Briançonnais fehlen auch die Fichte und die Tanne fast ganz, und die lichtliebenden Pioniergehölze — die Lärche und die Föhren (*Pinus uncinata*, *P. silvestris* und *P. cembra*) — bilden die Waldbestände. Zwischen beiden Extremen gibt es in den Alpen verschiedene Übergänge mit mehreren Variationen nach den lokalen, besonders den Expositions- und Reliefverhältnissen, die sich dabei stark geltend machen. Die klimatische Waldgrenze steigt vom Rand zum Innern des Gebirges wesentlich an, von ca. 2100 m in der Chartreuse bis rund 2500 m im Briançonnais.

Hinsichtlich des Ausmaßes der Vegetationsveränderungen nehmen die französischen Pyrenäen eine Mittelstellung ein, denn die tiefgreifenden Veränderungen spielen sich auf der spanischen Südseite ab. Die Zusammensetzung der Waldbestände an ihrer oberen Grenze ist hier infolge des Fehlens mehrerer Gehölze (Fichte, Lärche, Arve) viel einfacher als in den Alpen und Karpaten. Mit Ausnahme der westlichen Gebirgstteile stellt die *Pinus uncinata* ein stark vorherrschendes und in weiten Teilen der Zentral- und Ostpyrenäen das einzige (oder fast einzige) Gehölz an der oberen Waldgrenze dar und bildet eine breite Vegetationsstufe. Die Vegetation ändert sich nicht nur zum Gebirgsinnern hin, sondern auch vom ozeanischen, feuchteren Westen zum trockeneren Osten und Südosten. Die Veränderungen der Vegetation sind im französischen Teil, der auf der Nordseite liegt und der mehr Niederschläge (GOSSSEN 1962) als die trockenen Innenalpentäler empfängt, nicht so deutlich wie diejenigen auf der spanischen Seite des Gebirges. Auf der trockeneren und wärmeren Südseite der Pyrenäen gibt es Täler, die unter 600 mm erhalten (GOSSSEN 1962). Deshalb erweitern die Waldkiefer, die Flaum- und Steineiche (*Quercus pubescens* und *Q. ilex*) ihr Verbreitungsgebiet gegen Osten und Süden. Die Vegetationsstufung: Steineiche — Flaumeiche — Waldkiefer — *Pinus uncinata* findet man in vielen wärmeren und trockeneren südlichen Pyrenäentälern.

LITERATUR

- BARTOLI, Ch., 1967: Carte phytosociologique des forêts de la Haute Maurienne. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, V (1967), Université de Grenoble, S. 63-79.
- BLÜTHGEN, J., 1942: Die polare Baumgrenze in Lappland. Veröff. Dt. Wiss. Inst. Kopenhagen, 1, 10.
- BLÜTHGEN, J., 1952: Baumgrenze und Klimacharakter in Lappland. Berichte des Deutschen Wetterdienstes in der US-Zone, Nr. 42, Knoch-Heft, S. 362-371.
- CADEL, G., GILOT, J.-Cl., 1963: Feuille de Briançon (XXXV-36). Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, I (1963), Université de Grenoble, S. 91-140.
- FRIES, Th., 1913: Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Upsala et Stockholm.

- GENSAC, P., 1964: Les pessières de Tarentaise. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, II (1964), Université de Grenoble, S. 119-156.
- GAUSSEN, H., 1926: Végétation de la moitié orientale des Pyrénées. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, Tom. LV (1962), Toulouse.
- GAUSSEN, H., 1946: Carte de la Végétation de la France (1:200 000), Feuille Perpignan, Toulouse.
- GAUSSEN, H., 1962: Carte de la Végétation de la France (1:200 000), Feuille Foix, Toulouse.
- HOLLE, A., 1909: Einteilung und Orometrie des Tatragebirges nebst einem Beitrag zur Wald- und Knieholzgrenze. Abh. d. K. K. Geogr. Ges. in Wien, Bd. VIII., Nr. 2.
- HOLTMEIER, F.-K., 1968: Entgegnung zu: „Über „Sneeschliff“ in den Alpen“ von Hans Turner. Wetter und Leben Jhg. 20, S. 201-205.
- IMHOF, E., 1900: Die Waldgrenze in der Schweiz. Diss. Bern, Gerlands Beiträge zur Geophysik, Bd. V, Heft 3, Leipzig.
- MAREK, R., 1910: Beiträge zur Klimatographie der oberen Waldgrenze in den Ostalpen. Pet. Mitt., 56. Jg., I. Halbband, S. 63-69.
- MELIK, A., 1959: Nova geografska dognanja na Trnovskom gozdu. Geografski sbornik V, S. 7-26.
- MICHAELIS, P., 1932, 1934: Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze. Ber. d. Dt. Botan. Ges., Bd. 50, S. 31-42.
- MICHAELIS, P., 1934: Ökologische Studien an der alpinen Baumgrenze II. Beihefte z. Bot. Cbl., 52B, S. 333-377.
- MÜLLER-STOLL, W. R., 1954: Beiträge zur Ökologie der Waldgrenze am Feldberg im Schwarzwald. Angew. Pflanzensoziol. (Wien), Festschr. Eichinger 2, S. 824-847.
- PLESNIK, P., 1957: Vplyv vetra na tvar koruny a kmeňa smrekov v oblasti hornej hranice lesa v Krivánskej Malej Fatre. Geograf. časopis IX, Nr. 4.
- PLESNIK, P., 1959: Die obere Waldgrenze in den Westkarpaten. Wissenschaftliche Zeitschrift d. M. Luther Univ. Halle-Witt., Math.-Nat. VIII/2, S. 153-179.
- PLESNIK, P., 1966: Niekoľko poznámok k hornej hranici lesa v pohoríach Fägäraš a Retezat (Južné Karpaty). Sborník ČSZ 71, Nr. 1.
- Podnebí, ČSSR. Tabulky. Praha 1961.
- QUERVAIN, De A., 1903: Die Hebung der atmosphärischen Isothermen in den Schweizer Alpen und ihre Beziehungen zu den Höhengrenzen. Gerlands Beiträge zur Geophysik 6.
- SCHRÖTER, C., 1926: Das Pflanzenleben der Alpen. Zürich.
- SOKOLOWSKI, M., 1928: O górnej granicy lasu w Tatrach. Kraków.
- SVOBODA, P., 1952: Život lesa. Praha.
- TONNEL, A., Ozenda, P., 1964: Séries de végétation de la moitié Sud du département de l'Isère. Documents pour la Carte de la Végétation des Alpes, II (1964), Université de Grenoble, S. 9-35.
- TOLLNER, H., 1953: Der Einfluß großer Massenerhebung auf die Lufttemperatur. Arch. Met. Geoph. Biokl. B. Bd. I., H. 3-4.
- TRANQUILLINI, W., 1966: Über das Leben der Bäume unter den Grenzbedingungen der Kampfzone. Allg. Forstz., 77. Jg., Fol. 6, S. 127-132.

RÉSUMÉ

Particularités principales de la limite supérieure de la forêt et d'étagement de la végétation dans les Carpates Quest et dans la partie française des Alpes et des Pyrénées.

En comparant les Carpates Quest, les Carpates Sud, les Alpes et les Pyrénées françaises cet article aborde surtout deux problèmes; les différences de la limite supérieure de la forêt et les changements de la végétation (dans la direction vers le centre de la montagne) dans les grandes montagnes mentionnées.

C'est le macroclimat (surtout les températures d'été) qui représente un facteur le plus important pour l'altitude globale de la limite forestière supérieure. A cause d'une continentalité plus accentuée, les Carpates Sud possèdent la limite de la forêt plus élevée (1850m ou un peu plus haut - les sites les plus élevés) que les Carpates Quest (les localités de la forêt les plus hautes dans la Haute Tatra se trouvent à l'altitude un peu au-dessus de 1700m).

Dans les montagnes plus massives et plus hautes la limite supérieure de la forêt monte beaucoup plus haut que dans les montagnes plus petites. Par exemple, dans le Krivánska Malá Fatra (le plus haut sommet 1709 m) la limite climacique de la forêt est au moins de 200 m moins haut que dans la Haute Tatra (le plus haut sommet 2656m), éloignée de la Malá Fatra quelque dizaines km seulement.

Dans les Alpes françaises et dans les Pyrénées qui sont plus hautes et plus massives, aussi situées plus au Sud, la limite climacique de la forêt est beaucoup plus élevée que dans les Carpates: la limite climacique y monte ça et là jusqu'à l'altitude de 2500m environs, les arbres isolés encore plus haut (nous avons trouvé un Pin à crochet – l'arbre 5m grand, à l'altitude de 2632m dans les Pyrénées françaises).

En ce qui concerne la répartition de quelques formes de la vie, il y a de différences dans les montagnes mentionnées. Les formes en table (Tischformen, incl. Wipfeltischformen) sont très rares et mal développées dans les Préalpes humides, au contraire dans les montagnes plus continentales elles sont bien développées et fréquentes (dans les Carpates) dans la région de la limite supérieure de la forêt.

L'étagement de la végétation dans les grandes montagnes est tout extraordinaire et dépend de la structure orographique de la montagne. Dans les montagnes plus petites il est assez monotone et en gros pareil dans l'Europe au climat aussi subatlantique que subcontinental (de bas en haut: l'étage des chênes mésophiles, du hêtre, d'épicéa – qui forme la limite forestière). Dans les montagnes plus hautes et plus massives l'étagement de la végétation se change autrement. Par ex. dans la Haute Tatra qui est beaucoup plus grande que les autres unités orographiques des Carpates Ouest il y a un étagement tout différent: le hêtre manque, le sapin est moins fréquent et c'est l'épicéa qui prédomine souverainement dans les forêts du pied de la montagne jusqu'à la limite forestière; sur les pentes Sud de la Haute Tatra l'épicéa se mélange avec le mélèze et dans la région de la limite supérieure de la forêt (et au-dessus) – avec le pin à cembro, qui monte le plus haut (comme l'essence forestière) dans toutes les expositions.

Dans les Alpes françaises les changements de la végétation dans la direction vers le centre de la montagne sont encore plus frappants que dans les Carpates. Dans les Préalpes humides ce sont le hêtre et le sapin qui prédominent dans les forêts montagnardes, mais, dans les vallées internes qui sont sèches, ils deviennent rares ou cessent totalement. Par ex. dans la région Briançonnais, caractérisée par une sécheresse accentuée il y a une végétation forestière très particulière. Toutes les espèces, fortes dans la lutte pour la vie, manquent entièrement (le hêtre) ou ils sont très rares (le sapin, l'épicéa), en possédant un caractère relique et elles ont une vitalité supprimée. Donc, les espèces d'essence pionnières, avant tout le mélèze et les pins (le pin à crochet, le pin sylvestre et dans la région de la limite forestière le pin à cembro), faibles dans la lutte pour la vie et possédant une écologie très proche, forment les forêts du fond des vallées (de 1300 m) jusqu'à la limite supérieure de la forêt (environ 2500 m).

Dans les Pyrénées la sécheresse augmente en gros vers le Sud et Sud-Est. Le hêtre et le sapin ne pénètrent pas (ou très peu) dans les vallées internes qui sont plus sèches et ce sont les pins (le pin à crochet et le pin sylvestre) qui y forment les forêts. Vers l'Est et Sud-Est surtout dans les Pyrénées espagnoles, le hêtre et le sapin sont en général peu fréquents et se sont les pins mentionnés qui représentent des étages larges et vastes.

Or, dans les grandes montagnes la végétation se change essentiellement dans la direction aussi verticale que horizontale, du bord vers le centre de la montagne, c'est à dire qu'on peut observer les changements des structures verticales de la végétation parce que la structure orographique évoque un changement profond du milieu géographique dans les grandes montagnes.

A POLLEN DIAGRAM FROM VOSS, W. NORWAY

With 2 figures and 1 supplement

KNUT FÆGRI

The diagram presented here was worked out rather long ago, and has been lying about, waiting for future investigations from the same area. As it is rather improbable that these investigations will be continued, and as the diagram has a certain intrinsic value, and as we obtain a mutual check between this one and one previously published (Skutlestjern, FÆGRI, 1949) I have decided to publish it now (supplement).

Barnatjern is situated in Bjørkemoen, adjacent to the proximal part of the large gravel terrace Bømoen in Voss, altitude according to the topographical maps ca. 110 m (Fig. 1). ANUNDSSEN and SIMONSEN (1967) have maintained that the terrace is formed by a Preboreal glacier advance, the moraines of which can be followed over considerable distances in Western Norway. The present diagram corroborates that the gravel terrace is indeed pre-Boreal, but whether it has been formed during younger Dryas time, or earlier or later than that, can not be concluded from this diagram. There is no available shore-line diagram sufficiently detailed to date the terrace more exactly.

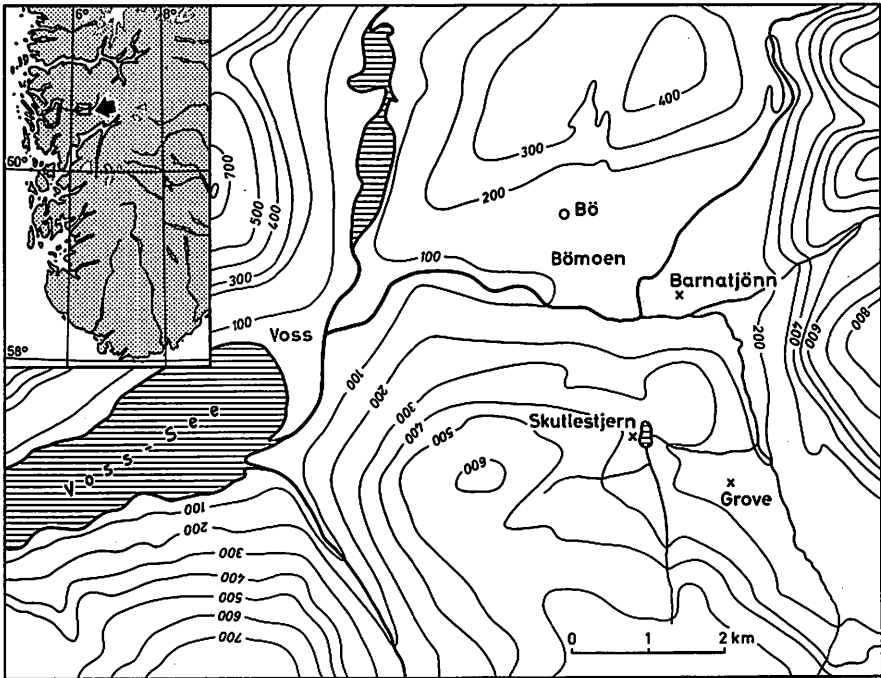


Fig. 1. Sketch-map of the Voss area. Distance between contour lines 100 m.

On the surface of the terrace there are various irregularities, especially in the proximal parts. Many of them are probably kettle-holes, formed by the melting of subterranean ice. This is probably also the origin of the elongated depression near the head of which Barnatjern is situated, subcentrally in a very small, but distinctly domed bog. The present tarn is quite shallow, and seems to be filling in quite rapidly. *Nymphaea* and floating alga mats cover a part of the open water, and in very shallow parts *Scheuchzeria* and *Rhynchospora alba* establish themselves. Apparently, hygrophilous *Sphagna* start growing in the *Rhynchospora*, which forms a belt round the isolated *Sphagnum* islands. Further away from the water, the bog is of hummock-and-hollow type, even if its small dimensions (some 100 m across) preclude the development of a typical domed bog vegetation. Small pines occur on the bog, with a few birches. *Picea* occurs near the bog. The field layer is characterized by *Eriophorum vaginatum*, *Rubus chamaemorus*, *Andromeda polifolia*, *Vaccinium oxycoccus*. Further towards the edges, *Empetrum* and *Calluna* are of greater importance.

Sampling showed that the small basin had a considerable depth. The lowermost member of the sediment series was a very dense clay-mud, all but impenetrable by the Hiller sampler, which had to be bored down. At 720 cm there was a transition to a purely organic sediment still containing a considerable component of detritus mud, but also a great deal of „humic acid“. The upper 6 metres of the series was formed by a slightly humified *Sphagnum* peat, very wet (H_3B_3) and probably formed under water. The top layers were almost unhumified.

In the upper parts of the clay-mud *Isoëtes* was very frequent, reaching 21 % (on AP + *Isoëtes* base). In the bottom sample of the purely organic deposits (720 cm) both *Myriophyllum*, *Potamogeton*, and *Nuphar* were present in addition to *Pediastrum*. However, in the upper parts of the sediment series they are extremely rare, due to the great preponderance of AP and also to the unfavourable habitat in the dystrophic water. The last open-water vegetation indicator — an *Isoëtes* spore — was found at 440, the first real peat-bog indicators — *Amphitrema* and *Diffugia* — at 370. In the latter sample *Sphagnum* spores, which had previously been infrequent, had a mass occurrence (ca. 67 % on AP + *Sphagnum* base) and were considerably more frequent above this level than below. Apparently, the bog surrounding the tarn formed at that time, i. e. during the early Subatlantic. The reason for its formation at this time may be that the filling-in of the peripheral parts of the basin had reached a suitable level.

Sampling was carried out from the edge of the tarn, on a quaking *Sphagnum* island.

The total diagram shows almost continuous high values of AP, with dominance of *Betula* or *Pinus*, or codominance of both. The similarity in main features with the previously published Skutlestjern diagram is striking; the slightly higher *Betula* values in the latter diagram easily explain themselves by reference to edaphic conditions: morainic soil versus gravel. Also, the subordinate features are easily paralleled: The establishment of *Alnus*, the preponderance of *Ulmus* during the climatic optimum, and the late establishment of *Picea*. The zonal division of the diagram is therefore obvious. As will be shown below, the chronological value of the zonal division may be uncertain.

Preboreal - Boreal. Below 740 cm the diagram is dominated by *Betula* with very little else. Typical „Preboreal” elements are *Salix*, *Hippophaë*, *Juniperus*, and *Populus*. The absence of *Juniperus* from one sample may be due to bad preservation. Very characteristically all these disappear at the end of the zone IV. *Hippophaë* is not found higher up. *Juniperus* shows a very intermittent occurrence and never rises above 1/3 %. *Populus* occurs in 6.2 % at 730 cm, due to the embedding of a whole catkin in the sample: The grains were lumped. Above 650 cm also the *Populus* curve is intermittent, and only exceptionally reaches 1/2 %. In younger zones *Populus* is consistently more frequent than *Juniperus*. Also *Salix* has some very scattered occurrences higher up.

In addition to these pollen types and a very low percentage of pine there are below 740 some grains of more exigent species. Of these, I consider it unlikely that QM or *Alnus* did occur in the Voss area at this time. Owing to the sampling procedure one cannot, perhaps, exclude the possibility of contamination from above, even if the very pronounced shift of dominance at 740 indicates that contamination was hardly serious.

As the *Corylus* values are here higher than those immediately above, the contamination idea can be dismissed with regard to this pollen type, and we must choose between local occurrence and long-distance transport. Even if the region must have been completely forested from the beginning of the diagram (cf. the low NAP values), the vegetation must have been rather heliophilous, that is open, cf. the occurrence of *Juniperus* and *Hippophaë*, and I dare not exclude long-distance transport. HAFSTEN has (in prep.) demonstrated that the early Post-glacial shift between *Betula* and *Pinus* is metachronous, delayed in northern areas. It is therefore very probable that extensive *Corylus* forests grew in Southern Scandinavia at the time represented by our zone IV, and that the *Corylus* pollen may be — wholly or partly — derived from them.

It is, however, interesting to note that this diagram, just like the one from Skutlestjern, exhibits a small (but statistically significant) maximum of *Corylus* during the so-called Preboreal. This might indicate that what is here indicated as zone IV would in reality be early Boreal, and the *Betula/Pinus* shift at our zone border IV/V would not be the Preboreal/Boreal transition. The reason for the prolonged *Betula* dominance in the Voss diagrams is the absence of statistical competition from other pollen types, above all *Corylus* itself. In this way, early Boreal spectra resemble very much the genuine Preboreal ones of more southern regions (as represented in e.g. HAFSTEN, 1965).

The late Boreal diagram (our zone V-VI) is very simple: codominance of *Betula* and *Pinus*, and very little else. *Salix*, *Juniperus*, and *Populus* have disappeared, *Corylus* is lower than in the preceding zone, and QM and *Alnus* not higher. The total diagram shows a certain increase of AP over NAP, and it should be remembered that the increase from 90 to 95 % actually represented doubling of production.

Atlantic-Subboreal. The usual rise of *Alnus* represents the transition, in this diagram followed by the same very deep *Pinus* minimum which was also apparent in Skutlestjern. In the latter diagram, the late Boreal (or early Atlantic?) was characterized by higher *Corylus* values and a tail on the *Alnus* curve. A similar development is not destined in the more compressed diagram from Barnatjern.

Together with *Alnus* the *Ulmus* curve also rises and dominates the QM during the climatic optimum phase. The curves are rather irregular but these irregularities are probably statistical and would disappear with increasing ΣP .

Details of the QM curves show interesting differences from the Skutlestjern diagram. In the latter, there was a distinct *Ulmus* minimum, during and after which *Quercus* became more common. Also in Barnatjern *Ulmus* declines about the middle of the climatic optimum period, and one may also discern a very weak increase of *Quercus*. The main difference is due to *Tilia*, which was very rare in Skutlestjern (only once reaching 0.6 %), whereas in Barnatjern it has several values above 2 %. The difference is most easily ascribed to the difference in altitude: 110 vs. 318 m. In addition Barnatjern is much closer to the southexposed mountain sides north of Voss, where *Tilia* most probably was more plentiful than on level ground. The zone transition VII/VIII should probably be placed at the rise of the *Tilia* curve, i. e. at 660 cm.

Fraxinus is all but absent from the diagrams from the Voss area, even during the climatic optimum. Two long-distance grains of *Juglans* may be noted.

The *Alnus* curve is similar to the one from Skutlestjern: a slow decline after the early Atlantic maximum, in this case followed by a late-Subboreal maximum which may be local (cf. below). The late Boreal-Atlantic *Corylus* maximum of Skutlestjern is apparent also in this diagram.

The total diagram shows the same: almost 100 % AP, indicating a very dense forest in the surroundings of the basin, except for the series between 520 and 560. The NAP diagram gradually changes from Graminae-Cyperaceae dominance during the „Preboreal“ and Boreal to a complete *Ericales* dominance during the Atlantic and later. The usual representation of *Rumex* is registered during the earliest phase. *Rumex* follows, more or less closely, the other heliophilous species, but in this case soil conditions are perhaps as important as the light factor.

The total dominance of *Ericales* in the NAP diagram indicates that at this time hygro- and helophytes must have played a very small role, i. e. the lake must have filled the depression, and there was no bog surrounding it.

As *Ericales* also dominate during the NAP maximum about 550 cm, the conclusion might be drawn that this maximum would be due to a lightening of the forest. If it had been due to a gradual drying-out of the basin with concomitant invasion of pollen producers along the beach, one would expect that there should be more grasses and Cyperaceae. The NAP diagram apparently reflects dry-ground vegetation. The *Ericales* diagram indicates a shift from *Empetrum* to *Calluna*, which would be in accord with the idea of these plants invading an open forest, where *Calluna* would be more at home than the extremely heliophilous *Empetrum*.

However, there are also some features that speak against this interpretation. Opening-up of the forest may be due to fire. Nothing in the diagram supports this interpretation. Forests may also become lighter if the ground dries out. The *Betula* maximum at 545 and the *Alnus* maximum at 540 would speak against the opening-up of dry-ground forest because of drying-out. The later replacement of these pollen types by *Pinus* would be in better accordance with that idea.

The sediment from (580) 560 to 535 is characterized by great masses of hyphae, such as are usually found in terrestrial very highly humidified peat. Apart from the occurrence of some vaginatum fibres (no Cyperaceae pollen) and

slightly higher humification (H₅) there is no sign in the sediment of a drying-out at the sampling spot. The hyphae must be allochthonous and derive from highly humified peat or from raw humus that is eroded at the edges of the basin or in its immediate surroundings. Such an erosion would also most likely be the result of a drying-out, so I find that anyhow this NAP maximum seems to relate to a dry period at the end of the Subboreal.

Subatlantic. *Ulmus* values decline from ca. 650, those of *Tilia* from ca. 600. This decline comes to an end at ca. 525 from which level the *Tilia* curve becomes intermittent. At the same time the main AP diagram changes: the co-dominance of *Betula* and *Pinus* is replaced by an exclusive *Pinus* dominance. It is therefore logical to place the zone border at ca. 525 which would correspond exactly to the similar features in the Skutlestjern diagram.

The early Subatlantic is extremely uniform. This comes to an end at 255 where the same precipitous changes can be observed as in Skutlestjern: The region was cleared for agriculture, the pine forest removed, and a subclimax birch forest established itself in response to the existing extensive methods of agriculture and husbandry: *Pinus* dominance is replaced by *Betula*. A small increase in NAP is registered at the landnam level. The incidence of „cultivation indicators”, i. e. heliophiles and weeds, increases distinctly in relation to the preceding periods. The *Ulmus* curve is depressed to lower values throughout; the same also pertains to *Tilia* and less distinctly to *Quercus*. The simultaneous rise of all other curves at the landnam horizon indicates that the primary effect was that of removal of the pine forest. Only later the composition of the remaining vegetation changed. The immediate surroundings of Barnatjern have hardly ever been cultivated in the proper sense – the soil is too poor.

The landnam in Voss has been discussed previously (FÆGRI, 1949). Without entering on the problem of a very restricted Stone Age landnam, I shall restrict myself to stating that the landnam phase at 255 reflects the final clearing of the area at ca. 300 AD. The farm Bø – to which Bømoen belongs – must be one of the oldest farms of the district, and being situated in the lowlands Barnatjern does not show the secondary period of non-habitation that could be registered at Skutle. The identity of the 255 landnam phase at Barnatjern with the Cult I at Skutle is corroborated by the *Picea* curve, the beginning of which in Voss may be dated to 900-1200 AD. This would correspond to the 160 level in Barnatjern, where a continuous *Picea* curve begins. Before that time, the intermittent finds of *Picea* are of the same character as those of the indubitably long-distance dispersed *Fagus* and *Carpinus*, which, however, disappear at the same level.

There is only one more major change to be registered in the diagram: the shift from *Betula* to *Pinus* again at 80 cm. As I have previously stated, this is due to change of cultivation practices, and I may refer to the old local tradition (FÆGRI, 1949: 23) dating this shift to ca. 200 years ago. Barnatjern is situated just in the area referred to by the tradition.

Apart from the landnam maximum the NAP curve shows a few other maxima which are clearly correlated with „outbursts” of one pollen type, mostly *Empetrum*, are therefore probably of local origin. In the topmost 1 1/2 metre the NAP diagram again shows the sudden, precipitous changes characteristic of locally produced „bog pollen”, culminating in an almost exclusive *Vaccinium* dominance. —

The history of vegetation in the interior lowlands of Western Norway is practically unknown (FÆGRI , 1967). Apart from the Skutlestjern diagram, referred to, the only comparisons are with the two small diagrams published by ANUNDSEN and SIMONSEN (1967) and KLOVNING and HAFSTEN (1965). Neither of these are very complete or typical, and, although they do not show any important differences from the Voss diagrams, it is hardly necessary to discuss them here. Further discussions must be postponed until more material becomes available.

The pine-spruce forests of the area grow on the normal soil type: raw humus overlying podsol. Spruce forests are strongly podsolizing, and it would be of a certain interest to find out what has been the influence — if any — of the spruce on the soil formation in the Voss area. At Øvre Grove, not far from Skutle (Fig. 1) a sod was taken out of the bottom of a mixed spruce-pine forest with pine dominating among present-day mature trees, spruce among the saplings. The pollen diagram from the sod (Fig. 2) shows that raw humus started forming long before the arrival of spruce at this station. Unfortunately, there are no dating features in the diagram, and the state of preservation was not conducive to more sophisticated pollen analysis.

The NAP throughout consisted almost exclusively of Ericales, only in the top-most sample there were 4 % others, mainly Gramineae, including also some Ce-

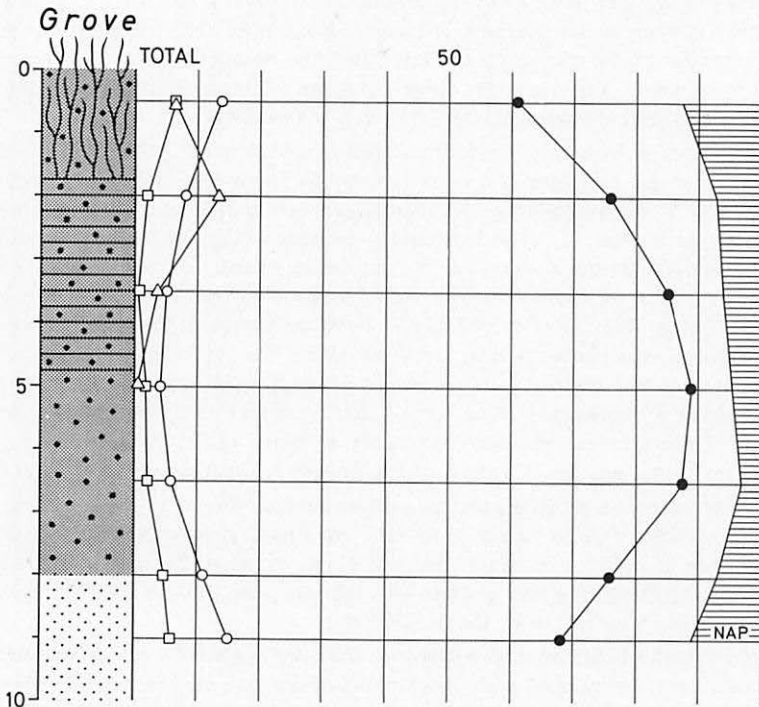


Fig. 2. Pollen diagram from the humus layer at Grove. Signatures as in Fig. 3 (Supplement). Explanation of the stratigraphy in the text.

realia pollen, and one *Plantago lanceolata*. The nearest farm is less than 100 metres away. — Owing to bad state of preservation the Ericales grains were difficult to identify, but there obviously was a large contingent of non-*calluna*, i. e. probably *Vaccinium*.

The raw humus of the upper, spruce time part is lighter, more stratified, and contains less sand than the lower part. The presence of sand shows that a certain vertical circulation — rain-worm activity — does take place, but the effect is obviously limited. If not, the *Picea* grains would have been more evenly distributed.

The presence of pollen in the podsol layer has been discussed since BEIJER-INCK (1934) demonstrated it the first time and proposed the idea of a time-sequence. Without entering upon this discussion in details I shall point out that a certain oxydation of organic material does take place also in raw humus. This oxydation will cause a gradual disappearance of the organic residues with concomitant enrichment of the most resistant parts: pollen grains and sand. Thus, there is nothing speaking against the assumption that the upper layers of the podsol have at one time been part of the raw humus complex, of which now only these two components are left. Also, the difference between the upper, more stratified humus, and the lower, more friable one can easily be interpreted in terms of an oxydation-time sequence. Even so, the activity of rain-worms in bringing pollen grains down below the organic/mineral soil transition should not be underrated. Obviously, both rate of oxydation and presence of rain-worms are dependent on the humidity of the soil. Conditions in a raw humus in a semi-continental area like Voss will be different from those in the super-oceanic areas further west, as are also the states of preservation of the pollen grains.

ZUSAMMENFASSUNG

Frühere Ergebnisse werden bestätigt: Ulmus-Vorherrschaft während des postglazialen Klimaximums, spätes Erscheinen von *Picea*. Rohhumus-Bildung setzte ein vor der Ansiedlung von *Picea* in den Wäldern. Das Vorkommen von Pollen in den Podsol-Schichten mag der Oxydation organischer Rückstände des Rohhumus zuzuschreiben sein, wodurch nur Sand- und Pollenkörner zurückblieben.

REFERENCES

- ANUNDSSEN, K & SIMONSEN, A, 1967: Et pre-borealt brefframstøt på Hardangervidda og i området mellom Bergensbanen og Jotunheimen. — Årb. Univ. Bergen. Mat.-natv. ser. 1967, 7.
- BEIJERINCK, W., 1934: Humusortstein und Bleichsand als Bildungen entgegengesetzter Klimate. — Proc. Kon. ak. wetensch. Amsterdam. 37:93-98.
- FAEGRI, K., 1949: Studies on the Pleistocene of Western Norway IV. On the immigration of *Picea abies* (L.) Karst. — Årb. Univ. Bergen 1949, Natv. rk. 1.
- FAEGRI, K., 1967: Kilder til bosetningshistorien. — Heimen 14:112-116.
- HAFSTEN, U., 1965: The Norwegian *Cladium mariscus* communities and their postglacial history. — Årb. Univ. Bergen. Mat. - natv. rk. 1965. 4.
- KLOVNING, I. and HAFSTEN, U., 1965: An early Post-glacial pollen profile from Flåmsdalen, a tributary valley to the Sognefjord, Western Norway. — Norsk geol. tidsskr. 45: 333-338.

VERBREITUNG UND BEDEUTUNG VON PANDANUS SP. IN DEN HOCHTÄLERN DER ZENTRALKORDILLERE IM ÖSTLICHEN NEUGUINEA

Mit 3 Abbildungen und 6 Bildern

ULRICH SCHWEINFURTH

Als die Beiträge zur Festschrift zum 60. Geburtstag von Carl TROLL zusammengestellt wurden, befand ich mich in Neuseeland – im ‚bush‘; für eine Beteiligung war ich unerreichbar. Die neuseeländischen Inseln gewährten mir nach der theoretischen Bearbeitung der Vegetation des Himalaya die Möglichkeit zu intensiver Feldforschung – nach dem Himalaya und Neuseeland war es nur eine Frage der Zeit, wann mich der Weg nach Neuguinea führen würde, wo in den Wäldern des zentralen Gebirgssystems sich mit Rhododendron und Nothofagus Elemente der nördlichen und südlichen Hemisphäre begegnen. Darüber hinaus brachte der Aufenthalt in Neuguinea Erfahrungen mit dem Menschen in seiner Umwelt in einer so ursprünglichen Form, wie ich es bisher noch nicht erlebt hatte. Für mich ergab sich daraus eine Bestätigung von Vorstellungen, die – wesentlich von Carl TROLL angeregt – sich während meiner Jahre im Geographischen Institut der Universität Bonn entwickelt hatten. Ich bin deshalb dankbar, daß ich Carl TROLL in dieser Festschrift zu seinem 70. Geburtstag mit einem Beitrag aus der Zentralkordillere der Insel Neuguinea meinen Dank sagen kann.

Mein Dank gilt an dieser Stelle auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft, die den Aufenthalt in Neuguinea durch eine Reisebeihilfe ermöglicht hat, ferner John C. LOWIEN, Forestry Department, Western Highland District, Mount Hagen, und den Herren des Department of Agriculture, Stock and Fisheries, Western Highland District, Mount Hagen, deren Hilfe für diesen Beitrag vor allem darin bestand, daß ich die im Department verwahrten patrol reports einsehen und auswerten durfte.

Die Insel Neuguinea wird von NW nach SE von einem Gebirgssystem durchzogen, zu dessen besonderen Eigentümlichkeiten die Zahl der abgeschlossenen und z. T. recht ausgedehnten Hochtäler gehört. Die Entdeckung dieser Hochtäler im E der Insel vom Jahre 1933 an war eine Sensation, zumindest für die wissenschaftliche Welt. Noch überraschender als die Täler an sich schon sein mochten – man hatte ja früher nur mit einem „Wasserscheiden-Kamm“ gerechnet – war die dichte Besiedlung, die man in diesen Hochtälern antraf; auch heute noch liegen in den Hochtälern der Zentralkordillere die höchsten Bevölkerungsdichten im melanesischen Raum – abgesehen von städtischen Siedlungen an der Küste. Diese Täler innerhalb des zentralen Gebirgssystems scheinen besonders anziehende Objekte landschaftsökologischer Forschung zu bieten.

Das zentrale Gebirgssystem – oft als das „Rückgrat“ der Insel bezeichnet – steigt im N und S abrupt aus den vorgelagerten Flachländern auf. Diese vorgelagerten Ebenen sind sumpfbedeckt und natürliche Hindernisse für jedes Eindringen. Die Außenflanken der zentralen Gebirgswelt sind nicht nur steil, sondern auch mit dichten tropischen Wäldern – in vertikaler Abstufung – bedeckt, die ebenfalls keineswegs einladend sind; d. h. : der Gesamtkomplex des zentralen Gebirgssystems ist nach S und N wirkungsvoll „abgesichert“, bildet also innerhalb der Insel eine Welt für sich. Dies trifft noch im verstärkten Maße für die darin liegenden Hochtäler zu. Diese Hochtäler werden – wegen ihrer Lage im Gebirgssystem – oft unter verallgemeinernden Gesichtspunkten zusammenfassend gesehen, doch ist dieses Vorgehen geeignet, ihre außerordentliche Vielfalt zu übersehen, denn tatsächlich gleicht keines dieser Täler dem anderen:

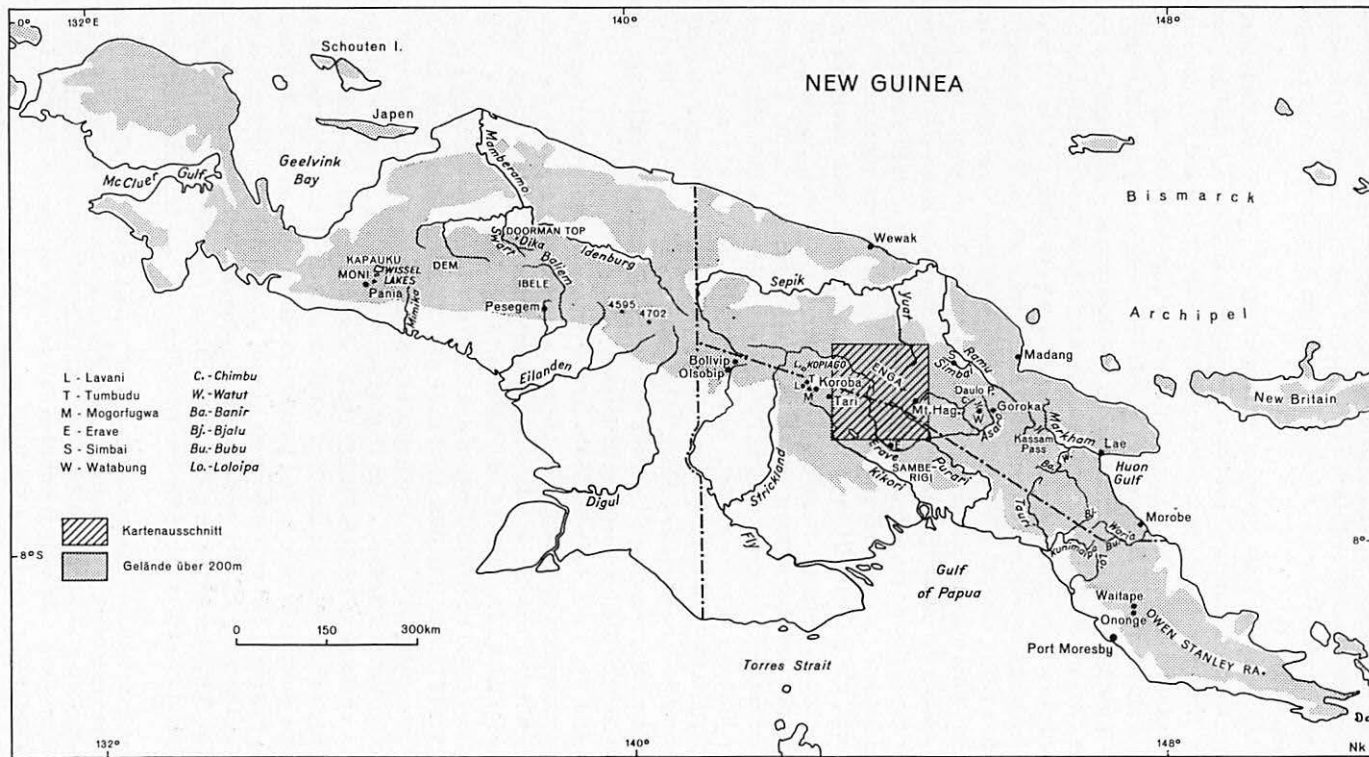


Abb. 1: Neuguinea: Übersichtskarte
 (Grundlage: Atlas Mira 1967; Territory of Papua and New Guinea - 1:2 534 440, Canberra 1964 u. a.)

Sie sind alle topographisch abgeschlossen — aber, mindestens bis zu dem Tage, da die Befriedigungspolitik der australischen Verwaltung wirksam wurde, waren diese Hochtäler der Zentralkordillere auch „sozial“ abgeschlossen: durch Grenzen — der Familie, des Clans, des Stammes — deren Übertreten einer Kriegserklärung gleichkam (1).

Topographische und soziale Grenzen führten zu einem scharf umschriebenen Abgeschlossenensein bestimmter Bevölkerungsgruppen, einem vollständigen Angewiesensein, Eingebundensein in die bestimmte Umwelt, in der und aus der heraus diese Gruppe ihr Leben zu fristen hatte, wie es ähnlich wohl nur noch auf kleinen Inseln angetroffen wird: deshalb bieten sich neben Inseln solche abgeschlossenen Hochtäler, wie in dem zentralen Gebirgssystem von Neuguinea anzutreffen, für ökologische Forschungen besonders an. Auch in dem östlichen Bereich des zentralen Gebirgssystems, von Australien verwaltet, ist die Verwaltung noch keineswegs so weit vorgedrungen, daß sie jene „ökologische Ausgangsposition“ schon völlig aufgelöst hätte, obwohl dies schnell eintreten mag, wenn der Prozeß der Entwicklung und Erschließung ungestört vorangehen kann. Auch wenn es inzwischen durchaus friedlicher zugeht als noch vor wenigen Jahren vor der Befriedung, so gibt es gerade in der topographisch schwierigen Zentralkordillere weite Gebiete, in die auch beim besten Willen höchstens einmal im Jahr, wenn überhaupt, ein ‚patrol officer‘ vorstößt, die also noch mehr oder weniger im ursprünglichen Zustand leben mögen, wenn auch der Alltagskrieg inzwischen der Vergangenheit angehören mag. Unter den gegebenen Umständen kann mit Sicherheit vorausgesagt werden, daß z. B. eine verfrühte Unabhängigkeitserklärung hier binnen Kürze den alten Zustand wieder herstellen würde (vgl. SCHWEINFURTH 1968). Damit soll nur angedeutet werden, wie wenig tiefgreifend die bisherigen Verwaltungsbemühungen bis jetzt noch sind — d. h. wie stark andererseits die naturgegebenen Umweltfaktoren die Situation beeinflussen und als Folge davon auch die sozialen Verhältnisse.

Überall bieten die Hochtäler eine Fülle von Indizien, die zum Nachdenken über die Umweltgebundenheit der Bewohner zwingen — ich denke z. B. an die hochspezialisierten Anbauformen; aus dem Hagenberg-Gebiet (Ostabdachung) haben VICEDOM und TISCHNER 1943–48 am Beispiel der Mbowamb berichtet, MEGITT 1958, 1960, 1965 über die Enga in den Tälern westlich der Mount Hagen-Kette, BROOKFIELD und BROWN 1963 über die Chimbu — doch sind das nur drei prominente Beispiele; die Problematik gewinnt erst recht an Interesse, wenn wir sie im Vergleich über einen möglichst großen Teil des zentralen Gebirgsmassivs verfolgen. BROOKFIELD 1962, 1964 hat das im Überblick versucht, aber wie schon eingangs erwähnt, sind einmal die lokalen Varianten so zahlreich, zum anderen gerade in den letzten Jahren so viele neue Beobachtungen bekannt geworden, daß erst eine umfassende Literaturdurchsicht mit möglichst viel Beobachtung im Gelände uns das gewünschte vertiefte Verständnis für die lokalen Differenzierungen geben wird. Die Frage der Umweltgebundenheit stellt sich aber seit kurzem für die Hochtäler der Zentralkordillere ganz

(1) Vgl. dazu z. B. den klassischen Bericht von J. HIDES: „Papuan Wonderland“, 1936, der als erster zu Papua gehörende Bereiche des zentralen Gebirgssystems durchzog und kontinuierlich mit dieser Problematik konfrontiert wurde; BERNDT 1964; MATTHIESSEN 1964 oder GARDNER & HEIDER 1969 („Gardens of War“), die aus dem westlichen Teil der Insel, Baliem-Tal, die Problematik des dauernden Kriegszustandes ausführlich schildern.

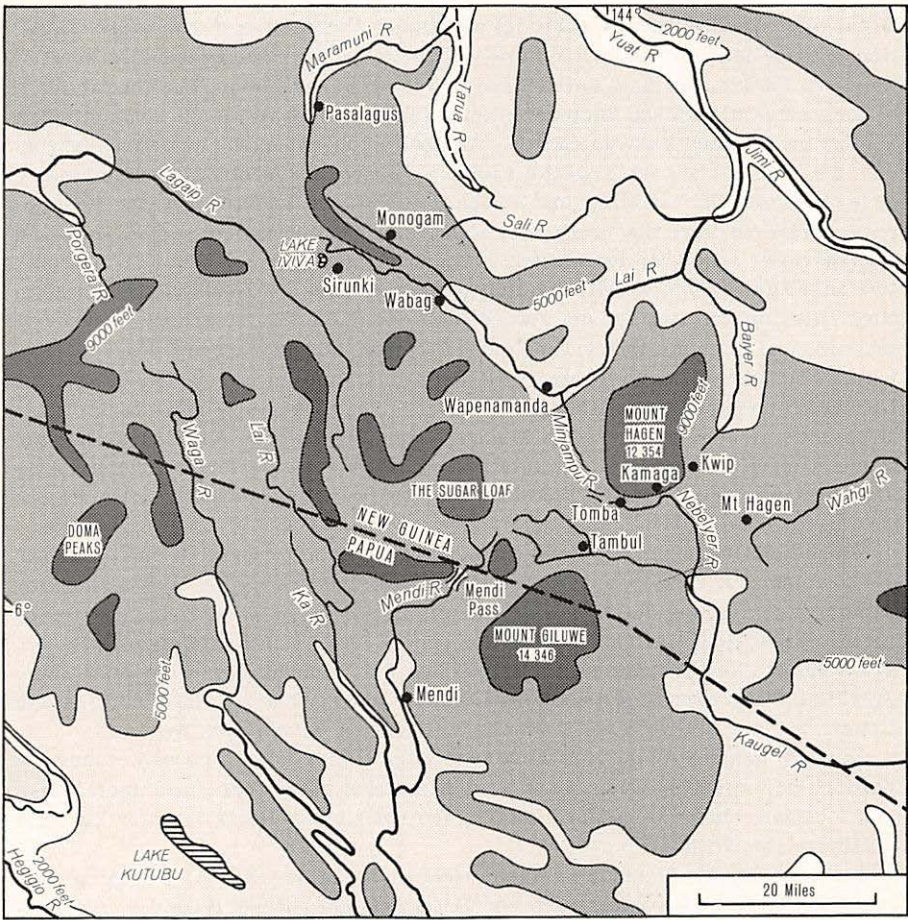


Abb. 2: Territory of Papua and New Guinea: Gebiet der Wasserscheide zwischen Strickland -, Purari- und Sepik-System (Grundlage: Complete Atlas of Australia, Sydney 1968 u. a.)

neu unter dem Gesichtspunkt der „Entwicklungspolitik“ — darüber ist an zwei ökologisch aufschlußreichen Beispielen berichtet worden: über die Versuche des Anbaus von Pyrethrum in der Zentralkordillere (1969) und am Beispiel des Teeanbaus, konzentriert heute im oberen Wahgi-Tal (ERDKUNDE — im Druck). Während der Kaffeeanbau — plantagenmäßig und in der einheimischen Kultur — ohne große Schwierigkeiten eingeführt wurde und heute voll etabliert ist, zwingen Tee und Pyrethrum die ökologischen Bedingungen des Standorts umfassend nach physischer Natur, Verkehrsmöglichkeiten und sozialen Gesichtspunkten zu berücksichtigen.

Während meines Aufenthaltes in der Zentralkordillere (1967/68) fielen mir zunächst im Bereich der Mount Hagen-Kette, im weiteren Umkreis von Mount Hagen, an der N- und W-Abdachung von Mt. Giluwe, aber auch weiter im E im

Bereich des Daulo-Passes, sowie im westlichen Einzugsgebiet des Asaro-Tales, Konzentrationen von *Pandanus sp.* auf, und zwar insbesondere gegen den unteren Rand des intakten Waldes, vorwiegend in rund 2.500–2.700 m, bis hin zur Ausbildung eines deutlichen Saumes entlang der hier überall durch menschlichen Einfluß bestimmten Untergrenze des Waldes. Beobachtungen aus dem Flugzeug, die sich nach W bis Lake Kopiago, nach S bis Erave ausdehnten, brachten immer neue Beispiele. Die auffällige und so charakteristische Lebensform von *Pandanus sp.* erleichterte das Erkennen; findet sich *Pandanus* außerhalb des geschlossenen Bestandes, so ist es bei den Formen hier im Hochland der schlanke, unverzweigte Stamm, der sofort auffällt (bei der größten Spezies, *P. julianettii*, bis zu 30 m hoch), die Stelzwurzeln und am oberen Ende des Stammes der Schopf der grünen, lebendigen Blätter mit der Krause der gelblichen, abgestorbenen Blätter darunter: als typischer „Schopfbaum“ fällt *Pandanus* auch im dichtesten Berg- und Nebelwald noch auf — C. TROLL betont (z. B. 1958, 61) die Verbreitung dieses Typs in den feuchten tropischen Hochgebirgen. Schopfbäume finden sich kaum weniger prominent in den Bergwäldern der südlichen temperierten Breiten (Neuseeland: *Cordyline sp.* — SCHWEINFURTH 1962, 1966; Tasmanien: *Richea pandanifolia* — SCHWEINFURTH 1962).

Floristisch-taxonomisch bietet *Pandanus* große Schwierigkeiten; an Versuchen, die Problematik, die diese Gattung der Familie *Pandanaceae* mit den bisher bekannten Vorkommen auf Neuguinea stellt, zu lösen, müssen genannt werden: BRASS und MARTELLI 1929; MERRILL und PERRY 1939; KANEHIRA 1940; van STEENIS in Flora Malesiana stellt 1954 bei der Behandlung von *Pandanus* ausdrücklich die großen Schwierigkeiten bei der Identifizierung heraus (2) — ein Urteil, das van STEENIS im Frühjahr 1969 erneut bekräftigte (3).

Es wird deshalb hier nur von ‚*Pandanus*‘ ganz allgemein gesprochen — ohne den Versuch der Spezifizierung; es sei auch erwähnt, daß Verf. in keiner Weise „auf *Pandanus* aus“ war, als er sich für die Arbeit in den Hochtälern der Zentral-kordillere entschloß.

Im Gelände war *Pandanus* alsbald nicht mehr zu überschen. Die erste Begegnung, die ihren Eindruck nicht verfehlte, erfolgte auf der Höhe des „Tomba-Paß“, 2.700 m, wo in treibenden Wolken und Nebelfetzen sich *Pandanus* durch das merkwürdige Geklapper und Geraschel der abgestorbenen, trockenen, aber noch am Stamm befindlichen Blätter im Winde bemerkbar machte — kein Wunder, daß die Einheimischen in diesen Nebelwäldern Geister vermuten; wenig später gewährte ein Flug über die Mount Hagen-Kette, in früher Morgensonne, vor der alltäglichen Nebelbildung, einen aufschlußreichen Überblick: die abgestorbenen *Pandanus*blätter leuchteten gelb, ja golden in der monoton dunkelgrünen Masse des Waldes auf — und diese Beobachtung, die aus der Vogelschau natürlichen einen viel umfassenderen Überblick gewährte, gab mir zuerst einen Eindruck von der räumlichen Ausdehnung des *Pandanus*phänomens, sie besonders veranlaßte mich, fortan dem *Pandanus*-Vorkommen größere Aufmerksamkeit zu widmen (Bild 1).

(2) 'The backward state of taxonomic knowledge of this most fascinating group of plants prevents me from enumerating predominant species by name', van STEENIS 1954, 6.

(3) Verfasser ist C. C. G. J. van STEENIS für liebenswürdige Hilfe während eines Aufenthaltes im Rijksherbarium in Leiden im März 1969 zu großem Dank verpflichtet.

Einige weitere Beobachtungen mögen die Problemstellung weiter verdeutlichen: westlich von Tomba (Ortshöhe 2.400 m) war Anfang des Jahres 1968 ein australischer ‚timber contractor‘ an der Arbeit; seine „Sägemühle“ lag in ca. 2.500 m Höhe, an der Hochlandstraße. Im Umkreis war der Wald offensichtlich schon seit einiger Zeit zurückgedrängt; in dem sonst nur mit Gras (z. T. versumpft) bedeckten Gelände standen ausschließlich Pandanus-Bäume in großer Zahl. Ein Vorposten lag in 2.600 m Höhe, oberhalb des Karatomba-Creek, im Nebelwald — hier bot sich ein überraschender, ziemlich phantastischer Anblick. In dem außerordentlich üppigen, dichten, mit epiphytischen Moosen, Flechten, Farnen, Hautfarnen (viele Hymenophyllaceen), Orchideen, Rhododendron überladenen, von Kletterpflanzen durchgezogenem Wald war eine „Schneise“ hineingeschlagen worden von 20–30 m Breite; in dieser Schneise stand eine große Zahl von hohen Pandanus-Bäumen (s. Bild 2). Da der Wasserhaushalt gestört war, hatte sich, bei den hohen Niederschlägen und der hohen Luftfeuchtigkeit in dieser Höhe, die Schneise in Morast verwandelt, in dem der Abfall der Einschlagoperation vermoderte. Zwischen den Pandanus-Bäumen zeigten große Schleifspuren im Morast an, mit welcher Mühe hier die gewünschten Hölzer aus den höheren Lagen weiter im Waldesinnern, sozusagen im „Slalom-Verfahren“, um die Pandanus-Bäume herum abtransportiert werden. Bei dem an sich ja rigorosen Raubbau-Verfahren solchen Holzeinschlages war völlig klar, daß eine solche Mühewaltung ihre besonderen Gründe haben müsse. Die Nachfrage ergab folgendes: da im Bereich der Hochtäler alles Land im Besitz der Einheimischen ist, gibt es auch kein wahlloses Einschlagverfahren; die Verwaltung achtet mit peinlicher Sorgfalt auf Einhaltung sauberen Geschäftsgebahrens; die Verwaltung kauft bestimmte Areale von den Einheimischen an, der interessierte ‚contractor‘ muß mit der Verwaltung den Vertrag über den Einschlag abschließen: die Verhandlungen werden meist vom örtlichen Forstdienst geführt (ein australischer Forstbeamter für den gesamten Western Highland District!); der ‚contractor‘ kann daraufhin entsprechend den Vereinbarungen aus dem bestimmten Areal herauschlagen, wofür er sich interessiert — nur nicht die Pandanus-Bäume; mit dem Vertrag verpflichtet er sich, keinen der Pandanus-Bäume auch nur anzurühren, geschweige denn zu fällen — andernfalls Kompensationen fällig sind. Ein Vergehen dieser Art kann nicht unbeobachtet bleiben, da alle Einschlagarbeiten mit einheimischen, lokal angeworbenen Kräften vorgenommen werden. Es liegt also im eigensten Interesse des ‚contractors‘, die Vertragsbestimmungen einzuhalten.

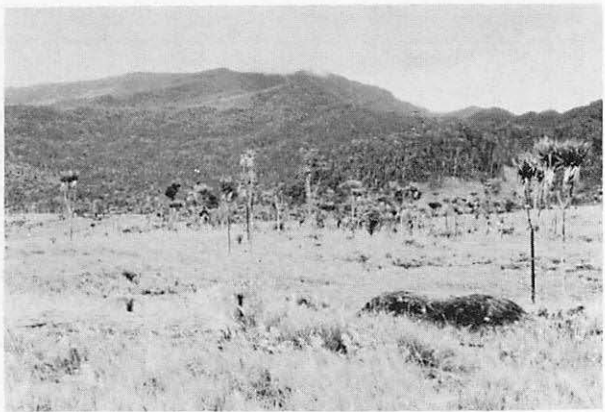
Das Ergebnis dieses selektiven Einschlages bzw. des Aussparens der Pandanus-Bäume läßt sich dann auch klar beobachten — z. B. im Bereich westlich Tomba, an den südlichen Hängen der Mount Hagen-Kette: aus dem durch Einwirkung des Menschen waldfreien Gebiete trifft man über z. T. versumpfte Grasflächen erst auf einige, dann immer mehr Pandanus-Bäume, die schließlich zusammentreten und deutlich einen unteren Saum des noch intakten Nebelwaldes bilden; mindestens so lange bleibt Pandanus prominent in Erscheinung, wie die vom Einschlag verursachten „Löcher“ im Waldkleid nicht wieder durch Nachwuchs oder Sekundärwald „gestopft“ sind, doch ist Pandanus durchaus in der Lage, durch Samenproduktion zur Auffüllung des durch den Menschen von Konkurrenz befreiten Areals ringsum beizutragen, was eine weitere Erklärung für das gesellige Vorkommen bietet. Es mag sein, daß gerade im



1



2



3



4



5



6

- Bild 1: Mount Hagen-Kette: Südostabdachung mit Bergwald in 2800 m Höhe; auffälliges Vorherrschen von Pandanus gegen untere Grenze zu. - 4. Januar 1968, 8 Uhr.
- Bild 2: Mount Hagen-Kette: westlich Tomba, 2600 m; selektiver Einschlag, Pandanus bleibt erhalten. - 28. Dezember 1967, 14 Uhr.
- Bild 3: Mt. Giluwe, Nordflanke, 2600 m; Grasland mit Pandanus, im Vordergrund zur Erntezeit benutzte Hütten. - 14. Januar 1968, 12 Uhr.
- Bild 4: Sirunki, 2700 m; an der Straße Wabag - Lake Ipea (Iviva) - Laiagam; Pandanus mit den charakteristischen Süßkartoffel-„Rundhaufenbeeten“ der Enga. - 4. Januar 1968, 10 Uhr.
- Bild 5: Mt. Giluwe, Westflanke; „Mendi-Paß“, 2700 m; Pandanus-Regencape zusammengefaltet (Zuckerrohr und Süßkartoffel als Wegzehrung). - 14. Januar 1968, 14 Uhr.
- Bild 6: Hochland-Straße unterhalb Kamaga, 2300 m; Pandanus-Regencape im täglichen Nachmittagsschauer. - 28. Dezember 1967, 15 Uhr.

Augenblick (1967/68) im Bereich von Tomba durch die Tätigkeit verschiedener ‚contractors‘ das Stadium des selektiven Einschlags besonders deutlich in Erscheinung trat. Die Beobachtung aus dem Flugzeug, die wenigstens für Teile der Südabdachung der Mount Hagen-Kette eine Vorstellung von der räumlichen Ausdehnung des Phänomens vermittelte, legt jedoch die Vermutung nahe, daß einmal durch das selektive Vorgehen des Einschlags dermaßen gefördert die Dominanz der Pandanus-Bäume im unteren Bereich des Nebelwaldes gewahrt bleibt.

Der Tomba-Paß leitet in ca. 2.700 m Höhe aus dem Quellgebiet des Nebelyer (Purari-System) in das Mijampu-Tal (Sepik-System) über; der Paß verbindet Mount Hagen mit Wapenamanda — oder, auf weitere Sicht gesehen, leitet die Hochlandstraße, die in Lae am Huon-Golf beginnt, hier in das Innere des Gebirgs-systems nach W über; auf die Schwierigkeiten der Straße, die stellenweise, und zwar gerade von Mount Hagen ab nach W. nicht mehr als ein Landrovertrack ist (Bild 6), sei hingewiesen: Topographie und Klima stellen dem Eindringen in diese Gebirgswelt größte Schwierigkeiten entgegen; die Straße ist somit nicht zuverlässig, aber doch, wenn ‚negotiable‘, eine enorme Hilfe. Im Bereich des Passes ist der „Nebelwald“ von z. T. versumpften Tussockgrasflächen mit Baumfarnen unterbrochen. Die Waldränder zeichnen sich überall durch eine bemerkenswerte Verdichtung von Pandanus-Bäumen aus.



Abb. 3: Verbreitungsschema von Pandanus im Bereich der Hochtäler westlich von Mount Hagen, Neuguinea, in rund 2 700 m Höhe

Südlich der Mount Hagen-Kette erhebt sich der Mount Giluwe, der — wie Mount Hagen — vulkanischen Ursprungs ist. Wenn man von Tambul aus in Richtung S — nach Mendi (Southern Highland District) an den Hängen des Berges aufsteigt, muß ebenfalls in rund 2.700 m ein Paß („Mendi-Paß“) überquert werden. Im Anstieg auf diese Höhe beobachtet man vor Eintritt in das noch erhaltene Waldkleid auf weite Strecken aufwärts ausgedehnte Grasfluren mit unübersehbaren Anzeichen früherer Besiedlung bzw. Nutzung: die im Hochland sehr weit verbreiteten „lebenden Zäune“ aus *Cordyline* sp. („tanket“) sind noch ganz klar erkennbar. In diesen Grasfluren finden sich in der Nord-Abdachung des

Mount Giluwe in das Kaugel-Tal hinab wieder ausgedehnte Bestände von Pandanus-Bäumen. Dazwischen liegen vereinzelt, im hohen Grase kaum erkennbar, Hütten, äußerst primitiv, die nur temporär, zur Ernte der Pandanus-Nüsse, als Unterkunft dienen (Bild 3).

Und noch ein weiteres Beispiel sei erwähnt, in dem Pandanus-Bäume auffällig in Erscheinung treten. Unweit der Lutheran Mission Sirunki, die in 2.653 m auf einer Höhe östlich über dem Lake Ipea (Iviva) liegt, findet sich eine große Anzahl von Pandanus-Bäumen mitten zwischen den Rundhaufenbeeten mit Süßkartoffeln (*Ipomoea batatas*) der hier lebenden Enga. Der untere Waldrand ist nicht weit entfernt. Man kann vermuten, daß es sich auch hier um Pandanus-Bäume handelt, die bei Zurückdrängen des Waldkleides in größere Höhe hinauf übriggeblieben sind — doch könnte es sich auch um angepflanzte Exemplare handeln. Eine Klärung war an Ort und Stelle nicht möglich (Bild 4).

Die im Zusammenhange mit dem selektiven Einschlag eingezogenen Erkundigungen ergaben ein außerordentliches Interesse der einheimischen Bevölkerung an den Pandanus-Bäumen; die erstaunliche Konzentration von Pandanus-Bäumen bis hin zur wenigstens lokalen Ausbildung eines Pandanussaumes, wahrscheinlich durch das Auffüllen der Lücken durch Pandanus-Samen, entlang der Untergrenze des noch intakten Waldkleides ist dafür wohl nur ein besonders auffallender Ausdruck. Bei näherem Bekanntwerden mit den Verhältnissen der Einheimischen wird die Bedeutung von Pandanus für das Leben der Einheimischen schnell klar — schon der alltägliche Regen führt zur Demonstration von — bis dahin — merkwürdig erscheinenden, zur ständigen Ausrüstung gehörenden „Faltpaketen“, die sich plötzlich als Regencapes entpuppen (Bild 5,6).

Die Literatur ist voll von Hinweisen auf die Bedeutung von Pandanus für die Bewohner der Hochtäler und zwar durch das ganze zentrale Gebirgssystem hindurch; es scheint jedoch weder der Anteil von Pandanus an der materiellen Kultur, noch das angedeutete pflanzengeographisch-ökologische Problem bisher durch das Gebirgssystem hindurch systematisch verfolgt worden zu sein. Diese Aufgabe würde den hier gestellten Rahmen weit überschreiten. Mit einigen Beispielen sollen hier jedoch die angeführten Beobachtungen räumlich und sachlich erweitert, dadurch die Bedeutung von Pandanus für das Landschaftsbild, wie für das Leben der Bewohner der Hochtäler herausgestellt werden.

Von den reinen Verbreitungsbeobachtungen her entsprechen die von DETZNER 1928/29 (118) auf seinen Grenzvermessungsexpeditionen 1913-1914 im Gebiet des oberen Waria (Bubu-Tal) ganz denen aus dem Mount Hagen-Bereich: das massierte Vorkommen von Pandanus entlang dem unteren Rande des geschlossenen Waldes, ebenso im Bjalu-Tal (Kunimaipa-System); CHAMPION 1932 berichtet von der S-Abdachung des zentralen Gebirgssystems im Fly-Einzugsgebiet von einem mit Pandanus bedeckten Plateau, HIDES 1935 (opp. p. 66) von Pandanus-Wald beim Dorf Ononge (Loloipa District, Papua); im Kaugel-Tal (Nebelyer-Purari-System) fand CHAMPION 1940 ebenfalls „an den ‚moss forest‘ nach unten anschließend“ Pandanus in großer Zahl. Der D.A.S.F. Report Monogam 1966 berichtet von ‚Pandanus everywhere‘. NOUHUYS 1913 gibt auf seiner Karte im Gebiet der Pesegem ‚Pandanuswald‘ an, LAM von der Nordabdachung des Doorman-top (1929, 303, 305).

Auf die Tatsache des ‚selective cutting‘ weist schon BRASS 1941, 564 Baliem-Tal hin, ROUX 1950, 285 für das Gebiet der Dem und Moni im westlichen Zen-

tral-Gebirge; BOWERS beobachtete diesen Vorgang im Kaugel-Tal (4); WALKER 1966, 518, findet darin auf Grund seiner Arbeiten im Bereich des Lake Ipea (Iviva) die Erklärung für die beobachteten ‚disturbed forests‘, zwischen ‚high forest‘ und ‚grasslands‘ gelegen; im D. A. S. F. Report Wage 1965 heißt es, daß alle Bäume gefällt wurden, nur ‚Pandanus left standing‘. BULMER 1968 vermutet, daß die Bildung von ‚Pandanus groves in the forest‘, also lokalen Konzentrationen innerhalb des Waldes, auf die natürliche Aussaat und Vermehrung zurückzuführen sei.

Es ist erwiesen, daß Pandanus in Kultur genommen wird, wenn es auch in einzelnen Fällen nicht immer einfach bzw. ganz unmöglich ist, darüber zu entscheiden. BRASS 1941, 561 in seinem Bericht über das Baliem-Tal betont, daß wir es bei Pandanus mit einem Beispiel der ‚selection for cultivation‘ einer als nützlich erkannten wildvorkommenden Pflanze zu tun haben. ‚From tending the tree in the wild the natives advance to planting it in natural clearings, kept open with stone tools, but not tilled‘. MERRILL-PERRY 1939, p. 175, geben an für ‚*Pandanus julianettii*: ‚planted in the forests on clearings made specially for the purpose at 1.500 m altitude‘ (auf Grund der Angaben von BRASS, 8. XI. 1933, für einen Standort in der Central Division, Papua). BOWERS hat im oberen Kaugel-Tal das Umpflanzen aus dem Wald in Hüttennähe beobachtet (vgl. Fußnote 4). In einer Übersicht über Anbauverhältnisse allgemein finden wir bei BROOKFIELD 1962, 244, für Pandanus: Kapauku (Wissel Lakes), Ibele Dani (Baliem), Aruni, Karintsu, Waka, Ipili in dem Bereich der Wage, Lai und Porgera-Täler, Enga (westlich der Mount Hagen-Kette), verschiedene Stämme östlich der Mount Hagen-Kette (nach VICEDOM-TISCHNER 1943-1948). Chimbu und die Kanusa (im Gebiet vor Goroka). Dem sollen hier zur Erweiterung des Verbreitungsbildes noch angefügt werden die Timorini (LAM 1929, 312), die südlich des Dorman-top im Einzugsbereich des Swart-Fluß leben; die Feststellung von WIRZ 1924, 90 für das Gebiet des Swart (Dika-Tal): „Die Pandanacee fehlt niemals“ (wo angebaut wird); ROUX 1950, I, 221, für die Dem, im westlichen Zentral-Gebirge, sowie eine allgemein gehaltene Angabe bei CHAMPION 1932 für die Owen Stanley-Range. Die C. S. I. R. O. -Surveys für Goroka-Mount Hagen und Wabagtari bestätigen den Anbau von Pandanus für die genannten Gebiete allgemein. FISCHER 1968 beschreibt den Anbau von Pandanus im oberen Watut-Gebiet. RAPPAPORT 1967 aus dem Simbai-Tal.

Überwiegend geht es für die Bewohner der Hochtäler um die Pandanus ‚nuts‘. Die Nahrungsmittelgrundlage der Einheimischen in den Hochtälern ist außerordentlich eintönig — zu 95 % Süßkartoffeln; wie oben angedeutet, beschränkt sich auch heute noch der Einfluß der australischen Verwaltung wesentlich auf die unmittelbare Nachbarschaft der Verkehrswege: je weiter in das Innere des Gebirges hinein und je weiter von den Verwaltungszentren entfernt, desto mehr entspricht die Lebensweise der einheimischen Bevölkerung der Tradition — und das heißt bzgl. der Nahrung: sie beruht auf der Süßkartoffel. Da ist jede Abwechslung, die die Natur bietet, hoch willkommen — und die Pandanus ‚nuts‘ sind öl- und fetthaltig, sie sind in dieser Hinsicht das einzige, was der Wald bietet.

(4) Vgl. dazu die von N. BOWERS unter dem 27. 4. 1963 im Department of Agriculture, Stock and Fisheries in Mount Hagen deponierten Aufzeichnungen: ‚notes on cultivated Pandanus in the upper Kaugel-Valley‘.

Also werden die Pandanus-Bäume als zusätzliche Nahrungsquelle hoch geschätzt (5).

Zur Erntezeit gehen die Leute zu ihren Bäumen und leben dort unmittelbar für einige Zeit, meist in kümmerlichen Hütten (Bild 3) und verzehren an Ort und Stelle, soviel sie können. VICEDOM-TISCHNER berichten, daß die Mbowamb zur Erntezeit wochenlang im Walde bleiben und dann ganz von den Pandanusfrüchten leben. Auch BULMER 1968, 314, erwähnt das ‚camp in forest‘, HIDES 1935, 63, hat ‚Pandanus settlements‘ beobachtet, die während der Erntezeit benutzt und häufig verlegt werden (Waitape, Loloipa District). Im D.A.S.F. Report Duna-Koroba (1967) gibt LOH an, daß Leute von Tubudu und Mogorfugwa zur Pandanus-Ernte ins Lavani-Gebiet gehen. CHAMPION 1932 berichtet von Bolivip, die Einheimischen scheinen von Pandanus ‚nuts‘ zu leben. Im D.A.S.F. Report Duna-Koroba 1967 (D.W. LOH) heißt es: ‚eating excessive quantities of Pandanus fruits‘. DETZNER 1928/29, 117, beobachtete den Pandanus-Verbrauch im Bubu-Tal (Waria-System). BROOKFIELD und BROWN 1963 berichten über den Pandanus-Konsum im Chimbu-Gebiet. (Vgl. allgemein auch BARRAU 1958). Zum Teil werden die ‚nuts‘ auch „aufbereitet“, — entweder in den Erntelagern selbst, oder über den Feuerplätzen in den Hütten der festen Siedlungen zum Trocknen oder Räuchern aufgehängt (vgl. z. B. DETZNER 1928/29, 128; FISCHER 1968: für Watut-Einzugsgebiet).

Die Kürze der Zeit, zu der die „wilden Nüsse“ zur Ernte zur Verfügung stehen, schränkt natürlich die Bedeutung von Pandanus als zuverlässigen Lieferanten einer zusätzlichen Nahrung ein (6), und doch kann unter besonderen Umständen die Pandanus-Ernte allergrößte Bedeutung erlangen, wenn nämlich einmal wieder Frost die Süßkartoffeln getroffen hat, was wegen der Monopolstellung der Süßkartoffeln im Nahrungshaushalt der Bewohner der Hochtäler leicht zur Katastrophe führen kann (7). Solche Situationen können ganz allgemein zu ausgedehnten Wanderungsbewegungen führen (MEGGITT 1965, 2). Fröste treten, soweit die bisherigen Beobachtungen aussagen, unregelmäßig auf; aber gerade durch diese Unregelmäßigkeit sind sie so unberechenbar und deshalb, wenn sie tatsächlich auftreten, dann auch gleich außerordentlich wirkungsvoll, ja fatal. Im Jahre 1967 wurde erstmalig von der Lutheran Mission in Sirunki (2.653 m) ein ganzes Jahr hindurch die Temperatur gemessen; nur in der Nacht vom 18./19. 7. 1967 trat Frost auf — mit schweren Schäden an den obersten Süßkartoffelbeeten.

Es ist bisher wegen der eingangs erwähnten taxonomischen Schwierigkeiten bewußt auf eine Differenzierung verzichtet worden. Die nüsselliefernden Pandanusarten, auch „Bergpandanus“ — hauptsächlich *P. julianettii* und *P. brosimos* — genannt, kommen in den höheren Lagen vor (nach van STEENIS 1954 bis 3.200–3.225 m aufwärts); BROOKFIELD 1961, 437–438, 1966 gibt für Chimbu 6000' = ca. 1.800 m als Untergrenze an (ähnlich HIDES 1935, 27; MEGGITT 1960, 89 für das Enga-Gebiet; FISCHER 1968, 275 für den oberen Watut-Bereich: 1.600 m). In den tieferen Lagen sind Pandanus-Arten anzutreffen, die ölhaltige Früchte liefern (wahrscheinlich: *Pandanus conoideus*), aus deren roten Früchten eine sehr

(5) Pandanus ‚nuts‘ 1967/68 auch auf dem Markt von Mount Hagen angeboten.

(6) Die angepflanzten Pandanus-Bäume scheinen eine weniger kurze, konzentrierte Erntezeit zu entwickeln.

(7) vgl. BOWERS 1963: für Kugel-Tal 1961/62.

fetthaltige, beliebte rote Sauce hergestellt wird (BARRAU 1958, BROOKFIELD 1962, 221: Samberigi (Papua), Ipili (Porgera); Enga; Chimbu und Kanusa, sowie östlich der Mount Hagen-Kette die Mbowamb (VICEDOM-TISCHNER 1943-48), GARDNER & HEIDER 1969 für Kurelu (Baliem)). Die ausführlichsten Angaben über diese ölhaltige Pandanuspecies stammen aus den schon peripher zur Zentral-kordillere liegenden Gebieten wie dem der Tsembaga-Maring im Simbai-Tal RAPPAPORT 1967; diese Pandanus-Frucht gilt als wichtiger Bestandteil der Nahrung. In diesem Zusammenhang müssen auch die Beobachtungen von FISCHER 1968 über die Jeghuije im Morobe District — zwischen Banir und Tauri — gewertet werden; auch hier handelt es sich, soweit eine Identifizierung von FISCHER angegeben, um *P. conoideus*; diese Pandanusfrucht ist der wichtigste Fettlieferant für den Stamm und nach dem Schweinefleisch das am höchsten bewertete Nahrungsmittel.

Wahrscheinlich kommt Pandanus mit Früchten bzw. ‚nuts‘ als zusätzlicher Nahrungsquelle in der engbegrenzten Ökonomie der Hochlandbewohner die größte Bedeutung zu. Pandanus erfüllt jedoch noch andere lebenswichtige Funktionen im ‚ecosystem‘ der Hochtäler — in erster Linie ist die Bedeutung der abgestorbenen Blätter für den Hüttenbau zu erwähnen — als Wandverkleidung, als Isolierschicht bei Doppelwänden in den höhergelegenen Gebieten des Chimbu-Tales (D. A. S. F. Report Monogam 1966; BROOKFIELD 1966) und ganz besonders die Blätter von *P. julianettii* und *P. brosimos* als Dachdeckmaterial (DETZNER 1928/29 für Kuni-maipa, Waria- und Watut-Einzugsgebiet; FISCHER 1968, 278 für die Jeghuije zwischen Banir und Tauri; HIDES 1935 für das Loloipa-Gebiet; im D. A. S. F. -Report Monogam 1966; im D. A. S. F. -Report Pasalagus 1966; MERRILL & PERRY 1939, 175: *Pandanus julianettii* — nach BRASS, 8. XI. 1933; ROUX 1950, I, 200 für Dem und Moni; MATTHIESSEN 1964, 145 für Kurelu (Baliem); BJLMER 1939, 132 für Pania, NOUHUY 1913 für die Pesegem im westlichen Neuguinea).

Die trockenen Pandanus-Blätter liefern das Material für eine große Zahl von Gebrauchsgegenständen, allen voran zusammengenäht für Matten, die in erster Linie als Regenschutz — aber auch als Schlafunterlage — verwandt werden und wegen der häufigen Niederschläge auch stets zusammengefalted mitgeführt werden; von den Frauen in den Tragnetzen auf dem Rücken (Bild 5,6); z. B. VICEDOM-TISCHNER 1943-48, 98, 221, für die Mbowamb; ROUX 1950, I, 135, 204, 211, 233, 239, 240; III, Abb. 140-145 für das westliche zentrale Gebirgsland; NOUHUY 1913, 13, 14, für die Pesegem; BROOKFIELD-BROWN 1963 für Chimbu; MEGGITT: Enga, 1965, ph. 7; WILLIAMS 1969: (Orokaiva). Bei allen Stämmen im zentralen Gebirgssystem ist die Bekleidung ursprünglich ziemlich geringfügig; im westlichen zentralen Neuguinea ist, nach den Beobachtungen von ROUX 1950 I, 139, 156, 233, das wenige, was überhaupt an Bekleidung getragen wird, ganz oder teilweise aus Pandanus-Blattmaterial; so die „Röcke“ der Frauen- und zum Teil das ‚as gras‘ der Männer in den Hochtälern von Mount Hagen nach W.

Das Blattmaterial von Pandanus wird zur Herstellung von Kopfbedeckungen, für Gürtel und Flechtarmbänder verwandt (FISCHER 1928, 278: Jeghuije); OOMEN 1958 bringt eine Photographie (ph. 32), die die Verwendung zur Herstellung von ‚babycots‘ zeigt („Wieg“ bei ROUX 1950, II, 720), VICEDOM-TISCHNER 1943-48, 221 haben das „Einwickeln von Säuglingen, Wertsachen und Fleisch“ in aus Pandanuslaub genähten Matten beobachtet (Mbowamb); Pandanusblätter dienen als „Ziga-

rettenpapier⁷ (ROUX 1950, I, 253) und für Tabakbeutel, als Zunder (MATTHIESSEN, 1964, 224: Kurelu) und als Fackeln (CHAMPION 1932, HIDES 1935). POSPISIL 1963, 15 berichtet von den Kapaukus von der Verwendung bei der Nahrungszubereitung: ‚wild greens steamed in Pandanus leaves‘, wie überhaupt zum Kochen von Schweinefleisch. CHAMPION 1932 führt die Verwendung von Pandanus-Wurzeln als Bodenbelag an; WILLIAMS 1969, 57: pandanus fibre for fishing line (Orokaiva).

Dazu kommt die Bedeutung von Pandanus für rituelle Zwecke. Bei bestimmten clans der Engas (westlich der Hagenberg-Kette) dürfen Hütten nur aus Pandanus-Material gebaut sein (MEGGITT), dasselbe berichtet BJERRE 1964 aus dem Simbai-Tal für die Hütten der ‚nose-piercing ceremonies‘ (ph. opp. p. 145); MEGGITT 1964, 209, teilt eine andere Vorstellung der Enga mit, daß das Haar einer männlichen Person ‚placed in Pandanus seedling‘ dazu führen soll ‚that he will grow tall as the tree does‘. DETZNER 1928/29, 128 berichtet aus dem Waria-Einzugsgebiet, daß tote Krieger zur Bestattung in 2-2 1/2 m hohe Pandanusblatt-Umhüllungen eingeschnürt werden, von Bambus zusammengehalten (8).

Das Pflanzen, Ernten und Verzehren von Pandanus ist mit Tabu-Vorschriften umgrenzt; nach GITLOW 1966 ist im Gebiet von Mount Hagen das Pflanzen nur den Männern gestattet; nach FISCHER 1968 finden sich bei den Jekhujje Unterschiede auch in der Behandlung der verschiedenen Pandanus-Arten (250, 275, 276); RAPPAPORT 1967, 135 berichtet, daß Männer und Frauen bei den Tsembaga (Simbai) nie von derselben Pandanuspflanze essen dürfen, und meint, daß die Pandanusfrüchte (wohl *P. conoides*) eindeutig mit den ‚spirits of the low ground‘ assoziiert werden (151, 179); und bei den Jekhujje stellte FISCHER 1968, 276 Geräte fest, die nur zur Zubereitung und zum Essen von *Pandanus conoides* verwandt werden.

Nach all dem ist es kein Wunder, daß die Pandanus-Bäume in der in jeder Hinsicht engumgrenzten Lebensführung der Bewohner der zentralen Gebirgswelt eine ganz außerordentliche Stellung einnehmen – und zwar je abgelegener die Täler, je beschränkter die Lebensmöglichkeiten, desto höher ist die Bedeutung von Pandanus einzuschätzen. Deshalb wird auf das Eigentumsrecht an den Pandanus-Bäumen mit größter Sorgfalt geachtet: es sind Eigentumsmarkierungen an Pandanus-Bäumen bekannt im Mount Hagen-Gebiet; VICEDOM und TISCHNER 1943-48, 183 geben von den Mbowamb an, daß jeder im Wald wildwachsende Pandanus seinen Besitzer hat; BRASS 1941, 561 vermerkt entsprechende Markierungen aus dem Baliem-Gebiet; MEGGITT 1965, 219 führt auf table 84 Pandanus-Bäume als ‚capital‘ im Katalog des Mai Enga-Eigentums auf; Rechtsanspruch auf gepflanzten Pandanus besteht, z. B. VICEDOM-TISCHNER 1943-48, 191 bei den Mbowamb; nach FISCHER 1968, 238 bleibt bei den Jekhujje der Rechtsanspruch des Pflanzers an von ihm gepflanzten Pandanus bestehen, auch wenn das betreffende Stück Land den Besitzer wechselt (oberes Watut-Gebiet). MEGGITT 1965, table 91, gibt Diebstahl von Pandanus ‚nuts‘ als Grund für Krieg bei den Mai Enga an, es ist über Pandanus-Bäume zu Mord und Totschlag gekommen, zu Todesurteilen als Kompensation für die Beschädigung von Pandanus-Bäumen MEGGITT 1956. BOWERS 1963 für das obere Kaugal-Tal: ‚periodic fights over pandanus‘.

(8) BARTH, F. (Bergen) berichtet gesprächsweise (Okt. 1969) über die Bedeutung von Pandanus in Wachstums- und Fruchtbarkeitsriten im Gebiet von Olsobip.

Bei dieser zentralen Bedeutung der Pandanus-Bäume ist es verständlich, daß die Einheimischen genauestens zu unterscheiden wissen — nicht nur zwischen männlichen und weiblichen Pflanzen, sondern vor allem auch in Differenzierungen, in denen ihnen die systematische Botanik noch nicht zu folgen vermag. Es soll uns hier nicht die Benennung bei den verschiedenen Stämmen interessieren, wir greifen ein Beispiel heraus, das wahrscheinlich typisch ist. In der Gegend von Tambul im oberen Kaugel-Tal (Nebelyer-Purari-System) besteht bei den Kakolis, einer lokalen Gruppe, zunächst klare Differenzierung zwischen ‚bush‘-Pandanus und ‚place‘-Pandanus, also den wildwachsenden in den Wäldern und den angepflanzten (9): ‚wapuneme‘ und ‚umbumu‘ (umbu = ‚place‘).

Die Kakolis des oberen Kaugel-Tales kennen, nach der angegebenen Quelle, allein 35 „Varianten“ von umbumu — also ‚place‘-Pandanus, doch nur 4 davon sind von N. BOWERS selbst erkannt worden. Diese „Varietäten“ haben so natürlich noch keinerlei systematisch-botanische Qualifikationen, solange nicht gesammeltes Material vorliegt; dennoch, die Einheimischen sind ausgezeichnete Beobachter und ziemlich zuverlässig, was ihre taxonomischen und ökologischen Beobachtungen angeht; sie haben Namen für einzelne Bäume und Pflanzen und „eine gute Nase“ für die Qualitäten eines Standortes, Indikatorpflanzen etc.; sie werden sicher nicht ohne Grund 35 „Varietäten“ angeben, auch wenn wir ihnen systematisch noch nicht folgen können.

Zwischen den wildwachsenden und den angepflanzten Pandanus-Bäumen wird wohl ganz allgemein unterschieden: z. B. VICEDOM-TISCHNER 1943-48 für die Mbowamb, FISCHER 1968, 274 für die Jeghuije, aber die weitere lokale Differenzierung ist natürlich am interessantesten, weil sie die enge Verbindung der betreffenden Gruppe mit „ihren“ Pandanus-Bäumen unterstreicht. MEGGITT 1960, gibt für die Enga 26 ‚kinds‘ an, FISCHER allein 18 „Varietäten“ für *P. conoideus* bei den Jeghuije (1968, 277).

Wenn wir diese doch immer noch recht willkürliche Auswahl von Angaben über Pandanus im zentralen Gebirgssystem zusammenfassen, so scheint die Feststellung von BRASS 1941, 561: ‚they fill a position in the domestic economy of the people comparable with that of the coconut palm on the coast‘, nicht nur berechtigt, sondern auf Grund der heute vorliegenden Beobachtungen eher als ein ‚understatement‘: die mitgeteilten Angaben zeigen, daß die Bedeutung von Pandanus in vielen Fällen noch über das rein wirtschaftliche Interesse hinausgeht.

Beobachtungen im Bereich der Zentralcordillere (1967/68) — von Mount Hagen aus nach W bis Lake Koplago, nach S bis Erave, nach E bis zum Kassam-Paß — haben mir die auffällige Verbreitung von Pandanus immer wieder deutlich werden lassen. Die Verbreitung einer „Wildpflanze“ wird zweifellos zunächst immer als ein Problem der Pflanzengeographie angesehen werden; die Fragestellung ändert sich, wenn diese Pflanze „wild“ vorkommt, beim Zurückdrängen des Waldes vom Menschen ausgespart, sich von der Konkurrenz befreit stärker verbreitet, schließlich vom Menschen übernommen und angepflanzt wird: damit erweitert sich die Fragestellung zu einem Problem der Landschaftsökologie. Der Mensch lebt hier in der zentralen Gebirgswelt der Insel Neuguinea — noch — in einem bemerkenswerten ökologischen Gleichgewicht mit seiner Um-

(9) nach den Angaben von N. BOWERS, vgl. Fußnote (4).

welt. Einen Hinweis darauf mag man darin sehen, daß trotz der Reliefenergie, trotz der Nutzung steiler Hänge, trotz oft wolkenbruchartiger Niederschläge nirgendwo auffällige Zeichen von Bodenrosion zu beobachten waren — die Bewahrung der Pandanus-Bäume beim Zurückdrängen des Waldes, wenn auch aus ganz anderen Gründen, ist auch in dieser Hinsicht sinnvoll.

Die eigenen Beobachtungen sind in der Folge durch Literaturdurchsicht räumlich erweitert und vor allem, was dem ethnologischen Befund angeht, materiell vertieft worden — ein Teil davon wurde hier mitgeteilt. Die räumliche Ausdehnung zeigt an, daß die Wertschätzung von Pandanus durch das ganze zentrale Gebirgssystem hindurch festzustellen ist; die materielle Vertiefung zeigt, wie intensiv das Leben der Bewohner der Gebirgstäler mit den Vertretern der Gattung *Pandanus* verbunden ist — so stark jedenfalls, daß das besondere Interesse an Pandanus als landschaftsökologischer Tatbestand bis hin zur Saumbildung entlang der Untergrenze des intakten Waldkleides greifbar wird.

Dieser vielerorts so auffällige Saum ist in seiner heutigen Ausbildung sowohl von der Natur angelegt, wie vom Menschen beeinflusst; dieser Saum liegt fest: seine Höhenlage mag lokal schwanken; aber das Auftreten von Frost „gegen“ die Süßkartoffelbeete hin setzt eine Grenze; sie mag zusammenfallen mit einer Zone, in der der Boden wegen der hohen Luftfeuchtigkeit, der dauernden Nebelbildung zu torfig für die Süßkartoffel wird — wir haben hier ja auch die Untergrenze des tropischen Nebelwaldes vor uns, für den der Schopfbaumtyp ein so charakteristisches Merkmal ist — und an dieser Frost- und Dauernebelgrenze finden auch die ingenösen, von ökologischer Einsicht bzw. Erfahrung zeugenden „Rundhaufenbeete“ der Enga die Obergrenze ihrer Verbreitung.

Pandanus repräsentiert — wenn man so will — im zentralen Gebirgssystem von Neuguinea das Bindeglied zwischen Natur- und Kulturlandschaft; die Verbreitung von *Pandanus* in der Zentralkordillere ist ein klassisches Beispiel für die Wirksamkeit des Menschen als ökologischem Faktor in seiner Umwelt, die er sich trotz der doch wohl wahrscheinlich schon Jahrhunderte währenden Einwirkung bis heute zu erhalten verstanden hat.

SUMMARY

On the distribution and importance of *Pandanus* in the high valleys of the Central Cordillera, Eastern New Guinea.

In 1967/68, the author had the chance to do field work in the highlands of the Australian administered eastern part of New Guinea. 'Highlands' is the term commonly applied to the central mountain mass in general and to its intermontane valleys in particular, reflected also in the administrative units Eastern Highlands, Western Highlands, Southern Highlands District. These intermontane valleys show the highest densities of populations in Melanesia outside the urban centres on the coast. The valleys and the people they support caused a stir in the scientific world, when they were discovered in the years from 1933 onward.

These valleys seem to present particularly attractive objects for ecological research. The central mountain mass stretches through the island roughly from NW to SE; rising abruptly, it stands out clearly from the lowlands to the N and S; these lowlands are covered with swamps, impenetrable to a large extent; the slopes of the central mountain range are clothed with dense tropical forest, equally not inviting. Within this well guarded central mountain mass we find the intermontane valleys situated, which amongst themselves offer a great variety of habitats: they are usually referred to as 'the' intermontane valleys, but it would do them more justice to keep in mind how

much they differ. Furthermore, they are not only topographically separated; until the policy of pacification, pursued by the Australian Government, became effective, there were the very effective boundaries of family and clan and tribe – not to be crossed under the threat of war, and these social barriers on the other hand added to the virtual seclusion of the various units of population, which thereby were confined by topography and social attitudes to a – usually – strictly circumscribed locality, from which they had to try to eke a living. It is easily understood that these highlanders were bound by the constant state of emergency under which they were living, to make the most out of their particular habitat.

Even the casual observer in the area of the Mount Hagen Range may be struck by the prevalence and local abundance of *Pandanus sp.* towards the lower limit of the montane forest (about 2,500-2,700 m), since *Pandanus* displays a very conspicuous lifeform, easily distinguished. There have been attempts by BRASS and MARTELLI 1929, MERRILL and PERRY 1939, KANEHIRA 1940 to solve the systematic problems *Pandanus* in New Guinea presents; van STEENIS, in *Flora Malesiana*, 1954, refers to the great difficulties in the taxonomy of the genus – and, as far as I was told by van STEENIS in March 1969, this judgement still stands; therefore, I refer to '*Pandanus*' only – without any further specification. When I went up into the highlands of New Guinea I had nothing in particular in mind with *Pandanus* – but out in the field, in the forest, *Pandanus* made its presence felt. I shall always remember the eerie rattle of the dry *Pandanus* leaves in the constant cold wind up on Tomba Pass, 2,700 m, with dense fog round about – or, later, on a strikingly bright morning, flying over the Mount Hagen Range these dead leaves turned yellow and even golden by the early morning sun, presenting such a contrast in colour to the sombre dull green mass of the montane rain forest; this more than anything else, revealed the predominance of *Pandanus* towards the lower limit of the montane rain forest, where *Pandanus* seems to form a solid fringe towards the area under cultivation. (ph. 1).

To explain the situation 3 examples may be presented: W of Tomba, in about 2,600 m on the Southern slopes of the Mount Hagen Range, an Australian timber contractor is working his way gradually up the slopes; by way of contract all standing timber is sold to him – save the *Pandanus* trees; the contractor is bound by contract not to touch them, to leave them standing and, even more difficult to observe, to manage to get his timber out without knocking a single *Pandanus* tree over; in case of failure, an outcry will follow, endless claims for recompensation and quarrelling; the result: 1st stage: *Pandanus* towering over a mass of debris from the contractor's activities; 2nd stage: *Pandanus* gradually closing and forming a lower fringe along the lower limit of the montane forest towards the grassland (ph. 2).

On the slopes of Mt. Giluwe, on the way from Tambul to Mendi, in about 2,500 m, the country clearly shows signs of the former presence of a much denser population; in the grassland prevailing today, *Pandanus* trees are wide spread and together with them some very shaggy huts are found which serve as temporary shelter during the time of harvest (ph. 3).

Near Sirunki, in 2,700 m, *Pandanus* trees stand within the sweet potato beds of the local Enga people: the *Pandanus* could just have been left over from clearing the forest – but the trees could also have been planted between the sweet potato beds (ph. 4) – this question I was not able to solve while up there as there was no-one near, who could render information.

Pandanus clearly is of particular interest to the local people, first of all, because of their fruits, the so-called *Pandanus* nuts. The diet of the natives in the remote highland valleys is – still – a very poor one, the staple food to 95 % is sweet potato; it must be emphasized that the influence of the Australian administration in the remote valleys, away from the one highway, is still very weak; nature does not offer much in addition, but amongst the things offered *Pandanus* stands out in importance. Besides the fruits, resp. the nuts, the dead leaves serve as building material for the huts, for thatching, they serve as raw material for mats (main use; protection against rain), for baby cots; the leaf fibres are used for hats, belts, tobacco pouches; the leaves serve as torches – etc. MEGGIT hints at the importance of *Pandanus* in the rituals of the Enga; amongst certain tribes the huts for the nose-piercing ceremonies have to be constructed from *Pandanus* material only – all in all, considering the frugal and very limited subsistence economy of the highlanders and, in particular, those in the remoter parts, it is evident that *Pandanus* plays an outstanding role in

their economy. The wild Pandanus trees in the montane forest bear marks of ownership, and the rights of ownership are carefully and eagerly guarded. Disputes amounting to tribal warfare about the use or misuse of single Pandanus trees have been common, death sentences suffered to compensate for damage to Pandanus trees. The seasonality of the harvest of Pandanus nuts precludes to some extent its importance as a reliable staple food; nevertheless, the Pandanus harvest can be of extreme importance, when severe frost has hit and damaged the sweet potatoes. It is known that Pandanus seedlings have been transplanted from the bush to the houseyards. Commonly the people go out into the Pandanus groves, during harvest time, live there near their quarries in their shaggy shelters and consume on the spot what they can of the nuts collected; some of the nuts may be smoked and carried home.

From the Kaugel Valley it is known that two different terms are used when speaking about 'bush' Pandanus and 'place' Pandanus, which means the ones in the forest and the ones near the huts. According to observations by N. BOWERS, 27. 4. 1963, deposited in D. A. S. F. office in Mount Hagen, this differentiation is quite common in the highland valleys.

The Kakolis in the Kaugel Valley (according to N. BOWERS) distinguish some 35 varieties of 'place' Pandanus, but as long as the taxonomy of Pandanus is in such a difficult state, much more collecting work has to be carried out to gain more evidence. On the other hand, the natives are by force of circumstances first class observers and quite reliable in their observations; they have names for individual trees and plants and a keen sense for the 'ecology' of a place, i. e. for indicator plants etc. They also distinguish between male and female plants, and, surely, have their reason to distinguish 35 different varieties, even if we cannot yet follow systematically.

The problem of Pandanus in the highlands has been followed up in the literature to gain some more ideas about the regional extent and the importance the tree has for the local people. From the information gathered, I think this problem is worthwhile further effort to continue investigation into the distribution of Pandanus in the highlands of New Guinea, considering the importance of the tree for plantgeography and people alike. To the plantgeographer the Pandanus fringe observed is of outstanding importance; it marks also the upper limit of cultivation and that means of sweet potato cultivation and likewise the line down to which under local conditions frost is expected to occur; for the ecologist Pandanus being left over by selective clearing and, furthermore, being supplemented by active planting represents the link between natural and cultural vegetation - to an extent, that we cannot clearly distinguish between the two: this means, man is virtually part of the ecosystem; and the overall conspicuous presence of Pandanus in the highlands - or, at least, in certain areas - seems to me to provide an excellent example of the intricate interrelationship between man and his botanical environment - so prevalent in the highland valleys of New-Guinea.

LITERATUR

- BARRAU, J.: Subsistence Agriculture in Melanesia. B. P. Bishop Mus. Bull. 219 - Honolulu 1958.
- BERNDT, R. M.: Warfare in the New Guinea Highlands. Am. Anthrop., Spec. Publ.: New Guinea - The Central Highlands, vol. 66, pt. 2, No. 4, August 1964, pp. 182-203.
- BIJLMER, H. J. T.: Tapiro Pigmies and Pania Mountain - Papuas. Results of the Anthropol. Mikimika Expedition in New Guinea 1935-1936, Nova Guinea, N. S., vol. III, pp. 113-184, Leiden 1939.
- BJERRE, J.: Savage New Guinea. New York 1964.
- BLACKWOOD, B.: Life in the Upper Watut, New Guinea. G. J. 94, 1939, 11-28.
- BRASS, L. J.: The Pandanaceae coll. in New Guinea for the Arnold Arboretum. J. Arn. Arboretum 10, 137. 1929.
- BRASS, L. J.: Stone Age Agriculture in New Guinea. G. R. 1941, Oct., 31/4, pp. 555-569.
- BROOKFIELD, H. C.: The Highland Peoples of New Guinea. G. J. 1961, CXXVII, 4, pp. 436-448.
- BROOKFIELD, H. C.: Local study and comparative method: An Example from Central New Guinea. Ann. Ass. Am. Geogr. 52/3, pp. 242-254, Sept. 1962.
- BROOKFIELD, H. C. & BROWN, P.: Struggle for Land. O. U. P., Melbourne 1963.

- BROOKFIELD, H. C. : The Ecology of Highland Settlement: some suggestions. *Am. Anthropologist*, vol. 66, No. 4, pt. 2, 20-38, pp. 309-322, Aug. 1964.
- BROOKFIELD, H. C. : The Ecology of Highland Settlement: some suggestions. *Am. Anthropologist*. eds.: *Geography as human ecology*. London 1966, pp. 174-198.
- BULMER, R.: The Strategy of hunting in New Guinea. *Oceania* 38/4, pp. 302-318, 1968.
- BULMER, S. & R.: The Prehistory of the Australian New Guinea Highlands. *Am. Anthropol., Spec. Publ.*: New Guinea - The Central Highlands, vol. 66, pt. 2, No. 4, 39-76, Aug. 1964.
- CHAMPION, I.: Across New Guinea from the Fly to the Sepik. London 1932.
- CHAMPION, I.: The Bamu-Purari Patrol, 1936. *G.J.*, 1940, vol. 96, pp. 190-206, pp. 243-257.
- COLIJN, A. H.: Naar de Eeuwige Sneeuw van Tropisch Nederland. Amsterdam 1937.
- C. S. I. R. O.: General Report on Lands of the Wabag-Tari Area, T. P. N. G., 1960-61, Land Res. Ser. No. 15, Melbourne 1965.
- C. S. I. R. O. : Lands of the Goroka-Mount Hagen Area, T. P. N. G., Land Res. Series No. (M S), Melbourne - in press.
- DETZNER, H.: Stammesgemeinschaften im „Zentralgebirge“ von Deutsch-Neuguinea. *Mitt. Dtsch. Schutzgebiet.*, Bd. 36, pp. 112-130, 1928/29.
- FISCHER, H.: Negwa. Eine Papuagruppe im Wandel. Renner, München 1968.
- FLENLEY, J. R.: The Vegetation of the Wabag Region, New Guinea Highlands: A numerical study. *J. Ecol.*, July 1969, 57/2, pp. 465-490.
- GARDNER, R.; HEIDER, K. G.: Gardens of War. André Deutsch, London, 1969.
- GITLOW, A. L.: Economics of the Mount Hagen tribes, New Guinea. Monogr. of the Am. Ethnol. Soc., Univ. of Washington Press, Seattle and London, 2nd printing 1966.
- HIDES, J. G.: Through wildest Papua. London 1935.
- HIDES, J. G.: Papuan Wonderland. London 1936.
- KANEHIRA, R.: A Summary of our Knowledge of Papuan Pandanus. *Bot. Mag. Tokyo*, 54, 1940, pp. 249-260.
- LAM, H.: Fragmenta Papuana. *Natuurk. Tijdschrift, Batavia*, LXXXVIII, 252-234, 1928; LXXXIX, 67-140, 291-388, 1929.
- LEAHY, M.: The Central Highlands of New Guinea. *G.J.* 87, 1936, pp. 229-262.
- MARTELLI, U.: Pandanus coll. by BRASS. *J. Arn. Arbor.* 10, 1929, pp. 137-142.
- MATTHIESSEN, P.: Das Verborgene Tal. München 1964.
- MEGGITT, M.: The Valleys of the Upper Wage and Lai Rivers. *Oceania*, XXVII, pp. 90-135, 1956.
- MEGGITT, M. J.: The Enga of the New Guinea Highlands. *Oceania*, XXVIII, pp. 253-330, 1958.
- MEGGITT, M. J.: Notes on the horti-culture of the Enga People of New Guinea. *Symp. Impact of Man on Humid Trop. Vegt.*, Goroka, T. P. N. G., 1960, pp. 86-89.
- MEGGITT, M. J.: Male-Female Relationship in the Highlands of Australian New Guinea, *Am. Anthropol., Spec. Publ.*: New Guinea - The Central Highlands, vol. 66, pt. 4, 204-224, Aug. 1964.
- MEGGITT, M. J.: The Lineage System of the Mae-Enga of New Guinea. Edinburgh 1965.
- MERRILL, E. D.; PERRY, L. M.: On the Brass collection of *Pandanaceae* from New Guinea. *J. Arn. Arbor.*, 20, 1939, pp. 139-186.
- NOUHUY, J. W. van: Der Bergstamm Pesegem im Inneren von Niederländisch Neuguinea. *Nova Guinea VII*, 1, 1913, 1-36, Leiden.
- OOMEN, H. A. P. C.: Voeding en Milieu von Het Papoekind. s'Gravenhage 1958.
- POSPISIL, L.: The Kapauku Papuans of West New Guinea. New York 1963.
- RAPPAPORT, R. A.: Pigs for the Ancestors. Ritual in the Ecology of a New Guinea People. Yale University Press. New Haven - London 1967.
- ROBBINS, R. G.: Montane Formations in the Central Highlands of New Guinea. *Proc. Symp. Humid Trop. Vegt.*, Tjiawi/Indonesia, Dec. 1958; 1960, pp. 176-195.
- ROBBINS, R. G.: The Montane Vegetation of New Guinea. *Tuatara VIII*, 3, April 1961, pp. 121-133.
- ROUX, C. C. F. M., Le: De Bergpapoeas van Nieuw-Guinea en hun Woongebied. Bd. I-III, Leiden 1948-1950.
- SCHWEINFURTH, U.: Mt. Egmont - Taranaki. *Erdkunde XVI*, 34-48, 1962.
- SCHWEINFURTH, U.: Studien zur Pflanzengeographie von Tasmanien. *Bonner Geogr. Abh.*, H. 31, 1962.

- SCHWEINFURTH, U.: Neuseeland. Bonner Geogr. Abh., H. 36, 1966.
- SCHWEINFURTH, U.: Zur Frage des südasiatischen Raumes. Jahrbuch Südasiens-Institut, Heidelberg 1966, pp. 2-17.
- SCHWEINFURTH, U.: Australien und sein Entwicklungsmodell Ost-Neuguinea. Außenpolitik 1968. 751-760.
- SCHWEINFURTH, U.: Pyrethrum cultivation - an attempt at development in the Central Cordillera of Eastern New Guinea. Jahrbuch, Südasiens-Institut, Heidelberg 1968/69, 117-126.
- SCHWEINFURTH, U.: Der Teeanbau in Neuguinea. ERDKUNDE - im Druck.
- STEENIS, C. G. G. J. van: Pandanus in Malaysian Vegetation types. Flora Malesiana I, 4¹ 1948, issued 1954.
- TROLL, C.: Zur Physiognomie der Tropengewächse. Jber. Ges. Freunde und Förderer der Rhein. Friedr. Wilh.-Univ. zu Bonn e. V., 1958.
- TROLL, C.: Die tropischen Gebirge. Bonner Geogr. Abh., H. 25, Bonn 1959.
- TROLL, C.: Landscape Ecology and Land Development with special reference to the Tropics. J. Trop. Geogr., vol. 17, May 1963, 1-11.
- TROLL, C.: Landschaftsökologie als geographisch-synoptische Naturbetrachtung. In: Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung. Erdkundliches Wissen, H. 11 - Wiesbaden 1966, 1-13.
- TROLL, C.: Landschaftsökologie. In: Pflanzensoziologie und Landschaftsökologie. (Symp. Stolzenau/Weser 1963), Den Haag 1968, 1-21.
- VICEDOM, G. F.; TISCHNER, H.: Die Mbowamb. Die Kultur der Hagenbergstämme im östlichen Zentral-Neuguinea. Hamburg 1943-48.
- WALKER, D.: Stratigraphy and Ecology of a New Guinea Highland Swamp. Symp. on Ecol. Res. in Humid Trop. Vgt., Kuching, Sarawak, July 1963, pp. 137-146.
- WALKER, D.: Vegetation of the Lake Ipea (Iviva) Region, New Guinea Highlands. 1. Forest, Grassland and 'Gardens'. J. Ecol. 54, No. 2, pp. 503-527.
- WILLIAMS, F. E.: Orokaiva Society, O. U. P. repr. 1969 (first published 1930).
- WIRZ, P.: Anthropologische und ethnographische Ergebnisse der Central Neuguinea-Expedition 1921-1922. Nova Guinea XVI, Ethnographie, livr. 1, Leiden 1924.
- WOLLASTON, A. F. R.: Pygmies and Papuans. London 1912.

Nachtrag:

- KOOIJMAN, S. und REYNDERS, J. J.: NOVA GUINEA, Anthropology 2-3, 1962; Hinweise auf Anbau, Nutzung, und allgemeine Bedeutung von Pananus für die Stämme im Bereich der Star Mountains (südlicher Abschnitt des zentralen Gebirgssystems unmittelbar westlich der Grenze zwischen westlichem und östlichem Teil der Insel).

ZUR ÖKOLOGIE EINER BLAUALGENKRUSTE IN DEN FEUCHTEN TROPEN AUF DEM BIOTITGRANIT EINER INSELBERGLANDSCHAFT (VOLTZBERGGEBIET – SURINAM)

Mit 3 Abbildungen, 8 Bildern und 7 Tabellen

J. P. BAKKER†

in Zusammenarbeit mit Drs. F. J. P. M. KWAAD, Dr. Th. W. M. LEVELT,
Dr. H. J. MÜLLER und Drs. P. A. RIEZEBOS

Dies äußert sich räumlich in einem bestimmten Verbreitungsmuster oder einer naturräumlichen Gliederung verschiedener Größenordnung. Diese Anordnung ist meist von der geologischen Struktur und dem geomorphologischen Entwicklungsstadium bestimmt. Die dingliche Erfüllung der kleinsten in sich homogenen Raumeinheiten (Physiotope, Biotope, Ökotope) ist der Ausdruck einer Wechselbeziehung zwischen Makroklima, Ausgangsgestein, Relief, Bodenwasser, Topoklima, Verwitterungsboden, Vegetation, Tierwelt, Kleinstklima und Bodenklima (Landschaftshaushalt).

CARL TROLL, 1964, S. 12. In: Landschaftsökologie als geographisch-synoptische Naturbetrachtung

I. Einleitung

Die sehr bedeutende wissenschaftliche Tätigkeit CARL TROLLs liegt bekanntlich hauptsächlich auf dem Gebiet der Geomorphologie, der ökologischen und klimatischen physischen Geographie und der Pflanzengeographie. Diese für ihn so charakteristische Kombination seiner wissenschaftlichen Interessensphären war für uns der Grund, ihm zu seinem 70. Geburtstag, in größter Hochachtung und Freundschaft, einen Aufsatz zu widmen, in dem drei seiner Hauptuntersuchungsgebiete, das botanische, das ökologische und das geomorphologische vereinigt sind. Daher haben wir als Thema die gegenseitige Beeinflussung von Blaualgenkrustenbildung, Verwitterung und einigen mikro- und mesogeomorphologischen Erscheinungen im Voltzberggebiet (Surinam) gewählt.

Wenn man die biotitgranitischen Inselberge der Voltzbergregion (Abb. 1, 2 und 3) untersucht, so fällt zunächst die dunkelviolette Farbe der Algenkruste auf. Anfänglich nahmen die Algenforscher an (vgl. JAAG 1945, S. 165), daß die rot-hülligen Formen auf Silikatfelsen (1), die violethülligen Arten auf Kalkstein angewiesen seien. Besonders JAAG (1945, S. 167) hat darauf hingewiesen, daß überall da, wo die Reaktion sauer war, d. h. unterhalb einem pH-Wert von zirka 6,5 (6,3 - 6,8) lag, rotgefärbte Formen auftreten. Lag dieser Wert dagegen höher, so waren immer violett gefärbte Formen vorhanden (2). JAAG prüfte auch die Standorte auf Silikatgestein, wo gegen seiner Erwartung violette Arten gefun-

(1) JAAG untersuchte Standorte auf Quarz, Granit, Gneis, Grüngesteine (Serpentin), Amphibolit, Biotit, Nagelfluh, Molassesandstein, Dolomit, Kalk, u. s. w.

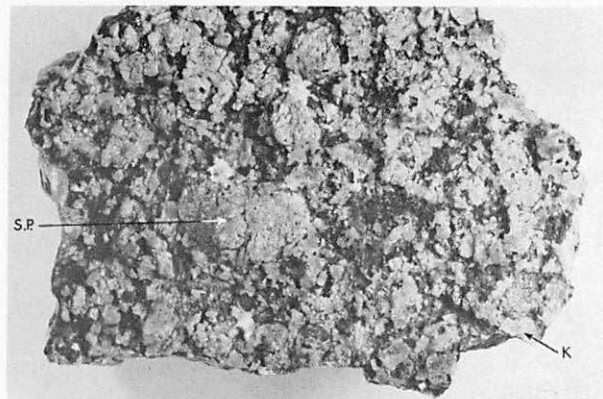
(2) Für Gloeocapsa-Arten schlägt im Bereich von pH 6,3-6,8 die Farbe von Gloeocapsin von rot nach violett um (JAAG, S. 167). JAAG (S. 166) stellte ebenfalls fest, daß durch Zusatz von Salzsäure sämtliche violetten Kolonien eine lebhaft rote Farbe annahmen, während sie nach Zusatz von Ammoniak wieder einheitlich nach der violetten Seite hin umschlugen.

den wurden. Das Ergebnis war ebenfalls eindeutig, indem sich in allen diesen Fällen pH-Werte von über 6,5 ergaben. Auf den sonnigen Standorten der Inselberge und den niedrigeren nackten Felsplatten des Voltzgebietes treten fast nur Blaualgen auf. Grünalgen fand BAKKER — in Übereinstimmung mit dem, was FRITSCH und JAAG (1945) darüber für die Tropen berichten — nur in einer etwas mehr beschatteten, Wasser enthaltenden Pinge (Kociolki). In dieser Pinge war selbst in den trockeneren Monaten September und Oktober (1956) die Wassertiefe wenigstens noch 11 cm. Der höchste von BAKKER festgestellte pH-Wert dieses Wassers war 6,2 - 6,7 (3). Meistens gelangen die Algenforscher zu der Auffassung, daß in erster Linie physikalische Faktoren (Temperatur, Feuchtigkeit und Beleuchtung) über die Verteilung und Vergesellschaftung von Cyanophyceen in den Tropen entscheiden. Ohne diese Auffassung bestreiten zu wollen, möchten wir hier doch noch einige andere Schwerpunkte des Problems des Algenwachstums in den Vordergrund rücken:

1. Wie beeinflussen die Blaualgen die Verwitterung unseres Biotitgranits (vgl. Tab. I)? Wie äußert sich der Einfluß der Verwitterung auf das Wachstum der Blaualgen? Doch vor der Beantwortung dieser Fragen sollen noch einige allgemeine Vorbemerkungen gemacht werden.

Häufig findet man im Schrifttum über Inselberge aus Silikatgesteinen noch die Auffassung, daß es sich beim Zurückweichen der sogenannten nackten Felsen immer um saure bzw. sehr saure Verwitterungstypen handelt. JAAG (1945) neigte anfänglich auch zu dieser Ansicht, bis die dunkelviolette Farbe der Cyanophyceen ihn überzeugte, daß der Standort dieser Blaualgen doch wenigstens einen neutralen pH-Wert haben muß. FREISE (1938) war der Meinung, daß die asymmetrischen Kessel (Kociolki, Pingen) an den „nackten“ Oberflächen von kristallinen Gesteinen der Urwaldregion zwischen dem Rio Doce und S. Matheus durch Vermooring von Baumrelikten (unter einem niedrigen pH-Wert) gebildet werden. Für die symmetrischen Oricangas (Wasseraugen) im Bereich von Blaualgenkrusten sieht FREISE eine Entstehung unter Einwirkung von Bromeliaceenhorsten. BAKKER (1957 a. S. 18) widerlegte diese Auffassungen FREISEs. Es gibt keine Kociolki (Pingen) etc., weil Humusanhäufung und Moorbildung auftreten, sondern Humusanhäufung und saure Moorbildung findet man dort, wo schon vorher Oricangas und Kociolki ausgebildet sind, welche den Blättern und den mehr oder weniger verwesteten Holzrelikten eine geschützte Lage gegen die Bodenzerstörung bieten. BAKKER (1956) beobachtete nach nächtlichen Schauern im Sickerwasser einer vermoorten Pinge einen pH-Wert $< 4,4$ (vermutlich etwa 4, 2). Außerdem kann an offenen Stellen im tropischen Hochwald der pH-Wert des Regenwassers u. a. infolge der Differenzen im CO_2 -Gehalt ziemlich variabel sein (5,3 - 6,7). In derartigen Fällen der Weiterentwicklung schon bestehender Hohlformen handelt es sich tatsächlich um einen sauren bis sehr sauren Verwitterungstypus. Die Entstehung der Initialformen der Oricangas und Kociolki in einem Blaualgenmilieu und auch die Algenverwitterung im feuchttropischen Voltzberggebiet selbst vollzieht sich zunächst unter ganz anderen, z. T. hochalkalischen Verhältnissen (BAKKER, 1957a). In diesem Zusammenhang ist WILHELMYs Aussage (1958, S. 36) zu erwähnen: „Pflan-

(3) Dabei wurde die kolorimetrische Methode LAMOTTE-KENNY benutzt. Für den pH-Bereich 4,4-6,0 wurde Methylrot, für den Bereich 6,0-7,6 Brommethylblau und für den Bereich 7,2-8,2 Kresolrot angewendet.



1



2



3



4



5



6

- Bild 1: Dunkelgefärbte Algenverwitterung in den negativen Mikroformen. Als positive Mikrohärtlinge treten die Kalifeldspate (K) und die SiO_2 -Plättchen (S. P.) auf.
- Bild 2: Aufgebogene Mikrodesquamationschuppe. Daneben befindet sich ein grauweißer Fleck, der bis vor kurzem noch mit einer höheren Vegetation bedeckt war. Die dunkle Farbe des „nackten“ Felsens ist in Wirklichkeit die dunkelviolette der Cyanophyceenkruste (Granietplaat).
- Bild 3: Eine zerplatzte Mikroschuppe. Zwischen den Desquamationsscherben wachsen u. a. Cyperaceen (Granietplaat).
- Bild 4: Als erste Mesoform treten die Oriçangas (Wasseraugen) auf. Die eine ist noch mit Wasser gefüllt. Die zweite enthält nur Schuppenrelikte (Granietplaat).
- Bild 5: Eine Schichtflut an der Nordseite der Granietplaat.
- Bild 6: Eine Übergangsform (Mesoform) zwischen einer Oriçanga und einer schon fast asymmetrischen Pinge (Granietplaat). Sie wurde als „Versuchsstation“ für Temperatur- und pH-Messungen benutzt. In der Pinge sieht man Algenkissenrelikte. Am Rande treten Kakteen und Clusia als Pionierflora auf. Im Vordergrund liegt die flache Abfuhrrinne.

zen, namentlich Flechten und Moose, siedeln sich in runden Polstern auf ihnen (= auf den Oberflächen der Granitblöcke — BAKKER) an, und die von ihnen ausgeschiedenen organischen Säuren führen zu schüsselförmigen Vertiefungen auf den Oberflächen, zu Wannen und Näpfen, die man früher als künstlich geschaffene Opferkessel gedeutet hat." Diese Aussage kann aber im Hinblick auf den Habitus der Lichenen- und Blaualgenverwitterung des Granits leicht zu Mißverständnissen führen (vgl. auch DERRUAU, 1958 und LOUIS, 1968).

II. Die Initialverwitterung der betreffenden Inselberge und der Einfluß der Blaualgen

Die Algen — in unserem Fall hauptsächlich die *Cyanophyceae* — wählen nicht nur ein geeignetes Milieu, sie schaffen auch eine eigene Umgebung durch ihre desalkalisierende und desilifizierende Einwirkung auf das Muttergestein. Es handelt sich dabei immer um eine mehr oder weniger komplexe Erscheinung, bei der Abschuppung durch Druckentlastung des schon mehr oder weniger durch Verwitterung aufbereiteten Massengesteins und „Stress“ eine bedeutende Rolle mitspielen können (BLACKWELDER, 1925; BIROT, HENIN, GUILLIEN und DELVERT, 1962; OEN, 1965; BAKKER, KWAAD und MÜLLER, 1968).

Weil die Algenverwitterung zwar ein Mikrorelief von 1–1,5 cm schaffen kann, in dem die Kalifeldspäte als Mikrohärtlinge auftreten, aber sonst nur eine sehr geringe Tiefe erreicht, kommt vor allem der Mikrodesquamation im Sinne BAKKERS (1957 a, S. 11–12) eine besondere Bedeutung zu. Der Biotitgranit ist z. T. porphyrisch. Albit, Perthit, Oligoklas und Mikroclin können als Erstlinge auftreten. VAN LOON erwähnt einen maximalen Durchmesser der Feldspatkristalle von etwa 1 cm. BAKKER beobachtete an den Granitoberflächen des Voltzberggebietes gelegentlich Kalifeldspäte von 2–3 cm. Ihre Gesamtverteilung ist aber ziemlich unregelmäßig und Schieferreste, die den Granitisierungsprozeß überlebt haben, sind ebenfalls noch vorhanden (BAKKER 1957a). Der Biotitgranit des Voltzberggebietes und der Region der Raleighstromschnellen (Coppenameal) ist außerdem z. T. etwas gneisartig entwickelt.

Bezeichnenderweise enthalten die Mikrodesquamationsscherben meistens Kalifeldspatkristalle, d. h. der Vertikaldurchmesser dieser Feldspäte beeinflußt den Charakter der Mikrodesquamation wesentlich. Daneben kann sich eine Neubildung von SiO_2 -Plättchen (bis 4 x 7 cm Durchmesser) bei der Abschuppung ebenfalls geltend machen (Bild 1). Bei der Verwitterungsaktivität der Blaualgen bleiben die Kalifeldspäte am längsten ausgespart. Die einwandernden Blaualgen überziehen zunächst die anderen Minerale, während die Kalifeldspäte als weiße Inselchen übrig bleiben und bei fortschreitender Verwitterung positive Mikroreliefformen bilden (Bild 1). Die Cyanophyteen greifen weniger widerstandsfähige Minerale an und untergraben (4) die mehr resistenten. Dadurch erhält die Verwitterungsrinde mit der Zeit bis zu einer Tiefe von etwa

(4) Man vergleiche dazu auch WALTER (1960, III, S. 158): Die besonders interessanten Bodenalgen hat VOGEL in der südlichen Namib studiert. Die Algen ziehen sich zum Teil unter durchsichtige Quarzgesteine zurück, unter die der Tau- und Nebelniederschlag sickert, wo die Algen zugleich Licht haben und doch vor raschem Austrocknen geschützt sind. Dieselben Verhältnisse wurden auch in Australien und N-Ägypten beobachtet."

1-1,5 cm ein lockereres Gefüge. Dieses Phänomen hat zunächst einige mikro- und mesogeomorphologische Folgen:

- a) Die Mikrod squamationsschuppen können aufbiegen (Bild 2). Zerplatzt die aufgebogene Schuppe (Bild 3), so ist die mit Scherben und Grus gefüllte Orçanga als Initialform, bzw. als erste Mesoform geschaffen (Bild 4). Weil die Orçangas niemals völlig horizontal liegen, folgt als nächstes Stadium die Entstehung einer Abfuhrinne, die mit anderen Faktoren dazu beiträgt, eine asymmetrische Mesoform, die Pinge, (Kociolki), zu bilden (Bild 6 und 8; BAKKER, 1957a; LOUIS, 1968, S. 57-61 und DERUAU 1958, S. 48).
- b) Durch das lockerere Gefüge der obersten 1-1,5 cm können tropische Schauer immer wieder kleinere Stücke der Blaualgenkruste abreißen.

Diese kleinen Algenkissen enthalten noch bedeutende Mengen an nicht oder nur unvollkommen verwitterten Mineralen. Durch Schichtfluten (Bild 5) wird dieses Material entweder direkt den Bächen zugeführt oder es wird vorläufig noch an irgendeiner Stelle der Granitoberfläche angehäuft, z. B. in Orçangas, Kociolki und zwischen Felsblöcken. Für unsere Kenntnis des Verwitterungsgrades der durch Cyanophyceen angegriffenen Granite sind besonders die eben genannten Sedimentationsräume sehr wichtig. Bild 6 zeigt eine Übergangsform zwischen einer Orçanga und einer Pinge, die BAKKER während seiner Expedition (1956) als eine seiner Versuchstationen benutzte. Während der Schauer konnte diese Pinge nur abgerissenes Material der angrenzenden Algenkruste aufnehmen. Weil sich in dieser Hohlform kein Moor gebildet hatte, konnte das lose Material während der Schauer schnell — und soweit es die reinen Sandpartikelchen betrifft — saltierend den konvex profilierten Rinnen entlang abgeführt werden.

Man erhält den Eindruck, daß sich diese Algenverwitterung zwar auf eine dünne Zone beschränkt, aber dennoch durch die untergrabende Wirkung der Cyanophyceen unter Quarzen, Kalifeldspäten und anderen Mineralen sehr rasch vor sich geht. Neben dem keineswegs unbedeutenden Abtransport des gelockerten Materials auf der Granitplatte und den Inselbergen weisen auch noch mehrere Tatsachen darauf hin:

- a) An beschatteten Stellen, wo keine Cyanophyceen vorkommen, sind die Schleifsteine (Schleifrinne) der Indianer noch sehr schön ausgebildet. An besonnten Standorten dagegen, wie z. B. beim Basislager an den Raleighkatarakten (Coppenamefluß), fand BAKKER, daß die Blaualgen in den „Polissoirs“ schon wieder ein rauheres Mikrorelief geschaffen hatten.
- b) Auch die indianische Inschrift auf dem Bigiston am Marowynfluß, den BAKKER 1949 besuchte, hat durch die Algenverwitterung schon viel an Deutlichkeit eingebüßt. Das Alter dieser indianischen Kulturmarken ist nicht bekannt. Vermutlich stammen sie aus der Arowakkenperiode und sind nicht älter als etwa 500-600 Jahre (vgl. HELLINGA, 1950). Ist das aber ein Datum „post quem“ oder „ante quem“? Geht man jedoch davon aus, daß die Indianer z. T. von den Buschnegern vertrieben wurden, so scheint ein Alter der Zeichnungen und „Polissoirs“ von etwa 200-300 Jahren nicht ausgeschlossen zu sein. Der Ethnologe und Indianerkenner Surinams Herr Drs. P. KLOOS war so freundlich, mir zu bestätigen, daß diese Jahreszahlen gelegentlich auch in dem kulturell-antropologischen Schrifttum erwähnt werden.

- c) Die Pinggen (Kociolki) dienen den Blaualgen und ihren Verwitterungsprodukten als Durchgangslager. Die mineralogische und chemische Zusammensetzung der mit den Algen mitgeführten Gesteinspartikelchen weist darauf hin, daß sie vorzeitig abgerissen worden sind; die Algenverwitterung hat also noch keineswegs ihr Endstadium erreicht (vgl. die Kapitel II B und III), wenn unter dem Einfluß der feuchttropischen Schauer der Abtransport einsetzt. Man könnte diese feuchttropische Cyanophyceenverwitterung als eine „unvollendete Symphonie“ bezeichnen. Vorzeitig werden immer wieder Algenkrustenteile fortgeführt; dadurch werden unablässig neue, frischere Granitteile der Verwitterung ausgesetzt (vgl. die Kapitel III und IV).
- d) Bekanntlich stellen Lichenen (Flechten) eine Symbiose mit den an Algen angepaßten Pilzen dar. Auffällig ist, daß die Lichenen des Voltzberggebietes anscheinend etwas feuchterer Standorte bedürfen als die Algen. Auf der sogenannten „Granietplaat“, wo die Sonnenstrahlung senkrecht bzw. unter einem steilen Winkel einfällt, findet man sie nur selten. BAKKER entdeckte sie lediglich am Ende einer großen Pinge, und zwar an einer Rinne, wo selbst in der Trockenzeit noch einige Tage nach einem Schauer Wasser abgeführt wurde. Häufig dagegen findet man Lichenen in den Rinnen an der Ostseite des Voltzberges selbst, die durch Neigungswinkel von 70–80° gekennzeichnet sind (BAKKER, 1957 b). Dort ist der Einfallswinkel der Sonnenstrahlen viel geringer und dort fehlt die Nachmittagssonne. Bei der Kleinverwitterung unterscheiden sich die Lichenenkrusten durch das Auftreten von Hyphen sehr wesentlich von den Algenkrusten. Die Grenzfläche zwischen der dunklen Zone der Algenverwitterung und der des darunterliegenden weißgrauen Granits ist meistens ziemlich scharf (Bild 7).

Untersuchungen von K. HAAGSMA zeigten, daß der weißgraue Granit der Voltzbergregion unmittelbar unterhalb der Algenkruste kaum durch Verwitterungsprozesse beeinflusst war. Nachdem ein Stück dieses Granits über eine Woche in Methylenblau lag, erreichte die blaue Farbe nur stellenweise eine Tiefe von 1–3 mm. Die Hyphen einer Lichenengesellschaft können aber endolithisch sehr schnell eine große und tiefer reichende Aktivität entwickeln. Frau Dr. A. RUINEN war so freundlich (1956), in der landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Paramaribo eine Lichenen-Bakterienkultur auf ein poliertes Stück weißgrauen Granits der Granietplaat einwirken zu lassen. Jeden Morgen wurde diese Kultur wieder befeuchtet. Nach einer Woche waren die Hyphen schon bis zu einer Tiefe von 1,2 cm in das Gestein eingedrungen. Durch die biochemische Aktivität entstand um die Hyphen herum eine gallertartige Zone, in der infolge der Verdunstung Eisenoxyd zur Oberfläche wanderte und stellenweise eine Mikrokruste bildete (5).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Algen- und die Lichenenverwitterung auf Granit in den feuchten Tropen zwar verschiedenartig, aber dennoch ziemlich schnell vor sich geht.

(5) Zur Neubildung von Mineralen durch biochemische Tätigkeit von Lichenen vergleiche man PARFENOVA und YARILOVA (1965). Im folgenden werden wir hauptsächlich den Einfluß der reinen Cyanophyceenkruste auf die Verwitterung behandeln.

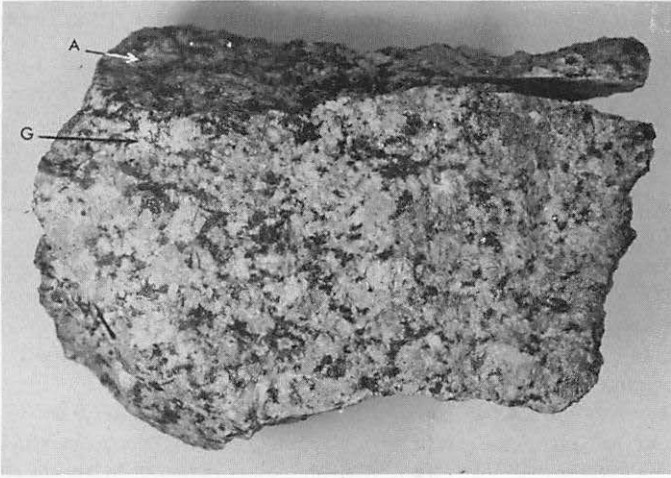


Bild 7: Die scharfe Grenze zwischen der dunklen Algenverwitterungszone (A) und dem unverwitterten Granit (G).



Bild 8: Völlig asymmetrisch entwickelte kleine Kociolki (eine Mesoform) mit einem weißen Rand, der durch die Korrosion des Sandes bei durchströmendem Wasser entstanden ist. Hier könnte von „Erosion aréolaire“ im Sinne DERRUAUS gesprochen werden.

II. A. Klima und Bodenklima der Algenkruste auf der Granitplatte

Die mittlere Jahrestemperatur ist in Paramaribo etwa 26,5 °C. Die jährliche Niederschlagsmengen in Paramaribo und am Nordrand der Gebirge betragen 2200 und 3000 mm. In den Monaten September und Oktober 1956 wurden von BAKKER an drei Stellen Temperaturmessungen mit Sixthermometern vorgenommen:

1. In dem durch Hochwald beschatteten Zelt. Dieses Zelt bestand nur aus Zelttuch auf 2-3 m hohen Pfählen und war an den Seiten völlig offen. Das Sixthermometer wurde in einer Höhe von 1,75 m aufgehängt (Distanz zum Dach 1-1,25 m). Am Ende der noch etwas feuchteren zweiten Dekade und am Anfang der dritten Dekade des Septembers wurden Temperaturen zwischen 19° und 27 °C gemessen. In den letzten Tagen des Septembers und in der ersten Dekade des Oktobers betragen diese Werte 20-31 °C.

2. Auf der Algenkruste wurden nach der SCHUBERTschen Methode die horizontal liegenden Sixthermometer mit einer 1-2 cm dicken gelbweißen mittelkörnigen Sandschicht bedeckt. An den Beobachtungsstellen hatte die Oberfläche eine dunkelviolette bis grauweiße Farbe. An trockenen Tagen wurden Temperaturen zwischen 31° und etwa 60-65 °C gemessen (6). Nach einem Schauer am 3. Oktober, 18 Uhr betragen die Temperaturen am folgenden Tag 32-50 °C. Nach Schauern im Laufe der Nacht schwankten sie am 6. Oktober zwischen 31 und 45 °C, während die Extreme am nächsten Tage (7. Oktober) 32° und 46 °C betragen. Zwar verhält sich die Algenkruste in etwa wie eine Haut, die anscheinend während der Schauer kaum Wasser aufnimmt (Bild 5), dennoch beweisen diese letzten Zahlen, daß die Cyanophyceen selbst, ihre Verwitterungsprodukte und die offenen Kleinnräume, die sie umhüllen, Wasser aufnehmen und einige Zeit festhalten können.

Die Tabelle I gibt einen ungefähren Eindruck der Temperaturverhältnisse in einer 2-3 cm mächtigen Desquamationsschuppe (Bild 6, links), die teilweise noch

Tabelle I

Datum	Lufttemperatur		Temperatur an der Unterseite der Schuppe		Temperatur an der Oberseite der Schuppe	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
30-IX-1956	21°	31°	28°	43,5°	32°	> 60 °C
1- X-1956	22°	31°	33°	44°	32°	52 °C
2- X-1956	21°	31,5°	34°	44,5°	31°	> 60 °C
3- X-1956	21°	32°	31,5°	43°	32°	> 60 °C
4- X-1956	22°	32°	29°	44°	32°	50 °C*
5- X-1956	20,5°	32,5°	30°	52°	32°	50 °C**
6- X-1956	22°	33°	25°	47°	31°	45 °C*
7- X-1956	21°	32°	30°	50°	32°	46 °C**

* Nach Regen im vorhergehenden Etmal.

** Nach starkem Tau in der vorhergehenden Nacht, durch welchen die weiße Sandschicht auf dem Sixthermometer während längerer Zeit feucht blieb.

(6) Freise erwähnt Oberflächentemperaturen des "nackten" Granits von 60-70 °C.

mit dem festen Gestein verbunden war. Die Temperatur der weißgrauen, völlig beschatteten Unterseite der Schuppe wurde ebenfalls mit einem Sixthermometer, das dem Objekt fest angepreßt war, gemessen.

3. In der Pinge von Bild 6 wurden ebenfalls Temperaturmessungen mit Sixthermometern vorgenommen. In dieser Pinge war der Höchstwert der Wassertiefe etwa 2-3 cm. Selbstverständlich hatte diese Pinge immer wieder die Neigung auszutrocknen, sobald Schauer fehlten. Im Wasser solcher moorfreen Pingen befanden sich sehr viele kleine, noch lebende Algenkissen, viel Sand und wenig Ton (Abb. 1, Probennummer 113 A und 113 J). In einem derartigen Material wurden folgende Werte ermittelt:

a) Naß;	Temperaturgrenzen	24,5° und 34 °C
b) Sehr feucht;	Temperaturgrenzen	24° und 39 °C
c) Feucht;	Temperaturgrenzen	23,5- 25,5° und 41-42 °C
d) Trocken;	Temperaturgrenzen	26 - 27° und 56-58 °C

In den sogenannten Trockenzeiten liegen die monatlichen Regenmengen in Nord-Surinam in der Regel zwischen 90 und 120 mm, in der großen Regenzeit (Mai-Juli) zwischen 250 und 360 mm. Aus den oben angegebenen Zahlen ist zu entnehmen, daß die Temperatur der Algenkruste auf festem Gestein in den Regenzeiten eine tägliche Amplitude zwischen etwa 23-30° und 35-45 °C aufweist. Durch das schnelle Abfließen des Regenwassers und die hohe Verdunstung nach den Schauern kann auch an regenreichen Tagen noch eine ziemlich hohe Temperatur der Algenkruste erreicht werden.

II. B. Makro- und Mikro-pH-Werte im Cyanophyceenkrustenmilieu

Es wurde bereits erwähnt, daß die dunkelviolette und manchmal fast schwarzbraunviolette Farbe der Blaualgenkruste nur auf einen pH-Wert >7 hinweisen kann. Die Temperaturverhältnisse nach Schauern besagen, daß die Algenkruste und ihre etwaigen Verwitterungsprodukte Feuchtigkeit festhalten können. In diesem Zusammenhang soll an zwei Tatsachengruppen erinnert werden:

1. Bereits DAUBRÉE (1861 und 1880) fand heraus, „daß die Feldspathgesteine bei ihrer Abreibung in Wasser nicht nur Geschiebe, Sand und Schlamm bilden, sondern daß ihre mechanische Zerteilung von einer chemischen Zersetzung begleitet ist, die sich durch die Anwesenheit einer gewissen Menge von Alkalien in der Flüssigkeit verrät, in der sie geschieht“ (1880, S. 205-206).

Außerdem stellte DAUBRÉE fest, daß diese Alkalität schon nach einigen Stunden deutlich erkennbar wird. Wir schlagen vor, diese Erscheinung als den DAUBRÉE-Effekt zu bezeichnen. Durch die Untersuchungen von CORRENS, STEVENS, CARRON und KELLER (vgl. Tabelle II) sind die sogenannten Abrasions-pHs in Wasser bekannt: für Hornblende der Wert 10, für die Feldspatreihe Werte von 10 bis 8 und für Biotit solche von 9 bis 8 (7).

(7) Wir ziehen es vor, von einem Mikrorenzflächen-pH der Kristalle zu sprechen.

Tabelle II
(nach STEVENS und CARRON, aus KELLER, 1957)

Minerale	Abrasions-pH
Amphibole	
Aktinolith	11
Hornblende	10
Karbonate	
Kalcit	8
Dolomit	9,10
Siderit	5, 6, 7
Tonminerale und Al-oxyde	
Kaolinit	5, 6, 7
Montmorillonit	6, 7
Böhmit	6, 7
Diaspor	6, 7
Gibbsit	6, 7
Feldspäte	
Albit	9,10
Oligoklas	9
Labradorit	8, 9
Anorthit	8
Orthoklas	8
Mikroklin	8, 9
Feldspathoide	
Nephelin *	10-11 *
Leucit	10
Glimmer	
Biotit	8, 9
Muskovit	7, 8
Olivin	10,11
Pyroxene	
Ägirin	9
Augit	10
Diopsid	10,11
Hypersthen	8
Quarz	6, 7

* Gemessen an zwei Nephelinproben mit Hydrionpapier als Indikator.

2. In diesem Zusammenhang muß die Frage aufgeworfen werden, ob die periphere und innere Verwitterung der betreffenden Kristalle eine Rolle spielt (vgl. dazu auch RIEZEBOS, 1968 a). In den Kociolki befinden sich nämlich nicht nur Mineralrelikte des Granits, sondern auch neugebildete Tone. Weil die von uns

untersuchte Pinge als Durchgangslager der abgerissenen Teile der Algenverwitterungskruste dient, können diese Tone nur Verwitterungsprodukte des Cyanophyceanmilieus der umrahmenden Zone sein. Nicht nur die dunkelviolette Farbe der Blaualgenkruste allein macht es wahrscheinlich, daß es sich hier teilweise um ein alkalisches Milieu handelt. Dieser alkalische Standort auf Granit kann nur deswegen bestehen, weil die Algenkissen vorzeitig abgerissen werden, d. h. bevor Feldspäte, Glimmer usw. völlig bis zum Kaolinit — Illitstadium zerfallen sind. Selbst in den inneren feuchten Tropen, unter sauren Niederschlagsverhältnissen, stellt die Cyanophyceanverwitterung nur einen Zerfall in statu nascendi dar. Diese Schlußfolgerung wird durch eine chemische Totalanalyse der durch die Blaualgen angegriffenen Zone und des darunterliegenden weißgrauen Granits bestätigt (Tabelle III und Bild 7).

Tabelle III: Totalanalysen

In Prozenten des ofentrockenen Materials

	SiO ₂	Al ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O
Unverwitterter Biotitgranit Probe Nr. 56-18a	69,55	14,05	4,53	0,67	2,41	0,89	5,30	2,36	0,53
Mineralbestand der Algenkruste Probe Nr. 56-18b	70,70	9,93	6,35	0,83	1,47	1,00	6,60	1,35	1,44
Mineralbestand einer moorfreen Pinge Probe Nr. 56-113B2	68,40	10,93	5,24	0,83	1,52	2,10	6,79	2,02	2,80

Die Tabelle zeigt, daß auf der Granietplaat unter dem Einfluß der Blaualgenverwitterung (die dunkle Zone auf Bild 7) ein relativer Al₂O₃- und CaO-Verlust zu verzeichnen ist, während andererseits besonders Fe₂O₃ und K₂O relativ zugenommen haben. Auch diese Totalanalysen könnten auf den kaliumfeindlichen Habitus unserer Cyanophycean hinweisen. Aufmerksamkeit verdient ebenfalls der Al₂O₃-Verlust, weil die Aschenanalysen der Blaualgen sensu strictu (Teil IV, Tabelle VI) einen sehr hohen Gehalt an Al₂O₃ aufweisen und außerdem die Tendenz zur Gibbsitbildung schon in einem so frühen Stadium der Verwitterung, wie in dem der Cyanophycean, vorhanden ist (vgl. Teil III). Die Wahl der Stichproben 56-18a und b für die Totalanalysen von Tabelle III ist willkürlich. Weil das zusammengeschwemmte Material in einer moorfreen seichten Pinge mehr oder weniger einen Mittelwert der Blaualgenverwitterungsprodukte darstellt, wurde auch davon eine Totalanalyse des mineralischen Anteils gemacht (Tabelle III: Probe Nr. 56-113 B2). Wesentlich neues brachte diese dritte Analyse nicht.

II. C. Der Makro-pH-Wert in den Kociolki

Bei den pH-Messungen in den Kociolki muß man mit folgenden Tendenzen rechnen:

1. Die tägliche Periodizität des Regenwassers. Eine Vielzahl von pH-Messungen BAKKERs im frischen Regenwasser an verschiedenen Tagen ergaben 5,3-5,4 (7 Uhr), 6,9 (14 Uhr), 6,7 (17.30 Uhr) und 6,6 (18 Uhr). Diese Unterschiede der pH-Werte sind wohl hauptsächlich auf Differenzen im CO₂-Gehalt zurückzuführen.

2. Ebenfalls zeigt das Wasser einer Pinge, in der Blaualgen vorkommen, eine tägliche Periodizität. Am Morgen zwischen 8 und 10 Uhr war der pH-Wert des Wassers bedeutend niedriger (6,2-7,4) als am Nachmittag (7,6->8,2). Auch der Gasverlust war beim Schütteln von algenhaltigem Wasser am Mittag viel geringer als am frühen Morgen. Nach Schauern im vorhergehenden Etmaal erreichte der pH-Wert zwischen 14 und 16 Uhr nur einen Höchstwert von 7,6. Das berechtigt zu der Annahme, daß der pH-Wert des Pingenwassers in den Regenzeiten pH 7 kaum überschreiten wird.

3. Weiterhin ist der pH-Wert von der Algenkonzentration im Reagenzglas abhängig. Bei einer großen Algenmenge wurden pH-Werte von 5 bis 5,5 gemessen. Sobald das Reagenzglas geschüttelt wurde, kamen anscheinend organische Säure und CO₂ in die Flüssigkeit, wodurch der pH-Wert sich bis 4,4 senkte.

Eine völlig tote Algenmasse — die größeren Mineralpartikel waren entfernt — wies im Labor einen elektrometrisch bestimmten pH-Wert von etwa 5,1 auf.

4. Im Wasser einer Pinge (Bild 6) machte BAKKER am 26. September 1956 folgende merkwürdige Beobachtung: In größeren Distanzen von einer Algenmasse war der pH-Wert des „klaren“ Wassers (schon) 6,2-6,4, während er im Wasser in der Nähe der Kissen noch längere Zeit >8 blieb. Diese Beobachtung wurde wiederholt gemacht; sie könnte daraufhinweisen, daß die lebendigen Algen durch ihre desalkalisierende Wirkung auf die umhüllten Minerale auch in den Pingen noch eine aktive Rolle für die Belieferung des Wassers mit Hydroxylionen spielen.

Es erhebt sich die Frage, ob diese Weiterentwicklung der Verwitterung in den freischwebenden Algenkissen der Kociolki nicht viel wichtiger ist als die in der festen Cyanophyceenkruste selbst. Diese Frage muß unseres Erachtens verneinend beantwortet werden, denn die moorfreen Pingen sind Durchgangslager. Besonders in den Regenzeiten werden die Algenkissen immer wieder weitertransportiert und durch neue ersetzt. Dadurch kann die Aufenthaltszeit der Cyanophyceenkissen in nicht mit höheren Pflanzen bewachsenen Kociolki höchstens einige Wochen oder Monate betragen, eine Zeitspanne, die im Verhältnis zu der Lebensdauer der Blaualgenkruste verschwindend kurz ist.

5. Bei den moorfreen Kociolki des Voltzberggebietes liefert der Grenzflächen-Effekt anscheinend auch seinen Beitrag zu den gelegentlich sehr hohen pH-Werten. In diesem Zusammenhang ist besonders der weiße Rand bei den Origan- und Kociolki zu erwähnen (Bild 8), der durch die korrodierende Wirkung beim Abfließen des sandhaltigen Wassers an regenreichen Tagen entsteht. Die Algen sind anscheinend nicht widerstandsfähig genug, um eine derartige Korrosion, die außerdem oft an den Rinnen entlang zu beobachten ist (vgl. Bild 8), zu überstehen. Dadurch sind gerade an solchen Stellen die Feldspäte, Glimmer etc. dem

direkten Einfluß des meistens CO₂ und organische Säuren enthaltenden Wassers ausgesetzt. Die Tatsache, daß in den Kociolki Ton auftritt und in der Tonfraktion u. a. Plagioklas vorhanden sein kann, macht es wahrscheinlich, daß auch ein Teil der am weißen Rand exponierten Minerale einen gewissen Aufbereitungsgrad erreicht hat.

Zusammenfassend kann auf Grund der pH-Verhältnisse die Cyanophyceenverwitterung auf Granit in den feuchten Tropen als eine alternierende bezeichnet werden. Diese alternierende Verwitterung in einem Blaualgenmilieu wird hervorgerufen:

- a) Durch das Auftreten des vermutlich hohen Mikrogrenzflächen-pHs der Minerale in den Kleinstmilleus unterhalb der Algenkruste und in Folge des DAUBRÉE-Effekts, bei dem während der Zirkulation in den Kociolki durch die Reibung des zermalmten Materials hohe pH-Werte entstehen können.
- b) Durch die entgegenwirkende Aktivität der Algen, die CO₂ und organische Säuren erzeugen, und die ausgiebige Zufuhr von CO₂-haltigen Regenwasser, das während eines Teiles des Etmals einen niedrigen pH-Wert hervorruft.

III. Die mineralogische Zusammensetzung der Verwitterungsprodukte der Cyanophyceenkruste

Die moorfreen Pingen sind am besten dazu geeignet, die mittlere Zusammensetzung der Abfuhrprodukte der Blaualgenkruste zu bestimmen. Die moorhaltigen und mit einer höheren Vegetation bewachsenen Kociolki besitzen einen höheren Tongehalt (Abb. 1, Probe Nr. 47). Probe Nr. 113 E1 verdankt ihren höheren Tongehalt der Tatsache, daß sie sehr viel Algenmull enthält. Die beiden anderen Proben (113 A und 113 J) sind ärmer an Algenkissen bzw. Algenmull. Fast immer enthalten die Kociolkisedimente einen unterschiedlichen Anteil an Feingrus (Relikte der Abschuppung), die in Abb. 1 nicht angegeben sind.

Tabelle IV:

Analyse der Schwerminerale des Algenverwitterungsmaterials der Granietplaat und eines tonreichen Bodenprofils (Nr. 21-24) unter tropischem Regenwald (nach JUNGRIUS, aus BAKKER, 1957a)

Bodenprobe Nr.	Tiefe in cm	Opak	Zirkon	Rutil	Anatas	Sauro-lith	Silli-manit	Epidot	Horn-blende
1956 M 47	0-35	2	24					76	
1956 M 113A	0-3	2	57					43	
1956 M 113B2	0-3	21	42					58	
1956 M 113E1	0-3	6	58					42	
1956 M 113J	0-5	8	29					71	
1955 M 21	0-20	35	97		1	1		1	
1955 M 22	20-50	16	99			1			
1955 M 23	50-80	31	100						
1955 M 24	80-100	20	96	2		+	1	1	+

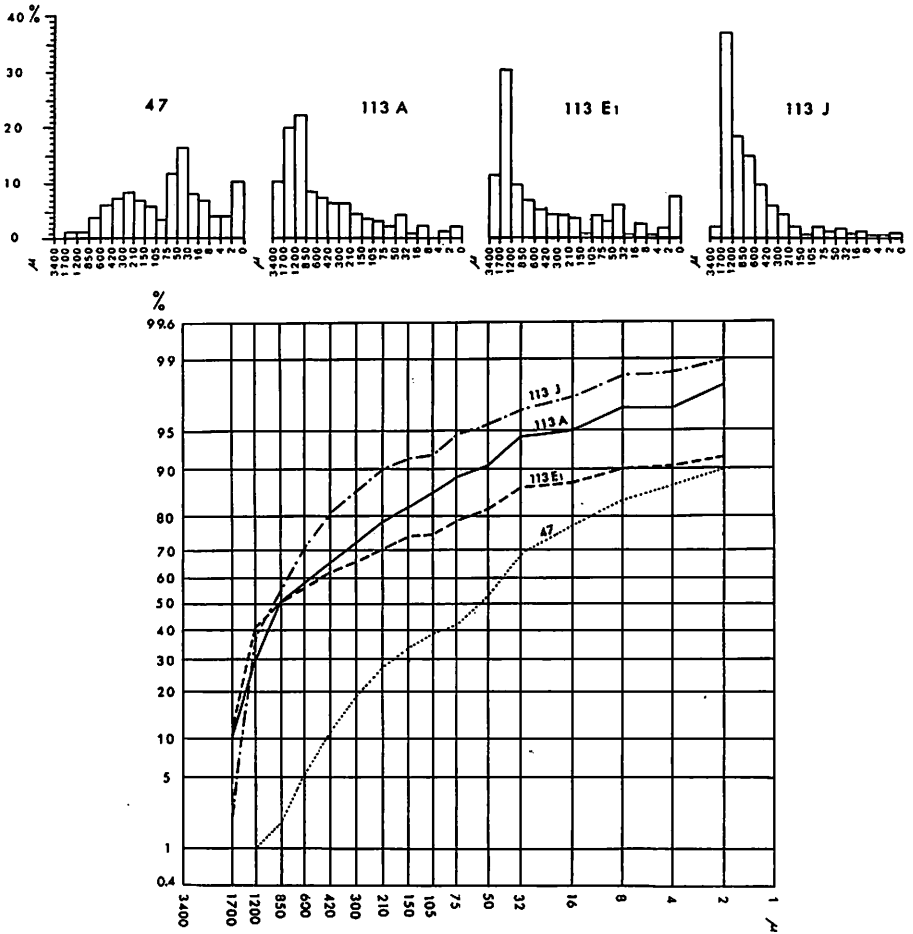


Abb. 1: Korngrößenanalysen einer Anzahl Kociolkiablagungen

III. A. Die Sand- und Siltfractionen

Tab. IV zeigt, daß die Schwermineralanalyse der Sandfraktion >50 Mikron der Pingen- und Schichtflutablagerungen durch einen hohen Prozentsatz an Mineralen der Epidotgruppe (nach JUNGERIUS, aus BAKKER, 1957 a) gekennzeichnet ist. Die Profile mit einem hohen Tongehalt (>30%) unter tropischem Regenwald weisen ein Zirkon :Epidot-Verhältnis von etwa 100 :1 auf. Bei den Sedimenten der Granitplatte, die durch die Zerstörung der Cyanophyceenkruste entstanden sind, ist dieses Verhältnis 42 :58. Zwar befindet sich im granitischen Muttergestein etwas Epidot; auch wird Epidot unter tropischem Regenwald bzw. in Böden mit einem pH<5,5-6 schnell zerstört; ob diese beiden Argumente genügen, um solch große Unterschiede im Epidotgehalt befriedigend zu erklären, bleibt dahingestellt. Im Rahmen der Veränderungen, denen Feldspäte unterliegen können,

werden auch Prozesse wie Epidotisierung und Saussuritisierung (u. a. Vermikulit- und Chloritbildung) erwähnt (PARFENOVA und YARILOVA, 1965, S. 9). Manche Wissenschaftler schreiben diese Prozesse der Metamorphose zu, andere der Verwitterung. Wenn man dazu neigt, die letzte Anschauung teilweise für richtig zu halten, so kommt man nicht umhin, den Typus der Verwitterung näher zu kennzeichnen. Bei der Verwitterung unter tropischem Regenwald, wo die A-Horizonte Makro-pH-Werte von 4-4,5 aufweisen können, scheint Epidotisierung völlig ausgeschlossen zu sein. Bei der alternierenden Verwitterung unter einer Cyanophyceenkruste, in deren Mikromilieus auch hohe pH-Werte auftreten können, ist sie a priori nicht völlig abzulehnen.

Der hohe Prozentsatz an Glimmermineralen und an Plagioklasen ist ein weiteres Merkmal der Sandfraktion. Im Hinblick auf Glimmer gilt diese Tatsache selbst noch für moorfremde Pingen (Abb. 2), in denen Schauer die leicht zum Schweben kommenden Glimmer relativ schnell abführen. In einer moorhaltigen Pinge fällt der hohe Biotitgehalt, der durch die Filterwirkung des Moores verursacht wird, schon im Gelände auf.

Die Tatsache, daß die Sandfraktionen nicht nur viele primäre Glimmerpartikelchen, sondern auch noch Gesteinsfragmente und neben Alkalifeldspäten ebenfalls Plagioklase enthalten, ist wiederum ein deutlicher Beweis, daß in den feuchten Tropen die Blaualgenverwitterung ihr Endstadium noch lange nicht er-

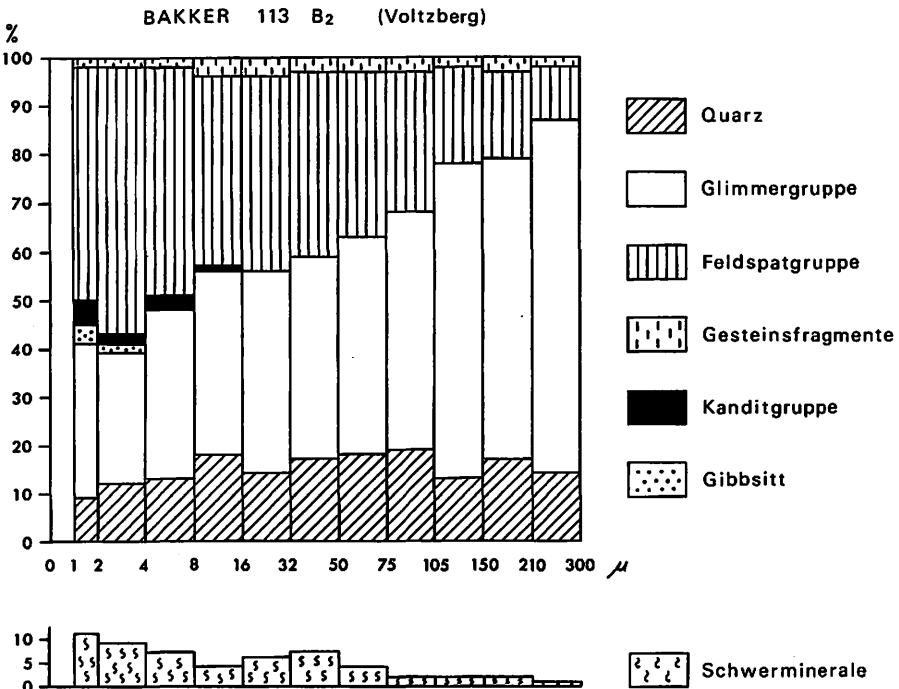


Abb. 2: Die Zusammensetzung der Fraktionen 1-300 Mikron, phasenkontrastmikroskopisch untersucht (nach RIEZEBOS). Die Feldspatgruppe besteht hauptsächlich aus Alkalifeldspäten. Die Plagioklase nehmen, nach den feineren Fraktionen hin, von etwa 2 bis 8% zu.

Tabelle V: Die Tonminerale einiger Kocloklisedimente (nach LEVELT)

Gruppe	Filmnummer	Nr. d. Probe	Fraktion	Vorbehandlung I	Sedimentdicke	Vorbehandlung II	Smektit	Smektit in Wechsellagerung	Chlorit-Vermikulit	Glimmermineral in Wechsellagerung	Glimmermineralen	Kandit	Quarz	Plagioklas	Kalifeldspat	Gibbsit
I	2962a	56-47	<1 Mikron	Normal	10-15 cm		-	-	+++	sp. 12,5 Å	(+)	+(+)	2-4 %	sp.	-	-
	2946c	56-113G2	<1 Mikron	0,2n HCl	15-20 cm		-	-	+(+)	sp. 11 Å	+	+(+)	6-8 %	?	x	sp.
II	2945c	56-113J	<16 Mikron		<3 cm	von den Mineralen mit Tetrachlorkohlenstoff getrennt.	-	-	sp.	-	sp.	sp.	20-30 %	xx	x	-
	2945d	56-113B2	<16 Mikron		<3 cm	Asche des organ. Materials mit HCl extrah.	-	-	?	-	-	?	30-40 %	xx	-	-
III	2945b	56-113J	<1 Mikron		<3 cm	organisches Material von den Mineralen mit Tetrachlorkohlenstoff getrennt.	?	-	sp.	-	-	sp.	z. 1 %	?	-	-
	2946a	56-113B2	<1 Mikron		<3 cm	" " "	sp.	16 Å sp.	?	-	sp.	sp.	z. 1 %	-	-	-
IV	2945a	56-113J	<1 Mikron	Normal	<3 cm		sp.	-	sp.	-	sp.	(+)	4-6 %	x	?	sp.
	2962b	56-113A	<1 Mikron	Normal	<3 cm		-	-	sp.	sp. 12 Å	(+)	(+)	2 %	-	-	sp.
	2962c	56-113B	<1 Mikron	Normal	<3 cm		-	-	+	sp. 8,2 Å	sp.	+	6 %	x?	-	-
	2962d	56-113J	<1 Mikron	Normal	<3 cm		-	-	sp.	-	+	+	2-4 %	sp.	-	sp.
	2946b	56-113A	<1 Mikron	0,2n HCl	<3 cm		-	-	sp.	-	sp.	(+)	2-4 %	-	-	sp.

reicht hat. Das wiederum schließt ein, daß der Grenzflächeneffekt in den moorfreien Kociolki nicht nur durch das gehäufte Vorkommen der Biotite und Plagioklasse in den Kociolki mit verursacht wird. Da die Konzentration dieser Minerale, die durch die Verwitterung meistens nur schwach angegriffen sind, in den Pingen natürlich ungleichmäßig verteilt ist, mag hier vielleicht auch eine Erklärung für die erheblichen Differenzen der pH-Werte des bodennahen Pingenwassers liegen. Das Verteilungsbild der Minerale ändert sich nicht wesentlich (Abb. 2). Gesteinsfragmente kommen bis zur Fraktion 1-2 μ vor. Der Quarzgehalt bleibt mehr oder weniger gleich. Nur der Glimmergehalt nimmt nach den feineren Fraktionen hin von etwa 70 auf 25-30% ab, während der Plagioklasgehalt in derselben Richtung von etwa 2 auf 8 % zunimmt. Tabelle V (nach LEVELT) läßt außerdem erkennen, daß Plagioklas nicht nur deutlich in den Fraktionen <16 Mikron, sondern auch noch in der Fraktion <1 Mikron vorhanden ist. Bemerkenswert ist das Auftreten von Gibbsit und Kaolinit in der Schluffraktion.

III. B. Die Tonfraktion

In Tabelle V ist die tonmineralogische Zusammensetzung einiger Kociolkiablagerungen dargestellt und nach der Mächtigkeit dieser Sedimente geordnet. Dabei fällt auf, daß bei den Proben der Gruppe I mit Mächtigkeiten von 10-15 cm (56-47) und 15-20 cm (56-113 G2) die Kanditisierung (bis + (+)) und die Vermikulitierung-Chloritisierung (+++ und + (+)) bedeutend weiter vorgeschritten sind. Die Mächtigkeit der Sedimente und die höheren Prozentsätze an Ton weisen darauf hin, daß die höhere Vegetation, die jetzt im Rückzug begriffen ist, vor nicht allzu langer Zeit dichter war. In der Pinge der Probe Nr. 56-47 sind jetzt noch Relikte einer Clusia- und Bromeliaceenflora vorhanden. Ebenfalls beobachtete BAKKER hier Sporangien tragende Lichenen, somit Algen. Die Pinge der Proben 56-113 G2 war durch eine schöne grüne Cyperaceenvegetation gekennzeichnet. Für einen vermoorten Boden ist der Humusgehalt in beiden Fällen nicht besonders hoch (11,8 und 5,2 %), was u. a. auf die schnelle Mineralisierung des organischen Materials der höheren Pflanzen in den feuchten Tropen, sobald die ursprüngliche Vegetationsdecke zerstört wird, zurückzuführen ist. In diesem Zusammenhang ist an den niedrigen pH-Wert (4,2) des Sickerwassers einer mit Clusia etc. bewachsenen Pinge zu erinnern (zur Flora vgl. BAKKER, 1957 a). Jedoch sind die unmittelbaren Auswirkungen der Blaualgenverwitterung auf die Tonminerale besser an solchen Pingen zu beobachten, in denen die Sedimentschicht nur sehr dünn ist (<3 cm) und einen ephemeren Charakter hat. Das ist u. a. der Fall bei den Proben der Gruppen II, III und IV. In derartig dünnen Ablagerungen findet man nur Feingrus, Sand, Silt, Ton und Algen. Auch bei hohem Humusgehalt (2946b-56-113A: 16,2 % und 2962c-56-113B: 11,4 %) besteht das organische Material ausschließlich aus Algen bzw. aus Algenresten.

Mit den Proben der Gruppe II wird die Zusammensetzung der Minerale, die sich nach der Vorbehandlung noch im Algenmaterial befinden, dargestellt. Bei beiden Proben fällt besonders der hohe Quarz- und Plagioklasgehalt auf. Die Alkalifeldspäte treten in der einen Probe zurück, während sie in der zweiten völlig fehlen. Diese Tatsache stimmt mit der Geländebeobachtung überein: Die Blaualgen umgehen den Orthoklas (im allgemeinen die stark kaliumhaltigen Feld-

späte). Dennoch lassen die phasenkontrastmikroskopischen Untersuchungen von RIEZEBOS erkennen, daß der reine Mineralanteil der Kociolkisedimente bis hin zu den feineren Fraktionen noch bedeutende Mengen Kalifeldspat enthält (Abb. 2). Daraus darf man folgern, daß dieser Feldspatanteil hauptsächlich ohne biochemische Mitwirkung der Cyanophyceen verkleinert worden ist, d. h. zermalmte wurde (siehe oben). Darüber hinaus beweisen die Spuren von Kandit (Kaolinit etc.), der Glimmerminerale (Illit etc.) und der Chlorit-Vermiculitgruppe, die nicht oder nur spurenweise vertreten sind, wie wenig die direkte biochemische Verwitterung des Biotitgranits durch die Blaualgen fortgeschritten ist.

Bei Gruppe III handelt es sich um die Tonfraktion < 1 Mikron aus dem Algenmaterial nach Vorbehandlung mit Tetrachlorkohlenstoff. In beiden Proben konnten mit der Röntgenkamera keine Feldspäte festgestellt werden. Der Quarzgehalt ist sehr gering, was auch für Kandit, die Glimmerminerale und Vermiculit-Chlorit gilt. In der Probe 2946a-56-113B2 tritt aber Smektit und ein Wechsellagerungsmineral, in dem Smektit eine Rolle spielt, auf. Anscheinend kann auch Smektit in einem Algenmilieu in kleinen Mengen gebildet werden. Das Auftreten von Smektit, wie auch das gelegentliche Vorkommen von Glimmermineralen, Chlorit-Vermiculit und Gibbsit wurde schon von PORRENGA (BAKKER, 1957 a und b) erkannt.

Gruppe IV umfaßt Proben des humusfreien Anteils der dünnen Kociolkisedimente, bei denen nur die Fraktion < 1 Mikron untersucht worden ist. In allen Proben (mit Ausnahme von 2945a-56-113J) fehlt Smektit. Es handelt sich hier vielleicht um eine unterschiedliche Ablagerung (= „differential settling“ nach GRANT WHITEHOUSE, JEFFREY und DEBRECHT, 1958). In Gruppe IV ist Kandit deutlich vertreten (bis (+) und +). Auch die Glimmerminerale und Vermiculit-Chlorit sind immer vorhanden (sp bis +).

Aus diesen Beobachtungen lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Der Tonanteil der dünnen Kociolkiablagerungen ist nicht nur gering, sondern seine mineralogische Zusammensetzung ist auch äußerst dürftig. Die geringe Gesamtzahl der +-Zeichen weist daraufhin, daß die Tonbildung bei der Blaualgenverwitterung auf dem Biotitgranit des Voltzberggebietes noch in ihren ersten Anfängen steht.

2. Andererseits ist die Cyanophyceenverwitterung offenbar so kräftig, daß in sehr kurzer Zeit kleine Mengen Ton gebildet werden können. Die Tonbildung ist mineralogisch stark differenziert (Gibbsit, Kandit, Glimmerminerale, Chlorit-Vermiculit, Smektit und Wechsellagerungsminerale).

3. Für die gleichzeitige Bildung dieser verschiedenen Tonminerale ist in erster Linie der alternierende Charakter der Blaualgenverwitterung verantwortlich. Die täglich oszillierenden pH-Werte und die Variabilität im Mikromilieu sind dem Anschein nach die Hauptursachen. Einerseits können die Grenzflächen-pH-Werte der Granitminerale sehr hoch liegen (Tab. II); andererseits weist im sauren Bereich die Wasserstoffionenkonzentration des Regenwassers und die des Cynaophyceenmilieus sensu strictu eine oszillierende Tendenz mit einer ziemlich großen Amplitude auf. Vielleicht sind die äußerst geringen Gibbssitmengen in den Kleinsträumen der Verwitterung, wo der höchste Grenzflächen-pH-Wert auftritt, gebildet worden; auch der Smektit entsteht nur bei verhältnismäßig hohen pH-Werten (SCHEFFER und SCHACHT-SCHABEL, 1966).

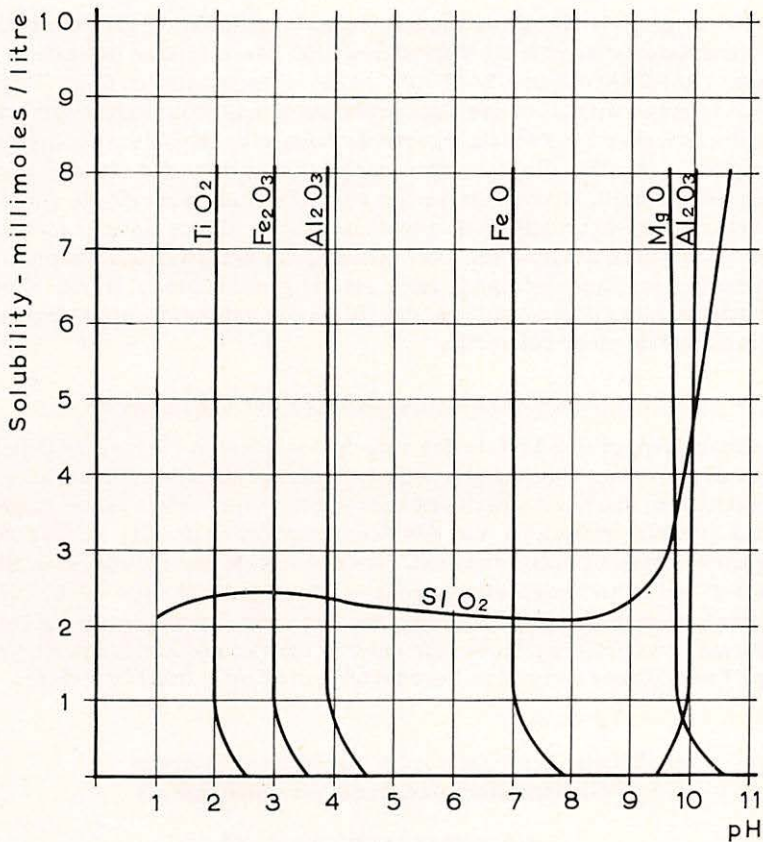


Abb. 3: Löslichkeit der wichtigsten Bodenoxide als Funktion der pH-Werte (nach BARDOSSY und KRAUSKOPF).

Die Hypothese, der Gibbsite sei bei pH-Werten > 9 (Abb. 3) entstanden, ist nicht bewiesen; auf der anderen Seite besteht u. a. die Möglichkeit, daß die Mikromilieus der Cyanophyceen periodisch einen pH-Wert $< 4,5$ haben können, der ebenfalls eine Gibbsite Neubildung gestatten würde. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß die Blaualgen des Voltzberggebietes extrem viel Al_2O_3 für den Aufbau ihres Gewebes benötigen (vgl. Teil IV). Auf die Bedeutung der Anti- und Anti-Antigibbsiteffekte im Sinne JACKSONs (1956) für diese Problematik werden wir in einer anderen Publikation zurückkommen.

Im Übrigen ist bis jetzt noch völlig unbekannt, welche Rolle Bakterien bei der Blaualgenverwitterung im Voltzberggebiet spielen und welche pH-Werte dadurch erreicht werden.

4. Bei mächtigeren Ablagerungen und einer adäquaten höheren Vegetation tritt in den größeren Kociolki eine qualitativ und quantitativ bedeutend stärkere Tonanhäufung und Tonweiterbildung auf, wozu auch eine längere Sedimentations- und Verwitterungsperiode beiträgt. Bei der Verwitterung der Feldspäte werden oft folgende Stadien (Prozesse) unterschieden: Epidotisierung; Saussu-

ritisierung (Entstehung von Chlorit-Vermikulit, Kalzit usw.); Seritisierung, charakteristisch für die Veränderung von intermediären und sauren Plagioklasen (PARFENOVA und YARILOVA, 1965, S. 9), somit von K-Na-Feldspäten; Pelitisierung, bei der Ton (meistens Kandit) als Endprodukt auftritt (charakteristisch für Zersetzungserscheinungen bei K-Na-Feldspäten sowie bei Plagioklasen). Daß die Verwitterungshypothese u. a. für die Vermikulitisierung und Chloritisierung keineswegs abzulehnen ist, scheint die verstärkte Tonbildung in den moorhaltigen Kociolki zu belegen. Damit ist aber gleichzeitig gesagt — weil dann nämlich die Pelitisierung als selbständiges Stadium verschwindet und als Unterabteilung, bzw. als toniges Stadium z. B. der Sausuritisierungsprozesse dienen kann —, daß die zuvor genannte Aufgliederung in 4 Prozeßtypen nicht mehr befriedigt.

IV. Die chemische Zusammensetzung der Cyanophyceen

Die Blaualgen wurden 1956 in den moorfreien Kociolki lebend gesammelt und an Ort und Stelle in der Sonne getrocknet. Selbstverständlich ist es nicht völlig ausgeschlossen, daß die Algenkissen auch schon vorher etwas totes, junghumifiziertes Material enthielten. Von den Savannenpflanzen und der Hochwaldvegetation wurden grüne Blätter und dazu die Oberschicht der abgefallenen Blätter gesammelt und an Ort und Stelle getrocknet. Die Blattprobe Nr. 56-57 (Tab. VI) entstammt einem Savannenwald (Übergang zur Strauchsavanne mit zahlreichen Myrtaceen). Das Bodenprofil ist nur etwa 30 cm tief und enthält hauptsächlich sandige Ferritkörner und kleine Ferritstücke, die Epidot und Illit liefern.

Tabelle VI: Totalanalyse des Pflanzenmaterials
(Voltzberggebiet; Muttergestein: Biotitgranit)

	In Prozenten der sandfreien Asche							
	SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
Algen								
Probe Nr. 56-113J	28	5,6	4,2	0,2	0,8	20,6	32,7	4,3
Probe Nr. 56-113B2	38	2,7	3,6	0,2	1,3	21,4	33,0	n. b.
Blätter der Savannenvegetation								
Probe Nr. 56-57	30,4	20,0	11,0	1,3	4,5	n. b.	n. b.	n. b.
Probe Nr. 56-135	28,8	4,8	7,2	0,3	2,4	14,5	36,0	5,4
Blätter des tropischen Regenwaldes								
Probe Nr. 56-119	66,0	10,7	2,6	1,0	2,0	4,7	0,4	3,0
Probe Nr. 56-124	45,3	23,8	6,3	0,3	4,1	4,9	3,4	n. b.
Probe Nr. 56-190	56,5	13,4	3,6	3,3	0,3	4,8	10	4,5

Blattprobe Nr. 56-135 entstammt einem Savannenwäldchen, das auf einem Bodenprofil mit einer Mächtigkeit von 1,40 m wächst. Besonders der obere Teil des Profils ist reich an Ferritkörnern und Ferritblöcken. Die Durchwurzelung reicht

bis zur glatten Granitoberfläche in 1,4m Tiefe. Diese Ferritkappenrelikte, die durch Minerale gekennzeichnet sind, die nicht in Böden des tropischen Regenwaldes vorkommen, sind sicherlich Überreste eines trockeneren Klimas (Feuchtsavannentyp) der Würmeiszeit (BAKKER, 1960, 1968). Beim tropischen Hochwald handelt es sich um einen u. a. edaphisch bedingten 3-stöckigen Regenwald (Höhe bis 33 m), der mit dem „evergreen seasonal forest“ im Sinne FANSHAWES eine gewisse Ähnlichkeit hat. LINDEMAN und MOLINAAR (1959) sprechen dennoch vom feuchttropischen Regenwald. Nach BAKKERS Meinung wäre es aus verschiedenen Gründen besser, von einem edaphisch beeinträchtigten, tropischen Regenwald zu sprechen. So sind z. B. die Kolluvialböden unter dem Hochwald durch das Vorhandensein von irreversibel eingetrockneten Ferritkörnchen manchmal ziemlich sandig. Größere Ferritblöcke fehlen auch nicht.

Hinsichtlich der Savannenvegetation ist noch zu erwähnen, daß die Ferritbildung in einem würmeiszeitlichen, trockeneren Klima stattgefunden hat. Darauf weist u. a. das Vorkommen von Illit und Epidot (gelegentlich 20–30 %) hin (vgl. BAKKER, 1960 und 1968; BAKKER und LEVELT, 1964). Aus Tabelle VI ist zu entnehmen, daß die Cyanophyceen durch hohe Prozentsätze an Al_2O_3 (zirka 33 %), SiO_2 (zirka 33 %) und Fe_2O_3 (zirka 21 %) gekennzeichnet sind. Der Gehalt an CaO (zirka 4 %) und der an MgO (zirka 4 %) ist verhältnismäßig klein im Vergleich zu dem der Savannenflora. Sobald Humifizierung der Savannenflorarelikte unter sauren Bedingungen (pH zirka 4,2) auftritt, verschwindet der hohe Kalkgehalt sehr schnell; wir konnten das am Blatt- und Wurzelmaterial einer vermoorten Pinge feststellen.

Die Prozentsätze an SiO_2 und Al_2O_3 sind anscheinend von derselben Größenordnung wie die der Blaualgen; Fe_2O_3 scheint bei den Savannenpflanzen etwas weniger stark vertreten zu sein, während K_2O mit ca. 3,45 % etwas mehr Bedeutung erlangt. Der größte Unterschied in der chemischen Zusammensetzung besteht zwischen den Algen und dem Blättermaterial des — allerdings edaphisch beeinflussten — tropischen Regenwaldes. Von den drei Hauptkomponenten (SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3) der Algen ist nur SiO_2 mit ca. 56 % dominant geblieben. CaO tritt beim tropischen Regenwald mit ca. 16 % deutlich als zweite Komponente hervor. Der MgO-Gehalt liegt bei Algen und Blättern des Regenwaldes in derselben Größenordnung.

Tabelle VII ermöglicht einen Vergleich hinsichtlich der Zusammensetzung feuchttropischer Blaualgen einerseits und andererseits von frischem und etwas humifiziertem Material von ebenfalls auf gneisartigem Granit wachsenden Lichenen in den gemäßigten Breiten (nach POLYNOV). Die großen Unterschiede zwischen dem Material beider Standorte brauchen kaum erläutert zu werden. Beim lebendigen Lichenenmaterial sind CaO und K_2O ausgesprochen dominant, während SiO_2 mit 15,7 % erst an dritter Stelle steht; Fe_2O_3 und besonders Al_2O_3 sind schwach vertreten. P_2O_5 steht mit 9,3 % an der vierten Stelle, während Na_2O mit 6,8 % viel bedeutender ist als bei den Cyanophyceen. M. a. W. : die Trilogie Al_2O_3 -Verlust durch Cyanophyceanverwitterung, Blaualgen als kräftige Aluminiumkonsumenten und Gibbsitbildung ist in PALYNOVs Beispiel nicht vorhanden. Röntgenaufnahmen mit älteren Geräten zeigten nur Smektit und Glimmerminerale in der Feinerde unterhalb der Lichenen (PARFENOVA und YARILOVA, 1965, S. 13). Ein derartiger Vergleich von zwei so grundverschiedenen Initialverwitterungstypen auf Massengesteinen ist der Anfang einer klimapetro-

graphisch und pflanzengeographisch bedingten Ökologie der Initialverwitterungserscheinungen, wozu TROLL, JAAG und POLYNOV — jeder in seiner eigenen Art und Weise — so viel beigetragen haben. Es handelt sich um die ersten Töne einer unvollendeten — oder besser gesagt — einer gerade begonnenen „Symphonie“, von der wir noch kaum etwas bzw. noch viel zu wenig verstehen.

Tabelle VII: Totalanalysen

	In Prozenten der sandfreien Asche							
	SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅
Algen (Voltzberggebiet)								
Probe Nr. 56-113J	28	5,6	4,2	0,2	0,8	20,6	32,7	4,3
Probe Nr. 56-113B2	38	2,7	3,6	0,2	1,3	21,4	33,0	n. b.
Frische Lamina von Lichenen auf gneisförmigem Granit (nach POLYNOV)	15,70	22,10	4,80	6,80	18,00	5,50	2,5	9,30
Humifizierte Lamella von Lichenen (nach POLYNOV)	25,60	28,60	9,3	—	— (*)	9,50	8,0	3,5

* Nach PARFENOVA und YARILOVA wurde K₂O nicht bestimmt, aber aus anderen Tatsachen scheint sich zu ergeben, daß während der Humifikation Kalium schnell abgeführt wurde.

LITERATUR

- BAKKER, J. P., 1957a: Zur Entstehung von Pingon, Oriçangas und Dellen in den feuchten Tropen, mit besonderer Berücksichtigung des Voltzberggebietes (Surinam). Einige Bemerkungen über Granitverwitterung. Abhandlungen des Geographischen Instituts der Freien Universität Berlin, Band 5.
- BAKKER, J. P., 1957b (In Zusammenarbeit mit Dr. H. J. MÜLLER, Drs. P. D. JUNGERIUS und Dr. H. PORENGA): Zur Granitverwitterung und Methodik der Inselbergforschung in Surinam. Geographentag, Würzburg.
- BAKKER, J. P., 1960: Some observations in connection with Dutch investigations about granite weathering and slope development in different climates and climate changes. Z. Geomorph., Suppl. Bd. I, pp. 69-92.
- BAKKER, J. P., 1968: Die Flußterrassen Surinams als Hinweise auf etwas trockenere Klimate während der quartären Eiszeiten. Extractum e tomo VII, (XIV), Actorum Geographicorum Debrecinorum KADAR-Festschrift, Debrecen.

- BAKKER, J. P., KWAAD, F. J. P. M., MÜLLER, H. J., 1968: Einige vorläufige Bemerkungen über Salz- und Tonsprengung besonders in Hinblick auf Granit. *Przegląd Geograficzny*, t. XL, z. 2 (KLIMASZEWSKI-Festschrift).
- BAKKER, J. P. und LEVELT, Th. W. M., 1964: An inquiry into the probability of a polyclimatic development of peneplains and pediments (etchplains) in Europe during the Senonian and Tertiary period. *Publicatie Nr. 4 van het Fysisch-Geografisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam*.
- BAKKER, J. P., MÜLLER, H. J., 1957: Zweiphasige Flußablagerungen und Zweiphasenverwitterung in den Tropen unter besonderer Berücksichtigung von Surinam, LAUTENSACH-Festschrift. *Stuttgarter Geogr. Studien*, Bd. 69, pp. 365-397.
- BIROT, P., HENIN, S., GUILLIEN, Y., DELVERT, J., 1962: Contribution à l'étude de la désagrégation des roches. *Centre de documentation universitaire, Paris*.
- DAUBRÉE, A., 1861: Expériences sur les décompositions chimiques provoquées par les actions mécaniques dans divers minéraux, tels que les feldspaths. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, T. LXIV, p. 997. *Bulletin de la Société géologique*, 2^e sem., T. XXIV, p. 421.
- DAUBRÉE, A., 1880 (Autorisierte deutsche Ausgabe von Dr. A. GURLT); *Synthetische Studien zur Experimental-Geologie*. Braunschweig.
- DERRUAU, M., 1958: *Précis de Géomorphologie*. Paris.
- FANSHAW, D. B., 1952: The vegetations of British Guiana, Imp. Forestry Inst., Inst. Paper 29
- FREISE, F. W., 1936: Bodenverkrustungen in Brasilien. *Z. Geomorph.*, Bd. IX, S. 233 u. f.
- FREISE, F. W., 1938: Inselberge und Inselberglandschaften im Granit- und Gneisgebiete Brasiliens. *Z. Geomorph.*, Bd. X, S. 137 u. f.
- GRANT WHITEHOUSE, U., JEFFREY, L. M., and DEBRECHT, J. D., 1959: Differential settling tendencies of clay minerals in saline waters. *Clay and Clay Minerals, Proc. of the Seventh National Conference on Clays and Clay Minerals* Washington, D. C., S. 1-80.
- HELLINGA, W. G., 1954: *Péroglyphes Caraïbes; Problème sémiologique*. Amsterdam.
- JAAG, O., 1945: Untersuchungen über die Vegetation und Biologie der Algen des nackten Gesteins in den Alpen, im Jura und im schweizerischen Mittelland. *Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz*, B. IX, H. 3, Bern.
- JACKSON, M. L., 1956: *Soil chemical analysis*. Madison.
- KELLER, W. D., 1957: *The principles of chemical weathering*. Columbia, Missouri.
- LEWIS, J. R., 1964: *The ecology of rocky shores*. London.
- LINDEMAN, J. C. und MOOLENAAR, S. P., 1959: Preliminary survey of the Vegetaiontypes of Northern Surinam. *Utrecht, Veg. of Surinam*. Vol. I, P. II.
- LOON, van, 1955: Kurze Mitteilung über die Petrographie des Voltzberggranits (nicht veröffentlicht). - *Geologische en Mijnbouwkundige Dienst Paramaribo*.
- LOUIS, H., 1968: *Allgemeine Geomorphologie*. Berlin.
- OEN, I. S., 1965: Sheeting and exfoliation in the granites of Sermersôq, South Greenland. *Meddelelser om Grønland*, Bd. 179, Nr. 6, København.
- PARFENOVA, E. I., YARILOVA, E. A., 1965: *Mineralogical investigations in soil science*.
- POLYNOV, B. B., 1950: *The cycle of weathering*. London.
- RIEZEBOS, P. A., 1968a: Das Phasenkontrastverfahren in den lichtmikroskopischen Untersuchungen von sich zersetzenden Glimmem. *Leitz-Mitteilungen für Wissenschaft und Technik*, Heft 6, Band IV, Wetzlar.
- RIEZEBOS, P. A., 1968b: Phase contrast applied in the microscopic study of mineral particles in saprolites. *Geologie en Mijnbouw*, vol. 47 (5), pp. 316-329, Leiden.
- SCHEFFER, F. und SCHACHTSCHABEL, P., 1966: *Lehrbuch der Bodenkunde*. Stuttgart.
- TROLL, C., 1966: *Ökologische Landschaftsforschung und vergleichende Hochgebirgsforschung*. Wiesbaden.
- WALTER, H., 1960: *Einführung in die Phytologie*. Band III, Grundlagen der Pflanzenverbreitung, Teil I, Standortslehre. Stuttgart.
- WILHELMY, H., 1958: *Klimamorphologie der Massengesteine*. Braunschweig.
- WILLSON, D., FOREST, H. S., 1957: An exploratory study on soil algae. *Ecology*, vol. 38, no. 2.

SUMMARY

The ecology of a blue algal crust in the humid tropics on the biotite granite of an inselberg landscape (Voltzberg district-Surinam)

The ecology of the Cyanophyceae crust of a humid-tropical granite landscape and its influence on weathering and the formation of micro- and meso-forms is described. Temperature conditions, alternating pH values, the characteristics of erosion and the conditions under which eroded materials are re-deposited were investigated in detail during the Voltzberg expedition. Complete analyses of the granite, the Cyanophyceae weathering crust, the Cyanophyceae themselves, the savanna vegetation and the tropical rain-forest vegetation were carried out in the laboratory (MÜLLER, KWAAD and OOSTERBAAN). LEVELT investigated the clay fractions of weathering products and RIEZEBOS the sand and silt fractions a. o. using a phase-contrast microscope.

The humid-tropical Cyanophyceae weathering on biotite granite is characterised by an apparently high Al_2O_3 and Fe_2O_3 consumption. The type of weathering can be described as short-period alternating. In particular, it should be emphasised that the weathering in question has a broad 'spectrum', in which small quantities of gibbsite, andalbite, smectite, mica, vermiculite and chlorite as well as mixed layer minerals, are simultaneously formed in a very short time-span. Bog formation, thicker sediments and longer periods of erosion as well as a higher (savanna) type of vegetation particularly encourage clay formation and the reconstitution of andalbite and vermiculite-chlorite (pH about 4.2). A tripartite process of „vigorous Al_2O_3 losses in the granite weathering crust - significant Al_2O_3 consumption by Cyanophyceae - gibbsite formation" can also be put forward.

GEOMORPHOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE LOWER OMO BASIN, SOUTHWESTERN ETHIOPIA

With 2 figures, 6 photos and 1 table

KARL W. BUTZER

Introduction

The Omo is the largest river of western Ethiopia, with a drainage basin of almost 70 000 sq. km. The river flows 1 000 km. from latitude 9° 22' N to the shores of Lake Rudolf at 4° 29' N. The watershed of the main catchment area, north of about 6° latitude, lies at elevations of 2 000 to 4 000 m and the Omo descends rapidly through a series of canyons and deeply-incised valleys onto a broad tectonic depression that merges with the northern end of the Rudolf trough (Fig. 1). The level of this non-outlet lake, with an area of 7 700 sq. km., is at about 370 m. This gives the drainage basin considerable potential energy and the river has a mean gradient of 27:10 000.

The upper and middle Omo drainage shows striking geometric arrangements of its principal streams within a topographic matrix of great shield volcanoes. This suggests successive accretions of the headwater segments of rivers that once drained to the Sobat and Blue Nile Rivers, prior to the Miocene extrusion of the volcanic domes that now crown the Ethiopian Plateau. The lower third of the basin is aligned with the quasi-rectilinear shorelines that bound the northern half of Lake Rudolf. Deep sedimentary fills and younger extrusives cover the broad floors of this sector, defining a complex tectonic depression known as the Lower Omo Basin.

This geomorphologic entity ranges from the arid shores of Lake Rudolf to the semiarid mountain fringe, with elevations of 1 000 to 2 000 m or more. By extrapolation of climatic observations from northern Kenya, supplemented by short-term local records from different sources, annual precipitation values of about 400 to 600 mm can be inferred. Rainfall comes primarily in the form of thundershowers during April or May and, in the high country north of latitude 5 or 6°, during July or August. As a result, the Omo is an exotic stream in its lower basin and its two major affluents, the Kibish and Usno Rivers, are generally dry during the low-sun season. Minor stream networks are correspondingly poorly integrated, with radial highland drainage failing on broad piedmont slopes (see Fig. 2).

Field Studies in the Lower Omo Basin

Geomorphological research in southwestern Ethiopia has been largely limited to the comments of explorers and surveyors. L. v. HÖHNEL, who discovered Lake Rudolf in 1888, made useful observations on the Omo Delta and supplied sufficient field data for E. SUESS to infer the basic nature of the Rift Valley in this part of Ethiopia (HÖHNEL et al., 1891). The Bottego Expedition established the relationship of the Omo River and Lake Rudolf in 1896 while its geologist, M. SACCHI, first recognized widespread lacustrine deposits in the lower basin

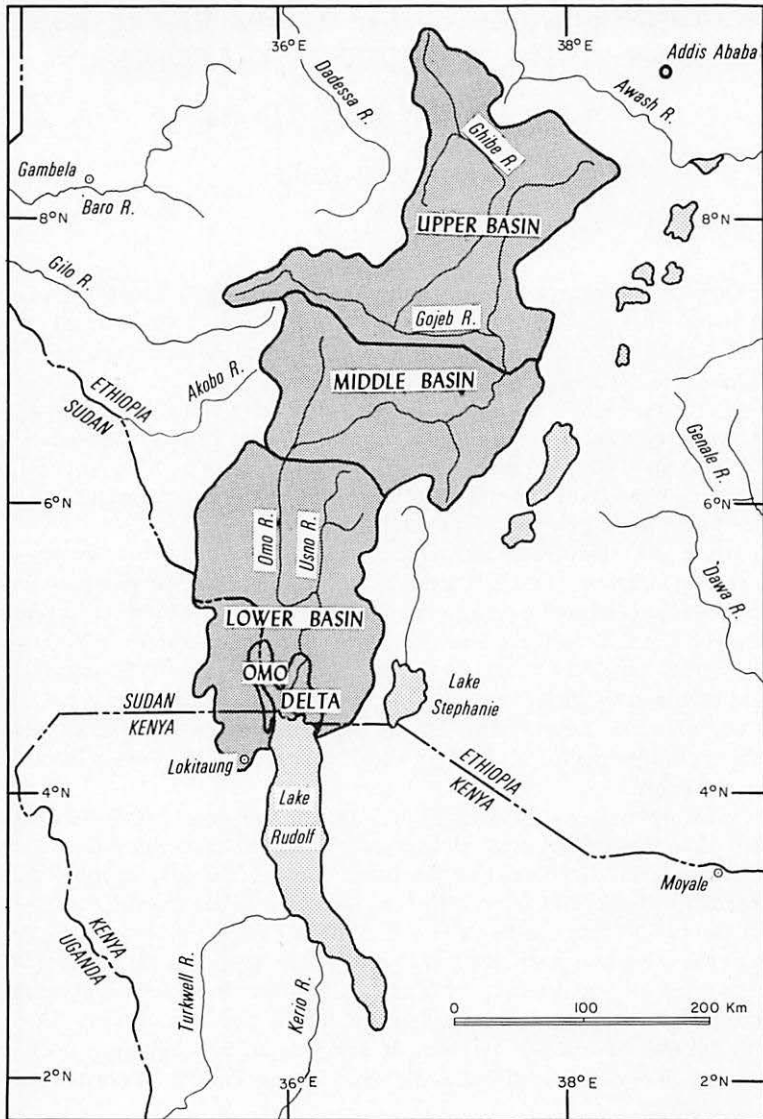


Fig. 1: The Omo Basin and Lake Rudolf.

(D'OSSAT and MILLOSEVICH, 1900). In 1902 the fossiliferous Plio-Pleistocene Omo Beds were discovered by E. BRUMPT (BOURG DE BOZAS, 1903), leading to widespread interest among paleontologists. Extensive topographic mapping accompanied the first delimitations between Ethiopia and Kenya in 1903 (MAUD, 1904) and again in 1908 (GWYNN, 1911). Thereafter this frontier area remained

essentially closed except for the major paleontological expedition of C. ARAMBOURG in 1932-33 (ARAMBOURG, 1943-48). Italian efforts after 1936 were restricted to some reconnaissance by M. MARCHETTI and by the ZAVATTARI Expedition, the results of which were incorporated into DAINELLI's (1943) fundamental study on the geology of Ethiopia (see also MOHR, 1964, 1968).

The British campaign of 1940-41 led to extensive but incomplete aerial photography, followed up by partial air photo coverage (at about 1:77 500) in 1957-59. The only attempt at semi-detailed topographic mapping, the Kenya 1:100 000 series (Y 633, 1961), was based on these photos. Since 1965 a joint U. S. A. -Ethiopian mapping project has been engaged in low-level photography, the results of which remain unavailable. As a result the only existing or accessible maps and air photos are currently restricted to the border zone adjacent to the Sudan and Kenya frontier.

During September-October of 1966, F. H. BROWN initiated systematic geological work in the Omo Beds, preliminary to an international expedition (U. S. A., France, Kenya) that studied the Lower Omo Basin for a total of almost 7 months during 1967-68 (see HOWELL, 1968) with ongoing work in 1969. The „American” contingent was led by F. CLARK HOWELL (University of Chicago) and included 3 earth scientists: F. H. BROWN (Berkeley), J. DE HEINZELIN (Rijksuniversiteit-Gent), and myself. I was responsible for the geomorphology and a part of the stratigraphic work. As a result of HOWELL'S earlier field experience (1959) in the almost inaccessible Omo Basin, and thanks to the generosity of the National Science Foundation, a Hughes-300 helicopter was chartered for most of the time. The general mobility as well as the aerial perspective provided by a helicopter over difficult or almost unmotorable terrain proved indispensable for the geomorphological work. Consequently I was able to map the surficial deposits of an area of 11 000 sq. km. at 1:100 000 with the help of the available air photos, and of certain, more restricted „type” areas (65 sq. km.) at 1:11 000 with special air photos taken by R. I. M. CAMPBELL from a Piper Cherokee aircraft in 1967.

The paper will outline, in preliminary fashion, the major geomorphological characteristics of the Lower Omo Basin. A preliminary stratigraphy of the sedimentary formations, radiometrically fixed by suites of potassium-argon and radiocarbon dates, has already been outlined (HOWELL, 1968; BUTZER and THURBER, 1969). Sedimentological analyses are still underway in the laboratory, so precluding a more detailed discussion of the soils here. Similarly, the intensive plant-ecological work of CLAUDIA CARR remains to be fully evaluated before a climato-geomorphological synthesis can be attempted.

The Tertiary Origin of the Basin

The regional basement of this part of East Africa is formed by Precambrian metamorphics, primarily gneisses with intrusions of granite and pegmatite. These crystalline rocks appear to have been bevelled by one or more periods of planation during late Cretaceous to early Tertiary times (see SAGGERSON and BAKER, 1965), prior to accumulation of the first known sedimentaries. These are the Turkana Grits, a suite of up to 300 meters of coarse arcose sandstones, grits, and quartz conglomerates (WALSH and DODSON, 1966; FUCHS, 1939; ARAMBOURG, 1943). The sand grains include subrounded quartz, altered

feldspars, micas, and ferromagnesians derived from the Precambrian „Basement Complex” and probably deposited in a terrestrial or lacustrine environment. The Turkana Grits are locally intercalated with and then overlain by a massive series of extrusive volcanics, totalling at least 1500 meters in thickness. Basalts and rhyolites are dominant, with limited development of phonolites, nephelinites, and andesites. Potassium-argon dates suggest that these extrusives range in age from late Oligocene to late Miocene or early Pliocene (REILLY et al., 1966; MOHR, 1968).

Downwarping of the floor of the Eastern or Kenya Rift Valley seems to have begun by early Miocene times, but major faulting and folding in the Lake Rudolf area appears to date from the Pliocene (see also McCALL et al., 1967). Be this as it may, the Lower Omo Basin had been created along essentially modern lines during the first part of the Pliocene period. The Miocene extrusives and the underlying crystalline rocks of the Basement Complex were downwarped and downfaulted prior to the deposition of the earliest known deltaic sequence, over 4.25 million years ago. Block-faulting upraised the Amar-Kokke horst to the east, between the Omo River and Lake Stefanie (SCHOTTENLOHER, 1938). West of the basin a series of fault blocks were formed that appear to form part of a system of fractured, plunging folds. As a result the country west and southwest of the Lower Omo Basin has a marked basin-and-range topography, with a series of interconnected depressions that have intermittently linked the Omo-Rudolf trough to the Nile system.

The Mountain Peripheries

The margins of the lower Omo valley are demarcated by massifs of volcanic rocks that rise about 1000 to 1500 m above the basin floors. These ranges or mountain blocks are individually delimited by complex fracture zones, some of which can be observed or directly inferred (see Fig. 2).

The mountain groups to the north (Nkalabong), northwest (Iibai, Donyiro, Naita) and west (Lorionetom, Lokwanamoru) of the Lower Omo Basin (Fig. 2) are broadly similar in terms of geomorphology. With exception of the granitic plug of Mt. Naita and olivine basalts well-developed in the southern part of Lorionetom, these mountains are primarily built of rhyolite flows (see HOWELL, 1968; BROWN, in preparation; ARAMBOURG, 1943; FUCHS, 1939). The uplands proper consist of ridges and rolling platforms, with average slopes of 5-10°. These are offset from the footslope regions by steep midslopes, with individual slope segments and facets ranging from 25 to 90°, but averaging about 35-45°. Irregular platforms of limited development are commonly found along these midslopes, between the steep-sided, stream-cut incisions that lace the mountain flanks (photo 1). Most or all of these benches result from resistant lava units. Footslopes are normally pedimented or mantled by extensive spreads of coarse-grained alluvium. Where the footslope regions are abruptly limited by major faults, as along the southeast edge of Nkalabong, alluvial fans or cones, generally of Holocene age, are developed (photo 1). Where the footslopes are broad and the inevitable fracture zones are masked by alluvial spreads, pediments are better developed and one or more generations of dissected fans or other alluvia may be present. Generalized slope in the piedmont regions varies from 0.5 to 5°.

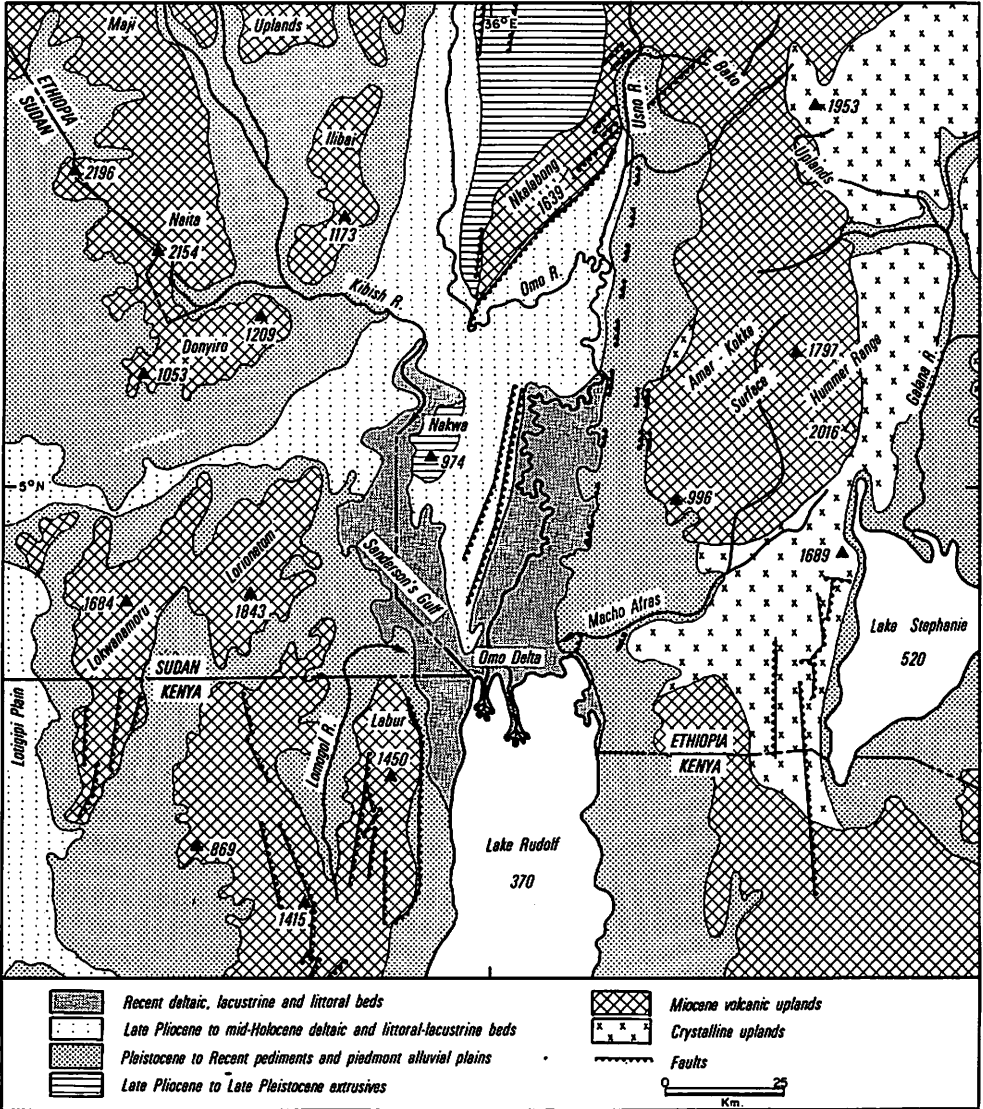


Fig. 2: Geomorphology of the Lower Omo Basin. Structural features, in part after WALSH and DODSON (1966), are incomplete and provisional. Delimitation of the Basement Complex and volcanic uplands east of the Omo Basin is approximate only.

Deep soil mantles that may once have developed on the mountain massifs have long been eroded. Cobbles and boulders of weathered rhyolite now litter even the smoother surfaces, and great talus aprons and cones are characteristic of the hillsides. Although partly fixed by grass and tree vegetation, these talus

mantles are not immobile and render climbing difficult. Everywhere there are reworked vestiges of a former cover of loamy, reddish brown (5YR 5/3, dry) soils. These occur as a 5-10 cm veneer among the lag-strewn uplands, or as a heterogeneous matrix to the talus sheets. Recent humification has darkened these relict soils and non-calcareous, alkaline, brown (7.5 YR 4/2, 5/4, dry), silt loams are characteristic of more typical exposures.

The uplands to the east of the Lower Omo Basin (Fig. 2) are somewhat different. Characteristically they form an intermediate-or low-level plateau, extending from the Amar-Kokke horst southwards along the eastern margins of the Rudolf trough. Most striking of these plateaus is the Amar-Kokke planation surface (photo 2), cut across rhyolitic rocks that mantle outcrops of the Basement Complex. Residual masses stud this 900-1200 m, probably complex, surface, while intensive dissection has further increased the relief. The highlands to the east (Hummer Range, 1500-2000 m) and northeast (Bako Uplands) rise sharply above the Amar-Kokke surface, their prominence possibly accentuated by fault displacements. The western periphery, to the pediments and piedmont alluvia of the Omo lowlands, is steeply dissected and demarcated by a complex of *en échelon* faults. The upland between Lakes Rudolf and Stefanie falls off gently to the west from a smaller horst block (1000 m) just west of Stefanie. Erosional development of the Macho Afas drainage has been a dominant factor here, stripping the volcanic mantle rocks and developing great alluvial fans adjacent to the Omo Delta. Further south, in Kenya, rhyolites and basalts form a desert plateau (at 600-900 m), its western margin mantled by intensively dissected and denuded lacustrine and littoral deposits of a higher Lake Rudolf.

In general, whereas the rhyolitic surfaces tend to be sub-horizontal, reflecting lava stratification, the metamorphic basement erodes in an irregular fashion with dikes of resistant rocks assuming great prominence. Unlike the rougher highlands, the Amar-Kokke horst, in particular the irregular upland plains in the high Macho Afas drainage, have moderately extensive soil mantles. These are utilized by the Amar tribe and provide the resource base for localized areas of agricultural landscape. Rubefied soils appear to be dominant, although colluvial reworking is common in bedrock areas with rolling topography.

Pediments and Piedmont Alluvia

Perhaps the most striking zonal aspect of the regional geomorphology is the broad development of typical pediment surfaces, intergrading with alluvial fans or piedmont alluvial plains. Commonly these footslope forms attain a width of 10-20 km or more.

The pediments may occasionally be cut in older alluvium, but generally cut across bedrock (photo 3). Lightly veneered by sandy alluvium, they are criss-crossed by anastomosing rills and are best developed where no major streams emerge from the highland flanks or where bedrock hills have been disassociated from the major highland groups. Most of the pediments remain functional, although they are older than the different generations of alluvium that normally rest on a rock-cut base. Several levels of strongly-dissected pediments, formerly cut across metamorphic rocks, can be recognized north and south of the Macho Afas. Since they are 100 to 200 m higher than the highest exposures of

late Pliocene sediments of the basin floor, these may well be of mid-Pliocene age. Elsewhere the pediments are graded to about the same level as the basin-floor fill. Bevelling of these rock surfaces must have begun prior to deposition of the earliest deltaic sequence, at least 4.25 million yr old, since these beds are in part disposed on top of pediment-like footslopes of the western Nkalabong Range. However, pedimentation continued to modify the basin peripheries intermittently through the late Pliocene and the Pleistocene. The resulting forms converge, so that multiple levels or stages cannot be recognized on the basis of erosional criteria.

The piedmont alluvia are best developed adjacent to the larger, episodic streams draining the highlands. Although younger than most of the pediments, the alluvia are more informative. So for example, east of Lorionetom (see Fig. 2 and photo 3), two major generations of gravelly piedmont alluvia can be tentatively assigned to the late Pleistocene; they rest disconformably on late Pliocene lacustrine tuffs and are overlain by early Holocene littoral and lacustrine formations of Lake Rudolf. A degraded brown paleosol was formed on both alluvia prior to this early Holocene transgression. Original profile depth was 2.5-4.0 m, with strong brown (7.5 YR 5/6, dry) loams or clay loams in the (B)-horizon. Parent material was basalt, rhyolite and chert gravel in a matrix of sand, mainly quartz but with ferromagnesian minerals. North of the Macho Afas (see Fig. 2) there are intensively dissected fragments of at least one generation of rubefied alluvium. Here the truncated (B) and (B)C-horizons exceed 1.9 m in depth, with a yellowish red (5 YR 5/6, dry) loam developed in coarse, arcose quartz sands or sandy gravels. In both areas younger alluvial spreads, where undisturbed, show less intensive late Holocene zonal soil profiles: a 60-centimeter A₁-horizon of brown (7.5 YR 5/4, dry) loam, moderately rooted and mull, under savanna grassland, and immediately over a C₁. There are no free carbonates; pH values are neutral or slightly alkaline (6.5-7.4); 14Å peaks in the clay mineral diffractograms indicate montmorillonite.

The paleosols must consequently record periods of longer or more intensive chemical weathering since they contrast strongly with the zonal soil profiles found at lower elevations (under 1500 m) today. At least two generations are indicated east of Lorionetom (photo 3) where, in addition to the late Pleistocene paleosol described above, derived Rottelm sediments of reddish brown (5 YR 5/3, dry), clay loams are found at the base of the late Pliocene lacustrine beds. The younger, Pleistocene paleosol was subject to mechanical eluviation of fines after biochemical weathering came to a standstill; a little later, secondary calcification produced a 5-cm Ca-horizon at -25 to -30 cm depth within the former (B), still before the close of the Pleistocene. The partly-decomposed pebbles in the top 30 cm of these profiles have frequently been split *in situ* by salt-hydration; surface lag is normally patinated.

The geomorphologic and pedogenetic record of the piedmont environments suggests that late Cenozoic climate has generally been on the dry side. The geomorphologic record indicates alternating pediment-cutting, aggradation of coarse alluvial spreads (by higher competence rills and strams), and fill-dissection (by lower competence watercourses). The equally variable pedogenetic record suggests contrasting trends such as rubefaction with intensive pedogenesis; non-calcic grassland soil-formation; secondary calcification; salt-weathering;



1 2



3 4





5

6



- Photo 1: Dissected fault scarp with Holocene alluvial fan (southeastern face of Nkalabong Range).
- Photo 2: Amar-Kokke planation surface (smooth horizontal crests in middle background) with Bako Uplands rising abruptly at horizon. Dissected western margins in foreground (shadows).
- Photo 3: Inclined pediment east of Lorionetom, cut across basalts and mantled with late Pleistocene piedmont alluvia (facing north).
- Photo 4: Badland erosion in late Pliocene Mursi beds, Nkalabong Range in background (facing northeast).
- Photo 5: Tilted fault-blocks of Plio-Pleistocene Omo Beds, with resistant tuff strata creating cuesta forms (facing southwest). An example of structurally-controlled dissection along fringes of Omo floodplain.
- Photo 6: Meander train of Omo River upstream of Usno confluence. The riverine forest and partly-flooded alluvial flats are sharply offset from early Holocene Kibish beds (mixed fluvial-deltaic, with channel traces still apparent) in foreground.

and patination. This would suggest that ecological conditions have at different times been subhumid, semiarid, or arid.

The Dissected Littoral-Lacustrine Plains

The Floor of the Lower Omo Basin, between the fringe zone of pediments and piedmont alluvia, is filled by several massive series of sediments. The age, stratigraphy, and facies of this depositional sequence are summarized in Table I, after BUTZER and THURBER (1969), HOWELL (1958), and FITCH and MILLER (1969 a, b). The deposits range from strongly deformed Plio-Pleistocene beds (photos 4, 5) to younger undeformed strata of mid-Pleistocene to mid-Holocene age. With exception of lava flows and eolian tuffs, all belong to the Omo River and a formerly more extended Lake Rudolf. They are, then, in good part a reflection of climate in the upper and middle Omo drainage, rather than of regional processes. Nonetheless, periods of high lake level reflect a longterm positive hydrological balance over the entire Omo-Rudolf basin. Since Omo discharge provides by far the greatest part of the annual influx into Lake Rudolf today, a high lake indicates greater rainfall over the Ethiopian catchment of the Omo and/or reduced evaporation over Lake Rudolf. The terminal deposits of each aggradational unit (Table I) culminate in the 450-455 m elevation range, i. e., 80-85 m above modern Lake Rudolf, and at about the elevation of the Omo-Lotigipi threshold (north of Lokwanamoru). From there repeated hydrographic links to the Nile system, via the Pibor-Sobat River are indicated by the nilotic molluscan, fish, and reptilian faunas characteristic of Lake Rudolf since the late Pliocene (see BUTZER and THURBER, 1969; ROGER, 1943; WORTHINGTON and RICARDO, 1935). Consequently each of the depositional phases in Table I records periods of comparatively moist climate for the basin as a whole (see BUTZER and HANSEN, 1968, for discussion of the Sobat and Blue Nile headwaters).

Surface expression of the non-functional deltaic, prodeltaic and littoral sediments in the Lower Omo Basin (see Fig. 2) is largely restricted to those of the youngest Kibish deposits. The Omo Beds are widely exposed west of the modern Omo Delta and a variety of older beds are dissected along the Omo floodplain fringes, southwest of the Nkalabong Range (see BUTZER and THURBER, 1969, Fig. 2). Elsewhere, however, littoral, delta-fringe or shallow-lake deposits of unit IV of the Kibish Formation constitute the land surface. The following surface forms are characteristic for these recent surficial deposits: (a) Long, sinuous beach ridges of coarse sand, with a relief of 3 to 9 m. These ridges often occur in multiple belts and may locally pass into spits. Former lagoonal mudflats may be located in their rear, occasionally replaced by low, fossil sand dunes of transverse („W”), blow-out, and barkhan types. All of these features find close contemporary analogues along the windward shores of Lake Rudolf. (b) Extensive prodeltaic and lacustrine mudflats of brown silty clays. The montmorillonitic clays and, to a lesser extent, the primary sodium salts, favor development of great polygonal crack networks. (c) Mixed fluvio-littoral beds, without ridge-like relief. Piedmont alluvia in some areas were deposited into standing waters and partly reworked by wave-action. These consist of well-stratified

Table 1: Late Cenozoic Sedimentary Units of the Lower Omo Basin

Formations and Members, Thickness and Facies, Absolute Ages (if determined)	Correlation
Narok Beds (deltaic, lacustrine, littoral) (contemporary) Erosion	Late
Kibish Fm. , IVb (8 m; littoral, deltaic) (ca. 5900-5300 B. P.) Erosion	Middle
Kibish Fm. , IVa (13.1 m; littoral, deltaic) (ca. 9700-7700 B. P.)	Early
Erosion. Extrusion of Nakwa Basalts and tuffs. Kibish Fm. , III (45.4 m deltaic, prodeltaic) (terminated 35 000 (?) B. P.) Erosion	MIDDLE/UPPER
Kibish Fm. , II (22.4 m; deltaic, prodeltaic) Erosion	PLEISTOCENE
Kibish Fm. , I (26.1 m; deltaic, prodeltaic) Erosion	
At least 3 episodes of faulting, probably localized	
Omo Beds (over 500 m, basal units possibly laterally interdigitated with Nkalabong Fm. ; fluvial, deltaic, prodeltaic) (ca. 3.75-1.8 mill. yr.)	LOWER
Nkalabong Fm. , III (18 m; lacustrine) Erosion	PLEISTOCENE
Nkalabong Fm. , II (32.5 m; some fluvial beds; eolian tuff dated 3.95 mill. yr.) Erosion	TO
Nkalabong Fm. , I (37 m; alluvial beds and reworked terminal tuffs) Erosion	
Faulting, possibly localized	UPPER
Extrusion of basalts (ca. 4.25 mill. yr.) Mursi Beds, I-III (143 m; deltaic, prodeltaic)	PLIOCENE

tified horizontal or cross-bedded sands or gravels, with pockets or lenses of littoral shells (*Melanooides*, *Corbicula*, *Unio*).

The greater part of the high-lying, littoral-lacustrine plain is undissected and poorly drained. Local relief over 5-kilometer squares may be less than 5 m, and slopes are well under 0.5°. Zonal soils are consequently replaced by dark grayish brown (10 YR 4/2) clays of vertisol type (see DUDAL, 1965), frequently exhibiting some degree of salinity. Major and minor crack networks penetrate to depths of 50-120 cm during the dry season, while inundation and surface water-logging are commonplace after the rains. Gullying is prominent in the soft deltaic sediments exposed along the margins of the Omo floodplain, where local relief may be in excess of 40 m (photo 4). Extensive badlands are developed in some sectors, the most impressive of which are among the exhumed, cuestaform, tilted fault-blocks of the Omo Beds (photo 5).

The youngest evidence of vulcanism in the Lower Omo Basin is the extrusion of the Nakwa tufts and basalts, a chain of some 20 ejecta cones, several of which remain unbreached (BROWN and CARMICHAEL, 1969). Overall relief of the group exceeds 500 m. These eruptions are younger than unit III, older than unit IVa of the Kibish Formation; they are, therefore, of terminal Pleistocene age.

The Omo Floodplain and Delta

The Omo River flows within a typical convex floodplain with meander belts, natural levees, point-bar ridges and swales, flood basins with bachswamps and gathering streams, and marked by numerous abandoned channels and a few ox-bow lakes (photo 6). Broad alluvial spreads or reworked older materials are graded to the floodplain margins. Floodplain width is in the order of 4-5 km, that of the fringing forest about 2 km; the low-water channel averages 120-150 m across. The Usno floodplain is quite similar, although on a much smaller scale (channel width 20-30 m).

In actual fact the floodplain is largely non-functional today. The 1967 and 1968 flood crests remained several meters below the Omo levees, although both years were exceptionally wet throughout East Africa. Further evidence is given by the recent undercutting of the levees in both convex and concave meander bends, while laterally-graded alluvial spreads have been subject to dissection. Instead, modern flood accretion has been responsible for aggrading a silt berm at 3 to 4 m below the levees against which these berms are embanked. There can be little doubt that the Omo floodplain south of about 5° 30' N has been subject to net dissection over a period of at least several decades, presumably as a result of the rapid fall of Lake Rudolf by 17 m between 1899 and the 1930's (BUTZER, in preparation). During the last few years, apparently since the rapid, 4-meter rise of the lake since 1962, the river is actively aggrading. This can be deduced from contemporary berms now commonly embanked against undercut levees.

Local relief between the flood basins and channel levees is generally about 1-2 m, and slopes here almost never exceed 0.5°. Atypical floodplain soils are developed on the silty clay loams of the levees, deep-cracking vertisols (60-70 % clay fraction) in the silty clays of the flood basins.

The delta plain of the Omo consists in large part of abandoned deltaic environments in which the modern river occupies and periodically floods only a very small segment. Meanders are poorly developed and the channel functions primarily as a drainage line cut down rapidly into the emerging delta since about 1900. Repeated channel bifurcation and delta formation can be discerned from the abandoned distributary channels and their related levees, while gathering streams drain the former interdistributary basins and lagoonal mudflats. As a consequence the delta plain is generally well-drained, and soil development is very limited. Buried vertisols can, however, locally be seen under a recent mantle of silt, where the fine nature of the subsurface deposits is shown by giant crack networks - fissures over 4.5 m deep, 1 to 1.5 m wide, and often extending up to 200 m in length.

The delta fringe has been largely submerged since 1962 so that the contemporary shoreline has an exaggerated birdfoot profile. A mosaic of seasonal or

permanent marshes, partly fed by seepage, partly by overbank discharge, and partly linked to the expanding interdistributary bays, is now developing in the lower part of the delta plain. Shoreline features due to cusped remodelling by wave and current action were apparent on the 1959 air photos but are now submerged.

The Kibish River and Sanderson's Gulf

The Kibish River derives its waters from the Maji Uplands; overbank discharge periodically deposits flood silts along the shallow channel developed where this seasonal stream crosses the piedmont zone. Downstream, the channel is increasingly incised into the deltaic formations of the basin floor and there is next to no floodplain. Northwest of Nakwa the river begins to bifurcate into a maze of dispersal channels, marking two former sub-deltas, separated by a zone of gathering streams. Coarse sands are characteristic of the Kibish channel at low water, although fine silts and clays are deposited across the broad delta plains.

The Kibish Delta grades over, almost imperceptibly, into the mudflats once described as „Sanderson's Gulf". This synclinal depression was an embayment of Lake Rudolf as late as 1920, linked by an interbarrier inlet among the beach ridges and local dunes of the lakeshore. In more recent years the Omo River overflows into the lower part of the „gulf" at flood stage, while the upper parts may be temporarily inundated by the Kibish River. Low beach ridges fringe the western, windward margins of the former „gulf".

Cracking, dark clay vertisols are characteristic of the Kibish Delta and the northern part of Sanderson's Gulf. There are no typical soils in the lower-lying regions, although salt efflorescences or great polygonal crack networks may be widespread.

A Synopsis of Regional Geomorphologic Events

A provisional geomorphologic history of the Lower Omo Basin can now be summarized on the basis of the above thematic discussion and with specific reference to the regional stratigraphy (Table 1, BUTZER and THURBER, 1969, BUTZER et al., 1970);

- (1) Repeated volcanic episodes with extrusions of basalts and rhyolites over pre-existing erosional surfaces. Early Miocene to early Pliocene.
- (2) Planation of the polygenetic Amar-Kokke surface (at 900-1200 m). Early Pliocene?
- (3) Major downwarping and downfaulting, climaxing in creation of the Lower Omo Basin. Early to mid-Pliocene?
- (4) Cutting of 2 or more pediment surfaces east of the Omo Delta (at 500-600 m). Mid-Pliocene.
- (5) Piedmont alluvia from Nkalabong Range intercalated with the otherwise deltaic Mursi Formation; partly concurrent with long-term pedimentation along basin peripheries that continued intermittently through phase (11). Lake Rudolf level high, at or a little below the Omo-Lotigipi-Nile watersheds. Basalt extrusions along the footslopes of Nkalabong Range. Late Pliocene (before 4.25 million yr).

- (6) Faulting of the Mursi Fm., followed by major dissection.
- (7) Formation of deep, reddish paleosol; intensive chemical weathering. Late Pliocene.
- (8) Gravel aggradation (in northern basin) by higher-competence Omo River with interdigitation of coarse sands from local streams; deltaic sedimentation in southern part of basin (earliest units of Omo Beds?). (Nkalabong Fm., unit I). Tuffs indicate continuing volcanic activity in Mt Nkalabong area.
- (9) Deep dissection by Omo River and its intermittent tributaries, terminated by restricted aggradation of local watercourses. (Nkalabong Fm., unit II). Lapilli tuff dated 3.95 million yr. Late Pliocene.
- (10) Rapid rise of Lake Rudolf to 460 m or more. Lacustrine conditions prevailing over basin floor, with mouth of Omo River north of 5° 35' N. Fine-grained littoral-lacustrine deposits suggest an effective local vegetation mat, with little torrential runoff. (Nkalabong Fm., unit III).
- (11) Massive piedmont alluvia from Amar-Kokke uplands repeatedly intercalated with the otherwise deltaic Omo Beds; pedimentation active along basin peripheries. Lake Rudolf level generally high, but with several major regressions. 9 K/Ar dates 3.75-1.81 million yr. Late Pliocene to Early Pleistocene.
- (12) Several phases of faulting in Omo Beds; gentle tilting of western foot-slopes of Mt Nkalabong. Late Lower Pleistocene (?).
- (13) Major dissection of Omo Basin sedimentary fill, following lake regression. Mid-Pleistocene.
- (12) Gravel deposition by higher-competence Omo River, contemporary with aggradation of coarse piedmont alluvia; terminated by extensive deltaic sedimentation in basin. Th/U date 130,000 yr. Late Middle or early Upper Pleistocene (Kibish Fm., unit I).
- (13) Dissection and lake regression.
- (14) Lake transgression with deltaic sedimentation in basin; little evidence of local geomorphologic activity. Early or Mid-Upper Pleistocene. (Kibish Fm., unit II).
- (15) Dissection and lake regression.
- (16) Lake transgression, with initial aggradation of coarse piedmont alluvia. Extensive deltaic sedimentation (Kibish Fm., unit III), apparently contemporary (in its later phases) with development of a deep paleosol. Mid-Upper Pleistocene (terminating ca. 35 000 B. P. on basis of C¹⁴ date „greater than” 37,000 and Th/U date 30,000 yr.)
- (17) Long period of low lake level and gradual dissection. Pedogenetic calcification and salt-hydration appear to be indicated at about this time and suggest dry local climate. Extrusion of Nakwa volcanics. Late Upper Pleistocene (ca. 35 000-10 000 B. P.).
- (18) Lake transgression, with extensive deltaic and lacustrine deposition (Kibish Fm., units IVa and IVb), locally interdigiting with piedmont alluvia and interrupted by brief interval of dissection with lower lake level. Early to mid-Holocene (ca. 10 000-5 000 B. P., dated by 16 C¹⁴ determinations).
- (19) Dissection and lake regression. Late Holocene.
- (20) Aggradation of contemporary floodplains, delta plains and shoreline forms (Narok Beds).

Acknowledgements. The field work was supported by grant GS-1471 from the National Science Foundation to the University of Chicago. D. ABRAMS assisted in the field during the 1967 season, CLAUDIA CARR during 1968. Laboratory work was, in part, carried out by CLAUDIA CARR and B. G. GLADFELTER (University of Illinois, Chicago Circle), while F. H. BROWN (Berkeley) did the X-ray diffraction of clay minerals. I am further indebted to discussions with BROWN and J. de HEINZELIN (Gent). The maps were drawn by J. A. KIRCHNER. Finally, the field work owes much to the able and courageous support of helicopter pilot D. J. WOODHEAD. This is Contribution No. 10, Omo Research Expedition (University of Chicago Group).

REFERENCES

- C. ARAMBOURG; Mission scientifique de l'Omo (1932-33). *Mus. Nat. d'Hist. Nat.*, Paris, Fasc. 2, 1943, 60-230; Fasc. 3, 1948, 231-562.
- R. de BOURG de BOZAS; D'Addis-Abbaba au Nil par le lac Rodolphe. *La Géographie* 7, 1903, 91-112.
- F. H. BROWN; Reconnaissance geology of the Nkalabong Range, lower Omo valley. In preparation.
- F. H. BROWN and I. S. E. CARMICHAEL; Quaternary volcanoes of the Lake Rudolf region. I. The Korath Range. *Lithos* 2, 1969, 239-260.
- K. W. BUTZER and D. L. THURBER; Some late Cenozoic sedimentary formation of the Lower Omo Basin. *Nature* 222, 1969, 1139-1143.
- K. W. BUTZER, F. H. BROWN and D. L. THURBER; Horizontal Sediments of the Lower Omo Valley: the Kibish Formation. *Quaternaria* II, 1970, in press.
- K. W. BUTZER and C. L. HANSEN; Desert and river in Nubia, geomorphology and prehistoric environments at the Aswan Reservoir. Madison, University of Wisconsin Press 1968, 562 pp.
- K. W. BUTZER; Geomorphology of the Omo Delta Plain, southwestern Ethiopia. In preparation.
- G. DAINELLI; *Geologia dell'Africa orientale*. Roma, R. Acad. d'Italia 1943, 3 vol. 464 + 704 + 748 pp.
- R. DUDAL, ed.; Dark clay soils of tropical and subtropical regions. Rome, FAO Agric. Developmental Paper No. 83, 1965, 161 pp.
- F. J. FITCH and J. A. MILLER; Total degassing $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age determinations on a concentrate of fresh feldspar lapilli in a pumice-lapilli tuff of the Nkalabong Fm., Lower Omo Basin. *Nature* 222, 1969, 1143.
- F. J. FITCH and J. A. MILLER; K/Ar dating of basalt overlying the fossiliferous Yellow Sands locality in the lower Omo Basin. *Nature* 225, 1970, in press.
- V. E. FUCHS; The geological history of the Lake Rudolf Basin, Kenya Colony. *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 229-B, 1939, 219-274.
- L. v. HÖHNEL, A. ROSI WAL, F. TOULA and E. SUESS; Beiträge zur geologischen Kenntniss des östlichen Afrika. *Denkschr. Akad. Wiss. Wien, Math.-Naturw. Kl.* 58, 1891, 140 pp.
- C. W. GWYNN; A journey in southern Abyssinia. *Geog. Jour.* 38, 1911, 113-139.
- F. C. HOWELL; Omo Research Expedition. *Nature* 219, 1968, 567-572.
- P. MAUD; Exploration in the southern borderland of Abyssinia. *Geog. Jour.* 23, 1904, 552-579.
- G. J. H. McCALL, B. H. BAKER and J. WALSH; Late Tertiary and Quaternary sediments in the Kenya Rift Valley, in: W. W. BISHOP and J. D. CLARK, eds.; *Background to evolution in Africa*. Chicago, University of Chicago Press 1967, 191-220.
- P. A. MOHR; The geology of Ethiopia. Asmara, Univ. Coll. Addis Ababa Press, 1964, 286 pp.
- P. A. MOHR; The Cainozoic volcanic succession in Ethiopia. *Bull. Volcanologique* 32, 1968, 5-14.
- G. de ANGELIS d'OSSAT and F. MILLOSEVICH; *Studio geologico sul materiale raccolto da M. Sacchi*. Roma, Soc. Geog. Ital., 1900, 212 pp.
- T. A. REILLY, A. E. MUSSET, P. R. S. RAJA, R. L. GRASTY and J. WALSH; Age and polarity of the Turkana lavas, northwest Kenya. *Nature* 210, 1966, 1145-1146.
- J. ROGER; Mollusques fossiles et subfossiles du Bassin du lac Rodolphe, in: C. Arambourg, op. cit., 1943, pp. 119-155.

- E. P. SAGGERSON and B. H. BAKER; Post-Jurassic erosion-surfaces in eastern Kenya and their deformation in relation to rift structure. *Quart. Jour. Geol. Soc. London* 121, 1965, 51-72.
- R. SCHOTTENLOHER; Bericht über eine Forschungsreise in Südäthiopien. *Sitzber. math.-naturw. Abt., Bayer. Akad. Wiss.* 1938, 205-210.
- J. WALSH and R. G. DODSON; Geological map of the northern Turkana area (1:500 000). *Mines and Geol. Dept. of Kenya*, 1966.
- E. B. WORTHINGTON and C. K. RÍCARDO; The fish of Lake Rudolf and Lake Baringo. *Jour. Linn. Soc. London (Zool.)* 39, 1935, 353-389.

ZUSAMMENFASSUNG

Geomorphologische Beobachtungen im unteren Omo-Tal. Südwestäthiopien

Der folgende Bericht gibt einen Überblick meiner Geländestudien im Omo-Tal während der Sommer 1967 und 1968, Beobachtungen, die die geomorphologischen Untersuchungen CARL TROLLS und des verstorbenen RUDOLF SCHOTTENLOHERs in Südäthiopien fortführen.

Das untere Omo-Tal bildet eine tektonische Senke, die sich an den Rudolf-Graben anschließt, und die – trotz jüngerer Bruchtektonik (ca. 4,0 Mill. J. und kurz nach 1,8 Mill. J., nach Kalium-Argon) und wiederholter Basalergüsse (zuletzt im Jungpleistozän) – bereits im ausgehenden Pliozän (vor 4,25 Mill. J.) mit Deltabildungen ausgefüllt wurde. Die vulkanischen und kristallinen Randgebirge (Miozän bzw. Präkambrium) der Omo-Senke weisen eine frühpliozäne Einebnungsfläche sowie verschiedene, stark-zerschnittene, endtertiäre Pedimente auf. Die plio-pleistozäne Delta-, Fluß-, und Seeaufschüttungen des Tieflandes (ca. 4,0 bis 1,8 Mill. J. alt) bildeten sich etwa gleichzeitig mit der flächenhaften Abtragung der Gebirgsfußfläche aus. Während des Jungpleistozäns und Holozäns wurden weitere, ungestörte Delta-, See-, und Strandablagerungen abgesetzt (vor 35 000 J. v. H., etwa 9700-7700 v. H., und wiederum 5900-5300 v. H., nach Radiokarbon).

Die verschiedenartigen Beckenfüllungen liegen jeweils bis zu 90 m über dem heutigen Rudolfsee (370 m), und breiteten sich wohl einst über die niedrige Wasserscheide zum Nilgebiet aus. Hydrographische Verbindungen sind an Hand der nilotischen Fauna (Mollusken, Fische, Krokodil, Nilpferd) offensichtlich. Da der Rudolfsee, trotz rascher, bedeutender Spiegelschwankungen (+ 13 m 1899, -4 m 1959), heute abflußlos bleibt, deuten die hochliegenden Deltasedimente *sensu lato* jeweils auf Pluvialzeiten, die Abschnitte der Einschneidung und Abflußlosigkeit auf relativ trockenes Klima hin. Klimamorphogenetische Indizien sowie Reliktböden werden kurz umrissen, die Oberflächenformen der Überschwemmungsebene und des Deltas werden skizziert.

FACTORS AFFECTING SLOPE EVOLUTION AND FORMATION OF SLOPE SEDIMENTS IN HUNGARY

MÁRTON PÉCSI

I. Factors affecting slope evolution

Large-scale level differences, the first-order structural-morphological units of the terrestrial surface and also the general evolution of slopes, are due to crustal movements, highly differentiated in time as well as in space. The distribution of perennial slope types in the various regions of the terrestrial surface is not, however, determined in the first place by the rhythm and intensity of crustal movements, as was erroneously believed by W. PENCK (1953). Nor are the processes of slope evolution and the types of slope formed by them the sequence of certain stages of the „normal cycle of erosion”, as proposed by adherents of DAVIS' cycle theory (1932).

According to the viewpoint to be set forth here, slope evolution and the existing types of slope are the results of the joint dynamism of the tectonic, structural-morphological and lithological conditions of the relief and of the climatomorphologic processes acting perennially on a given region of the surface.

The factors controlling slope evolution in the last geological period have been analysed in detail by the author (PÉCSI, 1962-66). He arrived at the conclusion that the influence of these factors upon slope evolution during the Pleistocene in the Hungarian region and in the rest of non-glaciated Europe can be summed up as follows:

1. Slope evolution is a periodic process owing to the variation in space and time of the intensities of slopeforming factors. The climatic conditions repeatedly changed during the Pleistocene; at the same time, well-differentiated crustal movements also took place.

2. The destructive processes of denudation and linear incision repeatedly alternated with each other and also with the phases of deposition. In the periods of relative quiet, interrupting the dynamic evolution of the slope, soil formation was dominant.

3. Even during the longer, e. g. glacial phases of slope evolution, the efficiency of the slope-forming factors was not the same throughout. The repeated changes in the structure and lithology of the slope deposits formed within such a single phase prove that even the seemingly uniform longer phases were composed of shorter subphases. These oscillations within the individual glacial phases were mostly due to various types of interaction of Atlantic and continental climatic elements.

4. The types of slope deposit suggest furthermore that besides the phases and oscillations affecting the intensity of the slope-forming exogenic processes, a seasonal variation can also be recognized; slope sculpture by processes of derasion, eolian and linear erosion within the various phases (stadial, interstadial) and subphases (anaglacial, cataglacial) exhibits further differences in mode and intensity according to the change of the seasons, to the combination and dominance, respectively, of the climatic elements involved.

5. The present size and position of the slopes in the mountain and hill regions of Hungary were determined on the one hand by the positive crustal movements of the Pleistocene, and on the other, by intense erosional valley incision simultaneous with and subsequent to the crustal movements particularly concentrated in the interglacial periods. The dissection during the Pleistocene into valleys and almost periclinal divides of the gentle late Pliocene relief thus took place in several distinct phases.

6. During the glacial periods, these slopes, which occupied an ever-increasing proportion of the landscape, were dominated by derasional-cryoplanational destruction on the one hand and by the formation of deluvial and colluvial slope deposits on the other. The smoothing effect of these processes was enhanced by eolian accumulation during the episodes of cold and dry steppe climate.

7. Finally, differences in the deposits underlying the slopes in slope angle, and exposure, in the local bio-geographical morphological and microclimatical factors — in short, spatial differences — also resulted in differences of the efficiency, and of the qualitative and quantitative effects, of the slope-forming processes.

II. Factors affecting the origin of slope deposits

1. The vertical structural deformations of the Earth's crust, more or less rhythmical in space and time, bring about the essential level differences of the relief, without which there would be no slopes and no slope deposits. Exogenic agencies then initiate the evolution of the slopes which in its turn gives rise to the formation of slope sediments.

2. The nature of the relief, and geomorphological features in general, profoundly affect and direct the formation and distribution of slope sediment facies. It is mainly through the evenness or otherwise of the slope and through its climatic exposure that the morphological configuration brings about differences of facies among the packs of slope deposits. In Hungary e.g. the deposits of slopes of southerly exposition and the fillings of derasional valleys consist of deluvial — pluvionival waste, every pack of which is well stratified, whereas in the same lithologic environment accumulation is much more common on slopes of northerly exposition.

3. The role of the lithology of the deposits constituting the relief depends on the nature of the bedrock, occasionally of the weathered layer, in the area of erosion of the process depositing the slope sediment.

Differences in morpho-lithogenic factors entail differences in the sedimentary sequences of various elements of the relief and thus give rise to homologous sequences. The steep rocky slopes of the mountains carry slope deposits consisting largely of coarse waste, whereas the packs of sediment of finer granulometry become increasingly frequent with increasing distances from the rock exposures and the percentage of coarse debris in the slope deposits shows consequently a regular vertical variation. On the other hand, in the rolling regions sculpted in ill-consolidated Tertiary deposits, slope sediment sequences consist of more or less homogeneous compositions of sand, loess and clay and of mixtures of these, in dependence on the nature of the underlying Tertiary se-

diment. This distribution just outlined of slope deposits is of a more or less general validity.

4. Climatic (hydro-meteorologic) conditions affect the slope deposits regionally (in function of the climatic zone involved) as well as locally (in function of slope exposition). They determine the intensity of weathering and comminution, the quality and quantity of the waste to be carried away, the nature of the vegetal and soil cover, the nature of precipitations, the periodicity of slope-wash, the nature and intensity of the processes modelling the relief, the periodicity of downslope movement and the nature of the transporting medium. The joint influence of all these factors affects and sometimes determines the rhythmicity of transport and accumulation on the slope.

This is why the seasonal changes as well as the changes of longer duration of the climatic conditions affect the dynamism of the processes of transportation and hence also the nature of the sediments which come to be deposited.

In Hungary, slope deposits are almost exclusively Quaternary, as the Pliocene relief was little differentiated, and most of the country was covered by a shallow Pannonian See. The non-uniform crustal movements of the Quaternary resulted in a periodic and non-uniform emersion of the system of Carpathian basins, simultaneously with repeated climatic changes ranging from the warm-temperate to the periglacial.

Methodological problems of the classification of slope deposits

In the comprehensive system of sediments and sedimentary rocks, slope deposits come under the heading of continental-terrestrial deposits. Their distinction from the other related types of subaerial deposits — fluvial, eolian, glacial etc. — has not, except for a few pioneering publications (DEMEK, 1953; KAPLINA, 1965; KLATKA, 1962; LAVRUSHIN, 1965; PÉCSI, 1962; ROHDENBURG, 1965; SHANZER, 1962; STARKEL, 1965), been systematically treated from the methodological point of view.

As a matter of facts, even a rigorous delimitation of the concept of slope deposits is lacking and, as a consequence, a definition of the content of this concept is lacking, too. In scientific practice, deposits accumulated by processes of mass wasting — rockslides, slumps, mudflows, creep — have so far been unequivocally classed as slope deposits. The classification of the products of slopewash as slope deposits is not by far so unequivocal, nor is there a consensus of opinion as regards proluvial deposits.

There are undoubtedly some transitional types of deposits. A genetically transitional type is e.g. eolian dust deposited on a snow cover, carried away by meltwaters in the spring, which can be termed a niveo-eolian, or if the rains also played a role in its transport a pluvio-eolian deposit.

As regards such transitional types or deposits reworked by several agencies it is most expedient to consider always the last transporting agency which has deposited the sediment in its present site. The determination of the nature of this „delivering carrier” may be based upon the mineralogical and granulometric composition, wear, stratification, texture, etc. of the sediment and the relation of its bedding to the actual relief.

The fundamental trait of slope deposits is that, as opposed to other subaerial deposits, the processes of accumulation are highly manifold both as to their dynamism and as to the nature of the transporting medium. Transportation and deposition can be due to spontaneous mass wasting by gravity (rockslides, slumps, roll, creep), to the plastic or fluid flow of wet or waterlogged sediment and to regelation (mudflows, solifluction) and finally to slopewash.

By the analysis of their geological, lithologic and geomorphological features, slope deposits can in most cases be readily distinguished from other subaerial deposits. Of course, not all types of slope sediment exhibit every typical feature of this class of deposits. The distinctive criterion can consist in a certain feature or in a group of features.

In this sense, the general properties of slope deposits are the following:

1. The packs of layers are more or less parallel to the relief existing at the time of their deposition and exhibit consequently varying dips along various sections of the slope profile.

2. The packs of slope deposits have a microstratified texture. The layers imitate the configuration of the underlying relief. If the relief underwent a change in the course of slope sediment deposition — by the smoothing, truncation etc. of the slope —, the change of slope angle is reflected in the dip of the subsequently deposited strata.

3. The grains of coarse or mixed slope deposits are almost unworn; mineralogically (or petrographically) they consist of local material. If a well-worn fluvial or eolian deposit is reworked by slope processes, there is a mixture of the otherwise well-sorted grain size classes: the exclusive presence of local material, the geometry of the deposit and the texture of the sediment are indicative of accumulation on a slope.

3. Absence of sorting is typical of several types of slope deposits (slumps, slides, soil flows, solifluctional deposits): clay, sand and debris occur in helter-skelter, irregular mixture.

The apparently better-sorted finer-grained slope deposits (slope loess, slope sand, reworked soil) are also illsorted in the relative sense, containing as they do strings of widely differing granulometry (fine detritus in slope loess, clay in sand, etc.).

5. Detritus rolling downslope and sediment transported by slopewash may, however, form better-sorted layers whose dip is gentler than that of the underlying slope.

Both the finer and coarser slope deposits often contain grains of reworked soil, clayey B horizons, humus or soil minerals.

A definition of slope deposits is, owing to the wide range of their properties, necessarily of a fairly general nature.

By slope deposits we mean sediments of a wide range of lithologic features, deposited in the form of a cloak by processes of mass wasting, flow and slopewash either on the slope itself, or, in the form of a heap or cross-stratified cone, at the foot of the slope.

III. Periodic-polygenetic slope evolution

1. The thick succession of Pleistocene deposits covering the slopes of the mountains and hills of the Middle Danube Basin comprises an alternation of stratified and unstratified colluvial-deluvial slope deposits, eolian loesses, sands, proluvial-alluvial waste and buried fossil soil. The thickness of the packs of layers of various compositions and origins is 1 to 3 m on an average and does not exceed 5 m. The exposures exhibit moreover traces of erosional unconformities at several levels.

2. In the course of the changes of the slope profiles, the intensity as well as the place of destruction and deposition had severally and gradually shifted. Fairly often, only a fraction of the deposits of the Pleistocene, or indeed, of the last glacial phase can be identified in the individual exposures of the slopes.

The repeated reworking of slope deposits in the course of slope evolution locally produced inverse and „oblique” stratigraphic successions at the valley bottoms and in concave slope sections.

Evaluation of the deposits in numerous exposures on the slopes leads to the finding that no one of the exposures or slope sections represents a full sequence of events of Pleistocene slope evolution, although some sections of the successions may be genetically similar and may represent the same sequence of events in different exposures. This is why the author deemed it useful to summarize the repeatedly encountered typical successions of deposits and other events in a generalized schematic profile reflecting the main trends of palaeogeographical evolution, in order to reconstruct the history of Upper Pleistocene slope sculpture (PÉCSI, 1966).

Deposition on the slopes took place largely in the glacial phase and only to a lesser extent in the interglacial-interstadial phases. The latter were in the first place periods of rest and soil formation, locally with alluvial-proluvial deposition complementary to linear dissection of the lower portions of the slopes.

The lithologically homologous successions of sediments constitute various slope sediment complexes, dominated by clay, scree or loess. Depending in their origin and on the relief, these complexes may occur isolated, side by side, but also in vertical succession.

A substantial portion of slope deposits is made up of the so-called loess complex. In exposures of the loess complex, the so-called „typical loess facies” constitutes but a few layers rarely exceeding in volume one third of the entire complex. The loess series comprises the layers of typical loess plus the loess-like deposits which differ from them in some properties (sandy, clayey or slightly pedogenized loesses). The individual facies constituting the loess series differ not only in granulometry, mineralogical composition and fabric, but also in origin (eolian, deluvial, proluvial, etc.). Hence, in the interpretation and classification of these types it is more justified to regard as decisive the process of deposition rather than the origin of the loess fraction that served as their base material.

The loess series included in the loess complex exhibits in dependence of the conditions prevailing in the geographical environment — of the horizontal and vertical climatic zonation — also phenomena of syngenetic regional alteration. Everywhere in the border zone that is slightly richer in precipitation of the Car-

pathian basin, particularly in Western Transdanubia, and similarly in the Hungarian Mountains, which strike in a northeasterly direction across the basin — also a zone of fairly abundant precipitation — one encounters the more clayey facies of the loess series (see Table 4 of PÉCSI, 1965), as opposed to the series composed of typical and sandy loess facies in the hill regions in the basin interior, where the climate was, and still is, drier.

In the vast floodplain regions of the Great Hungarian Plains, one encounters, the peculiar wetground, fluvial, floodplain types — the so-called hydroaeolitic facies — of the loess series. The studies carried out so far have thus proved the loess series of the Carpathian Basin to be polygenetic in origin. It is then unjustified to restrict the term loess to the so-called „typical loess”, as that sediment constitutes only some layers within the loess complex. It would be erroneous to exclude from the loess series the loess-like deposits, for one because they constitute the majority of the series, inseparably interwoven with the typical loess, but also because it is frequently impossible to draw a limit between „true loess” and loesslike deposits.

Profound research into these problems was made necessary among others by many-sided practical requirements. The largescale and costly constructions and investments (dams, highways, etc.) built for the use of several generations require thorough studies also of the subsoil. The thorough knowledge of the nature and dynamism of the relief are indispensable in selecting favourable and safe sites, in tracing routes and in planing the defenses against soil destruction.

SUMMARY

Slope evolution, the existing types of slope and the slope sediments are results of the joint dynamism of the tectonic, structural-morphological and lithological conditions of the relief and the climatomorphological processes acting perennially in a given region.

Slope evolution during the Pleistocene was brought about by periodical processes owing to the variation in space and time of the intensities of slope-forming factors. The destructive processes of denudation and linear incision repeatedly alternated with each other and also with the phase of deposition. In the periodical processes even seasonal variations can be recognized.

Deposition on the slope consisting of processes of extremely heterogenous dynamism took place mainly in the glacial phase and to a lesser extent in interglacial-interstadial phases. Characteristics of slope-sediments are: microstratified texture, absence of sorting, etc.

The thick succession of Pleistocene slope-sediment of the mountains, hills and hummocks of the Middle Danube Basin comprises an alternation of stratified-unstratified, colluvial-deluvial deposits, (eolian loesses, sands etc.) proluvial-alluvial waste, and buried fossil soil.

A substantial portion of slope deposit is represented by the so-called „loess complex”, with the characteristic „loess series”.

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden Faktoren beschrieben, die in Ungarn auf die Hangentwicklung einwirken und die die Ausbildung der Hangsedimente bestimmen. Methodische Überlegungen zur Klassifikation der Hangablagerungen schließen sich an. Am Schluß wird die periodisch-polygenetische Hangentwicklung diskutiert.

REFERENCES

- CHERNYAKOVSKIY, A. G., Chetvertichnyy elyuvij yugo-zapadnyh rayonov sovskey Azii i produkty ego blizhayshego pereotlezheniya. Izdatel'stvo „Nauka”. Moskva, 1965, p. 114.
- DAVIS, W. M., Geographical Essays. Harvard, 1955.
- DEMEK, J., Slope Development in Granite Areas of Bohemian Massif (Czechoslovakia). Z. Geomorph., 1964, Suppl. Bd. 5, p. 83-106.
- DYLIK, J., Analyse sedimentologique des formations de versant remplissant les depressions fermées aux environs de Lodz. Biul. Perygl., Lodz, 1961, Nr. 10, p. 57-74.
- DYLIK, J., Rhythmically Stratified Slope Waste Deposits. Biul. Perygl., Lodz, 1960, Nr. 8, p. 31-41.
- GUILLIEN, Y., Grèzes litées et banc de neige. Geologie en Mijnbouw, 1964, Nr. 3, p. 103-113.
- KAPLINA, G. N., Kriogennyye sklonovyye protsessy. Izdatel'stvo „Nauka”, Moskva, 1965, p. 295.
- KLATKA, T., Geneza i wick gotoborzy Lysogorskich. (Champs de pierre de Lysogory origine et age). Acta Geogr. Lodzienia, 1962, 12, Lodz.
- PÉCSI, M., Landscape Sculpture by Pleistocene Cryogenetic Processes in Hungary. Acta Geol., 1966, 10, p. 398-406.
- PÉCSI, M., Lösse und lößartige Sedimente im Karpatenbecken und ihre lithostratigraphische Gliederung. Pet. Mitt., 1966, Jg. 110, H. 3-4, p. 176-189, 241-252.
- PÉCSI, M., Die periglazialen Erscheinungen in Ungarn. Pet. Mitt., 1963, Jg. 107, H. 3, p. 161-182.
- PÉCSI, M., Ten Years of Physiogeographic Research in Hungary. Budapest, Akadémiai Kiadó, 1964 (Vol. 1 of the „Studies in Geography” series).
- PENCK, W., Morphological Analyses of Land Forms. London, 1953.
- RAPP, A., The Debris Slides at Ulvadal, Western Norway. An Example of Catastrophic Slope Processes in Scandinavia. Neue Beiträge z. internat. Hangforsch., Göttingen, 1963, p. 195-210.
- ROHDENBURG, H., Untersuchungen zur pleistozänen Formung am Beispiel der Westabdachung des Göttinger Waldes. Gießener Geogr. Schr., 1965, H. 7.
- SHANTSER, E. V., O printsipah litologi-geneticheskogo izucheniya i fatsial'nogo analiza chetvertichnyh kontinental'nyh otlezheniy. Izdatel'stvo „Nauka”, Moskva, 1965, p. 224.
- STARKEŁ, L., Rozwój rzezby polskiej czesci Karpat Wychodnich. Geogr. Studies PAN, 1965, Nr. 50, Warszawa, p. 160.
- SZILÁRD, J., Periglacial Derasion and Quaternary Valley Sculpture in Hungary. Acta Geol. Ac. Sc. Hung., 1965, Tom. 9, p. 95-105.
- TRICART, J., Géomorphologie des Régions Froides. Paris, Presses Univ. de France, 1963.
- TROLL, C., Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol. Rdsch., Bd. 34, 1943/44, p. 545-694.
- TROLL, C., Karte der Jahreszeitenklimate der Erde. Erdkde., Bd. XVIII/1, 1964, p. 5-26.

DAS KERNGEBIET DER ANTARKTIS

Mit 4 Abbildungen (Beilage) und 2 Tabellen

FRITZ LOEWE

I. Einleitung

Zum mindesten seit der Durchquerung Grönlands durch KOCH und WEGENER 1913 stand fest, daß das Innere dieser größten Insel der Erde durch eine fast lückenlose Eismasse bedeckt war. Zu dieser Zeit war zwar der Südpol durch AMUNDSEN und SCOTT erreicht worden, und die Schlittenreisen auf SHACKLETONS Expedition 1908 und MAWSONS 1912 zum magnetischen Südpol hatten das Innere des Kontinents gestreift, aber das eigentliche Kerngebiet war noch ganz unberührt. Im Jahre 1939 haben sich Flüge von ELLSWORTH (18) und der Schwabenland-Expedition (61) dem hohen Innern des Erdteils genähert. Seit 1956, angeregt besonders durch das Internationale Geophysikalische Jahr, haben dann zahlreiche Reisen längs der Oberfläche, Überfliegungen und Flugzeuglandungen zur Erschließung des antarktischen Kerngebietes beigetragen. Die Ergebnisse der letzten Jahre sind in der „Antarctic Bibliography“ (2) zusammengefaßt. In den ersten Jahren dieses Zeitabschnittes sind die meisten dieser Unternehmungen von der Sowjetunion ins Werk gesetzt worden (28).

Darüber hinaus haben seit derselben Zeit Dauerstationen im Kerngebiet gearbeitet. Die seit Ende 1956, also für nunmehr 13 Jahre, ununterbrochen arbeitende, nach AMUNDSEN und SCOTT benannte Station der Vereinigten Staaten von Amerika am Südpol liegt nach der später zu besprechenden Abgrenzung des antarktischen Kerngebietes gerade an seinem Außenrand. Das gilt auch für die 1957 9 Monate in Betrieb gehaltene Station Wostok I ($72,1^{\circ}\text{S}$, $96,6^{\circ}\text{E}$, 3250 m). Im eigentlichen Kerngebiet finden wir die von der Sowjetunion unterhaltenen Stationen Komsomolskaja ($74,1^{\circ}\text{S}$, $97,5^{\circ}\text{E}$, 3500 m), die 1958 14 Monate arbeitete, Sowjetskaja ($78,4^{\circ}\text{S}$, $97,5^{\circ}\text{E}$), 1958 10 1/2 Monate tätig, mit 3660 m die höchste länger besetzte Station, und vor allem Wostok ($78,5^{\circ}\text{S}$, $106,8^{\circ}\text{E}$, 3490 m); diese Station ist, mit Unterbrechung im Jahre 1962, seit 1958 in Tätigkeit (28). Plateau, 1966-1968 tätig, ist die höchste Station mit Beobachtungen für mehr als ein Jahr (36 a). Dauerstationen gleicher Höhe finden sich wohl erst wieder äquatorwärts von 40°S und N. In Wostok als auch in Plateau haben auch Forscher anderer Staatsangehörigkeit überwintert.

Es beleuchtet den gegenwärtigen Stand der Polartechnik, daß die Plateaustation ausschließlich durch Lastflugzeuge an Ort und Stelle gebracht wurde. Im Sommer 1967 haben dann 36 Versorgungsflüge 190 t Nutzlast zur Station gebracht, darunter 150000 l Brennstoff, der ständig angewärmt werden muß, um bei der dort herrschenden Kälte flüssig zu bleiben. Die Station besteht aus 4 Einheiten, die, jede 11 m lang, als Ganzes im Flugzeug befördert worden sind. Ein 32 m hoher Turm dient für kleinklimatische Messungen.

Der Aufenthalt an diesen Stationen des Kerns mit einer mittleren Jahrestemperatur unter -50° , kälter als der kälteste Wintermonat an den kältesten im Winter bewohnten Orten, Werchojansk und Oimjakon in Ostsibirien, und mit gleichzeitigem niedrigem Luftdruck stellt an die Stationsbesetzungen besondere An-

forderungen. Der mittlere Luftdruck entspricht dem der „Normalatmosphäre“ in fast 500 m größerer Höhe. Da die Atemluft in den Atmungswegen fast auf Bluttemperatur vorgewärmt wird, ist der für die Sauerstoffaufnahme der Lunge maßgebende Sauerstoffteildruck 6 % geringer als in wärmeren Gebieten gleicher Höhe. Das macht sich in erschwerter Anpassung an die Höhe geltend (72; 3, I, 99).

Ist so das Sauerstoffangebot für die Atmung geringer als in gleicher Höhe in wärmeren Klimaten, so ist das ganz verschieden in den Fällen, in denen die Luftdichte bei der Außentemperatur die entscheidende Rolle spielt, wie z. B. bei der Sauerstoffversorgung von Verbrennungsmotoren, oder bei Flugzeugstart und -landung. Zwar ist im Antarktisinern der Luftdruck geringer als in entsprechenden Höhen niederer Breiten. Aber das wird mehr als aufgewogen durch die sehr niedrige Temperatur. Die Luftdichte in Plateau und Sowjetskaja in 3600 m entspricht der Dichte der Normalatmosphäre im Sommer in 3000 m, in den Übergangsmonaten Februar, März, Oktober in 2400 m, im Winter in 1870 m, für das Jahresmittel in 2300 m. Dieser Unterschied ist überraschend groß. In den extremsten Fällen wird die örtliche Dichte in 3500 m, der Höhe von Wostok, der Normaldichte in 1000 m Höhe gleich.

II. Abgrenzung des Kerngebietes

Das Innere der Antarktis kann in verschiedener Weise abgegrenzt werden. Man kann eine bestimmte Meerferne wählen oder einen Kreis um den meerferntesten sog. „Pol der Unzugänglichkeit“ legen, der sich, 1500 km von der nächsten Küste entfernt, in 82°S, 60°E, in 3720 m Höhe findet. Die ungegliederte Gestalt der Antarktis führt dazu, daß sich nur in den innersten Teilen Asiens und, weniger, Afrikas meerfernere Gebiete finden. Eine solche Abgrenzung empfiehlt sich jedoch nicht, weil sie bei einiger Ausdehnung Gegenden sehr verschiedener Höhe und verschiedenen Klimas einschließen würde.

Andererseits könnte man eine bestimmte Höhenlinie als Grenze des Innern wählen, etwa die von 2000 m. Dann würde die innere Antarktis 8,2 Mill. qkm umfassen (1a, 4, 7), etwa 2/3 der Gesamtfläche. Eine andere Abgrenzung würde die Mitteltemperatur des Jahres als Kennzeichen betrachten; dann könnte sich eine solche von -40° empfehlen (1 b, 63). Da sich die Temperatur zwar im wesentlichen mit der Höhe, aber auch in geringerem Maß mit der Breite ändert, etwa um 0,7° auf einen Breitengrad, würde diese Abgrenzung in höherer Breite niedriger gelegene Teile mitumfassen. Im Mittel wäre diese Grenze bei etwa 2500 m Höhe zu finden.

DALRYMPLE (14) erwähnt verschiedene klimatische Einteilungen der Antarktis. Er selbst stellt die folgenden Bedingungen für die Zugehörigkeit zum Antarktisinern auf:

1. Die Temperatur darf das ganze Jahr hindurch den Gefrierpunkt nicht übersteigen. Das gilt für den größten Teil des antarktischen Kontinents. Zum Vergleich sei angeführt, daß auf dem grönländischen Inlandeis nur ein schmaler Streifen, etwa 100000 qkm, zwischen 72°N, 38°W und 78°N, 44°W in dieses Gebiet fallen würde (49).

2. Die mittlere Jahrestemperatur soll weniger als -18° betragen. Diese Grenze ist stellenweise enger, anderswo weiter als die der Bedingung 1.

3. Der Jahreszuwachs ist weniger als 45 cm Wasserwert. Das schließt ein Gebiet um 77-79°S, 90-100°W aus, wo trotz eines Jahresmittels von -25° der Zuwachs größer ist (67).

4. Die Abkühlung nach der SIPLE-PASSEL-Formel (70) ist für Jahresmittel von Temperatur und Wind mindestens 1800 kcal/qm/Stunde = 2100 W/m². Wie schon mehrfach betont, lassen sich gegen die Formel ernste Bedenken erheben (51). Über die Abkühlungsgröße im hochpolaren Klima macht VINJE (76) ausführliche Angaben.

Innerhalb des so abgegrenzten Innern hat DALRYMPLE vier Teile, vor allem durch die mittlere Jahrestemperatur unterschieden. Das im folgenden betrachtete „Innere Kerngebiet“ hat ein Jahresmittel von weniger als -50°. Es umfaßt ein Gebiet von 3,9 Mill.qkm und ist damit etwas größer als das Gebiet über 3000 m (7). Der Südpol liegt mit einem Mittel von -49° aus lückenloser zwölfjähriger Reihe gerade außerhalb.

III. Das Klima des Kerngebiets

a) Strahlung

Die Temperaturen dieses inneren Kerngebiets sind die harschesten irgend-einer ausgedehnten Gegend der Erde, mit großen Unterschieden zwischen Sommer und Winter. Das ist in erster Linie die Folge der Strahlungsverhältnisse (80). In 80°S ist die Zeit des Dauersommenscheins 153 Tage, die Dunkelzeit 96 Tage, die Zeit mit Tag, Nacht und bürgerlicher Dämmerung 134 Tage (39). Dank der großen Höhe, des geringen Wasserdampfgehalts und der hervorragenden Reinheit der Luft ist die einkommende Sonnenstrahlung wenig geschwächt. Der Wasserdampfgehalt eisgesättigter Luft ist bei -30°, der Temperatur des Sommermittags im Kerngebiet, nur 1/14 des Gehalts bei 0°. (Allerdings steigt die Absorption bei der höheren Temperatur nur auf das Zweieinhalbfache (25).) So kommt es, daß die Sonnenstrahlung bei klarem Himmel sehr große Kraft entwickelt. In Wostok (66) und Plateau (52) ist der ganz außerordentlich hohe Wert von 1,76 Kal/cm²/Min (1225 W/m²) auf die zur Strahlung senkrechte Fläche gemessen worden. Trotz der niedrigen Mittagssonne erreicht die Höchststrahlung von Sonne und Himmel auf die waagerechte Fläche bis zu 1,15 Kal/cm²/Min (800 W/m²); übrigens werden auf dem Inlandeis Grönlands ähnliche Beträge erreicht (19). Das gesamte Strahlungsangebot bleibt besonders deswegen bedeutend, weil infolge des geringen Wasserdampfgehaltes der Luft die Bewölkung gering ist und die dünnen Wolken die Sonnen- und Himmelsstrahlung nur wenig schwächen. So erreichen unter Berücksichtigung der Bewölkung mindestens 85 % der Strahlung bei klarem Himmel den Boden. In Wostok haben Tage mit starker Bewölkung praktisch dieselbe Strahlungskraft wie klare Tage (66). Dazu trägt erheblich bei, daß die von der Schneeoberfläche zurückgeworfene Strahlung von der Wolkendecke wieder zurückgespiegelt wird (43). Die geringe Abnahme der einfallenden Strahlung bei starker Bewölkung ist eine Eigenschaft des Polarklimas und insbesondere des hochgelegenen Innern von Inlandeisen. So ist auch im Innern Grönlands die Strahlung durch eine geschlossene Wolkendecke

nur um ein Drittel verringert (16). Die überraschende Folge ist, daß in der Sommermitte das Innerste der Antarktis mit etwa 1000 Kalorien auf den qcm und Tag (485 W/m^2) (66) mehr Strahlung empfängt als irgendein anderes Gebiet der Erde.

Natürlich fällt die Strahlung vor und nach der Sommermitte stark ab und fehlt völlig von Ende April bis Mitte August. Trotzdem handelt es sich im Kerngebiet der Antarktis noch um ein Angebot von $120000 \text{ Kal/cm}^2/\text{Jahr} = 160 \text{ Wm}^{-2}$. Das Innere Grönlands hat ähnliche Werte (19), auch die Zugspitze in ähnlicher Höhe hat wenig mehr (38), Melbourne (41) etwas weniger, selbst die Äquatorialstation Rabaul, 4°S , 152°E , nur wenig mehr (12).

Aber das Kerngebiet der Antarktis nutzt von diesem großen Angebot nur wenig aus. Wo die Lufttemperatur auch in der Sommermitte erheblich unter dem Gefrierpunkt bleibt — die Höchsttemperatur übersteigt im Kerngebiet kaum -15° —, bleibt eine lose Schneedecke erhalten, die einen großen Teil der von Sonne und Himmel einfallenden Strahlung zurückwirft. Die Albedo der Schneeoberfläche liegt zwischen $5/6$ (66) und $9/10$. So nimmt die Oberfläche im Jahr nur etwa 15000 Kalorien auf den qcm (20 W/m^2) auf.

Andererseits strahlt die Schneeoberfläche fast den bei der bestehenden Temperatur möglichen Höchstwert aus; sie ist nahezu ein schwarzer Körper. Die Temperatur der ausstrahlenden Fläche läßt sich jedoch nicht leicht messen; die lockeren Schnee- und Reifkristalle haben einen so geringen Wärmegehalt, daß eine Meßanlage ihre Temperatur leicht beeinflussen kann.

Ein Teil der ausgestrahlten Energie wird in der Atmosphäre absorbiert, namentlich vom Wasserdampf. Bei dem sehr geringen Wasserdampfgehalt in Bodennähe könnte man erwarten, daß ein sehr erheblicher Teil der ausgestrahlten Wärme in den Raum hinausginge. Dem wirkt entgegen, daß die Temperaturumkehr mit der Höhe um so stärker wird, je tiefer die Oberflächentemperatur sinkt, so daß die Gegenstrahlung des wärmeren atmosphärischen Wasserdampfes verhältnismäßig groß wird. Im Endergebnis ist die „effektive langwellige Ausstrahlung“, die wirklich in den Raum hinausgeht, im Sommer erheblich größer als im Winter. Der Strahlungshaushalt des Kerngebietes der Antarktis ist in Mittelwerten von Wostok und Komsomolskaja in $\text{kcal/cm}^2/\text{Monat}$ in Tabelle 1 gegeben (66).

Der Strahlungshaushalt des Jahres schließt mit einem Verlust ab; es ist aber bemerkenswert, daß trotz der verhältnismäßig großen Durchlässigkeit der Luft für langwellige Strahlung und trotz der außerordentlich hohen Albedo der Schnee-

Tab. 1: Strahlungshaushalt der innersten Antarktis.

	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Eingestrahlt	28,2	17,6	7,1	1,0	0	0	0	0,1	3,6	13,1	24,2	30,7	125,5
Zurückgeworfen	23,8	14,6	5,8	0,7	0	0	0	0,1	3,2	11,3	20,5	26,1	106,2
Aufgenommen	4,2	3,0	1,3	0,3	0	0	0	0,0	0,4	1,8	3,7	4,6	19,3
Effektive Ausstrahlung	-3,8	-3,2	-2,1	-1,3	-0,8	-0,9	-0,9	-1,1	-1,2	-2,2	-3,3	-3,7	-24,5
Haushalt	+0,6	-0,2	-0,9	-1,0	-0,8	-0,9	-0,9	-1,1	-0,8	-0,3	+0,4	+0,9	-5,2

oberfläche der Wärmeverlust der Oberfläche nicht größer ist als am Antarktisrand (66, 63). Ursache ist einmal die sehr niedrige Temperatur und die daraus folgende geringe Schwarzstrahlung der Oberfläche, und weiter die fast ständig vorhandene Temperaturumkehr mit der Höhe, die im Mittel 20° übersteigt (36) und deren wärmere Luft trotz geringer Bewölkung und Wolkendichte noch $3/4$ der von der Oberfläche ausgehenden Strahlung zurückwirft. Als Wärmesenke ist also das antarktische Inlandeis weniger wirksam als man vermuten möchte.

b) Temperatur

Infolge der hohen Breite und der geringen Strahlungsaufnahme sind die Oberflächentemperaturen des antarktischen Kerngebiets außerordentlich niedrig (1,b). Wie erwähnt, nimmt das Gebiet mit einem Jahresmittel unter -50° einen erheblichen Teil des Kontinents ein. Die kälteste Station ist Plateau mit den Monatsmitteln der Jahre 1966-68 der Tabelle 2. (Die zehnjährigen Mittel für Wostok sind zugefügt.)

Tab. 2: Monatsmittel der Temperatur in Plateau (1966-68) und Wostok (1958-68) in $^{\circ}\text{C}$

	Jan.	Febr.	März	Apr.	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Plateau	-34,5	-44,5	-57	-66	-66,5	-69	-68	-71,5	-65	-59,5	-44,5	-34	-56,6
Wostok	-32,5	-44	-57	-65,5	-66	-66	-67	-68	-66	-57,5	-44	-33	-55,5

Juli 1968 war mit einer Mitteltemperatur von $-73,2^{\circ}$ der kälteste Monat, der bisher irgendwo an der Erdoberfläche gemessen worden ist, gefolgt von August mit -72° . Die niedrigste überhaupt gemessene Temperatur wurde in Wostok mit -88° im August 1960 beobachtet. Das ist fast so niedrig wie die niedrigsten Temperaturen, die irgendwo in der freien Atmosphäre gefunden worden sind (-95°). Im ganzen Kerngebiet kann eine Mindesttemperatur von -80° erreicht werden (vgl. auch Abb. 1).

Über die Jahresmittel des Kerngebiets liegen zahlreiche Angaben vor, weil sie mit guter Annäherung durch die Temperatur des Firns in 10 m Tiefe, unterhalb der Schicht mit merklicher Jahresschwankung, angegeben werden (5, 17, 1a). Die Firntemperaturen sind im Innern etwas niedriger als die Temperaturen der Luft in Hüttenhöhe, an der Plateaustation allerdings fast 4° (60). Aus diesen Messungen ergeben sich auf dem Inlandeisscheitel in 4000 m Höhe Jahresmittel von -60° . Eine sehr vollständige Übersicht der Temperaturverhältnisse findet sich bei DALRYMPLE (14).

Der „kernlose Winter“ der Polargebiete (44) ist im Antarktisinnern besonders gut ausgebildet. Die Temperaturen unterscheiden sich von April bis September nur sehr wenig (Tab. 2). Sie erreichen ihren Tiefstand etwa zur Zeit der Sonnenrückkehr. Die Jahreskurve der Temperatur in polaren Breiten ähnelt der Tageskurve niedere Breiten mit geringen Unterschieden in den Nachtstunden und im Abfall der Temperatur bis nahe zum Sonnenaufgang. Die Tageskurve gewinnt ihre Gestalt zweifellos dadurch, daß in den Stunden der Helligkeit die Einstrahlung,

in der Nacht die Ausstrahlung die Temperatur bestimmt. Das deutet darauf, daß auch für den Verlauf der polaren Jahreskurve mit kernlosem Winter und kurzem Sommer vor allem die besonderen Strahlungsverhältnisse der hohen Breiten verantwortlich sind. Sie sind im antarktischen Kerngebiet besonders wenig durch Einflüsse aus niederen Breiten gestört.

Die Veränderlichkeit der Temperatur im Kerngebiet ist erheblich. Selbst im Winterhalbjahr ändert sich die Temperatur in Plateau und Wostok im Durchschnitt an jedem Tage um 8° , trotz des Fehlens der Sonnenstrahlung fast zweimal so viel wie in Mitteleuropa. Solch hohe Veränderlichkeit (9°) besteht im Winter auch auf dem Inlandeis Grönlands (26). Die Ursache ist, daß sich besonders im Winter über einer flachen kalten Bodenschicht eine starke Temperaturumkehr findet, so daß jede Windzunahme der durch Ausstrahlung gekühlten Bodenluft wärmere Luft aus der Höhe beimischt. Die Temperaturzunahme beträgt im Kerngebiet selbst im Mittel 23° , am Südpol 20° (35, 36, 73).

Während in gemäßigten Breiten im allgemeinen die Luft mehr von der Oberfläche her erwärmt wird als sie Wärme an diese abgibt, geht im Kerngebiet der Antarktis während des größten Teils der Zeit Wärme von der Luft auf den Schnee über, die den Strahlungsverlust der obersten Schneeschicht (Tab.1) aufwiegt. Der Beitrag der beim Reifniederschlag an der Oberfläche freiwerdenden Wärme ist gegenüber dem Wärmeübergang aus der Luft geringfügig.

Im Kerngebiet bleiben auch die Höchsttemperaturen sehr niedrig. Am Südpol, am Rande des Kerngebiets, war die Höchsttemperatur in 10 Jahren -14° . In Wostok hat die Temperatur in 10 Jahren -21° nicht überschritten; Plateau hat einmal $-18,5^{\circ}$ erreicht. Bei diesen Temperaturen ist die Sonnenstrahlung nicht fähig, die Schneeoberfläche erheblich umzugestalten (54); Schmelzwirkungen werden erst bei einer Lufttemperatur von -10° von Bedeutung.

Nicht nur die Tagesschwankungen, sondern auch die Temperaturschwankungen innerhalb eines Monats sind im Kerngebiet groß und interessanterweise im Winter trotz der ähnlichen Monatsmittel größer als im Sommer. Plateau hat im Winterhalbjahr eine mittlere Monatsschwankung von 35° , im Sommer von 30° ; Wostok hat 31° und 25° . Im Innern des grönländischen Inlandeises ist die Monatsschwankung sogar noch größer, 42° im Winter, 30° im Sommer. Die Ursache der großen Schwankungen innerhalb eines Monats auf den Inlandeisen ist vor allem wieder die Temperaturumkehrschicht. An der Plateaustation war bei Winden von wenigstens 8 m/s die Temperatur 10° wärmer als das Monatsmittel, im Winter sogar um 14° . Die Jahresschwankung ist in Wostok 60° , in Plateau 64° , ebenso im Innern Grönlands.

c) Wind

Das Kerngebiet der Antarktis hat im allgemeinen schwache Winde. Die mittlere Geschwindigkeit ist in 10 m Höhe an der Plateaustation 4,8 m/s; nur 1 % der Winde erreicht 10 m/s. Wostok hat fast dieselben Winde. Länger dauernde Stürme treten im Kerngebiet fast nie auf; der höchste Stundenwert in Plateau war nur 15 m/s. Die Oberflächenwinde des Kerngebietes sind weitgehend vom Gefälle der Oberfläche beherrscht (66a). Unter dem Einfluß ihrer Schwere und des horizontalen Druckgefälles, das durch die Nebeneinanderlagerung in der gleichen Höhe einer kalten Oberflächenschicht und wärmerer Luft über niedrigerem

Gelände hervorgerufen wird, fließt die Kaltluft längs der Oberfläche ab, mit einer Ablenkung nach links, die auf der ablenkenden Kraft der Erddrehung beruht (37). Dieser Abflußwind paßt sich auch verhältnismäßig kleinen Höhenunterschieden an. Die Stationen Wostok und Sowietskaja liegen in nur 500 km Abstand voneinander beiderseits einer flachen Erhebung (66). Bei beiden hat der weit vorherrschenden Wind einen Anteil in Richtung des Gefälles mit einer Stabilität von etwa 70 %. In Wostok weht der Wind von E, in Sowietskaja von WSW. Dabei ist der dazwischenliegende Rücken 150 m höher als Sowietskaja, nicht mehr als 300 m als Wostok. Ja, zwei dazwischen liegende Stellen in nur 65 km Abstand, getrennt durch eine Anhöhe von nur 50 m Erhebung, haben sogar eine fast entgegengesetzte Richtung der Schneewehen (33). Die strenge Abhängigkeit des herrschenden Oberflächenwindes vom Gefälle ist kennzeichnend für die bestehenden Inlandeise und kann auch für die eiszeitlichen vorausgesetzt werden.

d) Bewölkung und Niederschlag

Das Kerngebiet der Antarktis hat sehr geringe Bewölkung. Infolge der niedrigen Temperaturen handelt es sich fast ausschließlich um dünne Eiswolken. Die Beobachtungen geben für Plateau und den Südpol ein Jahresmittel von etwa 4/10, für Wostok 3,5/10 (5, 14, 55). Die Wolken mögen oft während der Dunkelheit nicht sichtbar und das winterliche Bewölkungsminimum, wie auch im Innern Grönlands (40), vorgetäuscht sein.

Bei den niedrigen Temperaturen ist der Wasserdampfgehalt der Luft sehr gering; über Wostok enthält die Atmosphäre jeweils nur Wasserdampf für einen Niederschlag von im Sommer 0,05 cm, im Winter 0,002 cm. So ist der Niederschlag im Kerngebiet sehr gering. Er kann nicht zuverlässig gemessen werden; doch wird er nicht stark von dem später zu behandelnden Zuwachs verschieden sein. Die starke Temperaturumkehr hat besonders im Winter zur Folge, daß in der wärmeren Luft oberhalb selbst bei mäßiger relativer Feuchte der Dampfdruck höher ist als in der kälteren bodennahen Luftschicht. Daher tritt bei Mischung der Luftkörper leicht Übersättigung und Eisbildung ein. So fallen im Innern auch bei wolkenlosem Himmel häufig Eisteilchen. Plateaustation hatte 317 Tage mit Eisniedelfall im Jahr (36 a), Sowietskaja 300 Tage (66). Es ist von Interesse, daß unter den extremen Bedingungen des Antarktiskernes im Gegensatz zu Grönland (40) die HOBBSsche Theorie von der Ernährung der Inlandeismassen (24) wieder eine gewisse Bestätigung findet. RUSIN (65) meint, daß in Wostok der Zuwachs aus Eisniedelfall ein Viertel bis die Hälfte des Gesamtzuwachses erreichen kann. Da außerdem Reifbildung an der Oberfläche die Verdunstung überwiegt, mag der Zuwachs zu erheblichem Teil aus einem anderen Niederschlag als dem der Wolken bestehen.

IV. Der Massenhaushalt des Kerngebietes

Der Zuwachs des Kerngebietes kann auf verschiedene Weise bestimmt werden. Man kann ihn an aufgestellten Stangen oder durch den Abstand von einer früher gekennzeichneten Fläche messen. Da die abgelagerte Masse durch Dünenbildung oder Zerschneidung durch den Wind auf kurzem Abstand stark wechseln kann, wird es nötig, ein kennzeichnendes Mittel aus den Werten eines ganzen Waldes

von Stangen, an der Plateaustation 100, zu gewinnen. Statt des räumlichen erhält man ein zeitliches Mittel dadurch, daß man in einer Grube oder durch eine Bohrung die Ablagerungen mehrerer Jahre durchteuft und aus ihnen den jährlichen Zuwachs durch die jahreszeitlich wechselnde Schneebeschaffenheit bestimmt. Bei dem geringen Jahreszuwachs in der Kernantarktis kann man leicht ein Mittel aus einer großen Zahl von Jahren erhalten, z. B. am Südpol von wenigstens 200 Jahren (20). Aber bei den durchweg niedrigen Temperaturen des Inneren fehlen die anderswo so kennzeichnenden Schmelzschichten des Sommers, und der Jahreszuwachs, der von besonderem Interesse ist, ist nur schwer festzustellen.

In diesen Fällen haben sich Isotop-Verfahren als nützlich erwiesen. Sie leisten auch noch gewisse Dienste in größeren Tiefen, in denen der Schnee der Oberfläche und der Firn darunter in Eis übergegangen sind. Eine gute Übersicht über diese Verfahren findet sich bei PICCIOTTO (56). Der Anteil der Isotope D im Wasserstoff und ^{18}O im Sauerstoff des Eises hängt von der Temperatur ab, bei der der Wasserdampf in Eis übergegangen ist; dadurch lassen sich Sommer- und Winterschichten unterscheiden. Radioaktive Beimengungen, die seit etwa 1954 durch Zündung von Wasserstoffbomben in der Luft erzeugt worden sind und sich auch im Antarktisinneren niedergeschlagen haben, haben die β -Strahlung des Schnees auf das Mehrfache erhöht, so daß man einen ziemlich zuverlässigen Zeitpunkt innerhalb der in den letzten Jahren abgelagerten Schichten festlegen kann (58). Allerdings stimmen die verschiedenen Bestimmungsweisen des Zuwachses noch nicht immer befriedigend überein, ohne daß sich bisher stets sagen ließe, welcher der Vorzug zu geben sei. Jedenfalls ergibt sich, daß der Zuwachs im Inneren der Antarktis sehr gering ist. Das Kerngebiet mit einer Jahrestemperatur von weniger als -50° erhält fast überall einen Zuwachs von weniger als 5 cm Wasserwert im Jahr (32). Wostok hat etwa 5 cm, der Südpol an der Grenze ungefähr 6-7 cm im Mittel von 200 Jahren (20). Der „Pol der Unzugänglichkeit“ hat im Mittel von 128 Jahren knapp 3 cm (58); der Jahreszuwachs an der Plateaustation hat einen ähnlichen Wert (31, 64). Es gibt ein ausgedehntes Gebiet von 80°S bis 85°S längs 22°E , in dem der Zuwachs ganz unbedeutend zu werden scheint (59). Die Ursache ist bisher nicht ersichtlich.

Es besteht hier ein grundsätzlicher Unterschied zum Inlandeis Grönlands, wo selbst am meerfernten Punkt, in $76\frac{1}{2}^\circ\text{N}$, 40°W bei einem Randabstand von 500 km, der Zuwachs noch 10 cm Wasserwert übersteigt und wahrscheinlich nirgendwo auf dem Inlandeis unter diesen Wert sinkt (48, 50).

Da der Wasserdampfgehalt der Atmosphäre und damit der mögliche Niederschlag hauptsächlich von der Temperatur abhängt, die ihrerseits von Breite und Höhe bestimmt wird, läßt sich eine Gleichung aufstellen, die mit guter Annäherung den Zusammenhang von mittlerer Jahrestemperatur und Jahreszuwachs ergibt. Die Gleichung, die auf 250 Messungen von Temperatur und Zuwachs am gleichen Ort beruht, lautet: $\log_{10}A = 1,95 + 0,0235 T$ ($A = \text{g Wasserwert im Jahr}$, $T = \text{Jahrestemperatur unter dem Gefrierpunkt}$) (47). Das gibt für -50° 5 cm Zuwachs. Die Formel ist hilfreich, weil sich mittlere Zuwachswerte nur mühselig bestimmen lassen, die Jahrestemperatur in einem Bohrloch von einigen, meist 10 Metern Tiefe dagegen leicht feststellbar ist.

V. Höhenverhältnisse

Das Kerngebiet des Inlandeises steigt in 82°S, 55°E auf über 4000 m auf, 800 m höher als das Inlandeis Grönlands (Abb. 2). Die seinerzeit vom Flugzeug aus ebenso hoch geschätzten Höhen des Wegeneisees südlich von Neuschwabenland (61), von vornherein zweifelhaft, sind nach neuen Feststellungen überschätzt. Die Höhenlinie 3500 m, die auf den meisten Karten (4) in breiter Front zwischen 5°E und 30°E bis nahe an die Randgebirge von Neuschwabenland und der Prinzessin Ragnhild-Küste reicht, muß 500 km nach Süden verlegt werden, und auch die Gebiete mit über 3000 m und 2500 m sind in der Gegend des Greenwich-Meridians erheblich einzuschränken (28 Nr. 68; 64). Unter der Achse größter Höhe des Inlandeises, die sich über 2000 km von 76°S, 35°E über 82°S, 55°E nach 76°S, 85°E erstreckt, haben Eisdickenmessungen ein ausgedehntes Gebirge enthüllt (Abb. 3, 4), die Gamburtseff- und Vernadski-Berge, die in 80°S, 77°E eine Meereshöhe von 3400 m erreichen, so daß hier die Eisdecke darüber weniger als 600 m mächtig ist. Dieses Gebirge bildet offenbar das Rückgrat des Inlandeises der Ostantarktis (29); doch tritt im Inneren der Antarktis der Fels nirgendwo an die Oberfläche. Die Verhältnisse sind also ganz verschieden von denen Grönlands (6), wo die größten Höhen und Eisdicken in keiner Beziehung zum Felsuntergrund stehen, der sich nahezu im Meeresspiegel befindet. Auch das dem antarktischen größengleiche pleistozäne nordamerikanische Inlandeis entbehrt eines Gebirges in seiner Mitte. Der Untergrund des antarktischen Kerngebietes ist auch sonst recht uneben. Zwar liegt er längs etwa 100°E von 72°S bis zum Südpol überall in der Nähe des Meeresspiegels. Aber am Nordrand des Kerngebietes wird in 71°S, 110°E auf Grund von Schweremessungen eine Senke von etwa -1800 m angegeben (77). Der etwas zweifelhafte Wert wird gestützt durch das Vorhandensein eines Grabens bis zu mehreren hundert Metern unter dem Meeresspiegel in derselben Breite und 96°E, 600 km weiter westlich. Trifft er zu, so würde das eine Eisdicke von 4500 m über dieser ausgedehnten „Schmidtsenke“ bedeuten (30). Man darf annehmen, daß das Kerngebiet eine mittlere Sockelhöhe von etwa 650 m hat (7, 30). Die Mittelhöhe des Gebietes ist ungefähr 3200 m. Also ist das Eis im Mittel mindestens 2500 m dick. Da heute angenähert isostatischer Ausgleich besteht (29), würde sich bei Entlastung das Kerngebiet um weitere 800 m heben. (KAPITSA (29) findet für die gesamte Antarktis 500 m.) Das gäbe eine Höhe von 1400-1500 m, ungefähr die Höhenlage der südafrikanischen Tafel, die im Karbon dem Antarktiskern benachbart war (78).

VI. Eisalter und -temperatur

Der sehr geringe Zuwachs im Kerngebiet hat zur Folge, daß das Eis der tieferen Schichten ein hohes Alter besitzt. Selbst ohne seitlichen Abfluß und Bodenschmelzung würde bei einem Zuwachs von 5 cm Wasserwert im Jahr und einer Eisdicke von 2500 m der Aufbau zur augenblicklichen Höhe 45000 Jahre benötigen (22). Man darf annehmen, daß das bodennahe Eis erheblich älter ist. SHUMSKY (68) findet für das Kerngebiet eines kreisförmigen Inlandeises von der Größe des antarktischen 200000 bis 400000 Jahre; das Eis würde mindereiszeitlich sein.

In den obersten Firnschichten bis zu einer Tiefe von 45 m bleibt die Temperatur im Kerngebiet fast gleich (13, 34, 79). Man findet hier also nicht die auffallende Temperaturabnahme, wie sie in Byrd Station (80°S, 120°W, 1500 m) bis zur Tiefe von 800 m (74), am Südpol (21), in seiner Umgebung (71) und in Grönland (6) gefunden worden ist, aber auch nicht die nach den Verhältnissen im Erdboden zu erwartende Temperaturzunahme mit der Tiefe. Der ständig aus dem Felsuntergrund austretende Wärmestrom, der unter den Inlandeismassen Grönlands und der Antarktis auf 50 Kalorien pro qcm und Jahr (0,066 W/m²) geschätzt wird, muß zu einer Temperaturzunahme in den tiefen Eisschichten führen. Es fragt sich, ob am Boden des antarktischen Kerngebietes der Schmelzpunkt des Eises, bei einer Eisdicke von 3000 m -2°, erreicht wird und ob Bodenschmelzung und Wasseransammlung am Boden besteht. Die Frage — theoretisch sehr ausführlich behandelt — ist von großer Bedeutung für die Bewegungsverhältnisse und die oberflächenformende Wirkung eines Inlandeises. Ein Bohrloch von 1387 m Tiefe in Grönland in 77°N, 61°W hat an der Grenze von Eis und Fels -13° ergeben, bei einem Jahresmittel an der Oberfläche von -23° (23). Dagegen hat ein Bohrloch in Byrd Station bei einer Oberflächenhöhe von 1500 m und 2160 m Eisdicke am Boden Wasser angetroffen (74). Berechnungen für das Kerngebiet der Antarktis führen (79) einerseits zu dem Schluß, daß Schmelzung, etwa 5 mm im Jahr, unter dem ganzen Kerngebiet stattfindet, andererseits findet SHUMSKI (68), daß Schmelzung erst in mehr als 1000 km Abstand von der Mitte des Eises erreicht wird, also außerhalb des Kerngebietes. Die Frage ist noch nicht entschieden; doch ist Bodenfrost im Kerngebiet wahrscheinlich.

VII. Eisbewegung

Messungen der absoluten Eisbewegung im Kerngebiet liegen noch nicht vor. Beträgt die Verschiebung von Wostok oder der Südpolstation 20 m im Jahr, so müßte sie mit 7 bis 8 Breitensekunden seit Errichtung astronomisch meßbar sein. Eine solche Messung ist für den Südpol für 1968/69 vorgesehen (53). Eine theoretische Berechnung gibt für das Kerngebiet weniger als 10 m im Jahr, wobei die Geschwindigkeitszunahme stark auf die untersten Schichten beschränkt sein dürfte (68). Für ein Kerngebiet von 3,6 Millionen qkm, mit einem mittleren Zuwachs von 6 cm Wasserwert, einer mittleren Eisdicke am Rande von 2600 m und einem Umfang von 10000 km kann der Zuwachs gerade entfernt werden, wenn der randliche Ausfluß etwa 8 m im Jahre beträgt.

Einen mittelbaren Schluß auf die Bewegungsverhältnisse kann man aus wiederholter Vermessung markierter Vielecke mit Seitenlängen von einigen Kilometern ziehen, wie sie an verschiedenen Stellen des Inneren eingerichtet worden sind. Ihre Verzerrung kann nach längerer Pause mit Radioentfernungsmessern (Tellurometern) mit außerordentlicher Genauigkeit bestimmt werden (69). Ergebnisse solcher Wiederholungsmessungen sind aus dem Kerngebiet noch nicht bekannt.

Erhebliche Bewegungsunterschiede des Eises führen zu Spaltenbildung. Überraschenderweise wurde am Rande des Kerngebiets in 821/20°S, 22°-8°E eine Spaltenzone gefunden (57). Sie liegt über einem Steilanstieg des Untergrundes von 1200 m; die Spalten erscheinen trotz einer benachbarten überlagernden Eisdecke von 1800 m (10).

Ob das Kerngebiet des Inlandeises heute im Massengleichgewicht ist, steht noch nicht fest. Messungen des Zuwachses für 200 Jahre am Südpol deuten auf eine geringfügige Steigerung des jährlichen Zuwachses (20). Höhenänderungen der Schneeoberfläche führen zu Änderungen der örtlichen Schwerkraft. Die Schwereanziehung hat am Südpol am Rande des Kerngebietes in einem Maße zugenommen, das einer Senkung um 40 cm im Jahr entsprechen würde (9). Das könnte dadurch verursacht sein, daß hier ein Massenverlust besteht, wie er auch für das Innere Grönlands angenommen wird (8). Auch könnte die Bewegung zu Stellen geringerer Meereshöhe oder Eisdicke die Ursache sein; der notwendige Betrag, 40 m im Jahr, ist aber unwahrscheinlich. Eher ist zu erwarten (10), daß es sich nur um eine örtliche Senkung der Station durch Zusammenpressung des darunterliegenden Firns handelt.

Die wissenschaftliche Arbeit im Kerngebiet der Antarktis geht in erheblichem Umfange weiter, und neue Forschungsergebnisse – von dem Erdmantel in der Tiefe bis zu den Strahlungsgürteln in großen Höhen – werden laufend verfügbar. Die vorliegende Übersicht benutzt Veröffentlichungen bis zum Herbst 1968 und wird daher bei Erscheinen schon wieder in manchen Punkten überholt sein. Allen Stellen und Personen, die mir unveröffentlichte Beobachtungen, insbesondere die meteorologischen Daten von der Plateaustation, zur Verfügung gestellt und zu benutzen erlaubt haben, spreche ich hiermit meinen besten Dank aus.

LITERATUR

- (1) American Geogr. Soc. : Antarctic Series. (a) Map Folio 2, Physical characteristics of the Antarctic ice sheet, 1964. (b) 8, The Antarctic atmosphere, 1967.
- (2) Antarctic Bibliography, Wash., D. C. National Science Foundation, 1965, 1967
- (3) Antarctic Journal of the United States. Office of Antarctic Programs. Seit 1966, zweimonatlich.
- (4) Atlas Antarkitki, I. Sovjetskaja Antarkticheskaja Ekspeditsia. 1966. (Text in English: Soviet Geography, May-June 1967).
- (5) AVERYANOV, V. G. : The climate of the Vostok Station area. Soviet Antarctic Expedition. Information Bulletin 69, 1968, 5-17.
- (6) BADER, H. : The Greenland ice sheet. Cold Regions Science and Engineering I-B2. Cold Regions Research and Engineering Lab. 1961.
- (7) BARDIN, V. I. and SUYETOVA, I. A. : Basic morphometric characteristics and budget of the Antarctic ice cover. Proc. Pac. - Ant. Sciences. Dept. of Polar Research, Tokyo, 1967, 92-100.
- (8) BAUER, A. : Le bilan de masse de l'Indlandsis du Groenland n'est pas positif. Int. Ass. Scient. Hydrol., Bull. XI, 4, 1966, 8-12.
- (9) BEHRENDT, J. C. : Geophysical investigations. Ant. J. U. S. II (5), 1967, 181.
- (10) BEITZEL, J. E., CLOUGH, W., BENTLEY, C. R. : Geophysical studies on the South Pole – Queen Maud Land traverse II, 1965-66. Ant. J. U. S. I (4), 1966, 129-131.
- (11) BENTLEY, C. R. : Analysis of Antarctic geophysical data 1967-68. Ant. J. U. S. III (5), 1968, 183.
- (12) Bureau of Meteorology: Australian radiation records. Melbourne.
- (13) CAMERON, R. L., PICCIOTTO, E., KANE, M. S., GLIOZZI, J. : Glaciology on the Queen Maud Land traverse 1964-65. Ohio State Univ., Inst. of Polar Studies Report no. 23, 1968.
- (14) DALRYMPLE, P. C. : A physical climatology of the Antarctic plateau. Am. Geoph. Union. Ant. Research Ser. 9, 1966, 195-231.
- (15) DALRYMPLE, P. C., STROSCHEN, L. A. : Radiation climatology at Plateau Station. Ant. J. U. S. II (5), 1967, 159.
- (16) DIAMOND, M., GERDEL, R. W. : Radiation measurements on the Greenland ice cap. SIPRE Research Rep. 19, 1956.
- (17) DINGLE, R., RADOK, U., SCHWERDTFEGER, P., WELLER, G. : Surface and subsurface micro-meteorology at Plateau Station. Ant. J. U. S. II (5), 1967, 162.

- (18) ELLSWORTH, L. : My four antarctic expeditions. *Nat. Geogr. Mag.* , July 1939, 129-138.
- (19) GEORGI, J. : Die Absolutwerte der 1929/31 in Grönland ausgeführten Strahlungsmessungen. *Polarforschung* V, 1961, 58-63.
- (20) GIOVINETTO, M. , SCHWERTFEGER, W. : Analysis of a 200 year snow accumulation series from the South Pole. *Archiv für Met. etc. A*, 15 (2), 1966, 227-250.
- (21) GOW, A. J. : The ice sheet. In: *Antarctica* (ed. T. HATHERTON), 1965.
- (22) HAEFFELI, R. : Welche Zeit ist notwendig, um unter gegebenen Akkumulations- und Temperaturverhältnissen einen Eisschild von der Größe des grönländischen oder der Antarktis aufzubauen? *Polarforschung* V, 1963, 176-178.
- (23) HANSEN, B. L. , LANGWAY, C. C. : Deep core drilling in ice and core analysis at Camp Century, Greenland. *Ant. J. U. S. I* (5), 1966, 207-208.
- (24) HOBBS, W. H. : *The glacial anticyclones*. New York 1926.
- (25) HOELPER, O. : Über die Absorption des Wasserdampfs im Sonnenspektrum. *Met. Z.* , 60, 1943, 37-42.
- (26) HOGUE, D. W. : Environment of the Greenland ice cap. U. S. Army Natick Lab. , Techn. Rep. ES-4, 1964.
- (27) HOINKES, H. : Studies of solar radiation and albedo in the Antarctic. *Archiv für Met.* , B, 10, 1960, 176.
- (28) Information Bulletin. Soviet Antarctic Expedition. Arctic and Antarctic Scientific Institute (in Russian; transl. : Scripta Technica for Am. Geoph. Union). Heft 69; Ergebnisse von 10 Jahren Wostok.
- (29) KAPITSA, A. P. : Antarctic glacial and subglacial topography. *Symp. Pacific-Antarctic Sciences*. Tokyo 1967, 82.
- (30) KAPITSA, A. P. : Podlenii relief Antarktidi. Ak. Sc. USSR, Sov. Geoph. Commission. Results on the International Geophysical Projects, Moscow, 1968.
- (31) KOERNER, R. M. , KANE, H. S. : Glaciological studies at Plateau Station. *Ant. J. U. S. II* (4), 1967.
- (32) KOTLYAKOV, V. M. : The snow cover of the Antarctic and its role in the present day glaciation of the continent. Results of Invest. in the Int. Geoph. Year. Section IX, no. 7. Translation Jerusalem 1966.
- (33) KOTLYAKOV, V. M. , LAZAREV, G. Y. , LYUBARETS, M. M. : New data on the snow accumulation regime in the interior of East Antarctica. *Inform. Bull. Sov. Ant. Exp.* 54, 1964, 85. (English Trans. VI (2) 1966, 116.)
- (34) KOTLYAKOV, V. M. , LAZAREV, G. Y. , LYUBARETS, M. M. : Temperature regime of the snow cover of Sovetskoye Plateau. *Inf. Bull. Sov. Ant. Exp.* 58, 1966, 22-30 (transl. VI, 2, 158).
- (35) KOVROVA, A. M. : Characteristics of surface inversions in Antarctica. *Sov. Ant. Exp. Inf. Bull.* 49, 1964, 227-229.
- (36) KOVROVA, A. M. : Characteristics of inversions in the troposphere over the South Pole. *Sov. Ant. Exp. Inf. Bull.* 54, 1965, 418.
- (36a) KUHN, M. : Preliminary report on meteorological studies at Plateau Station, Antarctica, 1967. University of Melbourne, Met. Dept., 1969.
- (37) LETTAU, H. H. : A case study of katabatic flow on the South Polar Plateau. *Am. Geophys. Union, Ant. Research Ser.* 9, 1966, 1-12.
- (38) LIPP, H. : Beiträge zum Strahlungsklima der Zugspitze. *D. Met. Jahrb. Bayern*, 50, D 1928, 1-49.
- (39) LIST, R. : *Smithsonian Meteor. Tables*, 6th ed. *Smiths. Misc. Coll.* 114, 1951.
- (40) LOEWE, F. : *Klima des grönländischen Inlandsees*. KOPPEN-GEIGER, *Handbuch der Klimatologie* II, K, 1935.
- (41) LOEWE, F. : Notes on global radiation in Australia. *Austr. Meteor. Mag.* 15, 1956.
- (42) LOEWE, F. : On the mass economy of the interior of the Antarctic ice cap. *J. Geoph. Res.* 67, 1962, 171.
- (43) LOEWE, F. : On the radiation economy, particularly in ice and snow covered regions. *Gerlands Beitr. z. Geoph.* 72, 1963, 371-376.
- (44) LOEWE, F. : The coreless winter in polar regions. *Gerl. Beitr. z. Geophysik* (in press).
- (45) MEINRARDUS, W. : Die Niederschlagsverteilung auf der Erde. *Met. Z.* 1934, 345-350.

- (46) MELLOR, M. : The Antarctic Ice Sheet. Cold Regions Science and Engineering I - IB U. S. Army Cold Reg. Res. and Engin. Lab. 1961.
- (47) MELLOR, M. : Remarks concerning the Antarctic mass balance. *Polarforschung* V, 1963, 179-180.
- (48) MOCK, S. J. : Calculated patterns of accumulation on the Greenland ice sheet. *J. Glac.* 6 (48), 1967, 795-805.
- (49) MOCK, S. J. , WEEKS, W. F. : The distribution of ten-metre snow temperatures on the Greenland ice sheet. Cold Regions Research and Engin. Lab., Research Report 170, 1965.
- (50) MOCK, S. J. , WEEKS, W. F. : Glaciological observations in north-central Greenland, *J. Glac.* 7 (50), 1968, 353-354.
- (51) MOLNAR, G. M. : The evaluation of windchill. Cold Injury, Trans. of 6th Conference, Macy Foundation, 1960.
- (52) Office of Antarctic Programs: Activities in December and January, *Ant. J. U. S. II* (2), 1967, 32.
- (53) Office of Antarctic Programs: Plans for the 1968-1969 season. *Ant. J. U. S. III* (6), 1968.
- (54) ORHEIM, O. : Surface snow metamorphosis on the Antarctic Plateau. *Norsk Polarinstittutt Arbok* 1966, 1968, 84-91.
- (55) PHILLIPOT, H. R. : Selected surface climatic data for Antarctic stations. Bureau of Meteor. , Australia, 1967.
- (56) PICCIOTTO, E. E. : Geochemical investigations of snow and firn samples from East Antarctica. *Ant. J. U. S. II* (6), 1967, 236.
- (57) PICCIOTTO, E. : The South Pole - Queen Maud Land traverse II, 1965-1966. *Ant. J. U. S. I* (4), 1966, 129-131.
- (58) PICCIOTTO, E. , CAMERON, R. , CROAZ, G. , DEUTSCH, S. , WILGAIN, S. : Determination of the rate of accumulation at the Pole of Relative Inaccessibility, Eastern Antarctica. A comparison of glaciological and isotopic methods. *J. Glac.* 50, 1968, 273-288.
- (59) PICCIOTTO, E. , DE BREUCK, W. , CROAZ, G. : Snow accumulation along the South Pole - Queen Maud Land traverse. ISAGE meeting, Dartmouth (N. H.) 1968, to be published.
- (60) RADOK, U. , SCHWERDTFEGER, P. , WELLER, G. : Surface and subsurface meteorological conditions at Plateau Station. *Ant. J. U. S. III* (6), 1968, 237-238.
- (61) RITSCHER, A. : Deutsche Antarkt. Exp. 1938-39. *Wiss. Ergeb.* 1942
- (62) RUBIN, M. I. , WEYANT, W. S. : The mass- and heat budget of the antarctic atmosphere. *Monthly Weather Rev.* 91, 1963, 487-493.
- (63) RUBIN, M. I. : Antarctic weather and climate. *Research in Geophysics II, Solid Earth and Interface Phenomena.* MIT Press, 1964.
- (64) RUNDLE, A. S. : Snow stratigraphy and accumulation along the South Pole - Queen Maud Land traverse. ISAGE meeting, Dartmouth (N. H.) 1968 (in press).
- (65) RUSIN, N. P. : Evaporation and condensation in Antarctica. *Inform. Bull. Sov. Ant. Exp.* 13, 1959 (Transl. II, 85).
- (66) RUSIN, N. P. : Meteorological and radiational regime of Antarctica. Leningrad 1961 (trans. Jerusalem 1964).
- (66a) SCHWERDTFEGER, W. , MAHRT, L. J. : The relation between terrain features, thermal winds and surface wind over Antarctica. *Ant. J. U. S. III* (5), 1968, 190-191.
- (67) SHIMIZU, H. : Glaciological studies in West Antarctica. 1960-1962. *Am. Geoph. Union, Ant. Research Ser. 2, Antarctic Snow and Ice Studies*, 1964.
- (68) SHUMSKY, P. A. : The Antarctic ice sheet (Oledenenie Antarktidy) (Translation from "General results of research in Antarctica during 10 years", *Ac. of Sc. of USSR, Nat. Committee for Ant. Research, Moscow* 1967, 27-75).
- (69) SHUMSKY, P. A. , BAUER, A. : Study of recent changes in the central part of the ice cap in East Antarctica in 1964. *Inform. Bull. Sov. Ant. Exp.* 51, 1965, 37-51 (transl. V, 5, 311).
- (70) SIPLE, P. A. , PASSEL, C. F. : Measurements of dry atmospheric cooling in subfreezing temperatures. *Am. Phil. Soc. , Proc.* 89, 1945, 177-199.
- (71) TAYLOR, L. D. : Glaciological studies on the south Pole traverse 1962-1963. *Ohio State Univ. , Inst. of Polar Studies, Report* 17, 1965.

- (72) TIKHOMIROV, I. I. : Respiratory function in working personnel at Vostok Station in 1959. Inform. Bull. Sov. Ant. Exp. 42, 1962, 45.
- (73) TSIGEL'NITSKIY, I. I. : Some structural features of the lower layer of the troposphere in Central Antarctica. Inform. Bull. Sov. Ant. Exp. 64, 1967, 15 (transl. II, 5, 1968, 431).
- (74) UEDA, H. T. , GARFIELD, D. E. : Deep core drilling program at Byrd Station, Ant. J. U. S. III (4), 1968, 111-112.
- (75) UNTERSTEINER, N. : Glazial-meteorologische Untersuchungen im Karakorum I. Archiv. f. Met. etc. , B, 8 (1), 1957, 1-30.
- (76) VINJE, T. E. : Cooling power in Antarctica. Norsk Polarinstitut, Arbok 1961, 7-22.
- (77) WALKER, D. : Glaciological and geophysical studies in Wilkes Land, Antarctica. Univ. of Melbourne, Dept. of Met. , unpubl.
- (78) WEGENER, A. : Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. 4. Aufl. 1928.
- (79) ZOTIKOV, I. A. , KAPITSA, A. P. , SOROKHTIN, O. G. : Thermal regime of the ice cover of Central Antarctica. Inform. Bull. Sov. Ant. Exp. 51, 1965, 304-308.
- (80) ZILLMAN, J. W. : The surface radiation balance in high southern latitudes. World Met. Org. , Techn. Note 87, 1967, 142-174.

ABSTRACT

The inner core region of Antarctica, limited by the mean annual surface temperature of -50°C . comprises about 3.9 million km^2 , nearly one third of the continent. The height of its surface exceeds generally 3000 m. It has become known only during the last 13 years. Owing to its great height and the exceedingly small water vapour and dust content of the air as much radiation from sun and sky reaches the surface as anywhere on earth. But the white surface accepts only a small fraction of it. Net outgoing radiation is moderate. With the low temperatures the output is small, but a relatively big proportion escapes into space. The core is a heat sink, but not more so than the border regions of Antarctica. This is the coldest region on earth; annual mean temperatures can come close to -60°C , extremes to -90° . The winters are "coreless" with a long period of uniformly low temperature. At small heights above the surface warmer air persists almost continuously; in winter with a mean increase of 20° or more. In the core region the fall of ice needles is very frequent. Nevertheless the accumulation of snow is very small, generally of the order of 5 cm water equivalent or less. Its determination by direct measurement and stratification is difficult; observation of the vertical distribution of isotopes in pits is helpful.

The ice sheet rises to a height of slightly over 4000 m. Below the highest belt seismic and gravity measurements have revealed a big mountain range. The mean height of the depressed, underground is below the core region about 600 m; the mean thickness of the ice is 2500 m. The lowest ice layers are 100000 years or more old. It is still doubtful whether the ice at the bottom is at freezing point. The speed of the ice, probably not more than 10 m per year, is not yet known, nor do we know whether the mass budget of the core region is in equilibrium, positive or negative.

GENÈSE ET DIVERSITÉ DES MONTAGNES PORTUGAISES

Avec 2 Figures

ORLANDO RIBEIRO

La montagne se définit à la fois par l'énergie du relief et par les modifications que l'altitude introduit dans le milieu naturel et dans l'occupation humaine. Qu'elle se dispose en masses au chafrons, la montagne contraste toujours avec les bas pays qui l'entourent; c'est en général de ces pays qu'elle a reçu son peuplement biologique et humain, l'un et l'autre ayant alors subi des restrictions et des adaptations plus ou moins sévères.

Une étude comparée des montagnes portugaises présente un intérêt spécial pour les raisons suivantes: 1) Le pays s'allonge à travers une zone de transition et de flottement climatique et sa façade atlantique est très vaste: du fait du croisement d'influences et de relations qui résulte de cette position, les traits majeurs de la géographie du Portugal sont disposés en biais. 2) Les principaux reliefs se massent dans son tiers septentrional, ce qui fait que, par le double jeu de l'altitude et du climat, ils échappent en grande partie à l'ambiance méditerranéenne du midi et des basses terres. 3) Le Portugal ayant constitué, peut-être depuis le paroxysme hercynien, une marge continentale, l'instabilité tectonique propre à ces lisières a joué à plusieurs reprises jusqu'au Quaternaire. 4) Comme les reliefs les plus étendus et les plus élevés se trouvent à une faible distance de la côte, l'instabilité propre à l'air océanique tend à exagérer l'apparence montagneuse que peuvent revêtir des altitudes modestes. 5) L'occupation humaine étant, d'une part, très ancienne et très stable, les hauts reliefs constituant, d'autre part, des fers tardives d'isolement et des lieux de refuge, le milieu montagnard s'est prêté à de multiples formes d'adaptation dans les genres de vie et dans l'organisation de l'espace.

On peut caractériser la montagne au Portugal par l'absence de l'olivier et des vignobles, par un appauvrissement et une spécialisation du patrimoine agricole, par l'importance de l'élevage et par la forme pastorale qu'il y prend toujours, par la rareté et l'exiguïté des centres d'organisation, par une dénudation ancienne et par un effort récent de reboisement. Le sentiment populaire considère la montagne comme un milieu austère, isolé, arriéré et répulsif que l'on quitterait sans regrets: il commence là où s'arrêtent la plupart des arbres fruitiers et où l'on est obligé de faire venir le vin des basses terres. A quel milieu naturel correspondent ces traits de l'occupation humaine?

Il existe au Portugal quatre types de modelé montagneux: les véritables montagnes appartiennent au socle et se sont formées par soulèvement le long de cassures probablement anciennes, ayant rejoué récemment (montagnes en blocs); on peut opposer, selon les matériaux du relief et la physionomie d'ensemble, les *montagnes granitiques* et les *montagnes schisteuses*. Dans les bordures sédimentaires, le plissement et l'érosion différentielle ont mis en saillie des *masses calcaires* d'altitude modeste mais qui prennent parfois des aspects montagneux. Il convient de considérer finalement deux *batholithes tardives* qui forment des fers

d'humidité au milieu des basses terres environnantes. Quelques cheminées éruptives dont les épanchements s'intercalent dans les séries sédimentaires des bordures ne constituent que des cimes isolées.

Il est probable que l'effort orogénique dont résultent les reliefs actuels se soit échelonné sur une large période: des couches détritiques à gros éléments, continentales ou de mer côtière, occupent une large place dans les sédiments du Jurassique supérieur et du Crétacé, témoignant d'un premier effort orogénique; une longue phase d'émersion se place entre la fin de cette période et le Burdigalien, terminée par des épanchements éruptifs où prédomine le basalte. La transgression miocène fournit un excellent repère: partout des mouvements violents affectent ces couches jusqu'au Tortonien. Des déformations locales ou des mouvements posthumes à grand rayon de courbure se sont produits pendant le Pliocène et même le Quaternaire ancien. C'est un peu avant le Villafranchien que se place le paroxysme orogénique dans le socle. Le Pliocène occupant presque toujours une position déprimée, on peut penser que, comme sur de vastes étendues du globe, les grands traits du relief se sont mis en place après le Pontien. Il n'est pas interdit de croire que les aires de subsidence qui ont attiré la sédimentation alternent avec des blocs montagneux qui peuvent être encore en voie de soulèvement. Des anomalies de la gravité montrent qu'il y a des aires non compensées où les mouvements du sol se prolongent encore. En plus du caractère sismique de la marge continentale où se trouve l'épicentre de la plupart des tremblements de terre, il semble exister des lignes de résonance au long de certaines montagnes.

La partie septentrionale du socle ibérique a dû former un massif soulevé assez stable, pourvu d'un niveau de base intérieur en fonction duquel se sont modelées de hautes surfaces et accumulées d'épaisses séries continentales peu ou pas dérangées dont les formes tabulaires ont valu son nom à la Meseta. L'aplanissement général semble se raccorder à la cime du remblaiement tertiaire: il serait donc d'âge pliocène. Ces hauts plateaux aux larges horizons, soumis à un climat sévère, comportant un hiver dur et long et un été court et brûlant, dépassent à peine la frontière du Portugal et ne touchent pas la Galice. Le jeu de la marge atlantique y a multiplié soulèvements et affaissements, l'érosion remontante à partir du niveau de base océanique y a produit des entailles imposantes. On trouve sur les hautes terres le chêne vert mais pas l'olivier sauvage; le ciste et les labiées odorantes de la Méditerranée pénètrent jusqu'au pied des montagnes asturiennes à plus de 800 m; c'est le domaine du blé (autrefois du seigle) et d'immenses troupeaux de moutons qui pâturent les chaumes et les jachères (*Tierra de Pan*, terre à pain); le vignoble ne prend de l'importance que dans des contrées plus basses et plus abritées et l'olivier, venu tard dans ce Nord isolé et archaïsant, n'apparaît que dans des gorges profondes ou des bassins tectoniques. Le chêne-liège indique, dans ces dépressions, une nuance moins sévère du climat; dans la profonde entaille du Douro en pays de schiste, le vignoble de Porto, les plantations d'oliviers et d'amandiers montrent le parti que l'homme a su tirer de l'ambiance méditerranéenne de ces creux abrités. A 150 km de l'océan, c'est son niveau de base qui commande la prodigieuse sculpture de ce „paysage d'érosion récente" (H. LAUTENSACH). On peut mesurer, à l'énergie de son relief, l'importance du soulèvement d'ensemble de la moitié septentrionale du socle ibérique. Là où l'effort tectonique a été plus poussé, la

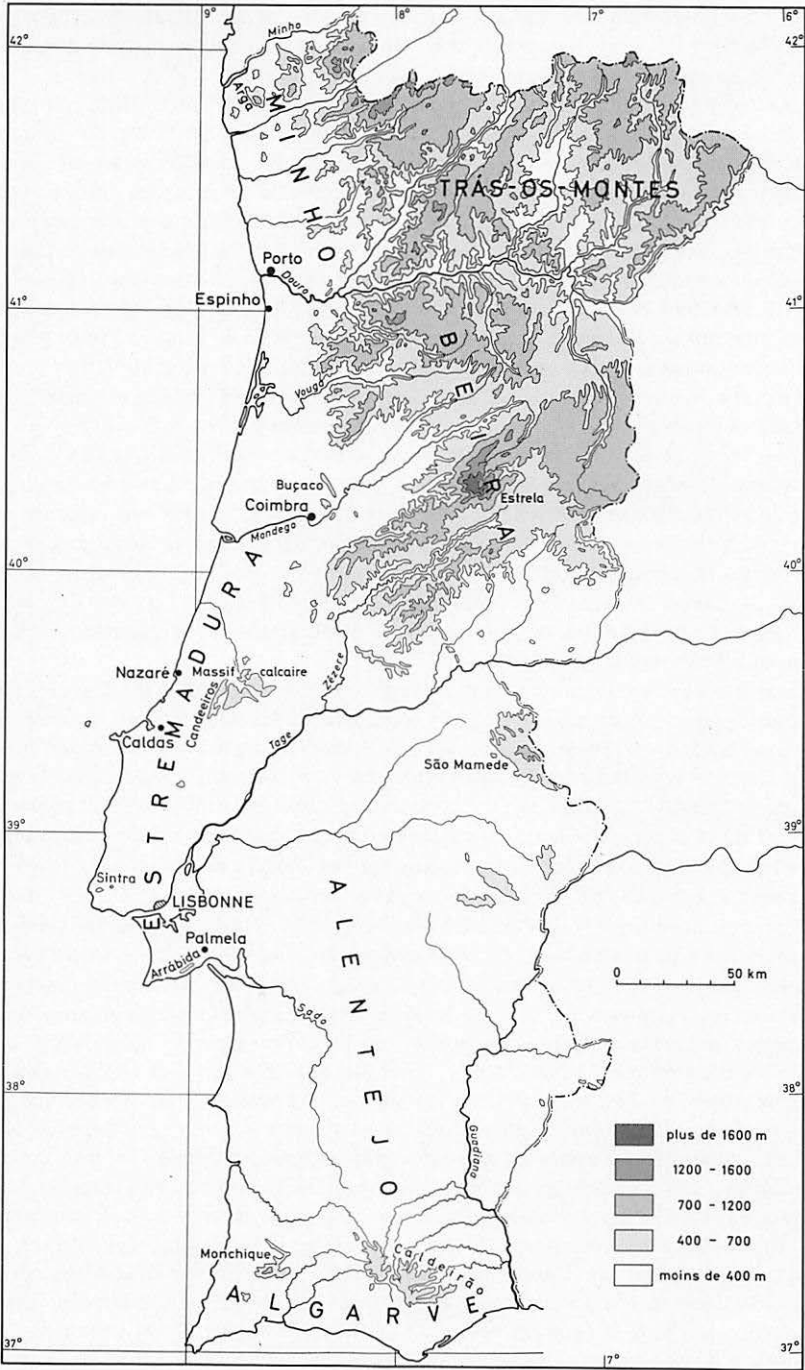
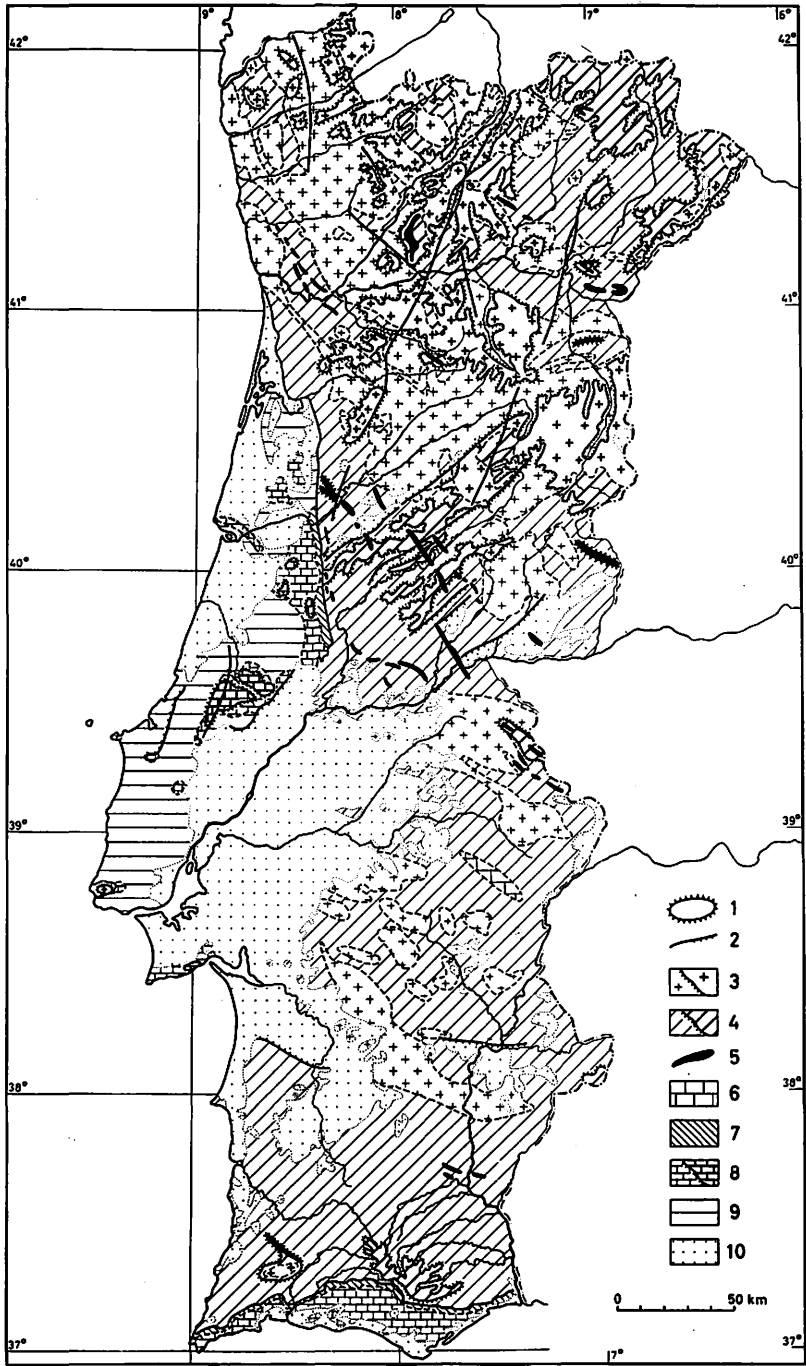


Fig. 1: Carte hypsométrique

surface principale endoréique (surface de la Meseta) a été disloquée et constitue de hauts plateaux montagneux, au dessus desquels se dresse parfois une „surface culminante” assez régulière aussi, dont (faute de dépôts) on ignore l'âge et l'origine.

Sur ce bâti tectonique, l'érosion récente a eu, somme toute, peu de prise. Les entailles profondes du Douro et de ses affluents, les larges vallées à versants raides de la région du Minho n'empêchent pas la présence de la montagne à quelque 40 km de la mer; un magnifique tronçon de haute surface se trouve encore à 10 km de la côte (Serra de Arga). Guidée par un réseau de fractures alignées et parallèles, l'érosion récente a modelé à partir des hautes surfaces de larges fonds de vallée et des interfluves surbaissés; sur des lignes de faiblesse transversales se placent des cols où passent les routes modernes après d'anciennes voies de circulation. Cette façade montagneuse exposée à la mer et largement ouverte par d'amples trouées perpendiculaires à la côte, constitue une des régions les plus pluvieuses de l'Europe. On ne peut dissocier les montagnes ni des hauts plateaux qui les encadrent à l'est, ni de l'étroite plaine côtière et des larges vallées qu'elles dominent à l'ouest, ni des entailles brutales qui les pénètrent jusqu'aux confins de la Meseta. L'exposition et l'altitude commandent des nuances et des contrastes sur lesquels nous reviendrons. Les hauts reliefs forment tantôt des vides humains, nus ou reboisés, tantôt des pays de seigle, de pommes de terre et d'élevage de bovins. Leur étendue et leur altitude, l'énergie du relief de ces hautes terres, marquent le nord du Portugal d'une empreinte montagneuse très nette. De la Galice à la large trouée du Mondego, un air de famille rapproche ces reliefs qui se relaient par dessus des bassins où l'isolement a engendré de persistantes originalités. Faute d'un nom d'ensemble, nous les appellerons les montagnes du nord du Portugal (Massif Galaico-Durien de P. CHOFFAT).

Surtout granitique à l'est, la Cordillère Centrale forme à l'ouest le plus vaste ensemble de hauts reliefs schisteux. Elle est encore puissamment enracinée à la frontière dans les hauts plateaux de la Meseta du Douro. Une vingtaine de kilomètres à peine l'isolent, par la trouée du Mondego, des montagnes du nord du Portugal. Elle est divisée en deux chaînons parallèles par l'alvéole tectonique drainée par le Zézere et par le graben qui la prolonge vers l'aval. Cette rivière y a laissé la marque d'anciens niveaux avant de s'enfoncer en une traînée de splendides méandres incisés dans le schiste. Le maximum du soulèvement dépasse l'altitude des montagnes septentrionales dont de rares sommets montent à plus de 1600 m, si bien que les hauts plateaux de l'Estrela se situent au-dessus des limites de l'habitat et même des cultures. D'autre part, l'érosion ayant morcelé et mordu profondément les montagnes de schiste, il en résulte, soit une ambiance exclusivement pastorale, soit une multitude de vallées profondes où se logent villages et hameaux, alors que les hauts plateaux cultivés et habités en permanence qui font l'originalité humaine des montagnes septentrionales y manquent totalement. Cette „Hauptscheidegebirge” sépare, en effet, deux mondes différents: au-delà de ces cimes dénudées commence le vaste domaine des plaines méridionales, où de minces reliefs se profilent à l'horizon mais ne créent que rarement des milieux montagneux. C'est un pays céréalier et pastoral, aux longues jachères utilisées par l'association de l'arbre et du champ (*montado*, espagnol *montanera*, de chêne-vert et de chêne-liège) où



l'on mène des porcs à la glandée et où les immenses troupeaux des moutons soulèvent le long des drailles des nuages de poussière. La montagne étend son influence comme une ombre étirée sur ces plaines recouvertes d'épandages grossiers, nourrissant naguère des transhumants et recevant des pays pauvres des troupes de moissonneurs. La conservation de multiples dépôts discordants au pied de la Cordillère Centrale permet de poser quelques jalons dans la chronologie de son soulèvement (compte tenu d'une certaine marge d'incertitude dans l'âge de ces dépôts).

Au milieu de tous les grands affleurements schisteux du socle ibérique courent de minces alignements de quartzite, constitués tantôt par des flancs de plis, tantôt par des synclinaux très pincés. Ce sont les dernières ruines des montagnes hercyniennes dont le démantèlement a nourri les épaisses assises des conglomérats triasiques faillés, basculés mais jamais plissés, qui s'arrêtent contre le gradin de faille limitant le massif ancien. Une puissante granitisation consécutive à la tension orogénique a mis en place d'énormes batholithes. Les crêtes quartzitiques ont été arasées et conservent soit des traces d'aplanissement, soit une isoaltitude qui en dérive. A Buçaco, elles sont encore en partie drapées par des grès kaoliniques à petits éléments bien roulés (grès dits de Buçaco, d'âge crétacé supérieur-éocène). Ces dépôts doivent correspondre à la fin d'un cycle d'érosion déchaîné par une phase de soulèvement dont témoigne le caractère grossier des sédiments du Jurassique supérieur et du Crétacé. Des mouvements puissants se sont produits ensuite, amenant des épandages plus grossiers qui ravinent les grès de Buçaco (arkoses attribuées à l'Oligo-Miocène). Cet ensemble de dépôts n'est conservé que dans des alvéoles marginales et s'arrête toujours par contact de faille au pied de la montagne. Le chevauchement des schistes sur les arkoses de part et d'autre de la chaîne indique de fortes compressions qui auraient soulevé des blocs en portant d'anciennes surfaces d'érosion à des altitudes considérables (sommet de la Serra da Estrela, 1991 m). C'est essentiellement la surface de la Meseta, avec ses rugosités, qui couronne les divers paliers de ces montagnes en blocs. Des recherches en cours (S. DAVEAU) montrent que la plus grande partie des escarpements sont d'origine tectonique récente. Cette dernière surrection a déchaîné une érosion vigoureuse et provoqué le rajeunissement des barres quartzitiques surmontant les schistes tendres. D'immenses épandages de blocs grossiers emballés pêle-mêle dans une pâte argileuse, s'accumulent en talus épais de plus d'une centaine de mètres au pied de la montagne et s'étalent dans le bas pays où leur épaisseur se réduit très vite à moins d'une dizaine de mètres. Toutes les roches y ont contribué, mais les granites et les schistes s'altèrent vite, ce sont surtout les blocs siliceux qui ont été conservés sous forme de dépôt appauvri. Nourris surtout par les crêtes de quartzite, c'est au devant de leurs affleurements qu'ils forment

Fig. 2: Carte structurale

- 1 = massif montagneux ou haut plateau,
- 2 = fracture et faille,
- 3 = granite,
- 4 = schiste,
- 5 = crête de quartzite,

- 6 = calcaire ancien,
- 7 = dépression périphérique,
- 8 = calcaire jurassique,
- 9 = autres sédiments secondaires,
- 10 = bassins sédimentaires et dépôts discordants tertiaires et quarternaires.

les talus les plus épais et les épandages les plus vastes. Ce sont les *rañas* des auteurs espagnols qui prennent de part et d'autre des Monts de Tolède, puissamment armés de barres quartzitiques, leur développement le plus spectaculaire. Couronnant des plateaux au-dessous desquels le réseau hydrographique s'est brutalement enfoncé, reprises, avec un roulement et un calibrage qu'elles n'ont pas à l'origine, dans les terrasses quaternaires, ces couvertures de blocs semblent bien correspondre à l'épisode aride du Villafranchien pendant lequel le drainage s'est désorganisé, le transport tumultueux se faisant surtout en nappes d'inondation. Les dépôts de ce type sont donc corrélatifs à la fois du climat relativement aride qui marque le début du Quaternaire et de la dernière poussée orogénique qui a fourni le matériel grossier. C'est ce paroxysme qui a porté les plus hautes cimes à des altitudes où elles furent atteintes par la limite des neiges éternelles lors de la dernière période froide. A 100 km de la mer, bien exposée aux vents d'ouest qui balaient le plateau sommital, l'Estrela est le premier chaînon de cet ensemble de formes et de dépôts glaciaires admirablement conservés qui a marqué la Cordillère Centrale de sa dernière retouche érosive.

Montagnes granitiques, montagnes schisteuses: quels sont les traits majeurs qui opposent leur physionomie d'ensemble et les détails de leur modelé? Affecté de diaclases multiples, haché de failles correspondant à des orogénèses diverses, le granite se comporte en gros comme une roche peu perméable: le réseau hydrographique a tendance à se concentrer selon des lignes de faiblesse où il enfonce brutalement, mais épargne de vastes étendues où la roche s'arénise, s'imbibe d'eau et se prête tant à la culture qu'à l'établissement de prés permanents. A cause de cette concentration du drainage, le granite est une roche où les formes ont tendance à se conserver. Il n'est pas rare de voir les restes de vieilles surfaces soulevées se continuer un peu surbaissées sur des croupes de schiste arrondies et passablement disséquées. Tout escarpement dû à une faille ou au rapide encaissement d'une rivière, parce qu'il échappe au ruissellement diffus et se débite en blocs parallèles préalablement dessinés par le canevas des diaclases, se maintient raide tout en reculant parallèlement à lui même (immunité des pentes raides' de P. BIROT). Sur les fortes pentes l'eau ne pénètre pas et le ruissellement exploite les moindres diaclases ou lignes de broyage; par contre la base est toujours imbibée d'eau et de ce fait s'altère plus vite, elle est sournoisement sapée, ce qui favorise le recul de la pente. De larges vallées peuvent se former ainsi, où coexistent de raides versants rocheux et une vaste auge de granite altéré qui retient l'eau des pluies et celle qui ruisselle des versants. Ainsi s'expliquent, à partir d'une série de fractures plus ou moins parallèles, les riantes vallées du Minho, parsemées de hameaux et couvertes de terrasses utilisées en champs ou en prés, entre d'austères escarpements en roche nue ou couverts de bois et de buissons. Les vieux chemins gravissent en lacets ces versants peu exploités avant de monter sur les cimes où l'habitat et la culture prennent une allure montagnarde. La distinction des deux milieux qui a frappé le sentiment populaire — *ribeira* et *montanha* — repose sur ce contraste de formes et d'aptitudes agraires.

Les schistes argileux se comportent comme une roche imperméable, toute altération se résolvant en une pellicule d'argile qui protège la roche et bouche les conduits de la schistosité. Brutalement serrés et portés presque à la ver-

ticale, ils ont tendance à fournir une masse de plaquettes que les moindres pentes mettent en mouvement. Or le chevelu très dense du réseau hydrographique ne fait que les multiplier. Le ruissellement diffus et le creeping s'en emparent et modèlent ce paysage aux formes arrondies, tout en versants largement convexes, que l'on a comparées à des taupinières. Les escarpements de faille se dégradent plus vite que dans le granite, les vallées ont tendance à s'évaser, toute irrégularité s'estompe au-dessous de la molle ondulation de ces croupes multiples et parfaites. Le sol que l'altération argileuse aurait pu former est vite raclé dès qu'il est dénudé. Les montagnes de schiste couvertes, avant le reboisement, de maigres buissons, sont l'image même de la pauvreté. Les brûlis et les chèvres n'ont fait qu'accentuer la désolation de ce paysage ouvert, grâce à l'expansion du maïs, à un peuplement tardif et instable où persistent encore des vides humains qui ne seront jamais comblés.

Les barres de quartzite dominant d'une centaine de mètres cette monotonie. Couvertes en partie d'éboulis actifs, elles constituent, dans l'ensemble des pays schisteux, leur élément le plus répulsif, longtemps abandonné aux charbonniers et aux pasteurs de chèvres. Ce n'est qu'au-dessous de 600 m que l'on y a planté, dans le premier quart de ce siècle, des olivettes géométriques où chaque arbre s'enracine sur des pierres soutenues par une murette. C'est un autre monde où l'aménité du climat a permis d'incorporer au terroir son élément le plus pauvre et, de ce fait, le plus tardif.

Les montagnes septentrionales et la Cordillère Centrale constituent l'ensemble du Haut Portugal, pénétré d'amples vallées dans le Minho, entrecoupé de gorges profondes et de creux tectoniques dans le Trás-os-Montes et dans la Beira, largement ouvert aux influences atlantiques sur le plateau du Mondego. Une lisière de plaines et de bas plateaux côtiers s'élargit d'Espinho à Nazaré. A l'arrière du paysage actuel de dunes et de lagunes, la mer pliocène y avait arasé tous les reliefs de la bordure et venait buter contre le rebord du massif ancien. Le caractère montagneux domine cependant dans l'ensemble et les hauts reliefs se profilent toujours à l'horizon côtier. Les montagnes méridionales, par contre, ne forment que des fles d'altitude modeste dominant le bas pays de leur relief énergique. Les massifs calcaires d'Estremadura prolongent la culmination de la Cordillère Centrale mais dépassent rarement 600 m; les anticlinaux de l'Arrábida sont encore moins hauts (500 m). Les cimes du batholithe de Sintra (529 m) dominant à la fois de hautes falaises et de bas plateaux. La Serra de São Mamede (1025 m, le sommet le plus élevé au sud de la Cordillère Centrale) est le chaînon le plus occidental et le plus isolé des Monts de Tolède dont les puissantes barres de quartzite se dressent fièrement au-dessus des larges horizons des surfaces de la Meseta méridionale. Les montagnes qui séparent les plaines du Bas Alentejo de la bordure de l'Algarve (la Serra dans la nomenclature populaire) constituent un ensemble de croupes schisteuses (578 m) dominées par le batholithe de Monchique (902 m). L'origine de ces reliefs est complexe. Des discordances entre le Malm, généralement détritique, et l'ensemble calcaire du Lias et du Dogger indiquent un brusque changement dans les conditions de la sédimentation et une première poussée orogénique. Nous avons vu que le caractère détritique grossier domine dans l'ensemble des sédiments crétacés et paléogènes, avec des retours épisodiques de la mer. Les massifs calcaires s'individualisèrent avant le paroxysme de la fin des temps tertiaires.

Leur style tectonique est divers. Dans les massifs calcaires d'Estremadura dominant des formes lourdes entrecoupées de quelques bandes de faiblesse et de sensibilité par où ont giclé les marnes hettangiennes („vallées typhoniques” de P. CHOFFAT); dans cette tectonique propre au diapirisme les déformations se sont poursuivies jusqu'au Quaternaire (Pliocène marin relevé à 75° près de Caldas da Rainha). L'océan pliocène a arasé une bande de 15 à 20 kilomètres et est venu lécher les massifs calcaires. Le flanc ouest de la Serra de Candeiros est à la fois un versant structural correspondant à la retombée d'un anticlinal et une ancienne falaise où sont conservés quelques placages de sable et de cailloux roulés par la mer. Sur ce front ouvert aux vents atlantiques, l'érosion torrentielle a creusé de vigoureuses entailles et modelé des cônes rocheux de piémont. L'Arrábida est un ensemble de trois plis en coulisse déversés vers le sud avec, dans le dernier, laminage du flanc méridional et décollement d'une partie de la couverture miocène — la double „écaille” de Palmela (A. RIBEIRO, communication orale). Effondrés en partie dans la mer, bordés de falaises grandioses, l'érosion différentielle y a dégagé un véritable musée de formes structurales. Les monts anticlinaux sont isolés par un système de vallées excavées dans l'ensemble détritique du Jurassique supérieur à l'Oligocène, dominé d'un côté par les monts calcaires, de l'autre par une cuesta formée des assises calcaires du Miocène. A l'ouest, toute cette structure fut arasée par la mer pliocène et les plateformes d'abrasion sont localement déformées par un soulèvement posthume récent.

Le cas des batholithes tardifs, Sintra et Monchique, pose un problème de morphologie générale. Le premier occupe le noyau d'un anticlinal déversé vers le nord. Sur l'ensemble plissé des couches marines du Kiméridgien au Turo-nien, reposent les coulées volcaniques subaériennes de la région de Lisbonne. Il est vraisemblable que la petite intrusion (6 x 3 km) qui a comprimé et métamorphisé les calcaires kiméridgiens, correspond à une venue de roches acides (granite, syénite, gabbro) constituant un „massif subvolcanique” (MATOS ALVES) qui prélude aux effusions basaltiques des environs. Il s'est donc mis en place sous une faible épaisseur de sédiments. Il reste trois traces de cette couverture: son auréole métamorphique de marbres, des placages conservés sur les flancs de la montagne et un épais dépôt de piémont d'âge oligocène, qui s'est étalé à la base du flanc déversé — donc le plus raide — de l'anticlinal. Monchique est un batholithe de syénite néphélinique intrusif dans les plis hercyniens serrés des schistes carbonifères, probablement du même âge que Sintra et pourvu lui aussi d'une auréole métamorphique (cornéennes). Pourquoi ces masses éruptives, toujours arasées dans le socle, ont-elles résisté à l'érosion? Essentiellement par leur âge récent. C'est lui qui détermine l'épiderme serré et protecteur propre aux batholithes tardifs (P. BIROT); ayant été moins tectonisés que les roches cristallines anciennes, ils possèdent un réseau moins dense de dia-clases, ce qui diminue les lignes de faiblesse et les rend moins sensibles à l'érosion linéaire; finalement, protégés par des carapaces de roches particulièrement résistantes (marbres, cornéennes), ils n'ont été exposés à la dénudation qu'à une époque récente. Lorsque la transgression miocène envahit l'ouest du Portugal, Sintra et Monchique formaient des îles où les masses éruptives n'apparaissaient qu'au fond des entailles des ravins. Comme dans le reste du pays, les lignes actuelles du relief ne se seraient mises en place qu'au Pontien.

L'ensellement qui divise Monchique en deux sommets, correspond probablement à la forme jumelée du batholithe (M. FEIO).

Ces sommets éruptifs mis à part, l'ensemble des croupes schisteuses qui constituent la Serra algarvia (la montagne d'Algarve) n'est que le bombement de la surface monotone du Bas Alentejo. Une balafre NW-SE par où la voie ferrée a trouvé son chemin, la sépare en deux massifs, l'occidental dominé par les cimes jumelées de Monchique et l'oriental où de n'importe quel belvédère on domine la molle ondulation des schistes incisés par un réseau hydrographique divergeant autour du point culminant (Mu, Serra do Caldeirão, 578 m). Les collines de l'étroite bordure sédimentaire de l'Algarve, dont quelques sommets dépassent à peine 400 m, constituent le Barrocal ou pays calcaire, de peuplement tardif et clairsemé, planté, au cours du dernier siècle, de caroubiers, de figuiers et d'amandiers, si denses qu'ils forment une sorte de forêt cultivée. Ce terroir récent n'a de commun avec les montagnes calcaires que son caractère répulsif. Il a fallu que le pays s'ouvre largement à l'économie de transport et d'exportation pour que ces pentes rocailleuses se couvrent d'arbres fruitiers aux utilisations très variées. Par la modestie de leur relief, plus encore par leur „insularité”, toutes ces montagnes méridionales ne constituent que des annexes du bas pays au point de vue de leur peuplement biologique et humain. On ne trouve qu'à Monchique un étagement caractéristique de la végétation et des formes bien individualisées d'occupation humaine.

ZUSAMMENFASSUNG

Die portugiesischen Gebirge. Die Besonderheiten der portugiesischen Gebirge liegen in ihrer Lage (Küstennähe und klimatische Übergangszone), in ihrer alten Bevölkerung und in ihrer großen Differenziertheit der Kulturlandschaft.

Die höchsten Erhebungen befinden sich in den Schiefen und Graniten des alten Sockels; im atlantischen Saum wurden im Zusammenhang mit der jungen Wiederbelebung der Tektonik die abflußlosen Hochflächen der Meseta gegeneinander verstellt. Die durch die Nähe des Atlantik bedingte starke Erosion schuf Talzüge, in denen die mediterrane Vegetation bis an den Fuß der höchsten Erhebungen vordringen konnte.

Die diskordanten Ablagerungen vor der zentralen Kordilliere ermöglichen eine Datierung der Hebungphasen (Oberer Jura bis Villafranchien). In den Granitmassiven befinden sich Reste alter Verebnungen über engen Einbruchstätern und tektonischen Becken. Im Bereich der Schiefer bildete die Erosion eine Vielzahl eintöniger Hänge aus. Im Süden der Zentralkordilliere werden markante Erhebungen von Kalken gebildet, die hier eine randliche Fazies des Sedimentationsbeckens darstellen. In ihnen befinden sich Batholithe (Sintra und Monchique) und quarzitisches Bildungen (São Mamede).

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- BIROT, P.: Les surfaces d'érosion du Portugal central et septentrional. Rapport de la Commission de la Cartographie des Surfaces d'Aplanissement, U. G. I., Congr. Int. Géogr., Lisbonne, 1949.
- BIROT, P.: Les reliefs résiduels des socles cristallins. C. R. du XVIIIe Congr. Int. Géogr., t. II, Rio de Janeiro, 1959.
- CHOFFAT, P.: Notice sur la carte hypsométrique de Portugal. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal, T. VII, Lisboa, 1907-1909.
- FEIO, M.: A evolução do relevo do Baixo Alentejo e Algarve. Estudo de Geomorfologia, Lisboa, 1952.

- FERNANDES MARTINS, A.: Maciço Calcário Estremenho. Contribuição para um Estudo de Geografia Física. Coimbra, 1949
- LAUTENSACH, H.: Portugal auf Grund eigener Reisen und der Literatur. *Pet. Mit.* 213 und 230, Gotha, 1932. 1937.
- MATOS ALVES, C. A.: Estudo petrológico do maciço eruptivo de Sintra. *Rev. Fac. de Ciências*, 2ª. sér., C-Ciências Naturais, vol. III, Lisboa, 1964.
- RIBEIRO, O.: Remarques sur la Morphologie de la Région de Sintra et Cascais. *Rev. Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, t. XI. Toulouse 1940.
- RIBEIRO, O.: Le Portugal Central. *Congr. Int. Géogr.*, Lisbonne, 1949.
- RIBEIRO, O.: Portugal. In: M. de TERAN, *Geografía de España y Portugal*, t. V, Barcelona 1955.
- RIBEIRO, O.: Excursão à Estremadura e Portugal central. *Finisterra*, III, 6, Lisboa, 1968.
- RIBEIRO, O.: Excursão à Arrábida. *Finisterra*, t. cit.
- TEIXEIRA, C. : La structure annulaire subvulcanique des massifs éruptifs de Sintra, Sines et Monchique. *Publicações do Centro de Estudos de Geologia Pura e Aplicada*, vol. III, Lisboa 1962-63.

DIE GEBIRGE ALS DIE WIEGE DES GESCHICHTLICHEN GESCHEHENS IN SÜDOSTEUROPA

Mit 3 Abbildungen

JOSIP ROGLIĆ

Die Selbständigkeit Südosteuropas. Die geographischen Namen spiegeln die Zeit wider, in der sie entstanden sind. Einige mit ihrer bestimmten Bedeutung führen uns zu Irrtümern, weil sie nicht der Wirklichkeit und den neuen Erkenntnissen entsprechen.

Anfang des 19. Jahrhunderts, als der große Sprung in der Darstellung und in der Eigenschaftsbestimmung der einzelnen Teile der Erdoberfläche getan wurde, taucht der Begriff „Balkan-Halbinsel“ (A. ZEUNE, 1808) auf. Der Name ist als Folge der überlieferten Angaben und der Unkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse entstanden.

Nach Angaben von PTOLEMÄUS — in seiner „Geographie“ — wurde das Gebirge „Haemus“ auf den rekonstruierten Karten dargestellt und man suchte dieses nun im Gelände. Aufgrund unvollständiger Informationen wurde angenommen, daß es sich um jenes Gebirge handele, das die Türken „Balkan“ nannten.

Die beschwerliche Reise nach oder von Konstantinopel, die selten Reisende aus Europa ab und zu unternommen haben, führte entlang dieses Gebirges, das in der Erinnerung als dominierendes Reliefelement haften blieb. Die WE-Streckung des Gebirges entsprach dem „Haemus“; von den Reisenden gefragt, antworteten die Türken: es ist „Balkan“, so daß sich dieser Name einprägte. In Wirklichkeit handelt es sich um das Wort „balkan“, was bei den Osmanen „allgemein Gebirge bedeutete“.

Oft bezeichnet die einheimische Bevölkerung die in näherer Umgebung liegenden geographischen Objekte durch genetische Namen wie z. B. „Fluß“, „Berg“, „Bach“, „Feld“ usw. So erhielt das bulgarische Stara Planina („Altes Gebirge“) einen unrichtigen Namen. Die bulgarische Bezeichnung ist für unsere Betrachtung von Bedeutung, so daß wir wieder darauf zurückkommen wollen.

Obige Angabe wurde um so leichter übernommen und mit PTOLEMÄUS verbunden, weil ein neuer Beweis der „Naturordnung“ gefunden wurde. Man behauptete, daß auch die dritte „südeuropäische Halbinsel“ als Grenze und wichtigen Bestandteil ein Gebirge aufweist, und danach solle sie auch ihren Namen haben; damit wurde ein weiterer Fehler gemacht.

Genauere geographische Karten des Gebietes zeigten endlich Anfang dieses Jahrhunderts, daß PTOLEMÄUS' Angaben über eine „Zentralbergkette“ unrichtig sind und daß „Stara Planina“ nicht die Eigenschaften aufweist, um die angenommene Halbinsel danach zu bezeichnen. Diese Tatsache ist allgemein bekannt, doch ist es für uns wichtig festzuhalten, daß in jener Zeit die Gebiete nach Gebirgen benannt wurden. Heute würde man so etwas nicht tun.

Man bezeichnete den Raum als Halbinsel, weil er auf drei Seiten vom Meer umgeben ist. Dahinter steht aber eine falsche Wesensbestimmung. Im Laufe der Zeit wuchs jedoch die Erkenntnis, daß es sich um den kontinentalsten Teil der europäischen Halbinsel handelt.

Zunächst versuchte man, die „Balkanhalbinsel“ gegen das übrige Europa abzugrenzen. Die Donau-Save-Linie wurde am häufigsten als Grenze vorgeschlagen (1). Die Donau-Save-Grenze stellt sich sonst nicht nur als ungewöhnlich, sondern auch als unberechtigt heraus.

In der Verbindung der Räume und der Entwicklung der Zusammenarbeit haben die Flüsse die Schlüsselrolle inne. Das gilt auch für die angenommenen „Balkanrenzflüsse“, die schon in den mythologischen Legenden der Antike als Straßen erwähnt sind (Argonauten). Obwohl in römischer und byzantinischer Zeit entlang dieser Flüsse ein „limes“ organisiert wurde, dienten sie als wichtige Wasserstraßen; ähnlich verhielt sich die Rolle der Flüsse während der türkischen Herrschaft (2). Es war logisch anzunehmen, daß die Überquerung der Flüsse den Ankömmlingen und Feinden große Schwierigkeiten bereiten und man daher entlang der Flüsse bessere Verteidigung leisten kann.

Die Verkehrsverbindungen sind bedeutendste Faktoren der modernen Entwicklung und des Fortschrittes, in welchem die Flüsse die Schlüsselrolle spielen. Es ist unrealistisch, sie als „Naturgrenze“ zu bezeichnen (3).

Im Laufe der Zeit sah man ein, daß es sich hier nicht um einen Halbinselraum handelt, der durch maritime Beeinflussung charakterisiert wird, sondern hauptsächlich um einen kontinentalen Raum. Die winterlichen Kaltlufteinbrüche euroasiatischer Antizyklogen in Richtung des wärmeren westmediterranen Raumes sind charakteristisch für die Klimateigenschaften der walachischen Tiefebene und Mitteldonauebene sowie der damit verbundenen „Balkan“-Teile. Die Kontinentaleinflüsse werden durch die Reliefformen verstärkt; die Becken erwärmen sich im Sommer sehr intensiv, im Winter füllen sie sich mit kalter Luft auf. Große thermische Unterschiede zwischen Sommer und Winter sowie die kleinen Niederschlagsmengen, die hauptsächlich im Sommer fallen, sind ausdrückliche Eigenschaften eines Kontinentalgebietes.

(1) Diesen Gesichtspunkt resümierte J. CVJIĆ (1918) recht gut; allerdings war er einer der letzten Autoren, die diese Grenze vertraten. Andere haben die Donau-Save-Grenze als unrealistisch erkannt und aufgrund der Analogie der geographischen Problematik auch Rumänien als ein „Balkanland“ betrachtet (Y. CHATAIGNEAU, 1934).

(2) Auch allgemein angenommene Behauptungen, daß die Hauptverbindungsstraßen zwischen Konstantinopel und den nordwestlichen Teilen des türkischen Reiches entlang der Flußufer von Marca und Morava führten, dürften nicht der Wirklichkeit entsprechen. Nach den Angaben des gut bewanderten A. BOUÉ (1852) ist deutlich zu sehen, daß man sich bemühte, zunächst die Donau (Ruščuk) zu erreichen, um dann die Donau in Richtung Westen als Straße zu benutzen, die Rückreise war noch günstiger. A. BOUÉ glaubte sogar, daß nicht einmal der Ausbau einer Eisenbahnlinie die oben erwähnte und anziehende Reiseroute ersetzen könne (wahrscheinlich wegen der Unbequemlichkeit und Langsamkeit damaliger Bahnreisen).

Die Bedeutung der Donaustraße in der Zeit der türkischen Herrschaft unterstreicht die Festung und Kolonie auf der Insel „Ada Kale“ (Insel-Festung), westlich des Eisernen Tores. Die Insel, auf der noch immer eine Moschee existiert, wird der neue Stausee überfluten.

(3) Es ist sehr bedauerlich, daß in geographischen Arbeiten der natürliche Zusammenhang und die Funktion des Donauraumes zu kurz kamen. Diesen Fehler kann man nicht mehr vollständig gutmachen, da inzwischen neue Prozesse im Gange sind, die die „In-Wert-Stellung“ und Verbindung der Räume beeinflussen. Besonders hervorzuheben ist die neue direkte Orientierung in Richtung der Meeresküsten, wo das Leben und das menschliche Wirken neue Formen schaffen — ein Prozeß, der für die neueste Entwicklung der europäischen Halbinsel von großer Wichtigkeit ist.

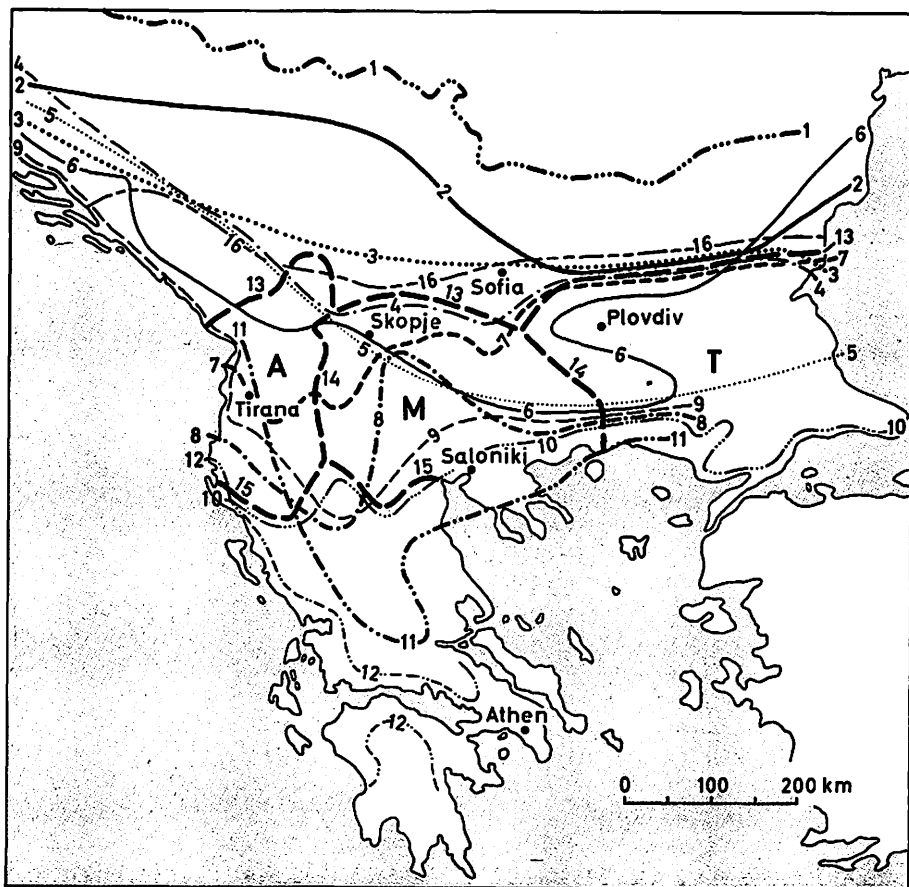


Abb. 1: Die Versuche, die Mittelmeerzone in Südosteuropa abzugrenzen (nach D. GURLITT, 1950; ergänzt mit der Grenze des ehemaligen Nomadismus nach A. BEUERMANN, 1967)

1. FISCHER, 1893; PHILIPPSON, 1904-22, 1928; CVJIĆ, 1918; MAULL, 1929; HETTNER, 1932; BRAUN, 1941 und RIKLI, 1912, 1942. 2. OBERDORFER, 1948. 3. FISCHER, 1879, 1908; PHILIPPSON, 1904 und PARTSCH, 1904. 4. KIROV, 1934, 1937. 5. HASSINGER, 1917. 6. ADAMOVIĆ, 1907; MAULL, 1929, 1931, 1938. 7. KREBS, 1919. 8. ALT, 1932. 9. REGEL, 1937-47; MARGRAF, 1942. 10. Nach MAULL, 1922 und MATTFELD, 1929. 11. GRIESEBACH, 1872. 12. OBERDORFER, 1848. 13. PENCK, 1933. 14. Innergrenzen nach LOUIS und JARANOV, u. a. 15. Südgrenze der Balkanländer nach PHILIPPSON, 1947. 16. Nordgrenze ehemaliger nomadischer Wanderungen, BEUERMANN, 1967.

Gültigere Versuche betrafen eine Abgrenzung der angenommenen Halbinsel nach Klima- und Vegetationseigentümlichkeiten (4) (Abb. 1). Das Ergebnis dieser Studien besteht darin, daß der größere Teil der „Halbinsel“ an das europäische Hinterland anzuschließen ist. In keiner Deutung dieses „Balkanrumpfes“ spie-

(4) Die vorgeschlagenen Grenzlinien sind behandelt und dargestellt im Beitrag von D. GURLITT (1950), aus dem wir die Abb. 1 reproduzieren und ergänzen mit der Grenze der nomadischen Viehzucht nach A. BEUERMANN (1967).

geln sich Halbinsel­eigen­ tüm­ lich­ kei­ ten. Die an­ ge­ nom­ me­ ne Halbinsel re­ du­ ziert sich dann auf Hel­ las (5), de­ ren Cha­ rak­ ter nicht zu be­ strei­ ten ist.

Die wis­ sen­ schaft­ li­ che Er­ kennt­ nis be­ seitigt also nicht nur das Epitheton „bal­ kanisch“, son­ dern auch die be­ tre­ fen­ de „Halbinsel“. Man kann lei­ der nicht be­ strei­ ten, daß es noch Geo­ graphen gibt, die den un­ wirk­ li­ chen Ter­ mi­ nus wei­ ter­ hin ver­ wen­ den; von hier ist es ver­ ständ­ lich, daß da­ rin die Laien noch fol­ gen.

Es ist nicht un­ se­ re be­ son­ dere Ab­ sicht, die Ab­ leh­ nung des über­ lie­ fer­ ten und of­ fen­ ba­ ren Irr­ tums zu be­ han­ deln, wir möch­ ten ei­ nen Bei­ trag zur Be­ stim­ mung der geo­ graphi­ schen Eigen­ tüm­ lich­ kei­ ten des eu­ ropäi­ schen Rau­ mes und sei­ ner Teile lei­ sten. Eu­ ropa ist die aus­ ge­ präg­ te­ ste Halbinsel der Er­ de. Die geo­ graphi­ sche La­ ge, die Eigen­ hei­ ten der um­ gren­ zen­ den Räu­ me und die Re­ lieffor­ men be­ gün­ sti­ gen die Aus­ brei­ tung ma­ ri­ ti­ mer Ein­ flüs­ se (6), da­ von aus­ ge­ nom­ men ist nur der süd­ öst­ li­ che Teil.

Wie­ der­ holt ist fest­ ge­ stellt wor­ den (O. MAULL, 1938; H. HASSINGER, 1941; J. ROGLIĆ, 1950 u. a.), daß die Be­ zeich­ nung des süd­ öst­ li­ chen Teils als Halbinsel un­ be­ rech­ tigt ist, al­ lein schon we­ gen der Eigen­ schaf­ ten Ge­ sam­ teu­ ro­ pas. Die Ent­ fer­ nung zwi­ schen Triest und Odessa (1300 km) — den nörd­ li­ chen Tei­ len der west­ li­ chen und öst­ li­ chen Ufer der an­ ge­ nom­ menen Halbinsel — ist be­ deu­ tend grö­ ßer als zwi­ schen Odessa und der Dan­ zi­ ger Bucht (1160 km); der letz­ te Ab­ stand ist klei­ ner als die Ent­ fer­ nung zwi­ schen Rijeka und Sulina (1185 km). Die Dis­ tanz zwi­ schen Triest und der Mündung der Oder ist so­ gar um 350 km ge­ rin­ ger als zwi­ schen Triest und der Dona­ umündung. Das Aus­ se­ hen und die Di­ men­ sio­ nen der verzwei­ gten eu­ ropäi­ schen Halbinsel be­ wei­ sen, daß sei­ nem süd­ öst­ li­ chen Teil un­ be­ rech­ tigt eine ge­ son­ derte Be­ zeich­ nung als Halbinsel zu­ kam.

Der Name „Balkan­ halbinsel“ war das Pro­ dukt der Un­ kennt­ nis; ein neu­ er Ter­ mi­ nus „Süd­ o­ steu­ ropäi­ sche Halbinsel“ ist über­ flüs­ sig, das dürf­ te aus dem ob­ en ge­ nannt­ en klar ge­ wor­ den sein. Sol­ che irr­ tüm­ li­ chen Na­ men ha­ ben da­ zu bei­ ge­ tra­ gen, daß die Halbinsel­ na­ tur Eu­ ro­ pas als Ganzes und die in­ ne­ ren Un­ ter­ schiede nicht ge­ nug ins Auge ge­ faßt wur­ den. Das Dreiecks­ aus­ se­ hen der eu­ ropäi­ schen Halbinsel zeigt nicht nur die natü­ rli­ chen Eigen­ schaf­ ten, son­ dern auch die so­ zia­ le Be­ deu­ tung des Ganzen und der ein­ ze­ lnen Teile (Abb. 2). Die Eigen­ hei­ ten und die Be­ ziehungen der ein­ ze­ lnen Dreiecks­ sei­ ten sind sehr be­ deu­ tsam. Die Hypo­ te­ nuse fin­ det sich im NW, zum At­ lan­ ti­ schen Ozean; die ei­ ne Kathete im S zum Mit­ tel­ meer, die an­ dere im E zum eu­ ro­ asi­ a­ ti­ schen Fest­ land.

An der me­ di­ ter­ ranen Fas­ sade, die durch Gebirgs­ ket­ ten scharf ab­ ge­ grenzt ist, ent­ stand die zwei­ tau­ send­ jäh­ ri­ ge Kul­ tur, aber die­ ser ge­ lang es nicht, die ganze Halbinsel zu be­ ein­ flus­ sen, denn ge­ eigne­ te Ein­ gänge in das Hin­ ter­ land gab es nicht. Es war eine Zivi­ li­ sa­ tion der en­ gen Küsten­ zone, po­ la­ ri­ siert um die wich­ ti­ gen Brennpunkte; aus Man­ gel an Ori­ en­ tierungs­ hil­ fen und an ent­ spre­ chen­ den Schif­ fen war eine Hoch­ see­ fahrt nicht mög­ lich.

Die nord­ west­ li­ che, at­ lan­ ti­ sche Fas­ sade ist im natü­ rli­ chen Sin­ ne die dy­ na­ mi­ sch­ ste und be­ deu­ tend­ ste für die eu­ ropäi­ sche Halbinsel. Küstenglie­ derung und

(5) Auch den an­ ti­ ken Grie­ chen wa­ ren die Un­ ter­ schiede zwi­ schen ihrer Halbinsel und dem nördl. Raum­ Epiros­ („Fest­ land“) sehr deut­ lich.

(6) Die aus­ ge­ spro­ che­ nen Halbinsel­ vor­ teile sind wich­ ti­ ger als das in die­ ser Hin­ sicht nicht ganz zu­ tre­ fen­ de Epitheton Kontinent, das auch eine Über­ lie­ fe­ rung der Un­ kennt­ nis ist. Die eu­ ropäi­ sche Halbinsel tritt so deut­ lich im Bild der Er­ de und im Le­ ben der Welt­ ge­ mein­ schaft he­ vor, daß sie als ein­ zi­ gi­ artig be­ zeich­ net wer­ den muß.

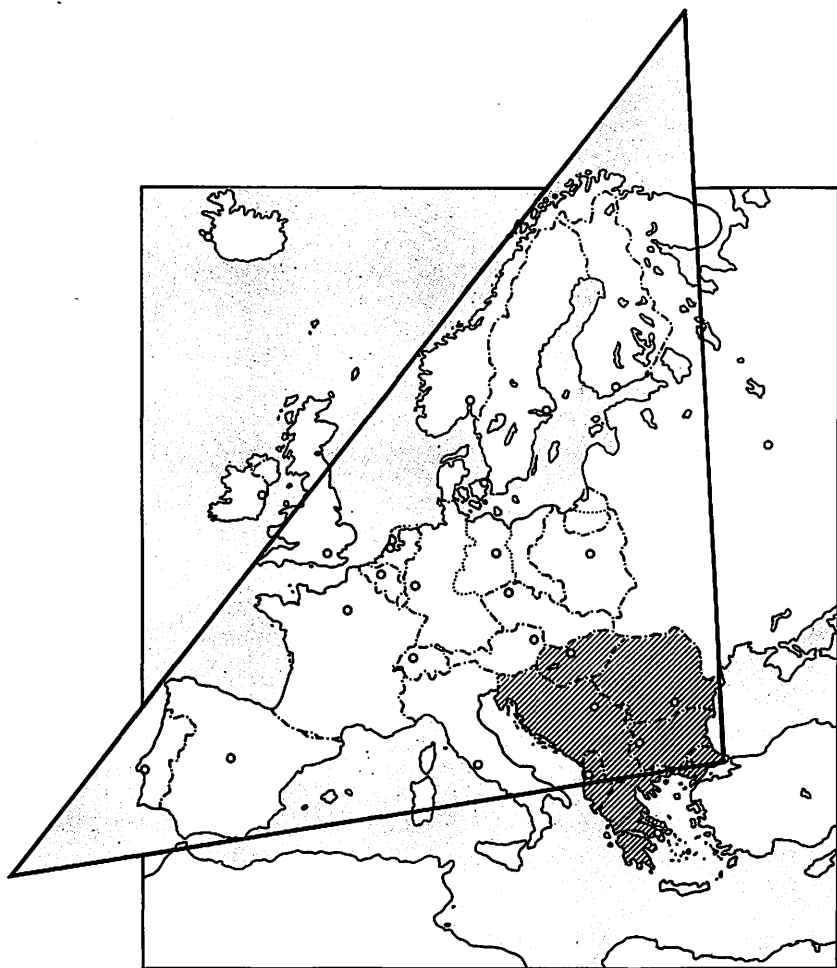


Abb. 2 Die Lage Südosteuropas im europäischen Dreieck

Reliefformen begünstigen die Klimaeinflüsse aus dem nordatlantischen Raum, so daß maritime Eigenschaften vorherrschen. Die natürliche Grundlage im atlantischen Küstengebiet förderte die Zusammenarbeit, die zu schnellerem Fortschritt und erfolgreicher Entwicklung beiträgt. Die organisatorischen Erfahrungen und technischen Errungenschaften im atlantischen Europa hatten eine „Prometheische Rolle“ in der Entwicklung der Weltgemeinschaft. Die transozeanischen Verkehrslinien gehen von der europäischen Atlantik-Küste aus; von dort ist die globale Gemeinschaft stufenartig verflochten, deren wichtigsten Brennpunkte sich um Ärmelkanal und unteren Rhein finden. Die Erwirkung im atlantischen Küstenland hat die entscheidende Rolle der europäischen Gesellschaft in der Weltgemeinschaft gesichert.

Die östliche, festländische Seite unterscheidet sich wesentlich von den Meeressassaden. Diese Abgrenzung kommt weniger durch natürliche Eigenschaften

zum Ausdruck; es gibt keine ausgeprägte Reliefbarriere oder Klimagrenze. Unsere Linie zieht sich längs der Zone der geschwächten „Durchwebung“ von Meer und Festland hin, der wesentlichen Eigenschaft der europäischen Halbinsel. Im gesellschaftlichen Sinne ist die Grenze gekennzeichnet durch das ständige Streben nach der anziehenden Halbinsel; die Mittelmeerküste zog in der Antike an, danach ist diese Rolle vom atlantischen Raum stufenartig übernommen worden. Besonders anziehend wirkt das entwickelte und mannigfaltige menschliche Leben, in dem die Verbundenheit und die Rolle der europäischen Halbinsel in der Weltgemeinschaft zum Ausdruck kommt.

Uns interessieren besonders die hervortretenden Teile des europäischen Dreiecks. Im herausragenden südwestlichen Teil befindet sich die Pyrenäische oder Iberische Halbinsel. Die randliche Lage und die abgrenzende Gebirgskette schwächen die Verbundenheit mit der europäischen Halbinsel. Die blockartige Relieffzusammensetzung gestattet nicht, daß die günstige Lage zwischen Mittelmeer und Atlantischem Ozean voll zum Ausdruck kommt.

Im nördlichen Winkel findet sich die Skandinavische Halbinsel. Der Meereseinfluß, modifiziert durch den Golfstrom, vermindert die negative Wirkung der subarktischen Lage. Das gesellschaftlich junge Gebiet hat sich aber erfolgreich in die Funktionen der atlantischen Fassade eingeschlossen. Es ist zu betonen, daß diese Abzweigung der europäischen Halbinsel nicht nach einem Gebirge genannt ist.

Der südöstliche stumpfere Winkel hat ganz spezifische Eigenschaften. Die Halbinselnatur kommt hier am wenigsten zum Ausdruck. Das isolierte Schwarze Meer hat nur sehr geringe Bedeutung als Quelle winterlicher Wärme oder sommerlicher Frische. Das Küstengebirge hält die Einflüsse aus dem schmalen Adriatischen Meer ab. Wie wir gesehen haben, besitzen die inneren Teile keine Halbinseleigenschaft; die geographische Lage und die Reliefformen begünstigen die Kontinentalität. Es gibt also keinen Grund, Südosteuropa besondere Halbinseleigenschaften zuzuschreiben.

Die Bedeutung der Reliefelemente in Südosteuropa. Obwohl sie peripher liegen, hatten die Küstengebiete Südosteuropas in der Antike eine größere Bedeutung. Für die inneren Teile kann man das Gegenteil behaupten und feststellen, daß diese bis in unsere Zeit wenig bekannt geworden sind. Man begnügte sich noch mit dem banalen Namen „Balkan“. Außerdem werden die Behauptungen wie z. B. „die Brücke zwischen Europa und Asien“ laut, obwohl es sich um den unzugänglichsten Teil der europäischen Halbinsel handelt; es gibt keine Beweise, daß in der Vergangenheit die Situation wesentlich anders gewesen ist. Große Geschehnisse und Bewegungen einschließlich des türkischen Einbruches verflochten sich hier in den komplizierten Reliefformen.

Die dominierende Bergkette hat der Apennin-Halbinsel den Namen gegeben; der eindrucksvolle Grenzdamm trennt die Pyrenäische Halbinsel vom übrigen Europa. In Südosteuropa findet man dagegen keine Entsprechung — kein dominierendes Gebirge und keine eindeutige Abgrenzung gegenüber dem übrigen Europa.

Die Tatsache, daß Namen großer Regionen von Gebirgsnamen abgeleitet worden sind, verdient besondere Beachtung und komplexe Einsichten. Bei Benennung von Regionen wird primär der humane Aspekt berücksichtigt; auch in

der Zeit der Erforschung der Erde ist dieser Aspekt nicht unterdrückt worden. Die Tendenz, einige überlieferte Namen in diesem Sinne zu verändern — z. B. die „Pyrenäische Halbinsel“ in „Iberische Halbinsel“ —, ist verständlich. Die neuen Ereignisse und die Vergangenheit Südeuropas berechtigen das Hervorheben der Gebirge.

Südosteuropas jüngere Vergangenheit ist durch die Migration der Bevölkerung aus den Gebirgen in die Ebene geprägt, d. h. die Bergviehzucht wird durch Ackerbau ersetzt. Dieser Prozeß ist heute besonders noch in Albanien zu beobachten. Der neue Prozeß hängt mit vielen (verständlichen) Interessengegensätzen zusammen. Anhand der unzuverlässigen Belege ist die Deutung der älteren Vergangenheit besonders schwierig, deswegen beginnen wir mit der Darstellung des neueren Zustandes.

Das Bild des Südteiles Südosteuropas Ende des 19. und Anfang des 20. Jhs., das J. CVIJIĆ (1918) aufgrund seiner Forschung zeichnet, ist sehr lehrreich und weist auf den schnellen Änderungsvorgang hin. Als der Sohn einer Kolonistenfamilie aus Montenegro ist er beeinflusst durch die starken gefühlsmäßigen Beziehungen seiner Eltern zum Gebirge. Der Traditionsreichtum, die Schönheit des Volksepos, die Einfachheit der Betrachtung, der Typ des Menschen und Ähnliches hatten ihn so beeindruckt, daß er in seinen Schriften den „Dinarischen Mythos“ entwickelte. Heute ist das nur schwer zu verstehen. Die letzten 50 Jahre brachten endgültig eine Verlagerung des Schwerpunktes des Lebens in die Ebene; die Viehzucht wird durch Ackerbau ersetzt. Der Kampf um Freiheit und Selbständigkeit war auch ein Kampf um das Ackerland, ein Streben für ein besseres Leben. Die erfolgreiche Agrarkolonisation und die Organisation eines sicheren Daseins in der Mitteldonauebene Ende des 18. und Anfang des 19. Jhs. hatten das Leben auch in anderen Teilen SE-Europas beeinflusst.

Die Begünstigung des freien Bauerntums zog besonders solche an, die noch immer unter dem Joch der türkischen Herrschaft litten. Die österreichische Regierung gab der Mitteldonauebene-Kolonisation so viel Unterstützung, wovon man jenseits der türkischen Grenze nicht einmal zu träumen wagte. In der Einführung neuer Getreidearten hat der Prozeß objektive Grundlagen erhalten. Besonders komplex ist die Bedeutung der Einführung des Maisanbaus. Die Methoden der Ackerbearbeitung und der Marktorganisation kamen nun aus dem nordwestlichen Europa.

Neue Erfahrungen in den befreiten Gebieten zeigten, daß in der Agrarwirtschaft der Mensch in den Vordergrund gestellt wird. Im Gegensatz dazu war die Sozialorganisation in den Gebieten unter türkischer Herrschaft durch andere Merkmale gekennzeichnet: Das Vieh oder wie die Viehzüchter sagen, der „Schatz“ (sl. „blago“) wird in den Vordergrund gestellt, denn davon hing das Leben des Menschen ab. Die Ausbreitung des neuen wirtschafts-sozialen Prozesses wurde an der Donau und Save lange Zeit politisch gehemmt und erst in der neueren Zeit gelingt der Durchbruch, gekennzeichnet durch eine starke Spontaneität.

Wie anders die Verhältnisse in der Zeit der Viehzucht gewesen sind, zeigt ein Vergleich der Arbeiten CVIJIĆ' mit der Arbeit G. WEIGANDS (1894-95) bzw. A. BOUËS (1852). Der reiche Arzt BOUË, in den einheimischen Sprachen und Gewohnheiten gut bewandert (7), unternimmt im Laufe von drei Jahren (1837-39) drei Reisen durch „türkisch Europa“. In Wirklichkeit handelte es sich hier um

beschwerliche Bewegungen zwischen den Bergen, bzw. zwischen den Sommeraufenthaltsorten der Viehzüchter. Nach BOUÉs Angaben verliefen die damaligen Karawanenstraßen anders als die heutigen Verkehrsadern. Viele Flußtäler waren nicht passierbar (8). Durch A. BOUÉ gelangen wir in die Zeit der großen Benennungen von Regionen.

Es ist vielfach verständlich, daß in SE-Europa das Gebirge den Vorzug genoß, denn hier pulsierte das Leben der Viehzüchter im Sommer und hier stellte der selten reisende Fremde seinen Kontakt mit der einheimischen Bevölkerung her. Alles weist darauf hin, daß auch in der früheren Vergangenheit diese Lebensformen bestanden haben.

Das dreieckförmige Dinarische Gebirge (9) ist der wichtigste Gebirgsblock SE-Europas. Die Vergangenheit mancher heutiger Völker Jugoslawiens ist eng mit diesem verbunden. Hier entstanden auch die ersten südslawischen Nationalstaaten.

Reiche und zuverlässige Belege über die Geschichte und die Funktion der Handelsrepublik Dubrovnik ermöglichen einen Einblick in das Leben der dinarischen Viehzüchter. In dem tiefer gelegenen Herzegowina, dem Hinterland Dubrovniks, befandensich die Überwinterungsstellen. Dem Gebiet schließt sich die beste dinarische Weidelandzone an bis zum Ibartal im Osten (Abb. 3). Die Versorgung dieses Hinterlandviehzuchtgebietes mit Salz und anderen Waren sowie die Abnahme und den Weiterverkauf der Erzeugnisse der Viehzüchter übernahm Dubrovnik.

Die Viehzüchter verfügten über eine große Zahl von Pferden, wodurch Dubrovnik die Möglichkeit erhielt, eine große Sommer-„Karawanenbrücke“ mit den entfernten Hinterlandgebieten herzustellen.

Es überrascht die Tatsache, daß wir längs der sog. „Dubrovnikstraße“ nur unbedeutende Reste von „Hans“ finden. Verständlicher wird das Phänomen erst, wenn man sich bewußt wird, wer den Transport übernommen hat. Die Viehzüchterunterkünfte im Gebirge waren die Stationen auf der „Dubrovnikstraße“. Hier

(7) Diese erwähnten Voraussetzungen waren entscheidend, um erfolgreich reisen zu können. A. BOUÉs Expedition hatte einige Reiseführer, Reisebegleiter (Sicherheit) und 10 Pferde. Dort, wo sein persönlicher Einsatz nicht ausreichend war, halfen Dukaten.

(8) Es ist fast unverständlich, daß die Sultankuriere, „die Tataren“, für die Reise zwischen Konstantinopel und Skutari einen Weg nehmen, der zwischen Tetovo (468 m) und Prizren (400 m) über die Sar planina (2050 m!) führt. Sie reisen also auch von Gebirge zu Gebirge, denn nur hier finden sie Nahrung und können die Pferde wechseln. In der halbwilden armen Ebene haben sie nur Widriges zu erwarten.

(9) Der Name, der auch in das internat. Schrifttum Eingang fand, wurde von „Dinara“ abgeleitet, obwohl dieses Gebirge keine Extremhöhen hat und auch nicht das wichtigste ist. Nur das NW-SE Streichen ist für die ganze Gebirgsgruppe charakteristisch. Die genaue Abgrenzung bleibt weiterhin umstritten. Bei der einheimischen Bevölkerung spielten ihre „Berge“ die Hauptrolle — das Gebiet also, wo sie im Sommer ihr Vieh gut ernähren konnten. Oft hat das Gebirge keinen Namen außer den der höchsten Berge. Die ersten Regionalnamen sind in Wirklichkeit Flußnamen, wie z. B. Zeta, Raška, Bosna, Cetina, Rama und andere. Auf den tiefer liegenden Hängen sind die Dauersiedlungen errichtet. Hier kam die Bevölkerung im Winter aus dem umliegenden Gebirge zusammen und hier, in den weniger wilden Landesteilen, wurden die ersten Verwaltungseinheiten — župa — und die ersten Nationalstaaten gegründet.

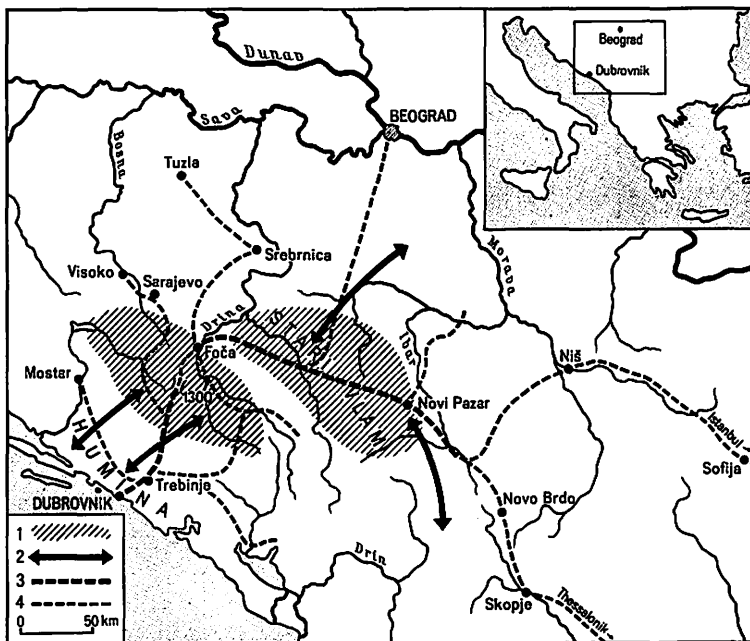


Abb. 3: Die Lage des mittelalterlichen Dubrovnik in Beziehung zum Hinterland.

1. Sommerweiden in den Gebirgen;
2. Die wichtigsten Richtungen der transhumanten Bewegungen;
3. Die Hauptkarawanenwege und
4. Nebekarawanenwege.

wurden die Pferde gewechselt und die Vorräte erneuert. So spiegelt sich im Karawanenverkehr die Symbiose von Dubrovnik und seinem Viehzüchterhinterland.

Mit der Viehzuchtzone in Dubrovniks Hinterland hängen die imposanten Bogumilennekropolen (Stećci) zusammen (10). Radimlja bei Stolac ist eine berühmte Sehenswürdigkeit. Ähnliche Denkmäler finden wir in der Gebirgsgegend bis zu 1700 m über NN. Die „Stećci“ zeugen von dem Wert des „Schatzes“ und der Natur der Viehzuchtgesellschaft. Mit gemeinsamer Kraft wurden große Steinblöcke vom anstehenden Fels abgetrennt und oft weit transportiert. Der „Schatz“ gab die Mittel, mit denen man die herbeigerufenen Steinmetzen auszahlte. Diese schufen Denkmäler von Stammesführern der damaligen patriarchalischen Viehzuchtgesellschaft.

Die dominierende Bedeutung der Gebirge in der Zeit der Viehzuchtwirtschaft kam auch in der Lage des Amselfeldkampfes (1389) zum Ausdruck. Die türkische

(10) Die einheimische Bevölkerung nennt die Nekropole „Griechischer Friedhof“. Nach der Legende sind die griechischen Viehzüchter wegen eines kalten Sommers ausgewandert. Mag die Legende der Wahrheit entsprechen oder nicht, es ist kennzeichnend, was ein kalter Sommer für Viehzüchter bedeuten kann. Das Vieh hat nicht die Möglichkeit, wieder zu Kräften zu kommen, um den folgenden Winter zu ertragen – das brachte die Katastrophe.

Macht strebte danach, die Zone der Viehzucht und Karawanenstraßen zu erobern. Die Talebenen sind wild und undurchgängig, was die Teilnehmer der Kreuzzüge bitter erfahren mußten. Bei den Viehzüchtern konnte die türkische Kavallerie Nahrung holen und die Pferde austauschen. Die Viehzucht bildete die Grundlage der türkischen Wirtschaft.

Transversal durch Bosnien organisierten die Türken eine Karawanenstraße „Carigradski drum“ (Istanbulstraße). Auch entlang dieser Straße finden wir unbedeutende Raststationen (Hans). Das ist verständlich, wenn man die Natur und die jahreszeitlich bedingten Reisen im Auge behält. A. BOUÉS Beschreibungen entnehmen wir, wie armselig diese Übernachtungsstellen sogar noch im 19. Jh. waren. Ohne sich der dominierenden Bedeutung des Gebirges und der Viehzucht bewußt zu werden, ist es unmöglich, die Geschehnisse und die Organisation der türkischen Dominanz richtig zu deuten.

In der Vergangenheit waren alle Nationalstaaten mit dem Dinarischen Gebirge organisch verbunden: im Nordwesten Kroatien, im Süden Zeta, im Südosten — der Zone der reichen Weidelandschaft — Raška. Der Bosnische Staat stellt einen Versuch dar, die Gebirgsweidelandschaft mit den nördlichen Flußtalgebieten zu vereinigen.

Die Kraft und die Stabilität der Nationalstaaten beruht auf dem Verhältnis zwischen dem Wert der Gebirgsweiden und den günstigen Überwinterungsstellen; das erklärt die Erneuerung von Zeta und Herzegowina. Die türkische Herrschaft vereinigt das Erbe der Nationalstaaten und schafft die Bonia-herzegowinische Bastion.

Die langdauernde Bindung an das Gebirge spiegelt sich in dem berühmten Volksepos und der reichen mündlichen Tradition wider. Mit dem Gebirge hängen die Heldentaten, die Feen, die überlieferten Anekdoten und Ähnliches zusammen. Der Tag, an dem das Vieh die Überwinterungsstellen wieder verlassen konnte, um höher in die Weidezone der Gebirge zu steigen, wurde groß gefeiert. Denn plötzlich gibt es wieder ausreichend Nahrung für das Vieh und für den Menschen. Ein klimatisch ungünstiger Sommer (kalt und regenreich) hatte tragische Folgen für den „Schatz“ und den Züchter. Der Rückzug in die Überwinterungsstellen stimmte alle traurig. Die Familien teilten sich, denn ein Teil mußte mit dem Vieh in das Ungewisse ziehen.

Die Stara Planina war bulgarisches Zentralgebiet. Die Verlegung des Staatszentrums aus Ludogorie, d. h. Deli Orman (Pliska) nach Preslav und Tirnovo symbolisiert das Aufgehen der Monogolen in einer slawischen Basis. Mit dem Gebirge ist die tausendjährige Vergangenheit sowie die Erhaltung des bulgarischen Volkes eng verbunden. Hier spielten sich die entscheidenden Ereignisse ab, die zum heutigen bulgarischen Staat führten.

In den Rhodopen kommen Bulgaren mit Makedoniern und Griechen in Kontakt; dort sind die Spuren der türkischen Herrschaft noch sehr gut erhalten. Die Rhodopen waren das Zentralgebiet der Thraker und der antiken Makedonier. Das hohe Massiv (bis 2925 m) trennt das enge Ägäische Küstenland im Süden und die Festlandgebiete im Hinterland; das sollte dem Haemus des PTOLEMAEUS entsprechen. Im Pleistozän vergletschert, sind heute die höchsten Rhodopenregionen auch im Sommer mit Schnee bedeckt. Dieses Gebirge hatte auch in der Antike ganz gewiß seine Bedeutung. Die enge Nachbarschaft der grasreichen Gebirgsweiden und der Küstenniederungen haben die transhumante Viehzucht be-

günstigt. Erst die neue Ziehung der politischen Grenze hat dieser Wirtschaftsform ein Ende gesetzt.

Die Rolle des Gebirges ist besonders in Rumänien zu belegen. Die Bergweiden waren vor allem in den Südkarpaten die Grundlage des Lebens (11). Die Überwinterung ist in der Vergangenheit wahrscheinlich sehr schwer und voller Unsicherheit gewesen. Auch in der offenen walachischen Tiefebene, in den Tälern Bessarabiens, sowie in der Mitteldonauebene waren die Winter erbarmungslos. Die Überwinterungsplätze wurden auch in Siebenbürgen mit Erlaubnis der Feudalherren auf deren Ländereien oder am Rande der Siedlungen deutscher Kolonisten eingerichtet (so gehörte den armen Rumänen nur das Gebirge und das Vieh).

Mit der Aufklärung beginnt langsam das rumänische Nationalbewußtsein zu erwachen. Diese Bewegung konnte auch nicht durch den „phanariotischen“ Klerus und durch die radikalen Madjarisationsversuche unterdrückt werden. An der Agrarkolonisation der Mitteldonauebene beteiligen sich nur kleine Gruppen. Dem folgt eine massenhafte Besiedlung der Walachei und später eine Vereinigung innerhalb des heutigen Staates.

In dem makedonisch-albanischen Raum dauert der Prozeß des Überganges von Viehzucht in den Bergen zur Agrarwirtschaft in den Niederungen bis in unsere Zeit an. Besondere Bedeutung gewinnt die albanische Küstenebene.

Der Übergang von Fernweidewirtschaft zum Ackerbau, d.h. die Verlegung des Lebens aus dem Gebirge in die Ebene, geschieht in der Zeit der Befreiungskämpfe und der Gründung von Nationalstaaten; zwei Prozesse sind untereinander kausal verbunden: die Ebene gehört den türkischen Feudalherren; diese aber bebauten die Flächen sehr wenig. Das meiste bekamen sie durch Verpachtung als Winterweiden. Die begreiflichen Bemühungen der interessierten nationalen Einheiten, die Beweise zu finden, wonach die einheimische Bevölkerung die Ebene bebaute und erst unter dem Druck der Türken den Schutz des Gebirges suchte, werden auch in der internationalen Literatur vorgenommen (z. B. A. BEUERMANN, 1967), aber das ist wissenschaftlich nur schwer zu belegen. Eine Entwicklung, die in der Fernweidewirtschaft einen Ersatz für den Ackerbau sieht, ist kaum zu begreifen und psychologisch fast unmöglich. Das menschliche Leben ist in der Fernweidewirtschaft zu sehr den Bedürfnissen des Viehs untergeordnet.

Diese Frage ist von sozialer Bedeutung und spielt eine große Rolle in der gegenwärtigen Entwicklung der Gebiete, in denen die Fernweidewirtschaft erst in unseren Tagen aufgegeben wird. In der Familie, wo die patriarchalischen Normen sehr schwach geworden sind, will kaum jemand Hirte werden. Eine Rückentwicklung möchte man durch die Gefahr, die der Bevölkerung von den eindringenden Türken drohte, erklären. Damit aber werden die Probleme, die substantieller Natur sind, gar nicht angesprochen.

Für eine Rückentwicklung vom Ackerbau zur Fernweidewirtschaft ist zunächst eine große Anzahl von Vieh notwendig, damit das Existenzminimum gesichert wird. Eine solche Umstellung erfordert Zeit, die es bei dem türkischen Vordringen nicht gegeben hat. Außerdem braucht eine Fernweidewirtschaft auch die

(11) Das kann nicht bestritten werden, wenn man die Bedeutung der Karpaten bis in die Zeit der Daker verfolgt.

Täler, um überwintern zu können. Somit würden die Hirten schon im Laufe des ersten Jahres gezwungen, sich mit ihrem „Schatz“ dem Feind zu stellen.

Geographisch gesehen, bemühte sich die türkische Macht, das Gebirge des Viehzüchters zu beherrschen. Das ist verständlich, denn das sind zu dieser Zeit wirtschaftlich die günstigsten Gebiete. Erste türkische Interventionen im Gerichtswesen hatten das Vieh als Thema. Hier hatten sie selbst bestimmt genug Erfahrung. Die Problematik ist sehr wichtig und wegen des Fehlens schriftlicher Dokumentation kann sie allein durch ein objektive Analyse an Ort und Stelle erklärt werden. Hier soll darauf nicht weiter eingegangen werden. Wichtig für uns sind besonders die Bereiche, die zeitlich näher liegen; die naturwissenschaftlich bestätigte aktualistische Methode ist dabei der sicherste Weg einer Rekonstruktion der Vergangenheit.

Der Landhunger in SE-Europa seit Ende des 18. Jahrhunderts hat auch eine materielle Voraussetzung. Der Mais hatte einen vielfach positiven Einfluß; mit der marktwirtschaftlichen Orientierung der Produktion zusammen bildet er die Grundlage der erfolgreichen Agrarkolonisation in der Mitteldonauebene. Dabei hatte die bestimmende staatliche Unterstützung diese Bewegung stimuliert. Dadurch wurde den umliegenden nicht befreiten Völkern der Weg vorgezeichnet.

In allen neubefreiten Ländern fehlte mehr oder weniger eine gute und ausreichende Unterstützung durch den Staat, so daß sich eine merkantile Landwirtschaft bis in unsere Zeit nicht entwickeln konnte. Doch die allgemeinen Bedingungen für die Landwirtschaft sind heute unvergleichlich besser als in der Vergangenheit. Hauptsächlich sich selbst und eigenen Finanzmitteln überlassen, ist für den Hirten der Übergang zum Ackerbau sehr schwierig; er mußte eine Wohnung und Geräte besitzen und sich dem neuen Rhythmus von Ernte zu Ernte anpassen. Die Ernteerträge waren anfangs klein, einen Nebenverdienst gab es nicht. Die Gefahr, „zwischen zwei Laiben Brot zu sterben“, war immer drohend. Um sich Bekleidung leisten zu können und Minimalbeträge an Geld zu haben, mußte der Bauer Schafe und Vieh für den Transport besitzen. Der anfangs unerschlossene Markt machte es dem Spekulantem möglich, den Bauern auszunutzen.

Der Hirte teilte mit dem Vieh ein schweres Leben, doch der Rhythmus war ein anderer; die Zeit auf den Gebirgsweiden im Sommer war die Zeit der Erholung und der Feste. Das im Sommer angesammelte „Fett“ und der Verkauf des Überschusses an Vieh sicherte die nächste Überwinterung ab. Im Frühling wiederum gab es die so wertvolle erste Milch. Die Verarbeitung der Wolle und der Häute sicherte die Bekleidung. Die im Herbst abgehaltenen Viehmärkte sind die wichtigsten Daten des Jahres.

Die Einführung einer Agrarwirtschaft ist dagegen ein komplizierterer Prozeß, denn diese Wirtschaft verlangt Austausch und Ergänzung. Es ist z. B. berechtigt, die Bedeutung des Tabaks als Stabilisationselement der Agrarwirtschaft hervorzuheben.

Durch Bemühungen in unserer Zeit, die Agrarwirtschaft zu kommerzialisieren, wird diese in den neuen Ländern SE-Europas stabilisiert. Diese Entwicklung spiegelt sich in der Raumdifferenzierung wider. Die Vorstellung, daß in der Vergangenheit die Agrarwirtschaft die dominierende gewesen ist, zwingt dazu, sich zusammenhängende Erscheinungen vorzustellen, die wenig glaubhaft erscheinen. Auch wenn wir voraussetzen, daß es sich um eine kombinierte Wirt-

schaft gehandelt hat (Fernweidewirtschaft und Ackerbau), so muß die Fernweidewirtschaftsform dominiert haben.

Als Beweis für den Rückzug ins Gebirge führt man die Höhenlage der Siedlungen an. Ohne Rücksicht, daß damit das frühere Bestehen der Siedlungen in den Tiefländern nicht bewiesen wird, sollte man feststellen, daß überlieferte höhere Siedlungen der Fernweidewirtschaft und der kombinierten Übergangslandwirtschaft entsprechen.

In dem dalmatinischen Teil der Adriaseite ist das Dinarische Gebirge der Sicherheitsraum seit Jahrhunderten, doch die Siedlungen haben sich in den Mittelhöhen gehalten und zwar wegen der Viehwirtschaft. Aus diesen Siedlungen findet teilweise Abgang in Richtung Ebene (Polje), in Fällern, wo die Agrarwirtschaft eine Existenz sichern konnte, oder Auswanderung in die Städte an die Küste und entlang der Verkehrslinien statt. Zugleich wird die Viehzucht ganz oder nur teilweise aufgegeben, wie z. B. dort, wo man nebenbei noch einige wenige Stück Vieh hält.

Die Tatsache, daß das komplizierte geographische Bild SE-Europas den Agrarwert des Bodens widerspiegelt, ist geographisch sehr bedeutend für die großen Veränderungen im Vergleich zur Vergangenheit. Der Kampf um Agrarflächen ist entschieden; es ist heute schwer zu verstehen, daß vor 100 Jahren den Bulgaren Rumelien bzw. das Maricatal streitig gemacht wurde. Um die Ebenen Makedoniens kämpften Bulgaren, Serben und Griechen, wobei die Makedonier selbst schlecht abgeschnitten haben (H. R. WILKINSON, 1951). Die Aromunen oder Zinzaren, noch Anfang dieses Jahrhunderts führende Viehzüchter, bekamen kein Land und verschwanden daher in den Städten oder vegetierten in Resten im Gebirge. Die Ziehung politischer Grenzen und die Agrarwirtschaft in der Ebene setzten der Fernweidewirtschaft ein Ende.

Der Übergang zu Ackerbau und Dorfleben bringt radikale Veränderungen mit sich, die sich von dem Mosaik des „türkischen Europa“ grundsätzlich unterscheiden.

Die Isolierung und die Natur der Viehzuchtgesellschaft begünstigten die spezifische Entwicklung und die Erhaltung der Unterschiede. Die Selbsterhaltungssorge und die Abhängigkeit dritten gegenüber erlaubten nur lose Kontakte und verminderten die Gefahr des Zusammenstoßes während der Überwinterung. Die autarkische Wirtschaftsform war ein Isolationsfaktor. Der Zug in die Ebene und die Bindung an Eigentum förderten nähere Kontakte mit dem Nachbarn, Zusammenstöße und Normalisierung. Die Form des neuen Lebens verlangt Zusammenarbeit und Austausch. Die vorhandene Buntheit und spätere Zusammenstöße sind so eindrucksvoll gewesen, daß sie noch heute die Vorstellung SE-Europas beherrschen, obwohl die Verhältnisse grundsätzlich anders geworden und neue Erscheinungen dazu gekommen sind.

Ausgesprochen ärmlich und entbehrungsreich war das Leben der Viehzüchter. Die Erschöpfung der Eltern machte sich in der kleinen Kinderzahl bemerkbar. Die Kindersterblichkeit war groß, der Rest wurde durch schwere Arbeit und Armut weiter reduziert; Naturkatastrophen und Seuchen taten ein übriges.

Das Leben im Dauer-Wohnsitz, bessere Ernährung und die Wirkung hygienisch-sozialer Maßnahmen, spiegelten sich in der demographischen Explosion, die durch die Sorge um höheren Lebensstandard zurückgedrängt wird. Die ge-

genwärtigen Unterschiede in der demographischen Dynamik weisen auf neue Prozesse hin.

Mit der Agrarwirtschaft und der allgemeinen Entwicklung entstehen neue Verkehrsverbindungen und der Handel entwickelt sich. Durch diesen Prozeß sind sehr schnell städtische Zentren entstanden. Die Städte sind nicht nur das Produkt schon entfalteter Funktionen, sondern in sie strömen viele, denen das Arbeitsangebot der Stadt die einzige Verdienstmöglichkeit bietet; ein spezifisches Problem der Entwicklungsländer im allgemeinen.

Nach den Beispielen und Erfahrungen in anderen Ländern der europäischen Halbinsel treten die neuen sozio-wirtschaftlichen Prozesse auch in Südosteuropa auf. Durch den wirtschaftlichen Profit und auf der Suche nach mehr Annehmlichkeiten gewinnen die Küsten der europäischen Halbinsel eine neue und große Bedeutung. Auch Südosteuropa strebt danach, die eigene Meeresküste in Wert zu setzen. Der Raum, der ursprünglich in Reliefeinheiten eingezwängt war, orientiert sich zum Meer und zur Weltgemeinschaft und beteiligt sich damit das erste Mal am Geschehen im übrigen Europa. In diesem Bestreben kommen allerdings auch eigene spezifische Probleme zum Ausdruck.

Die neuen politischen Einheiten Südosteuropas umfassen viele besiedelte Ebenen und Tallandschaften, zwischen denen die historisch wichtigen Gebirge eine Rolle der Verkehrsbarrieren spielen. Das gemeinsame Leben und der Zugang zu Meeresküsten und zum Weltverkehr verlangen die Beseitigung bzw. Überwindung dieser Hindernisse. So ist es für Jugoslawien lebenswichtig, Wege durch das Dinarische Gebirge zu schaffen, ähnlich wie die Beziehung Bulgariens zur Stara Planin, Rumäniens zu den Karpaten; diese Aufgabe ist besonders schwer für das kleine und wenig entwickelte Albanien. Neue Durchgangswege nutzen die ehemals gemiedenen „Jammernden Schluchten“ der Fernweidewirtschaft! Auch die Hochweideplateaus bekommen neue Bedeutung und die Hügellandschaften werden besonders attraktiv. Die Phase der „In-Wert-Setzung“ der natürlichen Grundlage nach den Bedürfnissen und Wünschen der entwickelten Gesellschaft tritt deutlich hervor.

Das neue Geschehen in Südosteuropa ist mit dem der übrigen Halbinsel verbunden, die Prozesse sind zwar mit Verspätung eingetreten, wickelten sich dafür aber schneller ab; der Konflikt zwischen den treibenden und hemmenden Kräften spiegelt sich in heftigen Erschütterungen, seien sie sozial, wirtschaftlich oder politisch. In Südosteuropa sind noch Verhältnisse rezent, die in anderen Teilen unserer Halbinsel bereits verschwanden.

LITERATUR

- BEUERMANN, A. : Fernweidwirtschaft in Südosteuropa. Ein Beitrag zur Kulturgeographie des östlichen Mittelmeergebietes. Braunschweig, 1967
- BOUÉ, A. : La Turquie d'Europe, Wien 1952.
- BOUÉ, A. : Recueil d'itinéraires dans la Turquie d'Europe. Wien 1854.
- CHATAIGNEAU, Y. : Les pays balkaniques. Géographie universelle, T. VII. Paris 1934
- CVJIČ, J. : La Péninsule Balcanique. Paris 1918.
- FISCHER, T. : Die Südosteuropäische (Balkan) Halbinsel; in Kirchhoffs Länderkunde von Europa. Wien-Prag-Leipzig, 1893.
- GROSS, H. : Südosteuropa. Bau und Entwicklung der Wirtschaft. Leipzig 1937.
- GURLITT, H. D. : Gehört der Balkan zum Mittelmeergebiet? Erdkunde 4, Bonn 1950, S. 88-102. (Hier ist die betreffende deutsche Literatur angegeben.)
- HASSINGER, H. : Lebensraumfragen der Völker des europäischen Südostens. Lebensraumfragen 1. LPZ. 1941. S. 588-613.
- IRMIE, C. : Das Hirtenwesen der Rumänen. Forschungen in der Marginimea Sibiului bei Herrmannstadt (Sibiu). Südosteuropastudien, H. 7, München 1965.
- KAYSER, K. : Jugoslawien. Ein Beitrag zur länderkundlichen Analyse eines Staatsgebietes, Festschrift Erich Obst zum 65. Geburtstag, Remagen 1951.
- MAULL, O. : Einheit und Gliederung Südosteuropas. Leipziger Vjschr. für Südosteuropa. B. 1, H. 4. 1938, S. 2-20.
- ROGLIĆ, J. : Die geographische Lage und ökonomische Entwicklung Jugoslawiens (kroatisch mit Zusammenfassung im Französischen). Geografski glasnik, XI-XII, Zagreb, 1950, S. 11-26.
- ROGLIĆ, J. : The geographical Setting of medieval Dubrovnik. Geographical Essays on Eastern Europe. Russian and East-European Series, V. 27. Indiana University Publications, Bloomington 1961, p. 141-159.
- WEIGAND, D. : Die Aromunen. B. I-II, Leipzig 1894-5,
- WILKINSON, H. R. : Maps and Diagrams. A review of the ethnographic cartography of Macedonia. Liverpool 1951.
- ZEUNE, A. : Gea. Versuch einer wissenschaftlichen Erdbeschreibung. Berlin 1808.

RESUMÉ

Les Montagnes, Berceau Historique dans l'Europe SE

L'espace triangulaire de la péninsule européenne est imprégné par les influences maritimes à travers la façade atlantique; de cette côté est avancée la valorisation des priorités péninsulaires. Dans l'angle SE de la péninsule pénètrent les influences continentales et les qualités méditerranéennes sont limitées aux zones côtières assez étroites. Le processus socioéconomiques, venus du littoral atlantique, se sont manifestés assez tard dans le SE. Dans l'Europe SE sont inclus l'Hongrie, la Roumanie, la Yougoslavie, la Bulgarie et l'Albanie.

Le long passé du SE est caractérisé par la vie lourde des pasteurs transhumants. Les point de gravité était dans les montagnes, où la vie se déployait pendant l'été. Le démenbrement spacial se reflétait dans la diversité ethnique, laquelle a surpris les premiers explorateurs et influence les opinions générales contemporaines, malgré que les rapports soient bien changés.

Les vallées et les plaines prennent la priorité par la révolution agraire, accompagnée de la libération du joug turc. Les conflits, tragiquement compliqués par les influences extérieures, caractérisaient la colonisation agraire et l'organisation territoriale. Le contact et l'adaptation sont suivis par le processus de rangement dans la communauté européenne.

Le rôle d'isolement des barrières montagnardes s'élimine graduellement. La récente et complexe valorisation des côtes maritimes intensifie les contacts et fait sentir aussi dans le secteur SE les avantages de la vie contemporaine dans la péninsule européenne.

KULTURGEOGRAPHISCHE LEITLINIEN IN DER NATURLANDSCHAFT DES ZÜRCHER OBERLANDES

Mit 1 Abbildung

EMIL EGLI

In dankbarer Erinnerung an den Herbsttag 1968, da ich die ehrende Freude hatte, Carl Troll in unbekanntere Winkel des Zürcher Oberlandes zu führen, und das Gespräch sich den Spillways im Tössgebiet zuwandte.

Das Zürcher Oberland ist eine kleine Region der Schweiz, von den 171 zürcherischen Gemeinden rund 25 umfassend, mit Anteil der Kantone Thurgau und St. Gallen an dem geomorphologisch ausscheidbaren Raum. Selbst von den nicht-zürcherischen Schweizern eher wenig beachtet, ist es im Ausland praktisch unbekannt. Auch die stadtzürcherische Jugend drängt mehr in die nahen Alpen, welche stärkere Höhenkontraste für Bergsteiger und Skifahrer bieten. Erst in jüngerer Zeit wurde das Zürcher Oberland, vor allem sein eigentliches Berggebiet, als Erholungslandschaft der Großstadt, in Griffnähe einer Autostunde, zum nun sehr beachteten, regionalplanerisch wie naturschützerisch diskutierten Raum, zum Lebensraum der nicht mehr nur bäuerlichen Inwohner, sondern auch der städtischen Anwohner. So ist es fast plötzlich für den Autowanderer, für den sonntäglichen Familienausflug ein sehr beliebtes Ziel geworden, das mit Wäldern und Tobeln im Tössbergland durch die motorische Distanzverkürzung in unmittelbarer Stadtnähe noch ursprungsnahe landschaftliche Szenerie präsentiert.

In dieser kleinen Welt des Zürcher Oberlandes bietet sich aber der Wissenschaft bis in feinste intradisziplinäre Verzweigung eine erstaunliche Fülle von Fakten und Problemen. Die Tektonik der dislozierten Molasse bot den Profilzeichnern durchaus Knacknüsse. Stratigraphie und Erosionsgeschichte geben immer wieder zu Untersuchungen Gelegenheit. Die Volkskunde hat einen unerschöpflichen Katalog allein schon von Gegenwarterscheinungen im volkskundlich-soziologischen Spannungsfeld zwischen Bisherigem und Ansturm des Neuen zur Verfügung. Die Wirtschaftsgeschichte hat ihre bewegte Szenenfolge des Aufstiegs und katastrophalen Zusammenbrechens einer Reihe von wechselnden Hausindustrien. Darin kommt die Auseinandersetzung zwischen Autochthonem und hereingreifenden Impulsen der weltwirtschaftlichen Entwicklungsfolge zum Ausdruck.

Eine rauminterne Spannung wird ausgelöst durch die grundlegende Verschiedenheit der beiden hauptsächlichen Teillandschaften des Zürcher Oberlandes. Da ist die glazial bearbeitete flache Wanne des oberen Glattales, geteilt in die zwei Muldenzüge des Greifensees und des Pfäffiker Sees, außerdem kleingegliedert durch die klassische Drumlinlandschaft. Daneben liegt — populär oft als Zürcher Oberland im engeren Sinne aufgefaßt — das Tössbergland, die ausgesprochene Fluviallandschaft. Es ist der Typus einer reif zertalten Landschaft mit tief einprojiziertem, engmaschigem Flußnetz, dem dichtesten Flußnetz der Schweiz. Die beiden Landschaften sind in jeder Hinsicht verschieden; es sind ausgesprochene Landschaftsindividualitäten, wie geomorphologisch bereits angedeutet. Sie sind auch klimatisch-pflanzlich und wirtschaftlich-soziologisch verschieden. Fehr-

altorf (536 m ü. M.) hat 1127 mm Niederschlag pro Jahr; Sternenberg (880 m ü. M.), mitten im Tössbergland, aber nur 12 km entfernt, hat 1342 mm. Grüningen (488 m ü. M.) meldet seine für das zürcherische Mittelland durchaus regulären 1203 mm, der nahe Bachtel (1120 m ü. M.) jedoch 1635 mm.

Das Glattal, als breiter Durchgangskorridor vom oberen Zürichsee zum Zürcher Unterland, ist von gestreckten Straßen durchzogen. Es ist der Raum verstädternder industrieller Dörfer, wo sich erstaunlich früh sozialpolitische Fürsorge entwickelte. Das innere Tössbergland ist das Schulbeispiel der Streusiedlung von Höfen und Weilern. Erosions- und Schichtterrassen sind die häufigen siedlungsfreundlichen Leisten in der enggekammerten Welt der waldigen Tobel. Es ist noch weitgehend Hirtenland mit voralpinen Lebens- und Kulturercheinungen. Nach Jahrzehnten der Land- und Landwirtschaftsflucht der Bevölkerung hat es nun allerdings auch seine Probleme der Einpassung in die Umbruchsituation unserer Jahrhunderthälfte und ist wohl gezwungen, eine Lösung in der bewußter organisierten Erholungslandschaft für den benachbarten Industrieraum des Glattales, in den die Großstadt Zürich beharrlich vordringt, zu suchen. Als Erholungslandschaft ist nicht ein Naturschutzpark gemeint, sondern ein weiterhin bäuerlich bewirtschafteter aber vor Zersiedlung bewahrter Lebensraum.

Damit ist angedeutet, daß die beiden Teillandschaften durch viele Zweige der „Earth- and Human Sciences“ ihre Verschiedenheit haben und ihre Forschungsprobleme bieten. Zugleich soll der nichtschweizerische Leser in den Raum unserer kurzen Abhandlung eingeführt sein.

Das kleine Zürcher Oberland mit seinem Doppelantlitz schließt aber nicht nur eine Fülle, sondern auch überraschende Spannweiten landschaftskundlicher Probleme in sich. Was anderswo in weite Räume gedehnt ist, das bleibt hier in die Enge konzentriert. Die geographische Problematik hat sozusagen ihren Maßstab.

Da ist zunächst die Naht zwischen den beiden Landschaftsindividualitäten: Der Westfuß der Allmann- respektive Bachtelkette, das heißt also zugleich der rechte Rand des oberen Glattales. Seine Gestrecktheit ist in jeder Karte unverkennbar. Die Straffheit muß auf die tektonische Erstanlage des Glattales, den breiten südost-nordwestlich verlaufenden Grabenbruch im Molasseland bezogen werden. An der Gestrecktheit dieser markanten Strukturlinie änderte die erosions- und ablagerungsgeschichtliche Entwicklung im wesentlichen nichts mehr, weder zur Zeit des alten Linthlaufes durch diesen Talzug noch während der glazialen Modellierung. Der Landschaftsnaht folgt ein 20 km langer, straffer Straßenzug mit der Dörferkette Illnau-Fehraltorf-Pfäffikon-Kempton-Hinwil, um nur die größeren zu nennen. Es war schon eine römische Straße, nordwärts nach Vitodurum (Oberwinterthur) biegend und in die Verbindung Basilia-Arbor Felix (am Bodensee) einmündend. Südwärts bog sie ab nach Centoprato (Kempraten am Zürichsee), zielte weiter zum Walensee und zu den Bündner Pässen: Julier, Septimer, Maloja. Das Stück der Römerstraße, das (um 1840) bei Pfäffikon angeschnitten wurde, besaß ein Steinbett von 3 m Breite.

Gleichsam eine „Via Emilia“ in der Maxima Sequanorum, dem römischen Helvetien, geht durch das Zürcher Oberland, eine Via Emilia von helvetischem Kleinformat, aber ebenso landschaftlich vorgezeichnet wie die große Konsularstraße am straff gestreckten Fuß des Apennins. Leitlinie ist der Trennstrich

zweier Landschaften. Die heutige italienische Autobahn, die zürcherische Landstraße, sie folgen ihrer römischen Vorläuferin mit der gleichen Konsequenz.

Der römische Straßenzug des Zürcher Oberlandes belegt seine Bedeutung durch das Kastell Irgenhausen am Pfäffiker See. Das Römerkastell, um 294 unter Diokletian angelegt, beherrscht eine beachtliche Stelle der frühgeschichtlichen Verbindungslinie. Die Flanke der Bachtelkette biegt hier mit steilerem Gefälle etwas gegen den See aus. Lauf und Raffung der Isohypsen zeigen es an. Orts- und Flurnamen — Unter Balm, Schnabel, Tannenberg, Halden — bestätigen es. Der See besitzt eine breite Verlandungszone. Das Ufer bog in römischer Zeit nach Osten, gegen den Bergfuß, aus. Seeufer und Bergflanke bildeten einen Engpaß. Darin liegen fünf Drumlins, einige „Außenseiter“ der im Prinzip westlich und südlich des Sees weit sich dehnenden Drumlinflur. Der höchste der Engpaß-Drumlins ist der Bürglen mit 25 m Höhe, darauf sitzt die Kastellruine. Die strategische Situation der Nahtstelle ist trotz ihren lokalen Dimensionen imponierend. Der Stützpunkt und Wachposten ist naturgegeben. Die Sicherung des straffen Straßenzuges war „durch Natur und Kunst“ gewährleistet.

Die Trennlinie zwischen der Glaziallandschaft, der See- und Drumlinlandschaft einerseits und der fluvialen Landschaft des Tössberglandes andererseits, hat nicht erst die Römer angezogen. Zahlreiche Grab- und Einzelfunde der Latène-, der Hallstatt- und der Bronzezeit belegen das andauernde Interesse von Siedlern an der Landschaft. Das Neolithikum ist durch vier Pfahlbauten am Pfäffikersee vertreten, drei bei Irgenhausen-Pfäffikon, die vierte am Südufer bei Robenhausen. Sogar das Mesolithikum dokumentiert sich durch bearbeitete Feuersteine. Zum Teil sind es Fundobjekte — im engeren Raume von Pfäffikon — die eine hohe handwerkliche Meisterschaft erkennen lassen, wie zum Beispiel ein außergewöhnlich schönes Bronzemesser um 1000 v. Chr. oder unter den Funden des Pfahlbaues Irgenhausen die sechs Fragmente eines gemusterten Stoffes, der in seiner Kulturstufe vollkommen überraschend ist: Es handelt sich um „Stücke des einzigen ornamentierten Stoffes, der sich in Europa aus der Jungsteinzeit erhalten hat“ (VERENA BODMER-GEßNER).

An der Leitlinie der Landschaft kristallisierte sich im Laufe der Zeit Kultur. Am Straßenzug, dessen landschaftsbedingte Permanenz offensichtlich ist, wachsen sich heute die Dörfer entgegen. Es erinnert an die Kulturlinien am Vogesen- und am Schwarzwaldfuß in der Oberrheinischen Tiefebene. Es erinnert an die Siedlungsketten der Berührungslinie von Marschen und Geest. Scheidelinien von Landschaftsindividualitäten sind zugleich — „challenge and response“ (TOYNBEE) — Verdichtungsnaht der menschlichen Interessen.

Parallel zum oberen Glattal verläuft zwischen Bachtel- und Hörnlíkette das obere Tösstal, und wiederum östlich hinter der Hörnlíkette das obere Thurtal. Es ist keine genaue Parallelität. Täler und Ketten zeigen nordwärts leicht geöffneten Verlauf, gleich Rillen und Rippen eines leicht geöffneten Fächers. Es handelt sich um einen Teilsektor des großen ostschweizerischen Tälerfächers von der Limmat bis zum St. Galler Rhein, nach RUDOLF STAUB um die in die Tiefe projizierten Deltaarme des Urrheines.

Thurgletscher und Glattalzweig des Linthgletschers haben den beiden größeren Tälern ihre glaziale Ausgestaltung vermittelt. Auch durch das engere Tösstal muß zeitweise ein Eisstrom gegangen sein. Spätrißeiszeitliche Rückzugsmoränen, zum Beispiele zwischen Wildberg und Turbenthal, und die letzt-

eiszeitliche Moräne des Zürich-Stadiums bei Gibswil zeigen es an. Im übrigen diente das Tösstal als Sammelrinne für die Schmelzwasser der beidseitigen grossen Rhein- und Linthgletscher (SUTER/HANTKE). Das engere Tössbergland blieb immer Nunatakgebiet; selbst im Rißmaximum ragte die Kreuzegg-Schnebelhorn-Hörnli-Gipfelflur aus dem Inlandeis.

Zwischen den drei Längstälern — Längstäler im Sinne des allgemeinen Wasserablaufes des nordwest-geneigten schweizerischen Molasselandes — gibt es die Querverbindungen, die im Ausbau des ostschweizerischen Straßennetzes eine große Bedeutung erlangt haben. Aber sie waren schon in der Vergangenheit natürliche Verbindungskorridore zwischen den Haupttalzügen. Das sind Trockentäler. Nur kleine Wasseradern liegen darin, die einst Mühlen oder Sägewerke angetrieben haben. Ihre ehemals typischen Riedlandschaften sind drainiert. Die Breite und Trogform ihrer Querdurchgänge durch das Bergland läßt sie als glaziale Überlaufflächer erkennen, als Spillways.

Die Eintiefung der Querverbindungen ist sehr verschieden. Um jungpleistozäne Transfluenzpässe handelt es sich bei dem unmittelbar benachbarten Ricken und der im innersten Tössbergland liegenden Hulftegg. Aus dem Gebiet des Zürcher Obersees strömte Lintheis auch zur Würmzeit über den Ricken. Die Transfluenz ist im Toggenburg belegt durch Glarner Erratikum. Die Transfluenz über den Hulfteggpaß (ca. 960 m), Verbindung von Bütschwil im Toggenburg (Thurtal) nach Steg im Tösstal, wird von ANDRESEN in die Rißzeit gelegt. Von diesen Paßübergängen soll aber fürderhin nicht die Rede sein.

Auch bei den Quertälern könnte zum Teil noch von sehr flachen Paßübergängen gesprochen werden, so beim Durchgang von Kempten-Wetzikon (560 m) über Bäretswil auf 712 Meter nach Bauma (638 m) im Tösstal. Mit nur 100 Meter Steigung führt das Hittnauer Trockental von Pfäffikon nach Saland im Tösstal. Ähnlich ist die Höhendifferenz von Fehraltorf im oberen Glattal über Russikon, Wildberg ins Tösstal. Und vollkommen flach vermittelt das Bichelseetal zwischen Turbenthal an der Töss und Sirnach-Wil nahe der Thur. An der morphogenetischen Arbeit ist hier vor allem auch das zwischeneiszeitliche und interstadiale Wasser beteiligt. Die Großmodellierung besorgte die Eisströmung. „Von Turbenthal tössabwärts finden wir auf der rechten Talseite vorwiegend Rhein- und Thur-Erratikum, was auf einen Vorstoß des Bodensee-Rheingletschers durch die Bichelsee-Talung ... hinweist“ (SUTER/HANTKE). Aus dem Glattal stießen würmzeitliche Eisarme des Linthgletschers ostwärts gegen das Tösstal vor. Deutlich und allgemeiner bekannt ist der Moränenwall bei Neuthal-Bliggenswil, welcher die nahe an die Töss vorgeschobene Eisfront des von Kempten-Wetzikon durch das Bäretswiltal vorgedrungenen seitlichen Eislappens bezeichnet. Aber zu den die Quertäler gestaltenden Kräften gehören nicht allein die beidseits einer ehemals höheren Wasserscheide ab rinnenden Wasser und die Eisarme des Thur- und des Linthgletschers; es ist auch an endogenen Einfluß zu denken. Zu den Längsbrüchen des oberen Glattales gehören Querbrüche, welche als erste und bestimmende morphogenetische Anregung die Lage der Verbindungskorridore quer durch die Bachtelkette vorzeichneten. Sie sind als „beobachtet“ und „vermutet“ in die geologischen Karten eingetragen. Ihre Vermutung drängt sich allein schon durch die teilweise markant straffgestreckten Abschnitte dieser Quertäler auf.



Abb. 1: Reliefkarte des Zürcher Oberlandes
 Maßstab ca 1:220 000

Im SW-Sektor das obere Glattal; Glazial überschiffene Landschaft mit ausgeprägter Drumlinflur vor allem südlich des Pfäffiker Sees. Straffe geomorphologische Trennlinie gegen das Tössbergland. Über der unteren Bildrandmitte markante Rippenlandschaft der dislozierten Molasse. Am östlichen Kartenrand das obere Thurtal (Toggenburg). Breit, diagonal durch das Kartenbild greifend: das Tössbergland i. w. S., vom Rickenpaß in der SO-Ecke bis Winterthur am äußersten NW-Punkt. Es ist geteilt durch das ebenfalls diagonal gerichtete Tössstal in die westliche Region der Bachtel- oder Allmannkette und das östliche Hörnlibergland, wo die reife, fluviale Gestaltung besonders beispielhaft zum Ausdruck kommt.

Seit dem Straßenausbau haben die Quertäler des Zürcher Oberlandes ihre neue Aktualität erhalten. Sie sind Korridore durch das an sich verkehrshemmende Tössbergland im Verkehr Zürich-St. Gallen geworden. Dem Automobilisten ist der Umweg über Winterthur erspart. Er benützt die Route Zürich-Pfäffikon-Hittnau-Saland, dann tössstalabwärts bis Turbenthal und weiter durch das Bichelseetal nach Wil-St. Gallen. Wer auf Karten und Wegweiser achtet, wählt die noch gestrecktere Route, zweigt bereits in Fehraltorf in das Quertal von Russikon-Madetswil ab und gelangt über Wildberg ebenfalls nach Turbenthal und direkter zum Bichelseetal. Den erwähnten, wahrscheinlich bruchtektonisch bedingten, gestreckten Quertalabschnitten entspricht die Straffheit der Straßenzüge. Wenige verkehrsflüssig gezogene Kurven heben den Fahrer über die geringen Höhenunterschiede auf die breit gemuldeten Hochflächen der Trockentäler.

Daß aber auch schon der Pferdewagenverkehr vergangener Jahrzehnte und des letzten Jahrhunderts selbstverständlich die Straßen der Quertäler reichlich benützte, das zeigen die altherwürdigen Gasthöfe der Abzweigstellen. Sie stehen meistens beherrschend direkt in der Straßengabel oder dann in ihrer unmittelbaren Nähe und sind in ungebrochenem Baustil, oft sorgfältig renoviert, mit handwerklich gepflegten Aushängeschildern, autochthon-architektonische Schmuckstücke ihrer Dörfer: in Bauma, Saland, Turbenthal, Fehraltorf, Kempten, Pfäffikon (wo erst kürzlich der abzweigungsnächste der alten Gasthöfe zugunsten eines neuen Geschäftshauses abgebrochen wurde). Der Kutschenverkehr ver-

In SW-NO-Richtung greifen durch das Tössbergland breite mehr oder weniger eingetieftete Quertalrinnen; es sind Transfluenztröge, glaziale Spillways. Vor allem in die Augen springend: das Hittnauer Trockental vom Nord-Ende des Pfäffiker Sees zum Tössstal (quer durch die Bachtelkette) und, weiter nördlich, das Bichelseetal vom Tössstal in die Thurregion (quer durch das Hörnlibergland).

W-O-Route am Nordrand der Karte:

Wth/Ober Winterthur - E/Elgg - S/Sirnach - Wl/Wil (Thurtal)

Tössstal (talaufwärts), diagonal in der Karte:

K/Kollbrunn - R/Rikon - Z/Zell - T/Turbenthal - W/Wila - Sa/Saland - Ba/Bauma - St/Steg (nördlich davon der zentrale Gipfel des Tössberglandes H/Hörnli 1133 m ü. M.)

N-S-Route im SW-Sektor der Karte:

(Winterthur-) I/Ilinau - F/Fehraltorf - P/Pfäffikon - KI/Kastell Irgenhausen - Ke/Kempten - Ka/Kempratzen (östlich Hi/Hinwil B/Bachtel 1115 m und A/Allmann 1076 m ü. M.)

Die Querverbindungen durch den W-Teil des Zürcher Oberlandes:

I/Ilinau - Ag/Agasul - We/Weisslingen - K/Kollbrunn

F/Fehraltorf - Rs/Russikon - M/Madetswil - Wi/Wildberg - T/Turbenthal

I oder F - Ru/Rumlikon - Te/Teilingen - We - K

P/Pfäffikon - Ha/Hittnau - Sa/Saland

Ke/Kempten - Bä/Bäretswil - Ba/Bauma

Die Querverbindungen durch den O-Teil des Zürcher Oberlandes:

T/Turbenthal - Bs/Bichelsee (Dorf, nahe nordwestlich der See) - S/Sirnach - Wl/Wil

Paßübergänge:

Nahe östlich St/Steg Hulftegg (953 m ü. M.), führt in das Thurgebiet. Ri/Ricken (790 m ü. M.), Verbindung Zürichsee - Toggenburg (Ob. Thur)

*Schauenberg (891 m ü. M.) zwischen T/Turbenthal und E/Elgg, nahe westlich Sch/Schlatt und nördlich H/Hofstetten.

gangener Generationen, die Kornfuhrn für die Mühlen des Hirtenlandes, der Rohstoff- und Fabrikattransport der im letzten Jahrhundert von der gestreuten Heimarbeit immer stärker und dorfkonzentrierter zur Fabrikarbeit sich entwickelnden Textilindustrie benützte das gesamte längs- und quengerichtete landwirtschaftsgegebene Verbindungssystem. Die Industrie des Tössstales war wesentlich zum Glattal und nach Zürich orientiert und die während weniger Jahrzehnte vor dem ersten Weltkrieg blühende Stickerei nach St. Gallen.

Die im Zusammenhang mit den Gasthöfen erwähnten Dörfer der Verkehrs-längslinien — im Tösstal und an der Römerstraße des Glattales — geben sich als alte, lokale Verkehrsknoten zu erkennen. Aber noch mehr Dörfer des Tössstales müssen nach diesem Gesichtspunkt geprüft werden. Steg, oberhalb Bauma, ist der Endpunkt des Hultteggpasses aus dem oberen Thurtaal. Wila, zwischen Saaland und Turbenthal, liegt am Ausgang eines Spillways von sekundärerer Bedeutung aus dem Raume Pfäffikon. Daß es sich aber zweifellos ebenfalls um einen Transfluenzkorridor handelt, zeigt nicht allein die breite Wanne des Hochtalabschnittes bei Gündisau-Schalchen, sondern ist auch beiderorts durch würmzeitliche Moränen belegt. Wila liegt außerdem innerhalb der rifzeitlichen Rückzugsmoräne bei Turbenthal. Auch bei Kollbrunn mündet eine Quertalung ins Tösstal aus. Eislapen aus der Region Fehraltorf-Illnau modellierten zwei breit gerundete Durchgänge gegen Weisslingen (knapp hundert Höhenmeter über Kollbrunn), von wo die würmmaximale Eisfront bis nahe gegen die Töss vorstieß. Von Kollbrunn über Weisslingen führt darum der eine Straßenzug via Theilingen-Rumlikon nach Fehraltorf und der andere via Agasul nach Unter-Illnau. Mit nur vereinzelt Ausnahmen haben alle größeren Dörfer des oberen Tössstales und die größeren Dörfer der Glattal-Römerstraße bis Kempten (lateinisch Cambiodunum) ihren Quertalanschluß. Mit straffer Konsequenz sind die Kristallisationskerne der Kultur in die Naturlandschaft geordnet. Das Bergland, in seiner ausserordentlichen Coupiertheit, ist, wie schon angedeutet, eine Typenregion der Streusiedlung von Höfen und Weiern. Größere Orte liegen mit guter Regelmäßigkeit in den Quertalwannen.

Auch im Laufe der Geschichte konnten die Leitlinien der Naturlandschaft immer wieder zum Ausdruck. Die engmaschige, reife Zertalung und die dichte Waldbewachsung der postglazialen Urzeit retardierten den Einzug und die Kulturentwicklung des Menschen im Tössbergland. Mühsam und noch immer weiterforschend ertastet die Geschichte die Anfänge der Besiedlung. Großartig aber steht vor uns ein frühgeschichtliches Kulturbild am Glattalrand: die neolithischen Pfahlbausiedlungen (4000-1800 v. Chr.) am Pfäffiker See. Die Funde sind reichlich: Feuersteine, Knochen, Steinbeile, Mühlen, Getreide, Stoff-Fragmente. Zeitgleiche Ansiedlung „könnte man in den Sumpfgenden des Bichelsees vermuten; entsprechende Funde bei Aadorf scheinen es zu bestätigen“ (HANS KLÄUI). Hier ist zu erinnern an das hochentwickelte textile Kunstgewerbe der Stoffe vom Pfahlbau Irgenhausen, gefunden 1865 durch den berühmten, bereits vorbildlich exakt arbeitenden Pfahlbauforscher JAKOB MESSIKOMMER. „Der Grundstoff bestand aus naturfarbenem Leinengarn, in welchem während des Webens auf dem Webstuhl lose Fäden in mindestens zwei bunten Farben eingearbeitet wurden . . . Bei dem Muster dieses Stoffstückes aus Irgenhausen wechseln miteinander grosse ausgefüllte Dreiecke mit horizontalen, gemusterten Bändern ab. Da die einzelnen Motive noch Innenzeichnung aufweisen, mußten Dutzende von bunten Fä-

den gleichzeitig mit dem Schuß eingearbeitet werden. Die technische Vollkommenheit dieses gemusterten Stoffes überrascht selbst Kenner der Kulturstufe und zeigt uns die große Geschicklichkeit der damaligen Hersteller" (VERENA BODMER-GEßNER). Ist solche textile Hochkunst (vorläufig einmalig im bisherigen europäischen Fundinventar) denkbar in absoluter Isolierung? Ist dazu nicht weitgespannte kunstgewerbliche Beziehung nötig? War eine Beziehung da zum Beispiel auch zu den Siedlern von Aadorf, zu den Pfahlbauten am Bodensee — durch die tief eingeschnittenen Naturkorridore von Hittnau und vom Bichelsee?

Auch später, Bronze-, Hallstatt-, Latènezeit, ist die Verteilung der Funde in der Landschaft beachtenswert. Eine besonders große Gruppe von Grabtumuli fand sich zwischen Fehraltorf und Pfäffikon. Bronzezeitliche Töpferei, Bronzering, Bronzekessel, ein Skelett, Kohlen von Buchen- und Fichtenholz — „es muß sich um Leichenverbrennung gehandelt haben" — sind charakteristische Funde. Das Randfragment eines Bronzekessels zeugt für den sogenannten Barockstil der älteren Eisenzeit. Im Jahre 1895 wurde an der Hittnauerstraße bei Pfäffikon ein Grab ausgehoben mit 25 großen Urnen. In der zentral stehenden Urne lagen ein dünnes Rasiermesser mit Gravur und das Prunkstück eines Bronzemessers von 30 cm Länge; ein elegantes handwerkliches Meisterstück aus der Zeit von 1000–800 v. Chr. Als hinweisreicher Einzelfund wurde 1942 aus dem westlichen Sumpfufer des Pfäffikersees eine Kleiderfibel gehoben. Sie ist aus Bronze und gehört der Zeit um 600 v. Chr. an. Die guterhaltene Schlangenfibel hat Fundparallelen nicht allein nördlich der Alpen, sondern auch in Oberitalien. An der Chur-Chiavenna-Route, im Oberhalbstein, „wurden und werden noch immer Fibeln und Keramik aus der Bronze- und Eisenzeit gefunden" (RUDOLF TÖNJACHEN). Ein „reger Durchgangsverkehr" ist überzeugend schon für die Bronze-, Hallstatt- und Latène-Zeit (also seit ca. 1500 v. Chr.) gesichert. Es ist die berühmte römische und bereits urgeschichtliche Julier-Septimer-Route. Der Gedanke, den Pfäffikerfund an die große, alte Kulturtauschlinie, die spätere Straße der Römer, anzuknüpfen, ist naheliegend. Am Fuße der sonnigen Flanke der Bachtelkette, an der natürlichen glattaler Kulturleitlinie, muß sich früh ein dauerfähiger Zweig der kulturellen Weltströmungen festgeklammert haben. Daß daran die landschaftliche Magie des Sees zu verstärkter Wirkung kam, ist leicht verständlich.

Zweihundert Höhenmeter über Pfäffikon stand ein Dolmen, der in der Mitte des letzten Jahrhunderts für einen Hausbau gesprengt wurde. Dieser Akzent keltischer Kultur lag über dem kleinen Terrassenort Wallikon, gleichsam im Keilbereich des Berglandes zwischen dem beginnenden Hittnauer Trockental und dem Eingang in die Hochtalwanne von Gündisau. Unweit des Dolmens wurde eine Münze gefunden, genau an der Stelle, wo heute über Pfäffikon Straßen sich verzweigen: in den Transfluenzzug Gündisau-Schalchen-Wila, in den Übergang Russikon-Madetswil-Wildberg-Turbenthal und in das Trockental Hittnau-Saland. Es ist „der schönste Fund aus keltischer Zeit" im Raume Pfäffikons: eine goldene Münze mit dem Kopf Philipps von Mazedonien im Profil, auf der Rückseite ein Zweigespann mit Schlangenvogel und griechischen Buchstaben, die den Namen „Philippos" erkennen lassen. Das Stück stammt aus dem Anfang der Verwendung gemünzten Geldes in Helvetien, aus dem 2. oder 1. Jahrhundert v. Chr.

Bei Russikon und in Weisslingen ist je ein Grab der Eisenzeit bekannt. Rus-

sikon liegt über Fehraltorf im Quertalzug Madetswil-Wildberg-Turbenthal und hat unmittelbare landschaftsliche (und heute Straßen-) Verbindung in die Quertalung der ehemaligen Eistransfluenz Fehraltorf-Rumlikon-Theilingen-Weisslingen-Kollbrunn. Die erwähnten, vorläufig vereinzelt Gräber liegen im System der Quertalungen des Zürcher Oberlandes.

Keltenspuren im Tössstal fehlen. Die Möglichkeit, daß solche der ehemals wildernden Töss und ihren häufigen Hochwassern zum Opfer gefallen sind, ist nicht ausgeschlossen. Hingegen leitet KLÄUI das urkundliche „Turbatun“ (Turbenthal) im Gegensatz zu HUBSCHMIED, der es auf ein rätisch-illyrisches Wort zurückführt, aus dem keltischen „Turbadunum“ ab. Zahlreiche keltische Ortsnamen, die auf -dunum (ursprünglich dunom) enden, bezeichnen befestigte Plätze. „Auffallend ist, daß Dunum-Orte oft am Wasser liegen, an einem Fluß oder See, die nach einer oder mehreren Seiten gegen Angreifer Schutz boten ... Auch sachlich scheint ein kleiner befestigter Ort der Helvetier an der Stelle, wo der Katzenbach aus dem Seelmattertale (Bichelseetal) in die Turba (Töss) einmündet, durchaus zu befriedigen“ (KLÄUI).

In römischer Zeit muß sich in der Gegend von Pfäffikon ein beziehungsreiches Leben gehobener Kultur festgesetzt haben. Vom Kastell war bereits die Rede. Aber schon vor dem Bau der militärischen Anlage stand auf dem betreffenden Drumlinhügel eine römische Villa. Und mehrere andere Gutshöfe müssen um den Seekopf gelegen haben, in der Regel auf den Hügeln, welche die Moränenlandschaft zur Verfügung stellt. Bäder, Warmluftheizungen, Wandmalereien, Mosaiken, Säulenhallen, Gärten zeugen vom Wohlstand an der großen Straße. Zahlreiche Münzen, vorwiegend des 3. und 4. nachchristlichen Jahrhunderts, Austernschalen, Keramik zeigen den weitreichenden Handel an. Unter den Scherben sind neben Produkten helvetischer Töpferzentren kostbare Importstücke gefunden. Scherben von Terra sigillata, wie sie auch auf dem Septimer ausgegraben wurden, belegen den Anschluß der Zürcheroberrländer Römerstraße an die damalige Kulturwelt. Solche zeitfixierende Gefäßreste beweisen, daß dieser Landschaftsraum, an der großen Nord-Südroute und an dem besonders bequemen west-östlichen Quertal zugleich gelegen, sehr rasch nach der Besetzung Helvetiens durch Caesar besiedelt worden sein muß.

Im Tössstal sind keine römischen Niederlassungen ausgegraben. Hingegen sind nun beachtenswert die bereits 1846 bei Wila (von Villa abgeleitet) entdeckten Bruchstücke von Terra-sigillata-Geschirren und die zwischen Wila und Turbenthal gefundene Bronzemünze aus der Zeit Valentinians I. (KLÄUI). Diese kulturhistorischen Fundmarken sind doch wohl kein Zufall. Sie sind kulturgeographische Wegmarken. „Die Luppmen (der Bach, der westwärts aus dem Hittnauer Quertal fließt) hieß früher logknow; log (lough) bedeutet in der keltischen Sprache Sumpfland“ (HEER). Vor Jahrzehnten noch lag im breiten Hittnauer Taltrog Riedland. Balchenstal, Mühlensiedlung am Rande des Quertales Pfäffikon-Saland, wird als „Ort der Walchen“, der Kelten, gedeutet (MEYER). Beziehung ins Tössstal hinüber ist keltisch da. Den Römern kann der bequeme Durchgang weder unbekannt noch uninteressant gewesen sein. Beachtenswert sind ferner in diesem Zusammenhang die römische Siedlung in der Speck an der Heerstraße zwischen Pfäffikon und Fehraltorf und eine römische Villa bei Weisslingen. Die römische Ansiedlung zwischen Pfäffikon und Fehraltorf lag vor den Eingängen sowohl zum Quertal über Weisslingen nach Kollbrunn wie zum Übergang Russikon-Wildberg

nach Turbenthal. Die Wahrscheinlichkeit eines römischen Kulturüberlaufes durch die Wannen der Elstransfluenz wird immer größer.

Nun ist der Blick aber noch auf Sirnach zu lenken. Der Ort liegt auf der Route Turbenthal-Bichelsee-Wil, vor dem Ausgang des breiten Bichelseetales in die Thurregion, das heißt also im weit gemuldeten Abzweigungsraum des Thurgletscherscherarmes, der durch das Bichelseetal ins Tösstal griff. Der Ortsname Sirnach ist keltorömisch. Eine Römerstraße zweiter Ordnung führte von Vitudurum in den weiten Raum der glazialen Verzweigungsgegend von Sirnach, daran „liegt das auf einer stattlichen Römersiedlung gegründete Elgg“ (KLÄUI). Diese Straße wird wohl kaum in Sirnach selber geendet, sondern eher zum südlichen Bodensee (Arbor Felix, Ad Rhenum) gezielt haben.

Von Vitudurum (Ober Winterthur), dem Knotenpunkt, gabelten zwei Römerstraßen das Tössbergland ein: Die wichtigere führte am prägnanten Westrand via Kastell Irgenhausen zu Julier und Septimer, die sekundäre Route nach Sirnach und wahrscheinlich ostwärts weiter zum südlichen Bodensee. Die erstere hat süd-süd-östliche Richtung, die zweite ost-süd-östliche. Das Tösstal liegt in dieser Straßengabel. Das Bedürfnis nach Querverbindung mußte vorhanden sein. Die Naturlandschaft bot die Überlauftäler, die glazialen Spillways, als bequeme Verbindungskorridore an. Sollten wirklich die Römer, diese ersten ernstlichen Kulturingenieure in der mitteleuropäischen Landschaft, diese Großplaner mit ihrem ausgeprägten Spürsinn für kulturfremdliche Landschaftselemente das Naturangebot nicht benützt haben? Im Sperrraum des Berglandes, in welchem den Erosionseinschnitten in der Regel der Charakter und Name des Tobels zukommt, muß den breiten Glazialdurchgängen kulturschleusende Wirkung zugekommen sein.

Turbenthal, das keltische Turbadunum, liegt im sperrenden Winkelraum der Straßengabel erstaunlich zentriert: Von allen umliegenden, großen glazialen Talräumen ist es je nur rund drei Wegstunden entfernt. Es ist zugleich naturgemäß mit ihnen verbunden. Nach Vitudurum, dem Knotenpunkt, führt nordwärts das Tösstal; durch die westliche Hälfte des Berglandes führen die Quertäler zur Kastellstraße in den Raum von Pfäffikon und durch das Bichelseetal nach Sirnach zur Oststraße von Winterthur. Die Querverbindung zwischen den beiden Römerstraßen über Turbenthal ist in der Landschaft straff vorgezeichnet.

Nun liegt zwischen Elgg (an der römischen Sirnacher Straße) und Turbenthal der Schauenberg, „wo man mit einem gewissen Recht eine römische Warte vermutet hat“ (KLÄUI). Er ist mit 886 m ü. M. der höchste Punkt in weitem Umkreis. Offen liegt unter ihm eine längere Strecke des Tösstaales oberhalb Turbenthal, wo das Hittnauer Quertal von Pfäffikon-Irgenhausen einmündet, offen die Querverbindung von Turbenthal westwärts über Wildberg Richtung Fehraltorf. Weit greift der Blick ostwärts in die Thurregion und den Raum der Sirnacher Straße. Zu Tacitus' Schilderung einer Auseinandersetzung zwischen Römern und Helvetiern, wo ein „Mons Vocetius“ erwähnt ist, gibt KLÄUI Hinweise, daß es sich um den Schauenberg gehandelt haben könnte.

Am Fuße des Schauenberges, gegen Elgg, liegt Schlatt. In MEYERs Ortsnamenlexikon des Kantons Zürich (1848) ist eine Lokalität zitiert „in spekken bi schlatt“. Dazu schreibt MEYER: „Die Speck heisst theils ein mit Steinen gepflasterter Fahrweg, theils ein Knüppelweg in einer sumpfigen Gegend, ein aufgeworfener Damm.“ (Es sei auch an die „Speck“ zwischen Fehraltorf und Pfäffi-

kon erinnert.) Die Römer legten ihre Straßen in sumpfigem Gelände auf Dämme. In der Gegend der Speck bei Pfäffikon gab es einst weites Riedland. Dies kann auch in den Mulden der Schlatter Landschaft, z. B. Lokalität „Sänki“, der Fall gewesen sein. Solche Straßendämme bezeichneten die späteren Alemannen als „Hochstrass“. Nördlich von Schlatt liegt Hofstetten b. Elgg. Dort finden sich noch heute der Flurname „Hochstrasszelg“ (KLÄUI). Dies alles deutet daraufhin, daß von der Straße Winterthur-Sirnach ein römischer Nebenweg zum Schauenberg bei Turbenthal führte.

Die glazialen Transfluenztäler, der Tälerknotenpunkt Turbadunum im längsgerichteten Tösstal, zu Füßen des Berges mit der großartigen, beherrschenden Panoramaschau — sie sind aus dem landschaftsbedingten römischen Straßennetz, Kulturnetz, nicht wegzudenken.

Es ist hier nicht möglich, weiter die Bedeutung der Quertäler in der lokalen Kulturentwicklung des Zürcher Oberlandes chronologisch zu verfolgen. Nur in Hinweissprüngen sei noch angedeutet, daß sie selbstverständlich bis zur Gegenwart, von der wir zunächst ausgegangen sind, immer wieder kulturleitend wirksam waren.

GLAETTLI in seiner verdienstvollen, detaillierten „Heimatkunde von Bauma“ zeigt, daß der Alemanneneinzug vor dem Zürcheroberländer Bergland zurückgestaut wurde. Die -ingen- Orte greifen erstaunlich in die weite Glattalwanne (in diesem Fall Greifenseeegend) nach Süden vor. Die skizzierte Verbindungslinie führt dann über Lufingen, Wülfigen um das Bergland herum ostwärts ins Thurgebiet nach Matzingen usw. Dabei ist allerdings an Fischingen in der Ostflanke des Berglandes, 6 km südlich von Sirnach, zu denken. Vor allem aber sind auch Weisslingen und Theilingen zu beachten, bergländisch tief innerhalb des erwähnten Kranzes der Orte mit -ingen- Namen. Weisslingen mit seiner römischen Siedlung im Zihlacker war auch Alemannenort. Da ist an die Querverbindungen aus dem Glattal ins Tösstal zu erinnern: Fehraltorf-Rumlikon-Theilingen-Weisslingen-Kollbrunn und Unter Illnau-Agasul-Weisslingen-Kollbrunn. Auch im alemannischen Siedlungsnetz waren die Überlaufftäler früh zur Kenntnis genommen.

Aus den -ingen-Orten dringen die Siedlernachkommen in weiteren Landnahmewellen in die Wälder des Berglandes und Tösstaales vor. Es entstehen die im Oberland sehr zahlreichen Hof- und -ikon-Orte, besonders weit südwärts vorgeschoben Hutzikon (bei Turbenthal), Ehrikon (bei Wildberg) und Russikon, also Siedlungen an der Transfluenz Pfäffikon-Fehraltorf-Turbenthal. In der Umgebung von Pfäffikon sitzen auf südexponierten Terrassen Wallikon und Isikon über dem Trockental Unter Hittnau-Saland. GLAETTLI stellt fest, daß die deutschsprachige Besiedlung der Gemeinde Bauma im obersten Tösstal erst um 750 einsetzte. „Bezeichnend für die Herkunft dieser Tösstal-Siedler ist, daß sie den Pfarreien Pfäffikon und Bäretswil angeschlossen wurden, denn zweifelsohne erfolgte der Einmarsch im oberen Tösstal zur Hauptsache von der sonnigen Westseite her, also vom Glattal aus ... und es scheint, daß die Tösstalansiedler bei ihren alten Kirchen blieben“ (GLAETTLI). Da aber die Kirche Bäretswil erst um 1275 erwähnt wird, schließt GLAETTLI, durch noch gegenwärtige Grenzlinien und den Chronisten STUMPF gestützt, daß zunächst die Kirchgemeinde Hinwil, wie Pfäffikon, ins Tösstal hinübergriff. So wird das Transfluenztal von Bäretswil (Kempten-Bauma), an welches Hinwil unmittelbaren Anschluß hat, zum lokalen Kulturvermittler.

In Pfäffikon sind alemannische Funde, zum Teil an der Straße nach Russikon, Siedlungsdokumentation spätestens für das 7. Jahrhundert. In denselben Zeitraum fällt die Gründung der Kirche des heiligen Benignus in Pfäffikon. Noch vor 811 wird sie aus dem Kastellareal in das Dorf verlegt. Neben der Kirche von Oberwinterthur, die zunächst ebenfalls im dortigen Kastellraum stand, ist im zweiten Umkreis des Zürcher Oberlandes das Pfäffiker Gotteshaus das früheste. Die wach gebliebene Bedeutung der alten Römerroute kommt darin zum Ausdruck. So waren ja auch Columban und Gallus 610 von Zürich zum oberen Zürichsee und auf der Römerstrasse über Irgenhausen nach Oberwinterthur und schließlich an den Bodensee gereist. In die nachfolgenden Jahre fällt die Gründung des Klosters St. Gallen. In dessen Stiftsarchiv liegt die Urkunde einer Landschenkung „in Turbatuntale“ vom 15. Januar 825. In einer entsprechenden Urkunde von 858 ist erstmals von einer „basilica in Turbatun“ die Rede (KLÄUI). Schenkungen an das Kloster St. Gallen wiederholten sich, und die St. Galler Äbte hatten es häufiger mit Rechtsgeschäften im Tösstal zu tun. Der direkteste Zugang war das flache Bichelsee-Quertal, und Turbenthal wurde ebenso wiederholt zum Tagungsort gewählt.

Der geographische Ort der frühen Kirche von Pfäffikon hat ihr gleichsam eine geschichtliche Doppelbeziehung vermittelt. Durch Kaiser Otto den Großen gingen zur Sicherung der Zufahrtwege zu den Bündner Pässen ausgedehnte Güter an Klöster und an den Bischof von Chur über, so auch im Hinblick auf den Lukmanier die Kirche Pfäffikon mit den Zehnten-Einkünften und mit Höfen an das Kloster Disentis. Das war im Jahre 960. Fünf Jahre später fügte er unter anderem einen weiteren Eigenhof in Pfäffikon dazu. Damals gab es in Pfäffikon gleichzeitig Dienstleute des Klosters Disentis als auch des Klosters St. Gallen (nach PAUL KLÄUI). Um die Mitte des 13. Jahrhunderts, während einer Periode des Niederganges, war das Bündner Kloster zur Abstoßung von Gütern gezwungen. Der Pfäffiker Besitz ging an das in einem Aufschwung stehende Kloster St. Gallen über, hatten sich doch die st. gallischen Interessen und das Einzugsgebiet der Kirche bereits im Tösstal durch die beiden breitesten Querkorridore der Landschaft naturgemäß getroffen und verflochten. Das historische Geschehen Pfäffikons ist an seine Talabzweigung verhaftet geblieben, und die Transfluenztäler des Tössberglandes haben auch weiterhin ihre kulturelle Leitkraft beibehalten.

LITERATUR

- ANDRESEN, H.: Beiträge zur Geomorphologie des östlichen Hörnliberglandes. St. Gallen, Naturw. Ges., o. J.
- BERNHARD, H.: Wirtschafts- und Siedlungsgeographie des Tösstaales. Zürich 1912.
- BODMER-GEÄRNER, V.: Ur- und Frühgeschichte. In: Heimatbuch der Gemeinde Pfäffikon. Pfäffikon ZH 1962.
- DREHWALD, H. R.: Zur Entstehung der Spillways in Nord-England und Süd-Schottland, Kölner Geogr. Arb. 1955.
- GLAETTLI, K. W.: Gründung von Kirche und Kirchengemeinde Bauma. Bauma 1951.
- GLAETTLI, K. W.: Heimatkunde von Bauma. Bauma o. J.
- HANTKE, R.: Geologische Karte des Kantons Zürich und seiner Nachbargebiete. Zürich 1967.
- HEER, A.: Heimatkunde Hittnau. Zürich 1905.

KLÄUI, H. : Geschichte von Turbenthal. Bd. I. Turbenthal 1960.

KLÄUI, P. : Die Kirche des heiligen Benignus und der Königshof. In: Heimatbuch der Gemeinde Pfäffikon. 1962.

MEYER, H. : Die Ortsnamen des Kantons Zürich. Zürich 1848.

SUTER, H. und HANTKE, R. : Geologie des Kantons Zürich. Zürich 1962.

TÖNJACHEN, R. : Geschichte. In: PTT-Buch „Lenzerheide-Julier“. Bern 1952.

SUMMARY

The main trend-lines of cultural geography in the natural landscape of the Zürich Upland.

In the dense network of valleys in the Zürich Upland, which act as a feature retarding settlement, there are north-south and west-east axes, partly determined tectonically. These form the trendlines of cultural development. Even in this small sector of the earth's surface, morphogenesis has produced an effect from landscape onto culture and thus onto the layers of the epochs of human development.

BEDROHTE NATUR IN DEN PERUANISCHEN ANDEN

Mit 2 Abbildungen und 5 Bildern

HANS KINZL

Das Hochland der peruanischen Anden (sierra) nimmt mit einer Ausdehnung von rund 4000.000 qkm nicht ganz ein Drittel der Fläche von Perú ein. Es ist nur in den tiefer eingesenkten Tälern und Becken dichter bevölkert. Dazwischen liegen auf den 4000 m hohen Punaflächen nur spärliche Hirtensiedlungen. Die bis über 6000 m aufragenden Kordilleren sind überhaupt unbesiedelt.

Unter diesen Umständen mag es verwundern, daß auch hier die Natur mit ihren Pflanzen und Tieren durch den Menschen schon stark bedroht ist. Tatsächlich ist aber Perú gerade jetzt in Gefahr, wertvolle Pflanzen und Tiere für immer zu verlieren, weil seine Naturschätze nicht minder rücksichtslos geplündert oder zerstört werden, wie das bei seinem geschichtlichen Erbe an Kulturdenkmälern geschieht. Zwar fehlt es nicht an gutgemeinten Gesetzen und Verordnungen, um dieses schädliche Treiben abzustellen, aber wegen der Weite des Landes konnte es bisher doch noch nicht verhindert werden. Wie bedauerlich das ist, soll im folgenden vor allem an zwei Erscheinungen gezeigt werden, die das Reich der Natur in den peruanischen Anden in besonderer Weise auszeichnen.

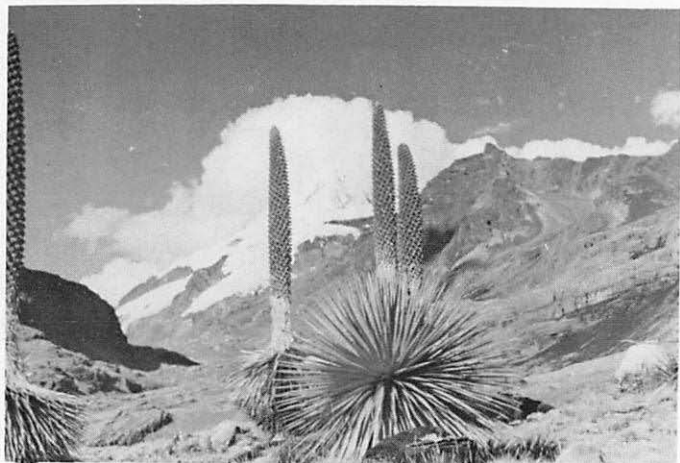
I. *Puya Raimondii*

Wenn von der gefährdeten Pflanzenwelt in den peruanischen Anden hier die *Puya Raimondii* (im folgenden P R) herausgehoben wird, so liegt der Grund in der überraschenden Gestalt dieser riesenhaften Bromeliacee und in ihrem auf wenige Standorte beschränkten Vorkommen. Sie stellt ein wahres Naturwunder dar, das alle begeistert, die ihm in den Andentälern begegnen.

Es ist etwas mehr als ein Jahrhundert vergangen, seit A. RAIMONDI im Südosten der Cordillera Blanca die später nach ihm benannte Riesenpuya zum erstenmal gesehen und als *Pouretia gigantea* beschrieben hat. Er sagt darüber (übersetzt): „Es ist schwer, eine Vorstellung von dem Aufsehen zu geben, das das Vorkommen dieser Pflanze an einem so hochgelegenen und kalten Ort (3800 m ü. d. M) verursacht . . . Der botanische Reisende, der das Glück hat, diese eigenartige und wundervolle Pflanze zur Zeit ihrer Blüte anzutreffen, kann nicht umhin, seinen Schritt anzuhalten und einige Zeit begeistert dieses schöne Schauspiel zu betrachten.“ (1874, S. 295–297)(1).

Es dauerte bis in unser Jahrhundert herein, ehe A. WEBERBAUER (1911) die Riesenpuya in seinem großen Werk über die Pflanzenwelt der peruanischen Anden neu beschrieb. Er besuchte die schon Raimondi bekannten Standorte im Departamento Ancash und lernte einen neuen bei Tallenga südöstlich von der Cordillera Blanca kennen. In der spanischen Ausgabe seines Werkes (1945) zählt WEBERBAUER auch zwei Standorte in Südperu auf, nämlich Cerro Ronco bei Capaya (Prov. Aimaraes, Dep. Apurímac) und das Tal von Lares (Prov. Calca,

1) Auf das angeschlossene Literaturverzeichnis wird mit Verfassernamen und Jahreszahl hingewiesen.



1 2 |



3 4



Dep. Cuzco). Wenn WEBERBAUER in einer anderen Veröffentlichung (1943, S. 7) auch von der Provinz Lucanas spricht, dürfte es sich um den von M. E. BULSTAMANTE beschriebenen Standort bei Vischongo in der Provinz Cangallo (Dep. Ayacucho) handeln.

Ein erster zusammenfassender Bericht über die P R erschien im Jahrbuch des Österreichischen Alpenvereins 1949. Darin sind nicht nur die schon früher bekannten Standorte zusammengestellt, sondern auch je ein neuer im Südosten der Cordillera Blanca (Quebrada Queshque) und im Norden der Cordillera Negra (Punta Chacay) hinzugefügt.

Inzwischen sind in verschiedenen Zeitschriften Sonderartikel über die P R herausgekommen, die u. a. auch über neu entdeckte Standorte berichten. So fand W. RAUH (1960) auf seiner Reise im Jahre 1954 das bedeutende Puya-Vorkommen von Caracara bei Lampa in Südperu. Noch im gleichen Jahre (8. 9. 1954) besuchten auch wir unabhängig davon diese Örtlichkeit und fanden etwa 200–300 Pflanzen, davon 20 mit reifen Fruchtständen. Großenteils wachsen sie unmittelbar auf anstehendem Quarzit, teilweise auf dessen Verwitterungsschutt. Auch H. W. KOEPCKE (1961 S. 180–182) erwähnt diesen Standort und bringt einige Bilder davon (Abb. 62 u. 63). Vereinzelt Exemplare der P R fand RAUH (1960) am Raya-Paß in Südperu, desgleichen eines im Tal oberhalb von Huancavelica, wo aber im Jahre 1964 nichts mehr davon zu sehen war.

Ein anderer Puya-Standort in Südperu liegt auf dem Gebiet der Hacienda Checayani. Er ist durch mehrere Naturwissenschaftler, anscheinend unabhängig voneinander, entdeckt worden. Der erste dürfte J. DORST (1955/56, S. 108 und 1957, S. 594–599) gewesen sein, der hier die P R als Nistplatz verschiedener Vögel untersuchte. Er fand bis zu 14 Nester in einer einzigen Pflanze. Die Vögel sind hier im Blattschopf vor Raubvögeln sicher, verfangen sich aber doch gelegentlich darin, so daß sie verhundern müssen. DORST spricht von etwa 60 Puyas mittleren Alters auf dem steilen, gegen Norden gerichteten Hang unmittelbar neben dem Haciendengebäude. F. SCHALLER (1958), der an diesem Platz in den ersten Monaten des Jahres 1957 weilte, beschreibt neben diesem Vorkommen der P R noch ein weiteres im Quenuani-Tal, etwa drei Gehstunden von der Hacienda entfernt. Dort standen 300 – 400 Pflanzen, davon zehn in Blüte. Bei der Hacienda selbst hat er nur zwei blühende Puyen gesehen.

Das Puya-Vorkommen von Checayani ist auch insofern bemerkenswert, als hier H. ELLENBERG (1958) die kräftigsten Pflanzen in einer lehmigen Rinne fand. Er deutet das dahin, daß die P R durchaus nicht felsliebend ist, auch wenn sie sonst nur auf Felsboden und inmitten von Blockwerk vorkommt.

Eine besonders erfreuliche Entdeckung gelang Ch. TERRIER von der Universität Neuenburg, dem botanischen Teilnehmer der Andenexpedition des Schweizer Alpenclubs des Jahres 1959. Er fand die P R bei Occoro und west-südwestlich von Arma in der Cordillera Vilcabamba (1960). Auch bei der Ha-

-
- Bild 1. Puya Raimondii. Quebrada Queshque (Cordillera Blanca). Aufn. H. KINZL 1936.
Bild 2. P.^{ta} Chacay (Cordillera Negra). Puya Raimondii. Aufn. H. KINZL 1932.
Bild 3. Puya Raimondii bei Caracara (Lampa). Aufn. H. KINZL 1954.
Bild 4. Gebrauchsgegenstände aus dem Strunk der Puya Raimondii (Hocker, Eimer, Trommel). Aufn. H. KINZL 1940.

cienda Panta soll sie vorkommen, wo sie Terrier aber selbst nicht sehen konnte (briefliche Mitteilung 17. 6. 1960). Am erstgenannten Ort sind die Pflanzen in schlechtem Zustand, weil alle angesengt, am anderen sind sie in ihrem Bestande noch nicht bedroht. Die Höhenlage ist auch hier, wie bei den anderen Puya-Standorten, 3800-4000 m ü. d. M.

Fred D. AYRES (1966) hat zwar keine neuen Standorte gefunden, bringt aber dafür sonst wertvolle Beobachtungen über die P R. In der Quebrada Queshque (Cordillera Blanca) schätzte er 1960 ihre Zahl auf 1000 bis 2000 Stück, davon nur sieben in Blüte. Unsere Schätzung vom Jahre 1936 belief sich auf rund 3000 Pflanzen, davon nur drei blühend. Im Bereich der Mine Huinac (Cordillera Negra) zählte er wenigstens 8000 Stück (unsere Zahl im Jahre 1940 war 10. 000). Blühende Pflanzen fand AYRES im Jahre 1958 400, im Jahre 1964 nur 36. 1960 hatte F. PROSKOWETZ nach brieflicher Mitteilung nur vier oder fünf Pflanzen in Blüte angetroffen.

Die wirtschaftliche Nutzung der P R lernte AYRES besonders bei Vischongo kennen, wo u. a. die Schulkinder auf den korkartig leichten Stühlen aus Stücken der Puyaschäfte sitzen, die sie in die Schule mitnehmen.

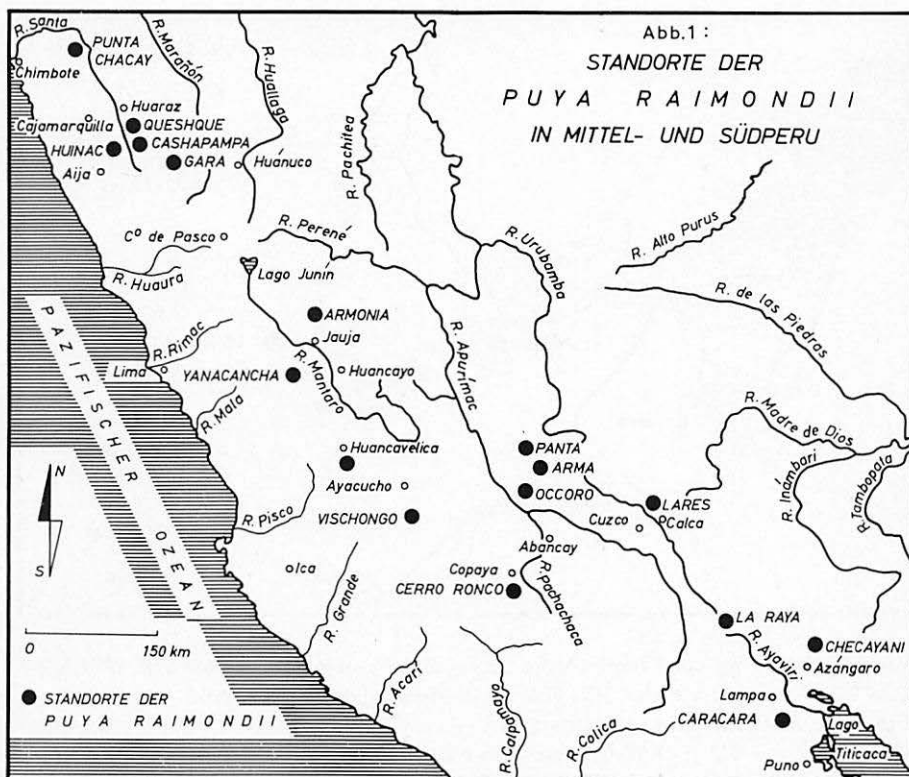
Nach einem Hinweis von M. KOEPCKE (1954, S. 75) hat E. CERRATE einen Standort der *Puya spec.* (? *Raimondii*) in der Gegend von Huarochirí angetroffen, was als Verbreitungstatsache auch hier vermerkt werden soll.

Beim Puya-Vorkommen in der Cordillera Huallanca, über das DOMINGOS GIOBBI berichtet (REVISTA PERUANA DE ANDINISMO Y GLACIOLOGIA Nr. 8, 1966-1967-1968, S. 50) handelt es sich vielleicht um die in dieser Hinsicht schon bekannte Quebrada Gara.

Ein erst jüngst bekanntgewordener Standort der P R liegt westlich von Huancayo im Distrito de Yanacancha in 3. 800 m Meereshöhe. Viele Pflanzen standen hier im Jahre 1969 in voller Blüte (El Comercio 28. 9. 1969). Näheres darüber berichtete brieflich am 4. Dezember 1969 OLAF HARTMANN (Instituto geofísico del Perú, Observatorio Huayao, Huancayo): „Die Standorte der *Puya Raimondii* liegen in den kleinen linken Seitentälern des Rio Cachicunas, zwischen Cachi und Yanacancha, wo man übrigens heute mit dem Auto hingelangen kann. Einige Pflanzen finden sich auch im Haupttal auf dessen rechter Seite. Zuerst fand dort 1965 FRANÇOIS MÉGARD, der Bearbeiter des Blattes Huancayo der geologischen Karte, in der Quebrada Tinco einen Trupp, ohne jegliche Blütenstände. Von ihm darauf aufmerksam gemacht, fand ich 1968 einen weiteren Standort in der Quebrada Alayoc, die etwa 5 km weiter talauf ins Haupttal mündet, mit zahlreichen alten Blütenständen. In der Quebrada Tinco gab es heuer fünf Pflanzen, die blühten, in der Quebrada Alayoc immerhin drei. Die Verbreitung der *Puya Raimondii* scheint früher größer gewesen zu sein, wie im oberen Cachicunas-Tal und in anderen Punatälern der Gegend aus verschiedenen Ortsnamen zu ersehen ist, die mit dem Wort Ala... zusammengesetzt sind (Ala wird dort, ebenso wie die Agave und Fourcroya auch die *Puya Raimondii* genannt).

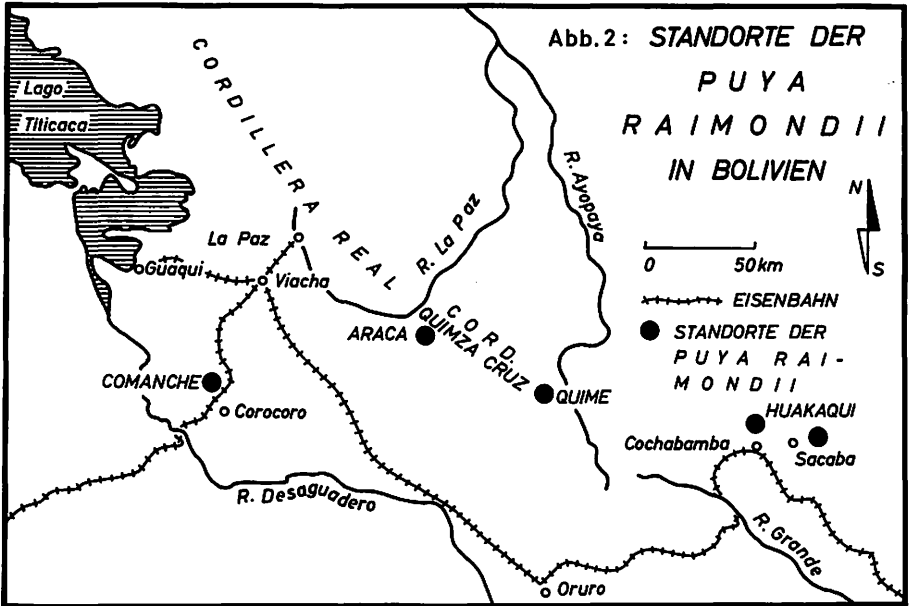
Ein weiteres Vorkommen bestand beim Dörfchen Armonia, distrito Acolla (bei Jauja). Das letzte Exemplar ist dort (angeblich durch Blitzschlag) schon vor einiger Zeit verbrannt. Man sieht nur noch den verkohlten Stumpf. ”

Nach einer Mitteilung von W.-E. WURDACK (derzeit Pamplona) soll die P R auch an einer Stelle am Wege von Oyón zur Laguna Viconga (Cordillera Huayhuash) vorkommen.



Die Puya Raimondii in Bolivien

Angesichts der wenigen Standorte der P R in Perú ist es tröstlich, daß sie an mehreren Stellen auch in Bolivien vorkommt. Ihre zwei Hauptstandorte auf dem Altiplano gehören sogar zu den am frühesten bekannt gewordenen. An erster Stelle ist Asiento in einem Seitengraben des Araca-Tales am Nordende der Cordillera Quimza Cruz zu nennen, wohin der Minenbesitzer KARL BOCK im Jahre 1911 den Botaniker Th. HERZOG und seinen bergsteigerischen Begleiter C. SEELIG geführt hat. Als erster schilderte SEELIG dieses Vorkommen (1912, S. 168), der auch schon die Gefährdung der Riesenpuya erkannte. Er schrieb darüber: „Am St. Johannistag kommen die Indios aus weiter Umgebung hier zusammen und entzünden die dünnen Schäfte als Fackeln, als Johannisfeuer. Beinahe kein Exemplar sahen wir, das nicht angekohlt gewesen wäre, aber trotzdem leben die anderen kraftstrotzend weiter. Wenn auch die natürliche Vermehrung, die überall deutlich sichtbar ist, vorläufig ein Aussterben dieser Wundergebilde nicht wahrscheinlich erscheinen läßt, so möchte ich doch jetzt schon warnend rufen: Weltnaturschutz vor!“ SEELIG machte dazu auch den praktischen Vorschlag, das entsprechende Gelände aufzukaufen, um die Puya schützen zu kön-



nen. Gleichzeitig veröffentlichte er zwei Bilder, die nach denen von WEBER-BAUER die ersten von der P R überhaupt sind. Überraschend viele Pflanzen haben darauf Blüten- oder Fruchtstände. Vom gleichen Standort stammt das Bild im Buche von TH. HERZOG, Vom Urwald zu den Gletschern der Kordillere. Stuttgart 1913, S. 225. TH. HERZOG (1923 S. 212-214, 234) beschreibt dieses Puya-Vorkommen erst elf Jahre später, dann aber wesentlich ausführlicher, wieder unter Beigabe von Bildern. Auch HERZOG erwähnt das Abbrennen der Pflanzen, fürchtet aber keine unmittelbare Zerstörung. „Zur Blütezeit, wenn hunderte von grünlich-weißen Blüten sich entfaltet haben, muß es ein anmutiges Bild sein, wenn Schwärme bunter Colibris die hohen Kerzen umschwirren.“

Eine spätere Aufnahme von ASIENTO mit einer eben den Blütenschaft bildenden Puya findet sich im Werke von F. AHLFELD und J. MÚÑOZ REYES, Die Bodenschätze Boliviens. Berlin 1939, S. 39.

Auch auf ein anderes Vorkommen der P R in der Nähe des Silberbergwerkes Coro Coro wurde HERZOG durch KARL BOCK hingewiesen. Es handelt sich um Comanche, wo man die Puya sogar von der Eisenbahn La Paz — Arica aus sehen kann. Erste Bilder von hier hat E. ASPLUND aufgenommen (vgl. HERZOG 1913, S. 214). Weiter bekannt wurde dieser Platz durch C. TROLL (1928). Seine Bilder sind an verschiedenen Stellen veröffentlicht worden (Vgl. auch 1968, S. 43 mit Bild von 1926). Eingehender beschrieben wurde Comanche durch MULFORD B. FOSTER (1950). Er fand hier 400 Pflanzen von verschiedener Größe, davon 40 in Blüte. Im Oktober 1959 traf der Geologe HANNFRIT PUTZER-HANNOVER 60 — 80 Exemplare an, davon nur ein einziges in Blüte. Die Pflanzen stehen hier ausschließlich auf bodenarmem Blockschutt eines syenitischen Gesteins (briefliche Mitteilung 15. 4. 1961). Ein neueres Bild von Comanche hat H. ERTL veröffentlicht (Arriba-Abajo. München 1958, S. 51).

FOSTER hat in Begleitung von Prof. MARTIN CARDENAS, Universität Cochabamba, unweit dieser Stadt eine einzelne P R im Gebiet Huakaqui fotografiert (1950). Ein anderer Standort (oder derselbe?) war C. TROLL nach mündlicher Mitteilung vom 3. 8. 1941 östlich von Cochabamba bekannt. HERZOG schrieb in einem Briefe vom 27. 1. 1950 von einzelnen Exemplaren der P R zwischen Toncoli und Sacaba. Ebenso wies der Geologe F. AHLFELD brieflich (16. 3. 1950) auf ein Puya-Vorkommen bei Quime am Paß Tres Cruces, Südende der Cordillera Quimza Cruz, hin.

Wenn auch von der P R, die eine ausgesprochene Reliktpflanze ist, in den letzten Jahren neue Standorte aufgefunden wurden, so darf man trotzdem kaum mit größeren derartigen Entdeckungen rechnen. Dazu sind die Kordillerentäler in den zentralen Anden nun doch schon zu gut bekannt. Für die Ketten der Cordillera Blanca und der Cordillera Huayhuash, von denen schon geschlossene topographische Aufnahmen vorliegen, können solche Funde heute schon als unmöglich bezeichnet werden. Vielleicht läßt sich in den südperuanischen Kordillern und in der bolivianischen Cordillera Quimza Cruz noch etwas erwarten. Um allfällige Hinweise auf die P R zu finden, haben wir ein umfangreiches Schrifttum von Forschungsreisenden und Bergsteigern durchgesehen, abgesehen von den hier erwähnten Fällen leider ohne Erfolg. Vielleicht darf man die mehrmalige Erwähnung von Bromeliaceen in der Cordillera Quimza Cruz durch H. HOEK auf die P R beziehen. (Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins 1906). Es ist überhaupt eigenartig, daß die ersten Entdeckungen der P R nicht den Botanikern vom Fach, sondern einheimischen Laien zu verdanken sind. So hat der Gutspächter SAN MARTIN von Utcuyacu im oberen Santa-Tal A. RAIMONDI auf die Pflanze aufmerksam gemacht, der Bergmann BÖCK von Viloco in der Cordillera Quimza Cruz Th. HERZOG und die Leute von Tallenga A. WEBERBAUER.

Merkwürdig ist auch, daß selbst botanische oder geographische Fachleute die Puya nicht erwähnen, obwohl sie Pässe überschritten haben, an deren Anstiegswegen sie wächst. Das gilt sogar für die Reisen von RAIMONDI.

Zu den neu festgestellten Standorten der P R gesellt sich noch eine bemerkenswerte geschichtliche Entdeckung. Die verdiente HAENKE-Forscherin RENÉE GICKLHORN hat nämlich im Museo de Ciencias Naturales von Madrid zwei Originalskizzen von THADDÄUS HAENKE gefunden, die aller Wahrscheinlichkeit nach die PR darstellen (1964, 1966). Eine der vielen kleineren Puya-Arten hätte HAENKE wohl nicht so beeindruckt, daß er sie als Vordergrund für ein Gebirgs-panorama gezeichnet hätte. Der charakteristische Blattschopf der Puya ist gut wiedergegeben. Der Blütenschaft ist auf der Skizze allerdings zu weit hinauf nackt gezeichnet. Im übrigen handelt es sich aber auch hier um eine richtige Beobachtung. Fast immer ist der Schaft oberhalb des Blattschopfes ein Stück frei von Blüten oder Samenkapseln. Offenbar war er hier noch von Blättern umgeben, die aber bereits abgefallen sind. HAENKE konnte die P R am ehesten in der Gegend von Cochabamba gesehen haben, vielleicht auf dem Weg nach Colomi, was entgegen einer früheren Äußerung (Coro Coro) jetzt auch die Meinung von Frau RENÉE GICKLHORN ist. Es käme aber vielleicht auch ein Standort in der Cordillera Quimza Cruz in Frage. Bei der genauen Wiedergabe der Berge in den Skizzen von HAENKE wird es vielleicht möglich sein, die Örtlichkeit exakt zu bestimmen.

Eine botanische Beschreibung der P R aus der Feder von HAENKE ist noch nicht bekannt. Vielleicht gelingt es aber dem Spürsinn von Frau RENÉE GICKLHORN, auch diese aufzufinden, wie sie vor kurzem das wahre Todesjahr von TH. HAENKE (1816) in Cochabamba an Ort und Stelle klären konnte (1966).

Das Alter der *Puya Raimondii*

Es soll hier davon abgesehen werden, die botanischen Tatsachen über Form und Leben der P R aus dem Schrifttum zu wiederholen. Nur die Altersfrage muß kurz behandelt werden, weil sie im Hinblick auf die Erhaltung der *Puya*-Standorte nicht unwichtig ist. Zwar weiß man, daß die Pflanze nur einmal blüht und nach der Samereife abstirbt, es ist aber noch immer nicht bekannt, nach wieviel Jahren das geschieht. Je kürzer diese Zeit ist, um so weniger muß man befürchten, daß die Pflanze schon vorher zerstört wird. Angesichts des mächtigen Stammes der P R möchte man auf ein sehr hohes Alter schließen. Die Ausbildung des hohen Blütenschaftes innerhalb weniger Monate deutet aber vielleicht darauf hin, daß auch der Stamm nicht allzu alt ist. Jedenfalls darf man den Strunk der *Puya* nicht mit einem festen Baumstamm vergleichen. Er ist wohl außen verholzt, im Inneren besteht er aber aus einem schwammigen Mark, das sogar als Schweinefutter verwertet werden kann.

Die indianischen Hirten im Süden der Cordillera Blanca und in der Cordillera Negra versicherten unabhängig voneinander, die *Puya* würde schon nach fünf Jahren den Blütenschaft emportreiben. Teilweise sprachen sie von sieben Jahren, in der Gegend von Aija allerdings von 50 Jahren. Die Botaniker, die sich als erste mit der P R befaßt haben, äußerten sich zur Altersfrage nicht. In den späteren Hinweisen auf die P R wird ihr Alter viel höher angesetzt. So schätzte RAMÓN FERREYRA das Alter der reifen Pflanzen von Checayani auf 20, teilweise sogar auf 50 Jahre (El Comercio, 1. 7. 1966). W. RAUH (1956) glaubt, daß sich die Pflanze nach etwa 50 – 70 Jahren mit der Bildung des mächtigen, kolbenförmigen Blütenstandes erschöpft und dann abstirbt. FOSTER (1950, S. 463) will am Strunk der *Puya* an den Blattansätzen 150 Jahre abzählen können. BASSET MAGUIRE meint, daß die Pflanze mehrere hundert Jahre alt werde, möglicherweise sogar tausend (The New York Times, 18. 2. 1960). Nach SOREN MC INTYRE (National Geographic, Februar 1966) werde die P R älter als die mexikanische *Agave*, die vom Volk Century Plant genannt wird. Wenn dieser Vergleich im Sinne der Lebensformen statthaft ist, dann würde er allerdings gegen ein allzu hohes Alter der P R sprechen. Auch die *Agave* bildet aus einem Schopf großer Blätter heraus einen hohen Blütenschaft und stirbt dann ab. Hier kennt man aber die Lebenszeit ziemlich genau. So treibt *Agave sisalana* in Ostafrika ihren Blütenstand nach 5-12 Jahren empor, *Agave fourcroydes* in Yucatan nach 15-20 Jahren. Allerdings wächst die *Agave* im Gebirge langsamer. In Gewächshäusern gelangt sie erst nach 40-60 Jahren zur Blüte.

Wenig läßt sich aus einem Vergleich mit anderen großen Schopfrosettenpflanzen der tropischen Hochgebirge gewinnen, weil über deren Alter auch keine Angaben zu finden sind.

Schutz der Puya Raimondii

Daß die P R als Naturdenkmal erhalten bleiben soll, braucht keine besondere Begründung. Die Frage ihres Schutzes und ihrer Erhaltung wäre verhältnismäßig einfach zu lösen. Die Standorte der Pflanze liegen durchweg sehr hoch (um 4000 m) und weit von den größeren Siedlungen entfernt. Die von ihr eingenommenen Flächen sind klein und wirtschaftlich fast wertlos. Das gilt schon vom Weideboden in den inneren Tälern im ganzen, erst recht aber für die engeren Standorte der Pflanze, die ja mit Vorliebe auf einem sonst nur wenig bewachsenen Quarzboden gedeiht, stellenweise inmitten von Blockwerk, ja in einzelnen kümmerformen sogar auf großen Blöcken selbst.

Nach der Behauptung der indianischen Hirten wäre die P R aber doch schädlich, weil sich die Schafe an den Widerhaken des Blattschopfes verfangen könnten und so zur Beute der Füchse würden. Vielleicht stimmt das aber in Wirklichkeit gar nicht. Bei den jungen Pflanzen ist eine solche Gefahr für die Schafe von vornherein kaum anzunehmen, der große Blattschopf der älteren Pflanzen ist aber durch den Stamm schon etwas vom Boden abgehoben. Im übrigen haben die abgehärteten Punaschafe doch sicher die Kraft sich freizumachen, wenn sie schon an den dornigen Blättern hängengeblieben sein sollten. Außerdem werden sich die Weidetiere kaum an die Puya herandrängen, weil es in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft ohnedies nichts zu fressen gibt. Wenn sich verschiedene Vögel im Blätterschopf der Puya verfangen, so ist das eine biologische, bestimmt aber keine wirtschaftliche Angelegenheit.

Mit der angeblichen Gefahr für die Schafe begründen es die indianischen Hirten, daß an sämtlichen Standorten so gut wie alle älteren Pflanzen angezündet werden. In Wirklichkeit geschieht dies zum Vergnügen, vor allem am 24. Juni, dem Johannistag und Tag des Indio. Zwar greifen die Grasbrände, die zur Erneuerung der Weide dienen, vielfach auch auf das Buschwerk über, es scheint aber, daß die P R wegen der Spärlichkeit der Vegetation in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft dadurch nicht gefährdet wäre. Sie wird aber eigens angezündet, und zwar Stück für Stück, also auch einzelstehende und abgelegene Exemplare. Darin liegt die Hauptgefahr für ihren Weiterbestand. Es gibt zum Glück schon einige Weidebesitzer, die ihren Leuten das Abbrennen verboten haben. Aber wenn sie ihr Gelände nicht selbst entsprechend beaufsichtigen, wird das nicht viel helfen. Am sichersten wäre die Einzäunung des Standortes, wie das in vorbildlicher Weise bei der Hacienda Checayani geschehen ist.

Schadet die P R einerseits nicht, so ist andererseits ihr wirtschaftlicher Nutzen so gering, daß man leicht darauf verzichten könnte. In der Hauptsache geht es dabei nur um die hohen Blütenschäfte, die als Dachsparren bei den Hirtenhütten verwendet werden, und um die dicken Strünke, aus denen man Hocker und andere Gegenstände, wie Eimer oder Trommeln, machen kann. Da dies aber erst möglich ist, wenn die Pflanze nach der Samenreife abtrocknet, so wäre gegen eine solche sinnvolle Nutzung nichts einzuwenden.

Bestrebungen, die P R unter Naturschutz zu stellen, bestehen insbesondere schon im Departamento Ancash. Nach dem Vorschlag des bekannten Andinisten CÉSAR MORALES ARNAO (1968) soll hier im Süden der Cordillera Blanca ein Parque Nacional Raimondi geschaffen werden, der allenfalls auch auf den Süden der Cordillera Negra ausgedehnt werden sollte. Eine solche Schöpfung wäre oh-

ne große Kosten und ohne einschneidende behördliche Eingriffe möglich. Vielleicht würde sogar eine freie Vereinbarung mit den Eigentümern der Weidegründe genügen. Dafür sollte sich auch die Fremdenverkehrswerbung in Perú einsetzen, die bis jetzt ja überhaupt die landschaftliche Schönheit und die Naturwunder des Landes noch viel zu wenig berücksichtigt, obwohl gerade hier Perú nicht weniger zu bieten hat als auf archäologisch-geschichtlichem Gebiet. Sicher werden sich ja viele Menschen ähnlich für die P R begeistern wie die großen Botaniker, die sich mit ihr beschäftigt haben. Nennt sie doch A. WEBER-BAUER ein wahres Wunder der peruanischen Puna; TH. HERZOG bezeichnet sie brieflich kurz vor seinem Tode als sein größtes botanisches Erlebnis; für W. RAUH gibt es kaum ein imposanteres Bild als diese blühende Puya, „man fühlt sich beim Durchschreiten eines größeren Bestandes in frühere Erdperioden zurückversetzt.“

Es sollte eine Ehrensache für Perú und Bolivien sein, die P R, das in jeder Hinsicht einmalige Wahrzeichen der zentralen Anden, ihren eigenen Ländern und damit der ganzen Menschheit zu erhalten.

SCHRIFTTUM ZUR PUYA RAIMONDII

- AYRES, F. D. 1966: Puya Raimondii of the Puna, Peruvian Times, Nr. 1324, 6. Mai 1966, pp. 3-6.
- DORST, J. 1955-56: Recherches écologiques sur les oiseaux des haut plateaux péruviens. Travaux de l'Institut français d'études andines. Tome V, Paris-Lima pp. 83-140.
- DORST, J. 1957: The Puya Stands of the Peruvian High Plateaux as a bird habitat. Ibis 99, pp. 594-599
- ELLENBERG, H. 1958: Wald oder Steppe? Umschau, Heft 21.
- FOSTER, M. B. 1950: Puya, the Pineapples Andean Ancestor. The National Geographic Magazine, October 1950, Vol. XCVIII, pp. 463-480.
- GICKLHORN, R. 1964: Unbekannte botanische und zoologische Forschungsergebnisse von Thaddäus Haenke. Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. 103 und 104, S. 213-222.
- GICKLHORN, R. 1966: Thaddäus Haenkes Reisen und Abenteuer in Südamerika. F. Steiner-Verlag Wiesbaden,
- HERZOG, TH. 1923: Die Pflanzenwelt der bolivianischen Anden und ihres östlichen Vorlandes. Die Vegetation der Erde XV. Leipzig 1923.
- KINZL, H. 1949: Die Puya Raimondii — ein Wahrzeichen der tropischen Anden. Jahrbuch des Österreichischen Alpenvereins Bd. 74, S. 59-66.
- KOEPCKE, M. 1954: Corte ecológico transversal de los Andes del Perú. Memoria del Museo de Historia Natural „Javier Prado“, N. 3, Lima.
- MORALES ARNAO, C. 1968: Amdinismo en la Cordillera Blanca. Ediciones Turismo Andino, Lima.
- RAIMONDI, A. 1873: El Perú. Lima.
- RAUH, W. 1960: Über die Schopfrosettenpflanzen; insbesondere Puya Raimondii aus den Hochanden Perus. Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere, 25. Jg. S. 166-173.
- SEELIG, C. 1912: Ein Ausflug ins Hochland von Bolivia. Jahrbuch des Schweizer Alpen-Clubs, S. 153-182.
- SCHALLER, F. 1958: Checayani. Der Bergsteiger, XLVIII. Jg., 1958, Dezember. S. 132-134.

- TERRIER, CH. 1960: Bericht von der Anden-Expedition des Schweizer Alpen-Clubs. 1959. Zeitschrift „Sie - er“, 18. Februar 1960.
- TROLL, C. 1928: Die zentralen Anden. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Jubiläumsband S. 10.
- TROLL, C. 1968: Geo-Ecology of the Mountainous Regions of the Tropical Americas. Colloquium Geographicum 9, Bonn.
- WEBERBAUER, A. 1911: Die Pflanzenwelt der peruanischen Anden. Die Vegetation der Erde XII, Leipzig.
- WEBERBAUER, A. 1943: La protección de la vegetación y de la flora del Perú. Boletín del Museo de Historia Natural „Javier Prado“ VII, Lima, pp. 3-8.
- WEBERBAUER, A. 1945: El mundo vegetal de los Andes peruanos. Lima.

II. Vicuña

Wenn hier an zweiter Stelle über die drohende Ausrottung des vicuña geschrieben wird, so geht es um eine wesentlich ernstere Frage, die gerade jetzt brennend geworden ist (1). Es steht ja das Leben eines wertvollen Tieres auf dem Spiel, dessen Verlust nicht nur für die Andenländer, sondern für die ganze gebildete Welt bedauerlich wäre. Unter den andinen Cameliden, zu denen als Haustiere der Indianer das llama und das alpaca gehören, ist neben dem guanaco das vicuña die kleinere Wildform. Es ist die anmutigste Erscheinung der öden Puna. Sein Lebensraum erstreckt sich über das peruanische und bolivianische Hochland bis in die Puna de Atacama. Es geht bis an die Gletscher hinauf, aber nicht auf diese selbst.

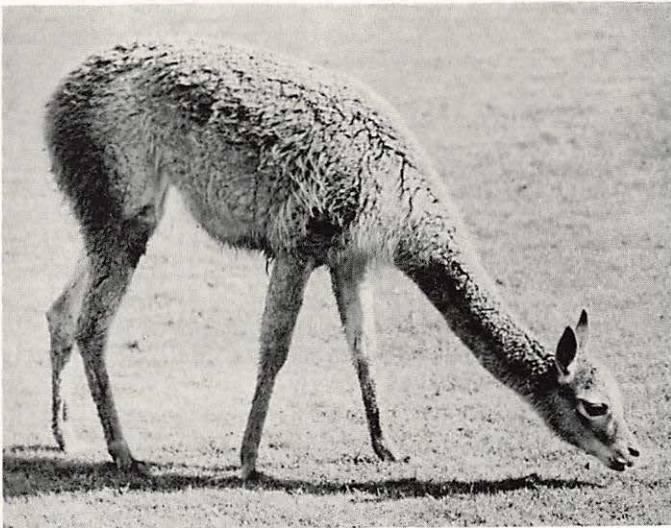


Bild 5. Vicuña (*Vicugna vicugna*). Länge bis 1,60 m, Schulterhöhe bis 0,86 m, Gewicht bis 35 kg. Aufn. J. KLAGES, Zürich.

1) Da allgemein das Lama und das Alpaca geschrieben wird, (auch im Duden-Lexikon) so soll es hier auch das Vicuña heißen (im Gegensatz zum Duden).

Das vicuña hat keine starken Waffen, um sich gegen seine Feinde zu verteidigen, obwohl es sich gegen die beutegierigen Füchse, die den Jungen nachstellen, erfolgreich wehrt. Vor allem ist es so schnell, daß ihm kein anderes Tier folgen kann. Sein Hauptfeind ist aber, wie kaum bei einem anderen Wildtier, der Mensch. Das vicuña hat ja eine seidig-feine Wolle, die immer sehr begehrt war, ganz abgesehen vom Fleisch, das für die alten Indianer ja Seltenheitswert hatte. Nunmehr droht ihm das Schicksal des anderen Tieres der Puna mit feinsten Wolle, des chinchilla, das im peruanischen Hochland schon vollkommen ausgerottet ist. Um Pelztierfarmen im Departamento Puno einrichten zu können, mußte man das chinchilla aus Nordamerika einführen. Wenn es vorläufig beim vicuña noch nicht so weit gekommen ist, so nur darum, weil immer wieder seine Jagd eingeschränkt oder verboten wurde. Ja, hier findet sich der Fall einer ausgesprochenen Hege durch die Inka. Das geht aus den Berichten der peruanischen Chronisten der Conquista-Zeit hervor, die über das vicuña und die Form, in der es gejagt wurde, berichten.

Die erste genauere Nachricht stammt von PEDRO CIEZA DE LEÓN, der in seiner „Chronica del Peru“, Sevilla 1553, mehrmals von ihnen spricht, meist im Zusammenhang mit den llamas. So sagt er u. a. : „Es gibt eine andere Art dieser Schafe oder llamas, die sie vicunia nennen. Diese sind schneller als die guanacos, wenn auch kleiner. Ihre Wolle ist feiner als die der Merinoschafe in Spanien. Das Fleisch hat Wildgeschmack, ist aber gut“ (Kap. CXI). Er erwähnt große Rudel von guanacos und vicuñas auf den Hochflächen von Bombón, Junín, (Kap. LXXXIII), im Gebiet zwischen Ayacucho und Andahuailas, aber auch ihre Ausrottung im Bergland von Tumbabamba (Ecuador), wo die Spanier sich so beeilt hätten, sie zu vernichten, daß nur mehr wenige, ja fast überhaupt keine mehr übrig blieben (Kap. XLIII). Aus der Gegend von Huamachuco schildert CIEZA die königliche Jagd, wie sie im Inkareich in Form des chaco betrieben wurde (Kap. LXXXI). „Die Inka hatten, wie man mir mitteilte, in dieser Provinz einen königlichen Wald, wo es den Einheimischen unter Todesstrafe verboten war, einzudringen, um die Jagdtiere zu töten, deren es eine große Zahl gab, neben einigen Löwen, Bären, Füchsen und Hirschen. Wenn der Inka eine königliche Jagd veranstalten wollte, befahl er 3000 oder 4000 Indios oder 10.000 bis 20.000, oder wie viel er sonst wollte, sich zu versammeln; diese sperrten einen großen Teil des Gebietes in der Weise ab, daß sie nach und nach in guter Ordnung sich zusammenschlossen, bis sie sich bei den Händen fassen konnten. In dem von ihnen umschlossenen Kreis wurden die Jagdtiere zusammengetrieben. Dabei war es sehr unterhaltend zu sehen, welche Sprünge die guanacos machen und wie die Füchse in ihrer Angst auf der Suche nach einem Ausweg von einer Stelle zur anderen laufen. In das umgrenzte Gebiet dringt nun eine Anzahl von Indios mit ihren Keulen und Stöcken ein und töten oder fangen die Zahl der Tiere, die der Herr will. Bei diesen Jagden fingen sie 10.000 bis 15.000 Tiere oder die Zahl, die der Herr wollte. So groß war die Menge, die es davon gab. Von der Wolle dieser Tiere oder vicunias machte man geschätzte Gewebe für den Schmuck der Tempel oder zum Gebrauch für den Inka selbst sowie für seine Frauen und Kinder.“

Ausführlicher schreibt GARCILASO DE LA VEGA in seinen Comentarios Reales über die wildlebenden Cameliden der Anden (8. Buch, Kap. XVII). Von den guanacos sagt er: „Das Fleisch ist gut, wenn auch nicht so gut wie beim zahmen

llama. Im übrigen gleichen sie sich in allem. Die Männchen stehen immer wachsam auf den Höhen, während die Weibchen herunter äsen. Wenn sie Menschen sehen, dann wiehern die Männchen ähnlich wie die Pferde, um die Weibchen aufmerksam zu machen, und wenn die Menschen auf sie zugehen, fliehen sie, die Weibchen vor sich hertreibend. Die Wolle dieser huanacus ist kurz und hart, trotzdem verwenden sie die Indios für ihre Kleidung. Zu meiner Zeit jagte man sie mit Windhunden und tötete viele."

"Ähnlich dem kleineren Haustier, welches man paco nennt, gibt es ein Wildtier, das vicuña heißt. Es ist ein zartes Tier mit wenig Fleisch es hat viel und sehr feine Wolle . . . Das vicuña ist von größerer Gestalt als eine Ziege, so groß diese auch sei. Die Farbe seiner Wolle geht in ein sehr helles Kastanienbraun Sie sind sehr schnell, es gibt keinen Windhund, der sie einholen könnte. Man tötete sie mit der Armbrust und indem man sie zusammentreibt, wie man es zur Zeit der Inka machte. Sie äsen in den höchsten Einöden nahe dem Schnee; das Fleisch kann man essen, wenn es auch nicht so gut ist wie das des huanacu. Die Indios schätzten es sehr, weil sie wenig Fleisch hatten." Von den festlichen Jagden, die die Könige im ganzen Reich veranstalteten, erzählt GARCILASO ausführlich im 6. Buche, Kap. VI (hier auszugsweise frei übersetzt). Im ganzen Reich war die Jagd verboten, ausgenommen auf Vögel für den Tisch der Inkastatthalter und curacas (Ortsvorsteher). Mit diesem Verbot wollte man erreichen, daß die Indios ihre wirtschaftliche Arbeit nicht vernachlässigen sollten. Das Wild war so zahlreich, daß es bis zu den Häusern kam. Es durfte aber nicht einmal von den Saaten vertrieben werden. Für die große Jagd wurden 20.000 oder 30.000 Indios aufgeboten oder auch mehr. Diese umschlossen einen großen Kreis von 20 bis 30 Meilen. Die zusammengetriebenen guanacos und vicuñas zählten zwischen 20.000 bis 40.000, eine herrliche und sehr ergötzliche Sache. Das ganze Wild fing man mit der Hand. Hirsche und Rehe tötete man und verteilte das Fleisch; die besten Männchen ließ man aber frei. Auch die huanacus und die vicuñas ließ man laufen, nachdem man sie geschoren hatte. Das ganze Wild wurde mittels quipus gezählt, auch die getöteten Tiere.

Die Wolle der huanacus, die grob ist, teilte man an die Leute aus, die der vicuñas, die wegen ihrer Feinheit sehr geschätzt ist, war zur Gänze für den Inka bestimmt. Er ließ sie unter die Verwandten königlichen Geblütes verteilen. Andere durften bei Todesstrafe keine Kleider von dieser Wolle tragen. Der Inka ließ das Fleisch der Jagdtiere verteilen, weil das Volk sonst keines hatte, außer den cuy (Meerschweinchen). Man machte charqui (Trockenfleisch) daraus, das ein ganzes Jahr lang hielt.

Die einzelnen Provinzen wurden in drei oder vier Teile gegliedert, so daß sich die Tierwelt in jedem Gebiet drei Jahre lang erholen konnte. In dieser Zeit wuchs auch wieder die Wolle der vicuñas, die durch eine allzuhäufige Jagd auch nicht verschreckt werden sollten.

"So war es früher", sagt GARCILASO, „jetzt sollen die Zeitgenossen die Zahl der Tiere angeben, die der Verheerung und Zerstörung durch die Armbrustschützen entgangen sind. Es gibt kaum mehr huanacus und vicuñas, außer dort, wohin die Jäger nicht gelangen konnten."

Schon am Beginn der spanischen Zeit wurden 1544/45 nach GARCILASO die Cameliden durch die Räude stark mitgenommen. Zwei Drittel der llamas sind daran zugrunde gegangen. Auch die guanacos und vicuñas wurden angesteckt,

die Krankheit wirkte sich aber bei ihnen nicht so schlimm aus, einerseits wegen der Kälte ihres Lebensraumes, andererseits weil diese Tiere nicht so geschlossen leben wie die zahmen (8. Buch, Kap. XVI).

Ähnliche Schilderungen des vicuña und des chaco finden sich bei anderen Chronisten der früheren spanischen Zeit in Perú, insbesondere bei P. JOSÉ DE ACOSTA, *Historia natural y moral de las Indias* (1590) und P. BERNABÉ COBO, *Historia del nuevo Mundo* (1653).

Wie J. J. VON TSCHUDI berichtet (Peru 1848, Band II, S. 90), haben sich Treibjagden (chacos) im Stile der Inka noch bis in das 19. Jahrhundert erhalten. 70 bis 80 Indios beteiligten sich daran. Es wurde ein größerer Kreis mit Stöcken und Schnüren abgegrenzt, an die man bunte Lappen hängte. Die Tiere sprangen nicht darüber hinweg. Innerhalb des Kreises wurden die vicuñas mit bolas (Wurfkugeln) erlegt. Ihr Fleisch wurde verteilt, die Felle an die Kirche geliefert. Trotz der heftigen Verfolgung hätte sich die Zahl der vicuñas nach TSCHUDI aber noch nicht vermindert. Die Klagen der zeitgenössischen Reisenden über die Verminderung der vicuñas hielt er für unbegründet.

In Wirklichkeit scheint die Lage allerdings damals schon wesentlich ungünstiger gewesen zu sein. Jedenfalls erließ SIMÓN BOLÍVAR schon gleich nach der Erlangung der Unabhängigkeit für Perú am 15. Juli 1825 in Cuzco ein Decreto supremo, durch das die vicuña-Jagd und der Handel mit vicuña-Wolle verboten wurde. In neuester Zeit verboten vor allem die Gesetze Nr. 9147 (1940) und Nr. 14.161 (1962) die vicuña-Jagd in Perú. Schon die Wiederholung der Gesetze zum Schutze für die vicuñas zeigt, daß sie nicht beachtet wurden und praktisch wirkungslos blieben. In Wirklichkeit geht die Verfolgung der vicuñas in größtem Stile weiter. Die Hauptgefahr droht von den mit modernen Waffen ausgerüsteten und teilweise sogar motorisierten Banden der Vieh- und Wildddiebe, die besonders im südperuanischen Hochland ihr Unwesen treiben. Den vicuñas lauert man vor allem an den Tränkeplätzen auf. Die Jagd wird dadurch erleichtert, daß sie in Rudeln auftreten. Teils handelt es sich dabei um familienartige Gruppen eines Männchens (hayñachu) mit mehreren Weibchen und Jungtieren bis zu einem Jahr, teils um lose Trupps zahlreicher Männchen.

Die vicuñas haben sich im übrigen an verschiedenen Orten an die Kraftwagen gewöhnt und lassen sich durch den Motorlärm beim Ässen nicht stören. Erst wenn man den Wagen anhält, heben sie den Kopf, und sobald man ihn verläßt, wenden sie sich zur Flucht. Es ist aber mit weittragenden Gewehren stellenweise möglich, sie von der Straße aus zu erlegen.

Da der Handel mit vicuña-Wolle oder -Fellen in Perú verboten ist, wird diese Jagdbeute über die Grenze nach Bolivien geschmuggelt. Von dort wird besonders der englische und der nordamerikanische Markt damit beliefert. Dieser Schwarzhandel ist die Ursache dafür, daß die vicuñas vor allem in Südperu, so in den Provinzen Caylloma, La Union und Condesuyos (Dep. Arequipa) schon völlig ausgerottet sind, also in einem Gebiet, wo man sie früher in zahlreichen Rudeln von der Eisenbahn aus sehen könnte. Auch im übrigen peruanischen Hochland steht es nicht viel besser. Zum Teil mag sich hier auch die Räude ausgewirkt haben, durch die beispielsweise in Huarochiri im Jahre 1954 viele vicuñas zugrunde gingen. An vielen Stellen fand man damals 10-12 tote Tiere beisammen (El Comercio, 14. 7. 1954). Viele Tiere gehen auch durch Eingeweide-

parasiten ein (vicuñas gusanadas), worunter auch llamas und alpacas oft leiden. Unter diesen Umständen richtet sich der Blick nicht nur des peruanischen Servicio forestal y de caza, der die Naturschutzangelegenheiten im Lande vertritt, sondern aller Tierfreunde auf den einzigen Platz, wo vicuñas noch in größerer Zahl auf freier Wildbahn leben, die Pampa de Galeras, die zur Gemeinde Lucanas (Dep. Ayacucho) gehört. Diese rund 4000 m ü. d. M. gelegene Hochebene wurde zum Schutzgebiet für die vicuñas erklärt. Hier weideten noch im Jahre 1954 die vicuñas in zahlreichen Rudeln mitten zwischen llamas, alpacas, Schafen, Rindern, Pferden und Schweinen. Ihre Menge war so groß, daß die Weidebesitzer darüber klagten, die vicuñas würden ihren Herden das Futter wegfressen. In der Folgezeit ging aber die Zahl bis auf 600 herunter. Unter dem Einfluß der Schutzmaßnahmen hat sie sich aber wieder auf rund 2000 Stück erhöht.

Das belgische Ministerium für Entwicklungshilfe hat einen hohen Betrag für die Einrichtung eines Überwachungsdienstes gestiftet. Hoffentlich ist es den Wächtern möglich, den Einbruch der Wilddiebe auch in diesen Raum zu verhindern. Wie groß die Gefahr ist, zeigte ein Zwischenfall an der Straße Chuquibambilla - Abancay im Juni 1969, wobei die Wilderer mehrere Männer der Guardia civil durch Schüsse aus dem Hinterhalt schwer verletzten. Kurz vorher war ein Hirte getötet worden, der einem ihrer Schlupfwinkel zu nahe gekommen war.

Die wirksamste Maßnahme zum Schutze der vicuñas wäre ein internationales Verbot des Handels mit vicuña-Wolle und-Fellen. Ein solches forderte die Lateinamerikanische Regionalkonferenz der International Union for Conservation of Nature and Natural Resources in San Carlos de Bariloche (Argentinien) im April 1968 und wieder die International Conference on Game Conservation and Wild Life Management in Monte Carlo im Dezember 1968. Prof. J. P. HARROY, Brüssel, hatte dazu als Präsident der I. U. C. N. ein ausgezeichnetes Memorandum verfaßt. Die Andenländer müßten dabei freilich den ersten Schritt tun.

Keinesfalls dürfte man sich darauf beschränken, die vicuñas nur auf der Pampa de Galeras zu erhalten. Diese gewiß weite Fläche ist doch zu klein, um als Lebensraum für eine wirklich große Zahl auszureichen. Es wäre auch zu befürchten, daß die Räude einmal den ganzen Bestand befallen und vernichten könnte. Daher wäre unbedingt anzustreben, daß sich die vicuñas überall dort wieder einbürgern, wo sie bisher in zahlreichen Rudeln gelebt haben. Mit J. P. HARROY wünschen wir, daß man eines Tages wieder einige hunderttausend vicuñas auf den Hochland der Anden zählen könne, zum wirtschaftlichen Vorteil der Bewohner und zu Nutzen und Vergnügen des Jagdsports.

Es wird freilich nicht leicht sein, dieses Ziel zu erreichen. Denn einerseits scheinen die Cameliden ziemlich standortstreu zu sein, worauf schon CHARLES DARWIN hingewiesen hatte, andererseits werden die Naturweiden im peruanischen Hochland in zunehmendem Maße durch Zäune eingefriedet, wodurch die freie Wanderung der Wildtiere verhindert wird. „Hier wie anderswo wird die Welt zu eng für freiheitsliebende Geschöpfe“ (J. DORST). Daß man umgekehrt die vicuñas auch innerhalb von Drahtgehegen halten kann, zeigt das Beispiel der Hacienda Cala-Cala (Prov. Azángaro in Südp Peru). Hier hat der kürzlich verstorbene Besitzer JUAN FRANCISCO PAREDES schon im Jahre 1919 eine vicuña-Zucht eingerichtet, wobei die Tiere auf einer Fläche von 500 ha eine beschränkte Bewegungsfreiheit genießen, die für ihre Fortpflanzung unerlässlich ist. Zeitweise zählte diese Herde 1000 Stück. Diese 6890 ha große Hacienda ist 1969 im Zu-

ge der Agrarreform enteignet worden, wodurch die Weiterführung der vicuña-Haltung in Frage gestellt ist. In der peruanischen Öffentlichkeit hofft man, daß hier eine „Reserva nacional“ für das vicuña geschaffen wird.

Die vorstehenden Ausführungen waren schon zum Druck gegeben worden, als Ereignisse eintraten, die mehr als alles andere hoffen lassen, daß das vicuña noch gerettet werden könnte.

Am 16. August 1969 wurde zwischen Perú und Bolivien durch deren Außenminister in La Paz ein Übereinkommen zum Schutze des vicuña abgeschlossen (veröffentlicht in El Comercio vom 19. 8. 1969). Es umfaßt 10 Artikel, von denen die ersten, wie folgt, lauten:

- Artikel I: Die beiden Signatarregierungen verpflichten sich, die Jagd auf vicuñas zu verbieten und zu verhindern, ebenso alle gesetzlichen Bestimmungen außer Kraft zu setzen, die auf ihren Gebieten den Handel mit vicuña-Wolle, -Haaren, -Fellen und Erzeugnissen daraus erlauben, gleichgültig woher diese stammen. Ebenso verpflichten sie sich, den Handel mit vicuña-Produkten zu verhindern.
- Artikel II: Die Signatarregierungen verpflichten sich, Ausfuhr und Einfuhr von Wolle, Haaren, Fellen und Erzeugnissen aus ihnen für eine Zeit von 10 Jahren zu verbieten.
- Artikel III: Die Signatarregierungen verpflichten sich, die Ausfuhr von lebenden vicuñas zu verbieten, ausgenommen von jenen, die für die Fortpflanzung nicht mehr geeignet sind und die für wissenschaftliche Zwecke und für rechtmäßig bestehende zoologische Gärten bestimmt sind.

Die übrigen sieben Artikel beschäftigen sich mit der Einrichtung von Schutz- und Zuchtgebieten, mit der biologischen Erforschung der vicuñas, mit der Werbung für ihre Erhaltung, mit der Ausbildung des Bewachungspersonals, mit der Aufklärung über die Bedeutung der vicuñas in den Schulen und mit verschiedenen Formfragen in dieser Angelegenheit. Argentinien und Chile soll die Möglichkeit geboten werden, sich diesem Übereinkommen anzuschließen.

Schon am 16. September 1969 erließ die peruanische Regierung das Gesetz 17. 816, wodurch erneut das vicuña unter Schutz gestellt wird, diesmal in einer sehr drastischen Weise. Die Jagd auf vicuñas wird nämlich mit 1-3 Jahren Gefängnis und einer Geldbuße von 5000 Soles für jedes erlegte Tier bestraft. Der Handel mit vicuña-Fellen und -Wolle wird mit Gefängnis von 3-5 Jahren bestraft; solche Produkte werden beschlagnahmt und der Übeltäter hat eine Geldsumme im Ausmaß des fünffachen Wertes des beschlagnahmten Gutes zu bezahlen. Von Bolivien wird ein ähnliches Verbot erwartet. Inzwischen hat Großbritannien durch einen bevollmächtigten Vertreter erklären lassen, daß es die Einfuhr von vicuña-Wolle verbieten wird. Dadurch wird der Hauptabnehmer ausgeschaltet. Wenn sich auch andere Länder, die vicuña-Wolle gekauft haben, insbesondere die Vereinigten Staaten von Amerika, diesem Vorgehen anschließen, dürfte wohl der Anreiz für die weitere Verfolgung des vicuña durch die Wilderer wegfallen.

Wenig ist über die guanacos zu erfahren, was wohl damit zusammenhängt, daß ihre Wolle nicht so wertvoll ist wie die der vicuñas und daß sie gegenüber dem eng verwandten Lama keine besonderen Vorzüge haben. Dieses Wildtier gibt es in beschränkter Zahl noch in den südperuanischen Departamentos Tacna, Moque-

gua und Arequipa, wo es in den Monaten August bis September in die lomas des Küstengebietes heruntersteigt. Sollte das guanaco in Perú ganz ausgerottet werden, so kann man sich vielleicht damit trösten, daß es wenigstens in Patagonien noch weiterlebt, obwohl freilich auch dort seine Bestände schon zusammenschmelzen.

SCHRIFTTUM ÜBER DAS VICUÑA

Das vicuña und die übrigen Cameliden der Anden sind selbstverständlich in allen größeren zoologischen Werken beschrieben. Als neueste seien genannt: GRZIMEKs Tierleben, Band XIII/4 (einschlägiger Abschnitt von Dieter HEINEMANN).

Ernest B. WALKER, *Mammals of the World*. The John Hopkins Press, Baltimore 1964.

Jean DORST, *South America and Central America, A Natural History*. Hamish Hamilton, London 1967. Kapitel: Icy Land Beneath a Tropical Sun.

Die eingehendste Untersuchung über das vicuña ist von Carl B. KOFORD: *The vicuña and the Puna*. *Ecological Monographs* Vol. 27, No. 2, 1957, pp. 153-219, angeschlossen auch ein ausführliches Literaturverzeichnis. Diese lange vergriffene Arbeit ist durch die Johnson Reprint Corporation New York, 1969, wieder zugänglich gemacht worden. Sehr anerkennenswert ist es, daß sich die größte peruanische Tageszeitung EL COMERCIO laufend in ausgezeichneten Artikeln für die Erhaltung des vicuña und überhaupt für den Naturschutz einsetzt.

Wenn hier von bedrohter Natur in den peruanischen Anden die Rede war, so erschöpft sich dieses Thema leider nicht mit den beiden hier geschilderten Beispielen. Es müßte bei der Pflanzenwelt ebenso oder sogar noch mehr von der Zerstörung der queñuales (Polylepis-Wälder) in den Hochtälern gesprochen werden, wie bei der Tierwelt von der Ausrottung der Andenhirsche (venados), der großen Wasserhühner auf den Seen, ja sogar des in unzugänglichen Felswänden horstenden Condors.

Es ist zu befürchten, daß die Eingriffe in die Natur des andinen Hochgebirges in den kommenden Jahren noch stärker werden. An erster Stelle ist hier die Zunahme der Verkehrserschließung zu nennen. Mit Lastwagen befahrbare Güterwege, ja sogar richtige Fahrstraßen führen jetzt schon bis zum Ausgang der Kordillerentäler hinauf, ja teilweise sogar in diese hinein, wie in das Yanganuco- und in das Parrón-Tal in der Cordillera Blanca. Das bedeutet natürlich auch die Möglichkeit einer erlaubten, mehr noch einer unerlaubten Ausbeutung der dortigen Naturschätze in einem Ausmaß, das weit über die bisherige Nutzung durch die Indios hinausgeht. Dabei spielen die Besitzverhältnisse keine unwesentliche Rolle. Am stärksten ist z. B. die Abholzung der queñuales in den Tälern, die einer indianischen comunidad gehören, weil hier auch die Bestockung mit Weidewieh am größten ist. Die zu einer Hacienda gehörenden Täler sind hingegen oft durch Mauern abgesperrt und nur durch eine „portada“ zugänglich. Durch die Agrarreform wird es hier vielfach zu Veränderungen kommen, die sich auch auf die natürliche Vegetation und Tierwelt auswirken werden.

Demgegenüber ist zu hoffen, daß im Zuge der allgemeinen Hebung der Volksbildung auch in Perú der Natur- und Landschaftsschutz immer mehr Fuß fassen wird und daß dann auch in den Siedlungen des Hochlandes Kräfte heranwachsen, die sich gerade dort für ihn einsetzen, wohin der Arm der Obrigkeit nicht reicht.

RESUMEN

Dos ejemplos demuestran cómo también en los Andes peruanos la naturaleza está ya amenazada por la intervención del hombre. Del mundo vegetal se describe la Puya Raimondii, que en su florecimiento alcanza una altura superior a los 10 metros. Como planta relicto se encuentra en el Perú y en Bolivia solamente en muy pocos lugares, que se describen brevemente. Esta Puya gigante corre peligro sobre todo por parte de los pastores indios, que la incendian sobre todo con motivo de la fiesta de San Juan el 24 de junio. Se trata en detalle la cuestión de la edad de esta planta que solamente florece una vez. Sin grandes dificultades y sin grandes gastos sería posible preservar la Puya Raimondii de la destrucción.

Dentro del mundo animal de los Andes debería protegerse ahora sobre todo la graciosa vicuña, que tiene tanto valor por su fina lana y que ya fue casi exterminada por cazadores sin escrúpulos. Solamente en la Pampa de Galeras más arriba de Nazca, que ha sido declarada parque natural, se encuentra aún esta clase de animal en mayor cantidad (unos 2000). La caza real (chaco) en tiempo de los incas cuidaba de no matar a las vicuñas capturadas y solamente les esquilaba la lana. Un acuerdo entre el Perú y Bolivia y las correspondientes leyes en estos estados promulgadas en el año 1969 hacen abrigar la esperanza de que se conserve la vicuña en las tierras altas de los Andes centrales.

LÄNDLICHE SOZIALSTRUKTUR UND ENTWICKLUNGSMÖGLICHKEITEN IN AFGHANISTAN *)

Mit einer Übersichtskarte und 3 Tabellen

HELMUT HAHN

Die Regierung Afghanistans hat in den letzten beiden Jahrzehnten mit Unterstützung internationaler Organisationen und im Rahmen bilateraler Entwicklungshilfeabkommen eine Reihe von Maßnahmen zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion ergriffen. Trotz aller Bemühungen und obwohl die technischen Mängel der Landbewirtschaftung offensichtlich sind, ist es bisher nicht gelungen, über einige örtliche Erfolge hinausgehende grundsätzliche Wandlungen der Produktionsbedingungen bzw. der Agrarstruktur zu erzielen. So einfach diese Aufgabe aus der Sicht entwickelter Länder sein mag, so leicht es ist, vom Katheder aus zu erklären, wie ein landwirtschaftlicher Betrieb auszusehen hat und unter welchen natürlichen Voraussetzungen welches Produkt mit höchstmöglichem Reinertrag angebaut werden kann, so schwierig scheint es, allein mit der Hilfe von Experten ohne die tätige Eigeninitiative der Landbevölkerung dauerhafte Erfolge zu erzielen.

Die Schwierigkeiten sind offensichtlich strukturell bedingt. Ihre Überwindung setzt daher eine gründliche Kenntnis der agrarstrukturellen, insbesondere agrarsozialen Verhältnisse einschließlich ihrer regionalen Differenzierungen voraus. Vor allem die Sozialstruktur, d. h. die Besitzverhältnisse, die Pachtmodalitäten, die Arbeitsverfassung, die Familienstruktur – um nur die wichtigsten Teilaspekte zu nennen – bilden ja die Basis, an der alle Neuerungen anzusetzen bzw. mit der alle Entwicklungsbemühungen zu rechnen haben. Hier liegt ein weites Aufgabengebiet für die geographische Grundlagenforschung, worauf C. TROLL in einer Reihe von Aufsätzen mit Recht immer wieder hingewiesen hat 1). Da andererseits die Landwirtschaft – von ausländischen Krediten abgesehen – in den meisten Entwicklungsländern die Investitionskosten für die Verbesserung der Infrastruktur aber auch der Industrialisierung zu tragen hat, sollte ihre Förderung Vorrang besitzen. Nur wenn es gelingt, die Kaufkraft breiter Bevölkerungsschichten – also auch der Agrarbevölkerung – zu steigern, kann die Industrialisierung und damit die Erstellung neuer Arbeitsplätze mit Erfolg vorangetrieben werden.

Sozialgeographische Grundlagenforschung im agrarischen Bereich war aus den genannten Gründen ein wesentliches Anliegen der in den Jahren 1959/60 durchgeführten Arbeiten 2). Diese Erhebungen wurden 1968/69 in Zusammenar-

*) Erweiterte Fassung eines Vortrages, der am 8. 11. 1969 im Rahmen eines Symposiums der Arbeitsgemeinschaft Afghanistan in Bonn gehalten wurde.

(1) Die Aufsätze wurden kürzlich zusammengefaßt publiziert unter dem Titel: TROLL, Carl: Die räumliche Differenzierung der Entwicklungsländer in ihrer Bedeutung für die Entwicklungshilfe. Erdkundliches Wissen, Heft 13. Wiesbaden 1966

(2) Ein knapper Bericht, der erste Ergebnisse im Überblick zeigt, wurde 1963 vorgelegt: HAHN, Helmut: Soziale Lage und Entwicklungsmöglichkeiten im Bereich kleinbäuerlicher Besitzstruktur in Afghanistan. Deutscher Geographentag Heidelberg. Tagungsbericht und wissenschaftliche Abhandlungen. Wiesbaden 1965

beit mit H. TOEPFER fortgeführt und auf unterschiedliche Regionen Afghanistans ausgedehnt 3). Wenn nun der Versuch unternommen wird, die soziale Situation und die mit ihr aufs engste verknüpften Bedingungen der Landbewirtschaftung anhand des gesammelten Materials darzustellen, so sollen im Hinblick auf das Thema zwei Fragen im Vordergrund stehen: 1. Ist die afghanische Landbevölkerung von ihrer Sozialstruktur her in der Lage, agrartechnische, ökonomische und andere Anregungen aufzugreifen und 2. wenn die derzeitige Struktur wenig günstig ist, wo können geeignete Maßnahmen zu ihrer Verbesserung ansetzen und damit eine fortschrittliche Entwicklung einleiten?

Die Anpassungsschwierigkeiten der Landwirtschaft an die Erfordernisse der heutigen Volkswirtschaft hängen – wie wir von unseren europäischen Verhältnissen her wissen – zu einem bedeutenden Teil von den für moderne Wirtschaftsformen ungeeigneten Betriebsgrößen ab. Das wichtigste Produktionsmittel der Landwirtschaft ist nun einmal der Boden, der nicht unbeschränkt zu Verfügung steht, bzw. in einem langen historischen Prozeß seinen derzeitigen Besitzern in regional unterschiedlichen Größenordnungen zugefallen ist. Dabei müssen zwei Faktoren in Rechnung gestellt werden: 1. Die Erstzuteilung bzw. Aufteilung des Bodens erfolgte zu einer Zeit, in der der Gerätebesitz der auf Selbstversorgung eingestellten bäuerlichen Bevölkerung außerordentlich gering und somit der Anteil der Handarbeit an der Bodenbearbeitung außerordentlich hoch war. Die Betriebe waren daher von vorneherein relativ klein bzw. der Arbeitskräftebedarf je Flächeneinheit sehr hoch; 2. muß die Bevölkerungsvermehrung im Laufe der Jahrhunderte – wenn die Möglichkeiten zur Ausweitung der Anbaufläche beschränkt waren und das Erbrecht eine Teilung ermöglichte, beim islamischen Erbrecht als Realteilungsrecht ist dies der Fall – zu einer weiteren Verkleinerung der Besitzungen und damit fast notwendig auch der Betriebe geführt haben.

Für Afghanistan liegen Statistiken der Besitz- bzw. Betriebsgrößenverhältnisse in der Landwirtschaft – von groben Schätzungen abgesehen – nicht vor. Doch wird die Zahl der Grundbesitzer mit mehr als 500 Jirib (> 100 ha) auf 1000 bis 1500 geschätzt. Noch einmal 10000 bis 15000 Familien besitzen zwischen 100 und 500 Jirib (20-100 ha). Fragen wir nach der sozialen Zugehörigkeit dieser Landbesitzer, so sind drei Gruppen zu unterscheiden, die im übrigen recht ungleich über das Land verteilt sind. 1. Über größeren Grundbesitz verfügen die Stammesführer bzw. der Chan-Kheel (d.h. die Sippe, die den Stammesführer stellt). 2. Grundbesitz erhielten und erhalten – vor allem im Norden des Landes – verdiente höhere Offiziere bzw. Staatsbeamte vom Königshaus geschenkt. 3. Großhändler aus den städtischen Bazaren konnten unbebaute Ländereien vom Staat kaufen bzw. auf dem Wege über die Pfändung (s. Verschuldung der Bauern) oder durch Kauf auch Bewässerungsland erwerben. Die letztgenannte Gruppe ist vor allem in der Provinz Herat, aber auch im Umkreis anderer größerer Städte von Bedeutung. Gerade der Besitz der Chan-Kheel ist allerdings oft durch die Erbteilung auf „mittelbäuerliche“ Größenordnung reduziert worden.

Es ist selbstverständlich, daß die größeren Grundbesitzer, die Stammesführer, bzw. die Angehörigen geachteter Sippen einen großen Einfluß in den Dörfern ausüben. Die Landarbeiter auf dem selbstbewirtschafteten Eigenland, das Dienst-

(3) Zur Lage der untersuchten Orte siehe die Übersichtskarte. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft sei auch an dieser Stelle für die Herrn Dr. H. TOEPFER und dem Verfasser bewilligten Sach- und Reisemittel herzlich gedankt.

personal im Haushalt, die Pächter und selbst die Tagelöhner der Pächter gehören alle zur „Gefolgschaft“ des Grundbesitzers. Sie wählen ihn in das Parlament in Kabul, bzw. fällt ihm das Amt des Ortsvorstehers fast selbstverständlich zu. Da die Mehrheit der Kleinstbesitzer und landlosen Tagelöhner ihre Behördenangelegenheiten kaum selbst regeln kann, wenden sie sich mit der Bitte um Hilfe oder gar Vertretung an den Grundbesitzer bzw. an einen Angehörigen der ebenso angesehenen „mittelbäuerlichen“ Schicht, die überall dort, wo eigentlicher Großgrundbesitz fehlt, dessen Funktion übernimmt.

Nach diesen Vorbemerkungen soll die Auswertung der eigenen Erhebungen zur Sozialstruktur einen genaueren Einblick in die Besitz- bzw. Betriebsgrößenverhältnisse ermöglichen. Da die Landbewirtschaftung entscheidend von der Betriebsgröße geprägt wird, sind in Tabelle I die Betriebe nach Größenklassen aufgeschlüsselt. Das Bild wird in der Tat beherrscht von der großen Zahl von Klein- und Zwergbetrieben. Nur 5,6 % der Betriebe besitzen eine Größe von 40 Jirib (8 ha) und mehr. Aber über ein Viertel aller Betriebe bewirtschaftet weniger als 2,5 J. oder 0,5 ha, zwei Drittel davon im Nebenberuf. 68 % der Betriebe sind

Tabelle I: Zahl der Betriebe mit einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von ... Jirib
(1 Jirib = 0,195 ha)

Gemeinde	Zahl d. Betriebe	< 2,5 Jirib			2,5-10 Jirib		10-40 Jirib		> 40 Jirib	
		neben-berufl. Zahl	haupt-berufl. Zahl	% aller Betr.	Zahl	Betr.	Zahl	Betr.	Zahl	Betr.
Shēwaki	79	8	17	31,6	37	46,9	14	17,7	3	3,8
Bīmī Hīsār	80	11	5	20,0	38	47,5	26	32,5	-	-
Bībī Mahrū	18	-	1	5,5	7	38,9	10	55,6	-	-
Paghmān	62	43	1	71,0	15	24,2	2	3,2	1	1,6
Sarāi-e Khōja	49	1	4	10,2	27	55,1	15	30,6	2	4,1
Kākerha	58	7	3	17,3	29	50,0	17	29,3	2	3,4
Qōrghān	9	-	-	-	7	77,8	2	22,2	-	-
Shfbar	5	1	-	20,0	2	40,0	2	40,0	-	-
Doāwī	16	-	-	-	7	43,7	9	56,3	-	-
Tōn	20	-	2	10,0	14	70,0	4	20,0	-	-
Murghča Bālā	14	2	2	28,6	8	57,1	2	14,3	-	-
Sayd Amir Jān	26	3	-	11,5	-	-	15	57,7	8	30,8
Dēb Jar	7	-	-	-	1	14,3	5	71,4	1	14,3
Bālā Qūčī	16	3	-	18,8	1	6,2	10	62,5	2	12,5
Ghezgay	23	3	4	30,4	14	60,9	1	4,3	1	4,3
Andai	16	3	2	31,2	4	25,0	7	43,8	-	-
Qāzi Kenti	13	6	-	46,2	1	7,7	4	30,8	2	15,4
Osmankhēl	16	6	4	62,5	5	31,2	1	6,3	-	-
Hakimābād	12	1	2	33,3	6	50,0	3	16,7	-	-
Nimla	25	6	5	44,0	12	48,0	2	8,0	-	-
Abdul Wāhed K.	12	-	-	-	-	-	8	66,7	4	33,3
M. Akbarkhān K.	4	-	-	-	-	-	-	-	4	100,0
Shin Kalay	10	-	-	-	-	-	7	70,0	3	30,0
Summen:	590	104	52	26,4	235	39,8	166	28,2	33	5,6

mit 2,5 bis 40 J. (0,5 bis 8 ha) ausgestattet, wobei wiederum fast 60 % weniger als 10 J. (2 ha) umfassen. Natürlich gibt es regionale Unterschiede. So werden etwa in Paghmān 70 % aller Betriebe nur im Nebenberuf bewirtschaftet und bleiben unter 2,5 J., während andererseits in Südafghanistan (Hilmand-Gebiet) alle Betriebe größer als 10 J. sind, um nur zwei Extremfälle zu nennen.

Doch sollen die regionalen Differenzierungen bei diesem großräumigen Überblick unberücksichtigt bleiben, sie hängen unter anderem von der Bodengüte, von den Wasserverhältnissen, von der Bodennutzung (Intensivkulturen) usw. ab (4). Wichtiger ist die Beantwortung der Frage, ob die Besitzerverhältnisse – vor allem in der Größenordnung über 40 J. – sich wesentlich von den Betriebsverhältnissen unterscheiden, da größere Betriebe erfahrungsgemäß eher in der Lage sind, Neuentwicklungen voranzutreiben. Es zeigt sich im übrigen, daß die Besitz- und Betriebsgrößen unter 40 J. nur wenig differieren, obwohl auch hier Teilverpfändungen, Teilverpachtungen, Pfandnahme und Zupacht vorkommen und Gesamtpachtungen sogar recht häufig sind.

In den 23 untersuchten Dörfern wurden insgesamt 38 Betriebe bzw. Besitzungen mit 40 und mehr Jirib erfaßt. Wie die Tabelle II zeigt, hatten fünf Besitzer ihr gesamtes Land verpachtet (darunter einer auch gepachtetes Land), weitere sieben hatten Teile ihres Landes verpachtet, vier haben Land zugepachtet (davon einer – wie erwähnt, Nr. 35 – dieses weiterverpachtet), 10 bearbeiten ihr gesamtes Land ohne Zupacht und 13 Betriebe sind reine Pachtbetriebe. Die Durchschnittsgröße der 33 Betriebe liegt bei 58 J. (dazu 597 Rebstöcke und etwas Gartenland). Diese geringe Größe ergibt sich aus der relativ hohen Zahl der Pachtbetriebe, die im allgemeinen ca. 40 bis 50 J. bebauen, und aus der Tatsache, daß auch die Eigenwirtschaften der Grundbesitzer in dieser Größenordnung bleiben. Übersteigt der Grundbesitz 50 bis 100 J., so wird er meist ganz oder teilweise verpachtet. Von 3706 J. Eigenland waren 2550 J. (68,8%) verpachtet. Nur 31,2% wurden in eigenen Betrieben bearbeitet. Lassen wir die beiden Kleinbesitzer weg, die überwiegend Pachtland bearbeiten, so verfügen die Grundbesitzer über durchschnittlich 160,5 Jirib Land. Die Diskrepanz zwischen durchschnittlicher Besitz- und durchschnittlicher Betriebsgröße unterstreicht das eben Gesagte.

Die große Zahl der Pächter – wo Angaben vorlagen, wurden sie in die Tabelle aufgenommen – zeigt, daß im übrigen auch die Pachtbetriebe meist unter 40 J. gehalten werden. Die in dieser Tabelle erfaßten – mit 40 und mehr Jirib – müssen also bereits zu den Ausnahmen gezählt werden. Auch der Arbeitskräfte-

(4) Für den Raum Kabul sei in diesem Zusammenhang erinnert an:

HAHN, Helmut: Die Stadt Kabul (Afghanistan) und ihr Umland. II. Sozialstruktur und wirtschaftliche Lage der Agrarbevölkerung im Stadtumland. Bonner Geogr. Abhandlungen Heft 35. Bonn 1965 und

VOPPEL, Götz: Afschar, Strukturgrundlagen und Wirtschaftsleben eines stadtnahen afghanischen Dorfes. Geographische Rundschau, 19. Jg., Heft 7, 1967.

Die Auswertung des 1968/69 gesammelten Materials ist noch nicht voll abgeschlossen. Bei der Publikation wird den regionalen Differenzierungen entsprechende Beachtung geschenkt werden. Es sei aber an dieser Stelle auch verwiesen auf:

JENTSCH, Christoph: Typen der Agrarlandschaft im zentralen und östlichen Afghanistan. Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität des Saarlandes. Bd. X. 1965 und

JENTSCH, Christoph: Luftbild Khwaja Kotgay. Ztschr. Erde, 100. Jg., Heft 1, 1969

Tabelle II: Besitzer bzw. Betriebe mit 40 Jirib und mehr LN-Fläche
(1 Jirib = 0,195 ha)

Provinz Betr. Nr.	Landbesitz ... Jirib	in eig. Bearbeitung ... Jirib	verpachtet ... Jirib	gepachtet ... Jirib	Arbeits- kräfte
Kabul 1	5,5 ¹	42 ¹	-	36,5	3
2	-	60	-	60,0	5
3	-	50	-	50,0	4
4	62	62	-	-	4
5	30 + 6000 R	30 + 6000 R	-	-	9
6	52 + 6000 R	52 + 6000 R	-	1200 R ²	6
7	Garten + 6500 R	Garten + 6500 R	-	-	4
8	50 + 1200 R	50 + 1200 R	-	-	4
9	50 + 2000 R	-	50 + 2000 R	3 ²	-
Qundūz 10	600	50	550	-	9
11	120	80	40	-	10
12	80	80	-	-	7
13	-	45	-	45	1,5
14	-	40	-	40	2
15	-	40	-	40	2
16	-	40	-	40	2
17	-	40	-	40	1,5
18	120 Lalmi = 40	120 Lalmi = 40	-	-	3
19	600	Garten	600 an 23 P.	-	2
20	90 ³	50	40 ³	-	5
21	32	42	-	10	3
Ghazni 22	100 (Wasserpumpe)	50	50 an 2 P.	-	2,5
Shibirghān 23	200 ⁴ + 70 Lalmi=23,3	130 ⁵ 23,3	70 ⁴	-	4
24	400 ⁶ + 70 Lalmi=23,3	140 ⁵ 23,3	260 ⁶	-	4,5
Hilmand 25	90	20	70 an 2 P.	-	2
26	90	90	-	-	6
27	80	80	-	-	4,5
28	-	65	-	65	2
29	-	40	-	40	2
30	550	-	550 an 16 P.	-	-
31	8	48	-	40	2
32	-	40	-	40	2
33	-	40	-	40	2
34	-	40	-	40	1
35	210	-	400	190	-
36	60	60	-	-	1,5
37	60	-	60 an 2 P.	-	-
38	-	130	-	130	4
Summen:	3706,1 + 21700 R	1912,6 + 19700 R	2550 + 2000 R	949,5 + 1200 R	127 58 EAK +69 FAK

besatz zeigt deutlich, daß es sich bei den 33 Betrieben im Grunde nur um größere „Mittelbetriebe“ handelt. Die 127 eingesetzten Arbeitskräfte bearbeiten 1912,6 J. und 19700 Rebstöcke, d. h. je Arbeitskraft 15,1 J. und 155 R. Die Arbeitsleistung ist damit zwar doppelt so hoch wie in den Mittelbetrieben, aber sie verdoppelt sich auch beim Vergleich der Klein- und Mittelbetriebe. Von einem grundsätzlichen Unterschied in der Betriebsführung kann daher nicht gesprochen werden. Zum Vergleich seien die Werte hier in einer Tabelle zusammengefaßt.

Landwirtschaftliche Betriebe nach Größenklassen und Arbeitskräftebesatz

Größen- klasse	Betriebe Zahl	Fläche in Jirib	Rebst. Zahl	Ø-Größe in Jirib	+ Ø-Zahl d. R.	AK	AK je Betr.	1 AK bearb. J. u. R.	FAK in % der AK
2,5-10	235	926	33190	3,9	+ 141	330	1,4	2,8J + 101R	13,3
10-40	166	2734	54330	16,5	+ 327	388	2,3	7,0J + 140R	30,9
über 40	33	1913	19700	58,0	+ 597	127	3,8	15,1J + 155R	54,3

Der sehr hohe Arbeitskräftebesatz hängt offensichtlich nicht allein von der Betriebsgröße ab. Bereits in den Kleinbetrieben (2,5 bis 10 J.) sind 13,3% der Arbeitskräfte Familienfremde, in den Mittelbetrieben sogar 30,9%, in den Großbetrieben allerdings bereits 54,3%. Andererseits kommen auf jede Familie 1,3 Erwerbstätige. Von Ausnahmefällen abgesehen müßten also die Familienkräfte für die anfallenden Arbeiten in den Klein- und selbst noch in den Mittelbetrieben ausreichen, umso mehr als die Arbeitsspitzen traditionsgemäß durch Nachbarschaftshilfe bzw. Einsatz der Verwandtschaft bewältigt werden. Die Arbeitsleistung in den größeren Betrieben (15,1 J. und 155 R. je AK gegenüber einer Durchschnittsgröße der Mittelbetriebe von 16,5 J. und 327 R.) belegt dies eindeutig. Der Anteil von über 30% Fremdarbeitskräften in den Mittelbetrieben macht deutlich, daß die Betriebsinhaber geneigt sind, Familienfremde zu ihrer eigenen Entlastung einzusetzen, obwohl sie selbst noch kaum ausgelastet sind. Sie fühlen sich als Landbesitzer und Arbeitgeber. Die geringe Besitzgröße verleitet demnach zusätzlich zu einer Überbesetzung mit Arbeitskräften.

Ein Vergleich des Arbeitskräftebesatzes in den Pachtbetrieben mit dem der Eigentumsbetriebe bestätigt, daß hier kein Fehlschluß gezogen worden ist. Selbst in den größeren Betrieben wirkt sich dies aus. Von 18 Betrieben mit mehr als 40 Jirib in vergleichbarer Lage haben die neun Pachtbetriebe eine Durchschnittsgröße von 51,3 Jirib. Eine Arbeitskraft bearbeitet 18,5 Jirib. In den neun Eigentumsbetrieben bearbeitet eine AK nur 12,6 Jirib, obwohl sie mit 70,2 Jirib im Durchschnitt größer sind als die Pachtbetriebe. Nur 24% der Arbeitskräfte

-
- 1) darin enthalten 3 Jirib Pfandland
 - 2) verpfändet und zurückgepachtet
 - 3) 40 Jirib liegen in einer anderen Gemarkung
 - 4) 70 Jirib liegen in einer anderen Gemarkung
 - 5) es wird jeweils die Hälfte des Landes genutzt, die andere Hälfte liegt brach
 - 6) 200 Jirib liegen in einer anderen Gemarkung

EAK = familieneigene und FAK = familienfremde Arbeitskräfte, R = Rebstöcke, P = Pächter

in den Pachtbetrieben waren Familienfremde gegenüber 68% in den Eigentumsbetrieben. Noch offensichtlicher wird die Diskrepanz bei der Untersuchung der Arbeitsleistung in den Mittelbetrieben. In 10 Pachtbetrieben werden 215 Jirib von 16 Arbeitskräften bearbeitet, das ergibt eine Arbeitsleistung von 13,4 Jirib. In den vergleichbaren Eigenbetrieben kommen auf 213 Jirib 31 Arbeitskräfte (darunter 6 Fremdarbeitskräfte), das entspricht 6,9 Jirib je AK. Diese Beispiele mögen als Beleg für die obige Aussage genügen.

Wir müssen nun den Ursachen des unterschiedlichen Arbeitskräfteeinsatzes in den Pacht- und Eigentumsbetrieben nachgehen. In den mittelgroßen Pachtbetrieben waren, von einem Ausnahmefall abgesehen, nur Familienarbeitskräfte eingesetzt. Offensichtlich können die Pächter sich bei den hohen Pachtleistungen Fremdarbeitskräfte nicht erlauben. Diese Vermutung zwingt uns, auf die Pachtmodalitäten in den untersuchten Dörfern näher einzugehen. Zwei Grundformen sind gebräuchlich: a) Teilpacht und b) Fixpacht; wobei auch die Fixpacht – von Ausnahmefällen wie etwa dem Gemüsebau in Marktnähe bzw. dem Traubenanbau abgesehen – in Naturalien geleistet wird. Der Unterschied besteht also darin, daß im ersten Falle ein festgelegter Anteil an der Ernte, im zweiten eine gewichtsmäßig fixierte Erntemenge als Pachtzins geleistet werden muß.

Es zeigt sich, daß die Belastung in beiden Fällen annähernd gleich groß ist, d. h. die Fixpacht entspricht dem langjährigen Mittel des örtlich üblichen Ertragsanteiles. Liegt der Flächenertrag bei ca. 40 Ser Weizen je Jirib und der ortsübliche Teilpachtsatz bei drei Viertel der Ernte als Anteil des Grundbesitzers, so beträgt auch der Fixpachtsatz 30 Ser. Wenn die Teilpacht sich für den Pächter günstiger auswirkt, so liegt das eher im Psychologischen begründet als an der Höhe der Fixpacht. In guten Jahren wird der Pächter den Mehrertrag verwirtschaften, in schlechten wird die Pacht den Ertrag ganz oder doch fast ganz beanspruchen, und der Pächter gerät in Schulden. Bei der Teilpacht bleibt ihm dagegen immer ein Ernteanteil, wenn dieser in schlechten Jahren auch unter dem Durchschnitt liegt.

Nun sind die Teilpachtmodalitäten in den einzelnen Landesteilen bzw. je nach Bodennutzungssystemen unterschiedlich. Sie schwanken zwischen der Hälfte und fünf Sechstel der Ernte. Der geringste Anteil verbleibt dem Pächter im allgemeinen bei den Sonderkulturen, z. B. beim Traubenanbau. Am weitesten verbreitet ist ein Anteil von einem Viertel der Ernte für den Pächter. Nehmen wir also an: der Pächter hat 14 Jirib gepachtet, bearbeitet sie mit einem heranwachsenden Sohn, zahlt drei Viertel der Ernte (von 40 Ser Weizen je Jirib) als Pacht, so bleiben ihm am Jahresende für eine fünf- bis sechsköpfige Familie 140 Ser gleich 980 kg Weizen, von denen noch gewisse Abgaben zu entrichten sind. Bei derartigen Einkommensverhältnissen bleibt es nicht aus, daß sich die Pächter stark verschulden. Da sie keinen Besitz als Sicherheit zu bieten haben, müssen sie auch noch besonders hohe Zinsen (im Durchschnitt 30%) zahlen. Im Raum Kabul waren 1959/60 die Inhaber von Pachtbetrieben in weit höherem Maße verschuldet als die übrige Bevölkerung. Dies galt auch für relativ große Pachtbetriebe. Es mußte daher angenommen werden, daß bei den hohen Pachtsätzen die Arbeitskraft des Betriebsinhabers bzw. der Familienarbeitskräfte ausgelastet ist, ehe der Lebensunterhalt gesichert ist. Die Erhebungen in anderen Provinzen Afghanistans zeigen nun, daß dies auch dort zutrifft.

Verschuldung in:	Betriebe	verschuldete Betriebe		Schuldsumme in Afs.	Ø Schuldsumme in Afs.
	Zahl	Zahl	%		
Pachtbetrieben	81	57	70,4	918 400	11 340
Eigentumsbetr.	105	49	46,7	746 900	15 220

Wie die Aufstellung zeigt, waren 70,4% der Pachtbetriebe mit durchschnittlich 11.340 Afs. verschuldet, darunter auch große Betriebe. Die Auswertung ergibt aber auch, daß immerhin 46,7% der Bauern mit Eigenland Schulden aufgenommen hatten und zwar im Durchschnitt einen höheren Betrag als die Pächter, nämlich 15.220 Afs. Die Erfahrung von 1959/60 wurden also bestätigt. Der Grad der Gesamtverschuldung war mit 56,8% aller Familien sogar höher als mit 52,6% im Raum Kabul, ebenso die durchschnittliche Schuldsumme mit 16.319 Afs. gegenüber 8.600 Afs. Die starke Verschuldung auch der Betriebe, die Eigenland bewirtschaften, zeigt darüberhinaus, daß selbst in ihnen der Ertrag häufig nicht zur Bestreitung der Lebenshaltungskosten ausreicht. Dies liegt sicher zum Teil an der Überbesetzung mit Arbeitskräften, besonders Fremdarbeitskräften und den daraus erwachsenden Kosten.

Bisher wurden nur die Angaben über familieneigene und bezahlte Fremdarbeitskräfte berücksichtigt. Neben diesen werden weitere Arbeitskräfte eingesetzt, der Reinertrag also noch weiter vermindert. Hierfür zwei Beispiele: Man sollte annehmen, daß die Vorbereitung des Reises auf das Schälen in den Schälmühlen bei dem gegebenen hohen Arbeitskräftebesatz im Betrieb selbst erfolgen könne. Doch ist dies nicht der Fall. Das Wässern, Dünsten und Trocknen des ungeschälten Reises wird im Raum Khānābād von Wanderarbeitern aus dem Andarāb vorgenommen, die von 80 Ser ungeschältem Reis 48 Ser geschälten wieder abliefern müssen. Dabei fallen ihnen nach ihren eigenen Angaben 2 Ser und nach denen der Bauern 4 Ser als Entgelt zu. Nehmen wir an, daß die Wahrheit in der Mitte liegt, so kostet dieser Arbeitsvorgang die Bauern nochmals fast 6% der Ernte. Es wurde bereits erwähnt, daß Arbeitsspitzen durch die Hilfe der Nachbarn bzw. Verwandten aufgefangen werden. Oft wird ein Getreidefeld von 6 bis 8 freiwilligen Helfern abgeerntet, die zwar keinen Lohn, aber doch ein gutes Mittagessen und Tee erhalten. Da solche Hilfe auch bei der Feldbearbeitung, beim Reinigen der Bewässerungsgräben usw. gewährt wird, steigt die Belastung weiter an.

Die bisherigen Ausführungen haben deutlich werden lassen, daß eines der grundlegenden Probleme der afghanischen Landwirtschaft der übermäßige Einsatz von Arbeitskräften bei geringer produktiver Leistung ist. Wenn vorher erwähnt wurde, daß auch die kleinen Grundbesitzer familienfremde Arbeitskräfte einsetzen, so erwächst daraus der Eindruck mangelnder Arbeitslust. Das mag im Einzelfall sicher zutreffen. Doch hier spielt auch der moralische Zwang eine wichtige Rolle. Den vielen landlosen bzw. auf Zuerwerb angewiesenen Mitbewohnern des Dorfes – oft handelt es sich um Verwandte – müssen Verdienst- und Lebensmöglichkeiten geboten werden. Daß dieses dauernde Angebot schließlich auch die eigene Bequemlichkeit fördert, steht außer Zweifel.

Die Gesamtsituation soll mit einigen wenigen Zahlen noch näher erläutert werden 5). Während im Raum Kabul nur ca. 40% der Erwerbstätigen in der Land-

(5) Vgl. zu diesen und den folgenden Ausführungen die Tabelle III.

Tabelle III: Ausgewählte Strukturdaten der untersuchten Dörfer (1959/60 bzw. 1968/69)

Dorfnamen	Einwohner pro qkm LN-Fläche	Personen je Familie	gestorbene Kinder in % der geborenen	Erwerbstätige in % der Einwohner	von den Erwerbstätigen waren in der Landwirtschaft tätig %	durchschnittliche Betriebsgröße in Jirib	Anteil des Eigenlandes an der Betriebsfläche in %	1 Arbeitskraft bearbeitet Jirib	Großvieh ... Stück je ha	verschuldet sind ... % der Familien	verpändete LN-Fläche in % des Eigenlandes	von den Söhnen unter 15 J. sind in der Schule %
Shēwakī	752	6,0	43,4	26,3	53,6	7,3	22,6	4,8	1,7	62,7	23,4	+
Bṭnī Hisār	785	6,4	47,3	26,6	34,0	10,5	56,7	7,4	1,8	42,3	10,4	+
Bfī Mahrū	720	6,3	40,4	24,8	41,0	12,0	37,0	5,0	1,9	43,5	8,8	+
Pagḥmān	1971	6,7	39,4	27,6	16,2	2,9	4)	4,1	3,0	57,3	7,6	+
Sarāi-e Khōja	1)	5,8	53,5	25,7	57,0	2)	89,8	458 R	1,7	64,0	10,8	+
Kākerḥa	1)	6,2	46,3	26,1	51,1	3)	97,1	640 R	2,4	46,9	5,2	+
Qōrghān	830	7,0	47,3	18,5	85,2	10,0	54,8	4,7	3,5	38,1	2,8	50
Shībar	404	5,5	54,1	27,3	100,0	11,2	100,0	3,9	1,8	82,5	9,7	40
Doāwī	372	4,9	45,2	24,4	93,3	10,8	98,2	7,5	3,7	52,0	3,5	40
Tōn	699	5,5	50,5	23,5	97,4	5,9	85,5	2,9	3,1	65,5	6,4	0
Murghča Bālā	660	4,8	65,1	33,7	96,9	5,3	100,0	2,9	6,0	70,0	23,1	4
Sayd Amīr Jān	278	6,8	36,3	19,8	89,4	30,4	28,9	13,3	1,3	54,0	1,6	42
Dēb Jar	197	5,5	40,4	26,2	93,8	22,6	88,6	9,3	2,7	36,4	6,7	0
Bālā Qūčī	384	7,3	42,2	20,9	87,2	18,8	42,0	11,5	1,7	29,0	-	17
Ghezgay	817	5,4	51,9	25,5	85,4	5,1	54,1	4,7	3,5	71,4	9,3	24
Andai	438	4,9	34,8	22,5	87,2	12,6	39,9	8,0	1,4	68,2	30,2	28
Qāzi Kenti	126	4,3	43,2	27,4	90,6	36,5	85,9	31,6	0,6	33,3	1,0	20
Osmankhēl	1709	6,5	35,7	20,5	77,8	3,3	100,0	3,2	5,1	81,5	37,4	15
Hakimābād	487	5,4	32,8	25,0	84,2	6,9	76,3	3,8	3,4	50,0	37,1	59
Nīmīa (Memīa)	1485	5,9	36,8	20,2	80,0	3,4	89,7	3,1	4,0	54,8	29,9	42
Abdul Wāhed Kalay	104	4,3	64,7	31,9	89,7	37,3	51,3	19,1	0,7	47,0	0,3	25
M. Akbarkhān Kalay	131	4,8	52,2	25,6	72,7	42,0	4,8	28,0	0,8	77,8	-	20
Shīn Kalay	225	6,3	45,1	24,3	83,7	46,0	52,2	24,2	0,6	78,1	24,0	47

1) Da beim Traubenanbau die Zahl der Rebstöcke und nicht die Fläche angegeben wird, ist eine Umrechnung nicht möglich.

2) 982 Rebstöcke

3) 971 Rebstöcke

4) Nur zwei Betriebe bewirtschaften Pachtland

+) 1959/60 erfaßt, aber mit 1968/69 nicht vergleichbar und daher nicht in die Tabelle aufgenommen.

wirtschaft beschäftigt waren, sind es in den untersuchten Dörfern in den Provinzen ca. 87%. Nur wenige Dorfbewohner finden also außerhalb der Landwirtschaft eine Verdienstmöglichkeit. In manchen abgelegenen Dörfern wurden Werte von weit über 90% erreicht. Allein die Landwirtschaft kann also der wachsenden Bevölkerung einen wenn auch noch so knapp bemessenen Verdienst geben. Das Arbeitskräfteangebot ist daher überreichlich. Die drei in der Tabelle 2 erfaßten Grundbesitzer mit mehr als 100 ha Land ließen nicht nur ihre kleinen Eigenwirtschaften von relativ vielen Fremdarbeitskräften bearbeiten, sie beschäf-

tigen darüberhinaus in ihren Haushaltungen jeweils bis zu 10 „Dienstboten“. Auf der anderen Seite ist die Zahl der Erwerbstätigen gemessen an der Gesamtbevölkerung recht gering. Nur knapp 25% der Einwohner aller untersuchten Dörfer sind berufstätig.

Dies liegt einmal an der außerordentlich breiten Basis der Bevölkerungspyramide. Nach unseren Erhebungen waren ca. 48% der Einwohner weniger als 15 Jahre alt. Zum anderen sind die Frauen auch im dörflichen Bereich fast ausschließlich mit häuslichen Arbeiten beschäftigt. Wenn wir nun noch berücksichtigen, daß die durchschnittliche Familiengröße bei sechs Personen liegt, so wird die Belastung der Arbeitskräfte deutlich. Jeder Erwerbstätige hat vier Personen zu ernähren. Diese Familiengröße erwächst aus der trotz hoher Kindersterblichkeit großen Kinderzahl und aus der Aufnahme alleinstehender Verwandter – Nichten, Neffen, Onkel, Tanten, jüngerer Geschwister usw. Aus allem ergibt sich eine für europäische Vorstellungen unfaßbare Bevölkerungsdichte je qkm Landnutzungsfläche. Im Raum Kabul lag diese Dichte – auch wenn wir die etwa 50 bis 60% der Bevölkerung, die ihren Lebensunterhalt in der Stadt selbst erwarb, unberücksichtigt lassen – bei ca. 400 Einwohnern je qkm LN-Fläche, in den Provinzen bei 350 Einwohnern je qkm.

Nachdem im Vorhergehenden die Sozialstruktur der bäuerlichen Bevölkerung Afghanistans an wenigen, allerdings charakteristischen Merkmalen aufgezeigt wurde, wollen wir uns nun der Beantwortung der eingangs gestellten beiden Fragen zuwenden. Zweifellos könnte die Produktivität der afghanischen Landwirtschaft gesteigert werden. Besseres Saatgut, ausreichende Düngung und Schädlingsbekämpfung, rationellere Nutzung der Wasserreserven, um nur die wichtigsten Punkte zu nennen, könnten zur Steigerung der Produktion beitragen.

Aber alle diese Maßnahmen verlangen Initiative der Bevölkerung und kosten Geld. Bargeld aber besitzen die auf Subsistenzwirtschaft eingestellten kleinen Bauern und Pächter nicht. Die Produktion dient fast ausschließlich der direkten Ernährung der Familie. Die Eintönigkeit der täglichen Kost mit ihren Ernährungsschäden ist ja ebenfalls ein Ergebnis des fehlenden Bargeldes bei relativ einseitiger Produktion. In weiten Gebieten herrscht fast monokulturartiger Getreidebau, höchstens einmal ergänzt durch Hülsenfrüchte und in bestimmten Räumen durch Obst. Die Bargeldeinnahmen aus den geringen Verkaufsmengen werden dringend benötigt für Anschaffungen des täglichen Bedarfs: Petroleum zur Beleuchtung, Salz, Gewürze, nicht im eigenen Betrieb erzeugte Nahrungsmittel usw. Das Bargeld reicht meist nicht aus, wie die hohe Verschuldung beim örtlichen Einzelhandel beweist. Unter den gegebenen Verhältnissen stehen den Bauern und Pächtern daher Mittel für den Ankauf von Chemikalien, Saatgut oder gar für technische Verbesserungen nicht zur Verfügung.

Wir müssen uns nun die Frage stellen, ob wenigstens die größeren Betriebe bzw. Landbesitzer unter den augenblicklichen, oben aufgezeigten Bedingungen zur Durchführung von produktionssteigernden oder auch Rationalisierungsmaß-

(6) Die Auswirkungen der Teilpacht auf die Wirtschaftsführung werden an Beispielen aus dem Iran ausführlich behandelt in:

BOBEK, Hans; Iran, Probleme eines unterentwickelten Landes alter Kultur. In: Themen zur Geographie und Gemeinschaftskunde, Frankfurt - Berlin - Bonn 1962

PLANCK, Ulrich; Die sozialen und ökonomischen Verhältnisse in einem iranischen Dorf. Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen Nr. 1021. Köln und Opladen 1962

nahmen in der Lage sind. Die Erhebungen zeigten, daß die Verpachtung einerseits und die unrationelle Bewirtschaftung der Eigenbetriebe andererseits auch hier der Rentabilität Grenzen setzen. Es kommt hinzu, daß die Teilpacht sowie so investitionsfeindlich ist 6). Die Fixpacht ist in Anlehnung an die Teilpachtmodalitäten viel zu hoch angesetzt. Sie läßt den Pächtern keinen ausreichenden Spielraum für Maßnahmen zur Ertragssteigerung bzw. Einkommensverbesserung. Der Reingewinn auch des Großgrundbesitzers ist gemessen am Bodenwert, an den Aufwendungen für Löhne usw. gering. Kein Wunder, daß er Gewinne – nennenswert sind diese erst in Betrieben mit mehr als 200 ha bzw. mit größerem Viehbestand – nach Möglichkeit nicht in der Landwirtschaft, sondern im Handel und Transportwesen bzw. im Wohnungsbau investiert. Einer Rationalisierung, d.h. Einsparung von Arbeitskräften, Entlassung von Pächtern usw. sind derzeit politische und wirtschaftliche Grenzen gesetzt, da die freiwerdenden Arbeitskräfte nicht anderweitig beschäftigt werden können.

Wir müssen daher zu dem Schluß kommen, daß die traditionelle Sozialstruktur – d.h. die Besitzverhältnisse, die Pachtsysteme, die Arbeitsverfassung, aber auch die bevölkerungsgeographische Struktur – zur Durchsetzung von Neuentwicklungen denkbar ungeeignet ist. Ansatzpunkte – wie etwa in Europa die großbäuerlichen Betriebe oder in Übersee die Farmbetriebe – fehlen. Damit wird die Beantwortung der zweiten Frage – wo strukturverbessernde Maßnahmen anzusetzen haben – außerordentlich schwer. Vielleicht erlaubt uns aber ein Negativ-Katalog, alle die Maßnahmen auszuschneiden, die ungeeignet sind bzw. bei hohen Kosten nur geringe Effektivität erzielen, um auf diesem Wege die verbleibenden Möglichkeiten zu erschließen.

Zunächst einmal muß festgehalten werden, daß alle Aktivitäten auf Einzelsektoren auf die Dauer scheitern müssen, da sie nur an Symptomen laborieren, nicht aber die Wurzel des Übels beseitigen. Sie verursachen Kosten, und selbst wenn diese im Einzelfall niedrig sein mögen, so summieren sie sich doch schließlich zu einem Gesamtetat, der die Finanzkraft der wenig leistungsfähigen Volkswirtschaft bereits erschöpft. Hierfür ein Beispiel: Die Regierung hat in den letzten Jahren in mehreren Gebieten importierten Kunstdünger an Bauern verteilt. Der Preis hierfür sollte nach der Ernte zurückgezahlt werden. Doch schon bei der Anwendung traten – wie beobachtet werden konnte – Mängel auf. Es wurde zu wenig oder zu viel, zur falschen Zeit oder mit dem falschen Düngemittel gedüngt. Die Ertragssteigerung ließ daher zu wünschen übrig. Die Bauern zahlten mit den geringen Mehrerträgen ihre Schulden oder konnten etwas besser leben und lassen nun die Regierung auf das Geld warten. Es blieb vielfach bei einer einmaligen Aktion und – was weit schlimmer ist – die Bauern wurden nicht überzeugt, daß der Mehrertrag die Mehrkosten abdeckt.

An diesem Beispiel läßt sich aber auch ablesen, daß eine Zersplitterung der Mittel und Maßnahmen sinnlos ist. Hierfür ist die Entwicklung des Dorfentwicklungsprogrammes seit 1960 in Afghanistan ein weiteres Beispiel. Die ursprüngliche Idee ging davon aus, daß die Infrastruktur, die Sozialstruktur, die Landbautechnik usw. der erfaßten Dörfer in einer kombinierten Aktion saniert werden sollten. Während des letzten Jahrzehntes wurde die Zahl der Gebiete und Dörfer immer weiter vermehrt, auf 57 Projekte mit mehreren 100 Dörfern im Frühjahr 1969. Gleichzeitig aber mußte – da die Mittel begrenzt waren – die Zahl der Maßnahmen selbst immer weiter eingeeengt werden. So wird keineswegs

mehr die Gesamtheit des dörflichen Lebens erfaßt. Es werden nur noch Einzelvorstöße – etwa Einrichtung von Kooperativen, Verbesserung des Gesundheitswesens usw. – unternommen. Auf diesem Wege können die aufgezeigten vielschichtigen Mängel der Agrarstruktur nicht verbessert und keine grundlegenden Wandlungen eingeleitet werden. Die Regierung hat denn auch im Sommer 1969 die bisher selbständige Dorfentwicklungsbehörde aufgelöst.

Ein weiteres Problem stellen die außerordentlich kostspieligen, überdimensionierten Bewässerungs- und Länderschließungsprojekte dar. Diese Großprojekte erfreuen sich ihrer optischen Wirkung wegen bei den geldgebenden Staaten und in den Entwicklungsländern selbst einer gewissen Beliebtheit. Die verschlingen über Jahre hinweg riesige Mittel – meist die gesamte Entwicklungshilfe eines oder mehrerer Länder – und durchweg den größten Teil der für Entwicklungsaufgaben bereitgestellten Gelder des Staatshaushaltes. Mir ist aber bisher noch kein einziges Projekt bekannt geworden – auch außerhalb Afghanistans –, dessen Rentabilität nach einer gewissen Laufzeit rechnerisch nachgewiesen wurde. In Afghanistan ist das Hilmand-Projekt – wie auch im Rahmen dieser Untersuchung beobachtet werden konnte – auf weiten Strecken fehlgeschlagen (7). Die Ergebnisse des Darunta-Projektes bleiben abzuwarten. Diese Vorhaben überschreiten m. E. die organisatorischen Fähigkeiten der Entwicklungsländer, sie überfordern die Siedler mit all den bei Neulandbewirtschaftung auftretenden Schwierigkeiten und der endliche Erfolg steht in keinem Verhältnis zu den aufgewandten Geldmitteln.

Vor allem das letzte Beispiel macht deutlich, daß eine Verbesserung der Agrarstruktur und der Produktionsbedingungen weder durch ausländische noch durch afghanische „Experten“ erreicht werden kann. Was auf dem Gebiet des industriellen Ausbaus möglich ist, gilt nicht notwendig auch für die Landwirtschaft. Hier kann ein Erfolg nur beschieden sein, wenn es gelingt, die breite Masse der Landbevölkerung selbst in den Entwicklungsprozeß einzuspannen. Daß dies keineswegs unmöglich ist, daß Innovationen von ihr aufgegriffen werden, wenn sie überzeugend sind und die – nun einmal beschränkten – Möglichkeiten

(7) Dieses Projekt wurde nicht zuletzt mit dem Ziel in Angriff genommen, das neu gewonnene Bewässerungsland mit Nomaden zu besiedeln. Wie in anderen orientalischen Ländern ist aber auch in Afghanistan das Problem des Wanderhirtentums nicht so einfach zu lösen. Nomaden auf Neuland anzusiedeln, ist fast unmöglich. Die Ansiedlung inmitten sesshafter Bevölkerung läßt sich nur für kleine Gruppen durchführen. Vom volkswirtschaftlichen Standpunkt kann eine Ansiedlung nur sinnvoll sein, wenn vorher zwei wichtige Fragen geklärt sind: 1. wer anstelle der Nomaden die Fleischversorgung der Bevölkerung übernimmt und 2. wie die Wildfutterproduktion der nur in freier Weidewirtschaft nutzbaren Flächen ohne nomadische Viehzucht verwertet werden kann?

Auf der anderen Seite stellen die Nomaden eine ständige politische und soziale Belastung in einem modernen Staatswesen dar. Sie sind administrativ nicht faßbar, die Schulbildung kann nicht vorangetrieben werden usw. In Afghanistan kommt erschwerend hinzu, daß ein großer Teil der Stämme seit den Auseinandersetzungen mit Pakistan von den Winterweidegebieten der Indus-Niederung abgeschnitten ist. Die Winterweideflächen in Afghanistan selbst reichen aber nicht aus. Streitigkeiten mit der sesshaften Bevölkerung sind die notwendige Folge. Doch soll im Rahmen dieses Themas nicht näher auf den Nomadismus eingegangen werden. Aus der Fülle der einschlägigen Veröffentlichungen seien hier zur Ergänzung genannt:

RATHJENS, Carl: Das Hilmand-Projekt in Afghanistan. *Pet. Geogr. Mitt.* Jg. 100, H. 3, 1956. Nomadismus als Entwicklungsproblem. Bochumer Symposium 14./15. Juli 1967. Bochumer Schriften zur Entwicklungsforschung und Entwicklungspolitik, Band 5, Bielefeld 1969.

nicht übersteigen, dafür gibt es auch in Afghanistan genügend Beispiele. Ich denke nur an die Ausweitung des Gemüseanbaus in den stadtnahen Absatzgebieten, etwa des Tomatenanbaus im Raum Kabul, des Blumenkohlanbaus im Raum Jälälābad, der Brunnenbewässerung am Āb-e Istāda. Es gilt, diese Initiative der Bevölkerung zu fördern und anzuregen. Mit relativ geringen Mitteln – billigen Bankkrediten, Lieferung von geeignetem Saatgut, technischer und fachlicher Beratung und Unterstützung – können hier im Einzelfalle zwar wenig ins Gewicht fallende, durch ihre große Zahl und vor allem durch die Anregungen, die von den gelungenen Vorhaben ausgehen, aber tiefgreifende Fortschritte erzielt werden.

Damit auch hier keine Zersplitterung der Mittel erfolgt, sind Schwerpunkte zu bilden in Räumen, deren Bevölkerung Neuerungen gegenüber aufgeschlossen ist. Auch hier gibt es große Unterschiede, wie bei den Erhebungen – etwa am Schulbesuch – abzulesen war. Es gab Gebiete, in denen zumindest die männlichen Jugendlichen nahezu vollständig die Schule besuchten und andere, in denen der Anteil der Schulkinder unter 20 % blieb. Solche Schwerpunkte können dann als Innovationszentren wirken und allmählich größere Räume erfassen.

Die Anregung und Unterstützung der Eigeninitiative der Landbevölkerung allein genügt naturgemäß nicht. Auf lange Sicht kann nur die Gesundung der bäuerlichen Sozialstruktur helfen, die bestehenden Mängel zu beheben. Hierzu sind flankierende Maßnahmen notwendig. Vom Gesetzgeber muß eine allmähliche Modifizierung des zur Zeit allein gültigen Realteilungserechtes eingeleitet werden, um die weitere Zersplitterung des Grundbesitzes zu verhindern. Durch staatliche Verordnung und Kontrolle sind die Pachtzinsen allmählich zu senken und in angemessene Fixpachten abzuwandeln. Der überhandnehmenden Verschuldung müßte durch eine Entschuldungsaktion mit tragbaren Amortisationsraten begegnet werden. Auch wäre durch geeignete Beratung auf eine den verbesserten hygienischen Verhältnissen angepaßte Kinderzahl hinzuwirken. Nicht zuletzt aber müssen durch den Ausbau der Industrie und des tertiären Sektors Arbeitsplätze zur Entlastung der Landwirtschaft von überzähligen Arbeitskräften geschaffen werden. Es wurde bewußt der Ausdruck „flankierende Maßnahmen“ verwandt, denn es kann nicht nachdrücklich genug daran erinnert werden, daß bei der gegebenen Agrarstruktur Einzelmaßnahmen zum Fehlschlag verurteilt sind. Nur wenn das Problem von allen Seiten und gleichzeitig angegangen wird, können auf die Dauer Erfolge erzielt werden.

SUMMARY

The rural social structure and the possibilities of development in Afghanistan

The social structure of the rural population in Afghanistan is characterized by extremely small farming units, by the habit of all landowners of medium and large estates to lease their land in plots to smallholders, by overrenting both in share leasing and in fixed leasing, by an over-supply of labour, and by large families, the members of which are only partly gainfully employed.

Under these circumstances the government and their partners of the various foreign development agencies have achieved local successes, but no thorough improvement of the economic situation of the rural population (85% of the total population). A lasting success can only be achieved by concentrating all available means on carefully selected crucial points, in order to reorganize the system as a whole, and to create innovation centres, which will eventually effect the surrounding regions. Supporting measures are necessary to relieve the agricultural sector of surplus labour.

POPULATION TYPOLOGIES WITHIN THE ECONOMICALLY LESS DEVELOPED REALM

With 5 figures (supplement) and 1 table

GLENN T. TREWARTHA

Over the past decade or two the world's population, based on a variety of characteristics, has been increasingly polarized into two unlike groups. This dichotomy is one that separates the earth's peoples, and the countries in which they live, into less developed (LD) and more developed (MD) categories. The LD realm is thought of as including those countries or regions which fail to provide acceptable levels of living for a large share of their populations, with resulting poverty and material deprivation. The term, „less developed”, refers to economic conditions only; it does not imply cultural retardation. Regrettably, this economically depressed sector accounts for 70-80 per cent of the earth's people. It is usually thought of as including the three continents of Africa, Asia (excluding Japan, Israel and Asiatic U.S.S.R.) and Latin America (excluding Argentina and Uruguay, with Chile as a borderline case).

Probably the best measure of the level of economic development is average per capita national income. Typical of LD countries is low per capita production, and of course consumption is low as well. But even in those LD countries where per capita income is above average and on the increase, if the increment is not spread widely throughout the different population strata, economic improvement is not significant. The crucial test is reduction of mass poverty (1).

While the basic definition of „less developed” stresses low per capita production, still there are other related characteristics which are widespread, but present in different degrees, within the economically retarded countries as a group. For example, it has been suggested that a country qualifies as less developed if more than 50 per cent of its gainfully occupied males are engaged in primary industry, or mainly agriculture. Such a country is still in a peasant-agriculture stage of economic development (2). A list of other features relatively common to the LD realm would include the following: inadequate diets and low levels of health, high rates of illiteracy, high levels of fertility, relatively high but declining mortality, high and usually accelerating rate of population increase, an age structure heavily weighted in young dependents, widespread unemployment and underemployment, a small proportion of industrial population to total population, scarcity of capital, and a small proportion of the total population that is urban. Of great significance, also, is the fact that overwhelmingly the LD realm is inhabited by peoples with pigmented skins, mainly Negroid and Mongoloid strains. The implication of an economically depressed majority which is colored, and a wealthier and more powerful minority which is white, are enormous, for thereby is injected the unfortunate element of racial prejudice.

(1) JACOB VINER. *The Economics of Development*, in „*The Economics of Underdevelopment*”, A.N. Argawala and S.P. Singh, eds., Oxford, 1958.

(2) By this definition the less developed world probably includes some three-quarters of both the world's population and its habitable area.

Natality is accepted as one of the best single socio-economic variables distinguishing the economically LD realm from the MD realm. Average crude birth rates of the earth's countries probably range from a high in the low 60's to a low of around 15 per 1000. But this range is scarcely in the form of a spectrum, for there is a sharp dichotomy between the fertility rates of traditional societies and those of the more advanced ones. A crude birth rate of about 30 or 35 per 1000 is a useful boundary separating the two groups. No authentic LD country of importance has yet reached a birth rate under 30. No MD country has a birth rate over 25. There are few instances of national birth rates between the upper 20's and the upper 30's. The average crude birth rate in the LD countries is in the lower 40's; for the MD countries it is about 20, or roughly half that of the less developed. Thus, there is a marked clustering of average national fertilities around a high average in traditional societies, and a similar clustering around a low average in the economically advanced ones. World distribution of fertility is strongly bimodal (3).

A few lines representing the earth's main regional unconformities in fertility may be recognized (4). The most extended one runs from Gibraltar through the Mediterranean and Black Seas and on through Central Asia toward China. Here the fertility gradient separating Judeo-Christian and Moslem cultures is steep. A second, but shorter, boundary coincides with the Rio Grande River and passes through the Gulf of Mexico. It separates the United States with a birth rate of about 18 per 1000 from Mexico and other Latin American countries where fertility is 40 or more. Still a third boundary separates Argentina and Uruguay with their largely European populations, from tropical South America where racial mixtures predominate.

The Less Developed Realm not Homogeneous

It is both useful and correct to emphasize the cleft separating the LD and MD realms. Yet it should be stressed that all LD countries cannot be lumped together and regarded as constituting a homogeneous entity. Variety is present and deserves emphasis, typing and spatial analysis.

Even the three LD continents, Asia, Africa and Latin America, show noteworthy differences which greatly affect their population problems. Thus the much vaster population of Asia (76 per cent of the earth's LD peoples; Africa 14 per cent; Latin America 10 per cent) and the resulting higher densities, are facts of the utmost importance when viewing the future development of those three great continental subdivisions. For the obstacles to modernization in a peasant agricultural society are far more formidable where population is both vast and dense than when it is modest and sparse. In appraising the population problems of pre-industrial societies, population scale is of the highest importance. Of the three LD continents, Africa is the most backward and has the farthest to go before reaching the modern stage. There even a tribal organization of society is still strong. Latin America's per capita national income, even omitting Argentina and Uruguay, is two to three times that of Asia or Africa, and

(3) DUDLEY KIRK. „Natality in Developing Countries”. Paper prepared for a conference. Fertility and Family Planning: A World View, University of Michigan Sesquicentennial Celebration, November 15-17, 1967. See also United Nations Population Bulletin, No. 7, 1963.

(4) KIRK, *Ibid.*

this by no means exhausts the list of differences among the three LD continents. But if the unlikenesses among these three LD continents are substantial, they are even more so among the individual LD countries.

Typologies for the less developed countries

One method for revealing the variety existing among the LD countries is to type them for some of the significant population characteristics. Subsequently, the types can be mapped and analyzed in terms of their spatial distributions and world patterns. The most serious obstacle to formulating such typologies is either the lack, or dubious quality, of the statistical data on population characteristics for so many of the earth's traditional societies.

Fertility. The causes for the fertility differentials present among the LD countries have not been clearly defined. One valid generalization seems to be that they relate as much, or even more, to pre-modern cultural differences than to any present national ratings in socio-economic development. Still this may be due, in part at least to the fact that the benefits of modernization have not been spread widely throughout all strata of the population. In other words, the young-adult generation may not be sufficiently stimulated by the system of social and economic rewards to want to limit family size. Or, according to the „threshold hypothesis”, improved economic and social conditions in an LD country may have little or no effect on fertility until a certain economic and social level is reached. But once that level is achieved, fertility is likely to move downward until it becomes stabilized once more, but at a considerably lower level (5).

Among the three LD continents crude birth rates in the mid-1960's hovered around high levels (estimated, Africa, 45; Asia, excluding the U.S.S.R., 39; Latin America, 40). Their per capita national incomes showed far greater differences (Africa \$ 123; Asia \$ 128; Latin America \$ 344). At the continental scale, therefore, any positive correlation between fertility and average per capita income is not evident.

Among the individual LD countries any correlation between birth rates and economic progress is weak indeed. Countries with similarly high birth rates have average per capita national products differing by as much as eight times. The United Nations has sought to discover correlations between the gross reproduction rate in both LD and MD countries and 12 different indices, including some that are economic, social and demographic (6). For the high fertility LD group ten of the associations are statistically without significance. Only two show even a slight importance. The evidence is strong then, that among the LD countries, differences in per capita income, and also in 11 other variables, do not account for differences in fertility.

Any well-documented trend in fertility rates within the LD group of countries as a whole over the past decade or two is difficult to identify. In a few LD countries it appears to have been upward, although this is offset by a decline in a sprinkling of others. One must conclude that for the vast bulk of the world's LD population there is no observable upward or downward trend in fertility, but instead a continuation of the high birth rates that have prevailed in the past.

(5) Population Bulletin of the United Nations, No. 7, 1963, p. 143.

(6) Ibid., p. 148.

Satisfactory registration statistics on crude birth rates are available for only 10 per cent of the population in the earth's less developed regions. Birth registration, is most complete in Latin America where it covers 40 per cent of the population. For Asia the comparable figure is only 8 per cent and for Africa 2 per cent (7). In the absence of reliable vital statistics, birth rates are commonly estimated from census reports of age structure, or from information contained in sample surveys. This has been done for about 54 per cent of the population living in LD countries. But for some 28 countries, containing about 36 per cent of the people, in the less developed realm, the United Nations found no satisfactory natality data either in the form of registrations or estimates.

In the crude birth rate typology of the less developed countries of Africa, Asia and Latin America, data for some 83 countries are used in the typing process (8). A birth rate of 35 per 1000 is used to distinguish two types, Type 1 with a high birth rate of 35 per 1000 or above, and Type 2, having a medium-high birth rate of below 35, but 25 or over (Fig. 1). Some 74 countries fall within the „high” category, and only 9 (Cyprus, Lebanon, Ceylon, Singapore, Hong Kong, Taiwan, Barbados, Puerto Rico and Chile) in the medium-high division. But most of these nine are small in area and relatively unimportant, for the sum of their combined populations is only some 35 million, which is about 1-2 per cent of the total population of the 83 countries being typed. On a small-scale world map most of them are not visible. So universal is high fertility within the LD realm, perhaps Type 2 should be distinguished as only an aberrant subtype. Six of the nine LD countries with birth rates below 35 are in Asia, three in Latin America and none in Africa. Seven of the nine are islands.

Mortality. Only 14 per cent of the population in the less developed realm is covered by a satisfactory registration of crude death rates; 42 per cent of Latin America's population, 7 per cent of Asia's and 4 per cent of Africa's (9). Two main types are recognized for the less developed countries: Type 1, high death rate, or 15 per 1000 and above; and Type 2, moderate-to-low death rate, or below 15. Death rate data are provided for some 83 LD countries by the Population Reference Bureau's World Population Data Sheet — 1968. As near as can be determined from the somewhat imprecise data, some 46 of the 83 LD countries fall within Type 1, with high death rates, and about 37 within Type 2, where death rates are lower (Fig. 1). Such a division on the basis of countries equates the pygmies with the giants. The numerical discrepancy between the two types is far greater if magnitude of population is substituted for countries, for such populous Asiatic countries as India, Pakistan, Indonesia and China (Mainland) (10) all are within high-mortality Type 1. As a consequence, some 80 per cent of the population of the 83 LD countries typed falls within Type 1. High death rates are much more common in Africa and Asia than in Latin America; the latter has

(7) Population Bulletin of the United Nations, No. 7, 1963, pp. 12-13.

(8) The data source used was „World Population Data Sheet — 1968”, published by the Population Reference Bureau, Washington, D. C. Birth and death rates for China (Mainland) are from JOHN S. AIRD, „Population Growth and Distribution in Mainland China”, in *An Economic Profile of Mainland China*, Studies prepared for the Joint Economic Committee, Congress of the United States, Vol. 2, p. 364.

(9) Population Bulletin of the United Nations, No. 7, 1963, pp. 12-13.

(10) China (Mainland) data from AIRD, *op. cit.*

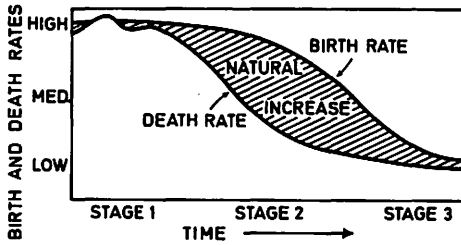


Fig. 1: The demographic-transition model

advanced farther in the control of death (Fig. 1). Of the 37 LD countries characterized by moderate-to-low death rates, 17 are in Latin America, 16 in Asia, but only 4 in Africa. In Africa, Type 2 death rates are concentrated at that continent's northern and southern extremities. In Asia, they are widely dispersed.

Demographic Transition Model. Using mainly the Population Reference Bureau's World Population Data Sheet — 1968, crude birth and death rate data were obtained for 83 LD countries. From these data, and employing a demographic-transition-theory model, there was created a demographic typology of the earth's LD regions (11).

The demographic transition theory assumes that a country in the process of its modernization, experiences a succession of changes in its birth, death and natural increase rates. In Stage 1 there is a fairly stable balance involving high birth rates, high but variable death rates, and a resulting slow but variable natural growth. This passes over into a second or intermediate stage, characterized by an imbalance between a continuing high fertility and a rapidly declining mortality, the consequence of which is a sustained, and often rapid growth of population (Fig. 1). Here there is a divergence of the birth and death rate profiles. Later in this second stage, births begin to fall off, while the decline in deaths slows. Convergence of the birth and death rate profiles comes to replace divergence, and the gap between births and deaths narrows, resulting in a gradual slowing of the natural increase. Finally in Stage 3, something of a new balance is reached between low-to-moderate birth rates and low death rates. Slow-to-moderate population growth results.

In applying the transition theory model to LD countries, the same levels of 35 per 1000 for births and 15 per 1000 for deaths are used for the separation points between high and moderate-to-low rates, as were used earlier. Three broad demographic types may be recognized within the LD realm.

Type 1. Early transitional. Included are those countries characterized by crude birth rates of 35 per 1000 or above, and crude death rates of 15 per 1000 and above. Such countries are either on the threshold of, or have recently entered, the period of declining death rates and accelerated population growth. Of some 83 countries typed, over half fall within this group; 30 in Africa, 10 in Asia, but only 6 in Latin America. Their distribution is shown in Fig. 2. But if numbers of people are substituted for numbers of countries, it has the effect of greatly enhancing the relative importance of Type 1 (80 per cent of the total

(11) See, EDWARD G. STOCKWELL, „Fertility, Mortality and Economic Status of Underdeveloped Areas”, *Social Forces*, Vol. 4, 1963, pp. 390-395.

population of the 3 Types), and also the place of Asia within Type 1 (81 per cent), since that continent includes populous China, India, Pakistan and Java.

Type 2. Mid-transitional. This more advanced stage includes those LD countries in which fertility still remains high (over 35 per 1000) but mortality has dropped below 15 per 1000. Growth rates are unusually high. Some 28 countries fall within this type, 14 of them in Latin America, 10 in Asia, but only 4 in Africa. From Fig. 2 it becomes clear that Latin America best represents Type 2. Such is the case not only as regards area, where it corresponds to 60 per cent of the type's whole, but it also accounts for about half the type's total population. Understandably it is in Latin America that natural growth rates of population are on the average the highest for the whole earth.

Type 3. Late transitional. The countries falling within this type have crude birth and death rates below 35 and 15 per 1000 respectively. In them, fertility is beginning to come under control, and declining birth rates have started to narrow the „demographic gap” caused by an earlier and sharper decline of mortality. Natural growth rates are slowing. This third type is meagerly represented within the LD realm, only nine countries qualifying. Six of these are in Asia, three in Latin America, and none in Africa. A majority of the Type 3 countries are relatively small and unimportant, whose combined inhabitants number less than 2 per cent of the total LD population included within this type.

The preceding typology according to demographic types serves to differentiate LD countries in terms of their social and economic levels (table 1).

Table 1: Socio-economic Characteristics of Less Developed Countries by Demographic Types (Mid-1960's)

Characteristics	Type 1	Type 2	Type 3
Average per capita national income (U. S. dollars)	125(45)	268(29)	413(9)
Per capita energy consumption (Kgms. of coal equivalent per year)	219(43)	867(25)	917(9)
Per cent illiterate (over 15 yrs. of age)	66(45)	49(28)	25(9)

Source: Per capita national income, and per cent illiterate: World Population Data Sheet — 1968, Population Reference Bureau, Washington, D. C. Per capita energy consumption: United Nations Statistical Year Book, 1966.

Values in parenthesis indicate number of countries on which a given weighted average is based.

Illiteracy (population illiterate, 15 years and over). Illiteracy is here defined as the inability to read and write. In developing a typology of adult illiteracy in the earth's less developed realm use was made of the information for 89 countries obtained from the Population Reference Bureau's World Population Data Sheet — 1968. Three types or levels of illiteracy for the traditional societies are recognized: high, 75 per cent and over of the adult population; medium, 50-74 per cent; and low, under 50 per cent. For comparison, an overwhelming proportion of the Western world has an adult illiteracy of only 5 per cent and under (Fig. 3).

Type 1. High illiteracy. Some 41 of the 89 LD countries for which illiteracy data are available fall within this class. They represent about 21 per cent of the total LD population being typed. Thirty one of the 41 countries typed are in Africa, 9 in Asia, but only 1 in Latin America. Of all the continents, Africa represents by far the lowest level of educational accomplishment. In Latin America, only Haiti qualifies for inclusion in the high-illiteracy class. Other than Africa, the most extensive continuous block of territory with high illiteracy is in Southwest Asia and Pakistan. Within Southwest Asia, illiteracy is lower in the countries bordering the Mediterranean Sea.

Type 2. Medium illiteracy. Some 20 LD countries fall within this group, 11 of them in Africa, 6 in Asia and 3 in Latin America. Most of these 20 are rather widely scattered. But while the number of countries included in Type 2 is only about half those in Type 1, because populous India and Indonesia fall within Type 2, this medium-illiteracy group is representative of a much higher total population (33 per cent of that being typed) than is Type 1. On the other hand, a smaller total area is involved.

Type 3. Low (relative) illiteracy. In all, 28 countries fall within this group; 17 in Latin America and 11 in Asia, but significantly none in Africa. But while the number of countries included is fewer than in Type 1, their total population is over twice as great, amounting to about 46 per cent of all the inhabitants in the 89 countries being typed. In area, Type 3 far exceeds Type 2, and is only slightly smaller than Type 1. Of the LD continents, Latin America is by far the most homogeneously Type 3; only 4 of its countries do not fall within this group. Moreover, a large proportion of Latin America's Type 3 countries have illiteracy rates that are distinctly below the upper limit of 50 per cent set for that type. In fact, upwards of a dozen are well below 35 per cent. While Asia has fewer countries than Latin America that qualify for this more literate type, because populous Mainland China is so classified the total Asiatic population belonging to Type 3 far exceeds the number of Latin Americans within this same group.

Average annual per capita national income. This population characteristic is considered by some to be the best single criterion for defining a less developed country or region. Polarization of the LD countries at the low end of the income scale, and of MD countries at the high end is not quite as complete as it is for some other characteristics. Thus 8 LD countries have average per capita national incomes in excess of \$500, while 6 European countries have per capita incomes of less than \$500.

Based upon average per capita national incomes of some 95 LD countries in the 1960's, three types are recognized, with the separation points set at \$150 and \$300. The data source is the same as before.

Type 1. Ultra-low incomes; under \$150. This abnormally low income type, reflecting intense and widespread poverty, is by far the most representative of the LD realm (Fig. 4). It includes 49 of the 95 countries being typed, 55 per cent of the LD area, and about 81 per cent of the LD population (12). Type one is especially representative of tropical Africa and of Asia (except the southwestern part). Only two countries in Latin America are in this class, but there are 32 in

(12) See, SIMOM KUZNETS, "Population and Economic Growth", pp. 170-193 in, *Population Problems*, Proc. Amer. Phil. Soc., Vol. III, June 22, 1967, pp. 184-185.

Africa and 15 in Asia. But while the area characterized by very low incomes is somewhat larger in Africa than in Asia, the population within this Type 1 is far larger (7 times) in Asia. Within Africa, 32 of the 44 countries have per capita incomes of under \$150, and these represent about two-thirds of the continent's area and some 77 per cent of its population. Four African countries have per capita incomes of less than \$50; 24 of less than \$100. The African countries with per capita incomes exceeding \$150 are located mainly at the continent's northern and southern extremities (Fig. 4).

Type 2. Low incomes; between \$150 and \$300. Type 2 countries, 31 in number, are somewhat better distributed over the 3 LD continents — 12 in Asia, 11 in Latin America, and 7 in Africa. Regions falling within this type are most extensive in Latin America, next in Asia, least in Africa. Type 2 regions in Asia and Latin America have very similar population numbers; Africa's is far smaller. Tropical South America and Southwest Asia represent the largest contiguous blocks of territory characterized by Type 2 incomes.

Type 3. Modest incomes; over \$300. Type 3, the highest-income group within the traditional societies, is represented by the fewest countries, the smallest area, and the least numerous population. Of the 15 LD countries falling within this type, 8 are in Latin America, 4 in Asia (all of which are very small) and 3 in Africa. The type is somewhat more extensively developed in Latin America than in Africa, but very meagerly indeed in Asia. Eighty-five per cent of Type 3's population resides in Latin America. All but one of the Latin American countries with Type 3 incomes are Caribbean oriented. Venezuela, Kuwait and Libya owe their rank to oil production.

Degree of urbanization. The term „urbanization” refers to the percentage of a total population that lives in urban places. It is not concerned with absolute numbers. Polarization of LD countries at the low end of the urbanization scale, and MD countries at the high end, while strong, is not complete.

The data source used in typing the less developed countries according to their level of urbanization is „World Survey of Urban and Rural Population Growth”, United Nations Document E/CN.9/187, 8 March, 1965, Table 5, p. 24. Places of 20,000 or more inhabitants are classed as urban. Reasonably reliable data were found to be available for 59 countries; these represented only 48 per cent of the total urban population of the less developed realm — 62 per cent for Africa, 41 per cent for Asia, and 80 per cent for Latin America. Thus the data gap is very serious. Especially serious is the omission of populous Mainland China and most of Southeast Asia. Data are for about 1960.

Four degrees of urbanization are recognized, leading to a classification of the less developed countries into four types. The points of separation are 20, 30, and 40 per cent.

Type 1. Low urbanization; under 20 per cent. Of the 59 LD countries included in this typology, 36 fall within Type 1 — 25 in Africa, 6 in Latin America, 5 in Asia (Fig. 5). On the basis of population instead of countries, by far the greatest concentration of Type 1 is in South Asia (India and Pakistan). But using area as the criterion, Type 1 is far more extensive in Africa than in Asia. In terms of both area and population, Type 1, or low urbanization, is poorly represented in Latin America. (It may be mentioned that four Western countries, all of them in southern Europe, also fall within Type 1.)

Type 2. Medium Low; 20-29.9 per cent. Sixteen less developed countries are included; 7 in Latin America, 5 in Africa and 4 in Asia. This type is most extensively developed in Latin America and least in Asia. It also typifies a larger population in Latin America than in either Asia or Africa. (Four European countries also classify as Type 2.)

Type 3. Medium high; 30-39.9 per cent. Only 7 less developed countries qualify for Type 3 — 3 in Latin America, 2 in Africa, and 2 in Asia. Africa and Latin America are about equally well represented in the type, measured either by area or population. It is meagerly represented in Asia. The total population within this type is only about 110 million; less than half that in Type 2, and only one-eighth that in Type 1. Twelve European countries also fall within Type 3, among them being the populous U.S.S. R. Clearly, then, Type 3 is a mixture of less developed and more developed populations, with the latter predominating.

Type 4. High; over 40 per cent. This type only weakly applies to the less developed realm, since only two traditional countries, Venezuela and Chile qualify, and even Chile is a marginal case. The combined population of these two countries is only about 19 million.

If one scans Fig. 5 showing distribution of the four urbanization types by countries, Negro Africa is seen to be predominantly of Type 1, with a low degree of urbanization. Latin America is a mixture of types, and so is less developed Asia. But with population rather than area as a criterion, a different pattern emerges. Latin America, is only moderately represented by Types 1 and 4, strongly by Type 2, and moderately by Type 3. Asia's population classifies overwhelmingly as Type 1, and has fair representation in Type 2. Africa has over two-thirds of its population in Type 1 and of the remainder, somewhat more in Type 3 than Type 2.

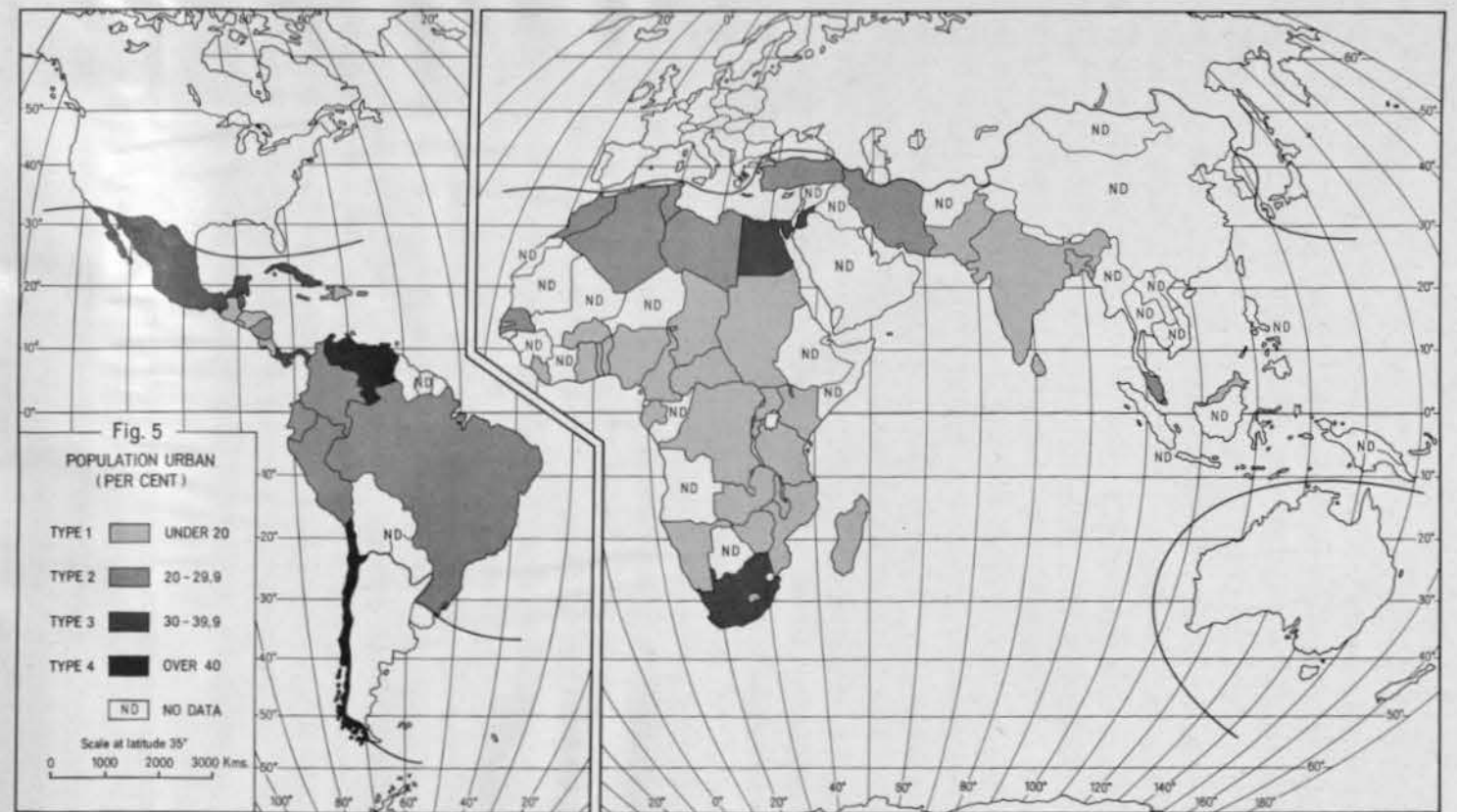
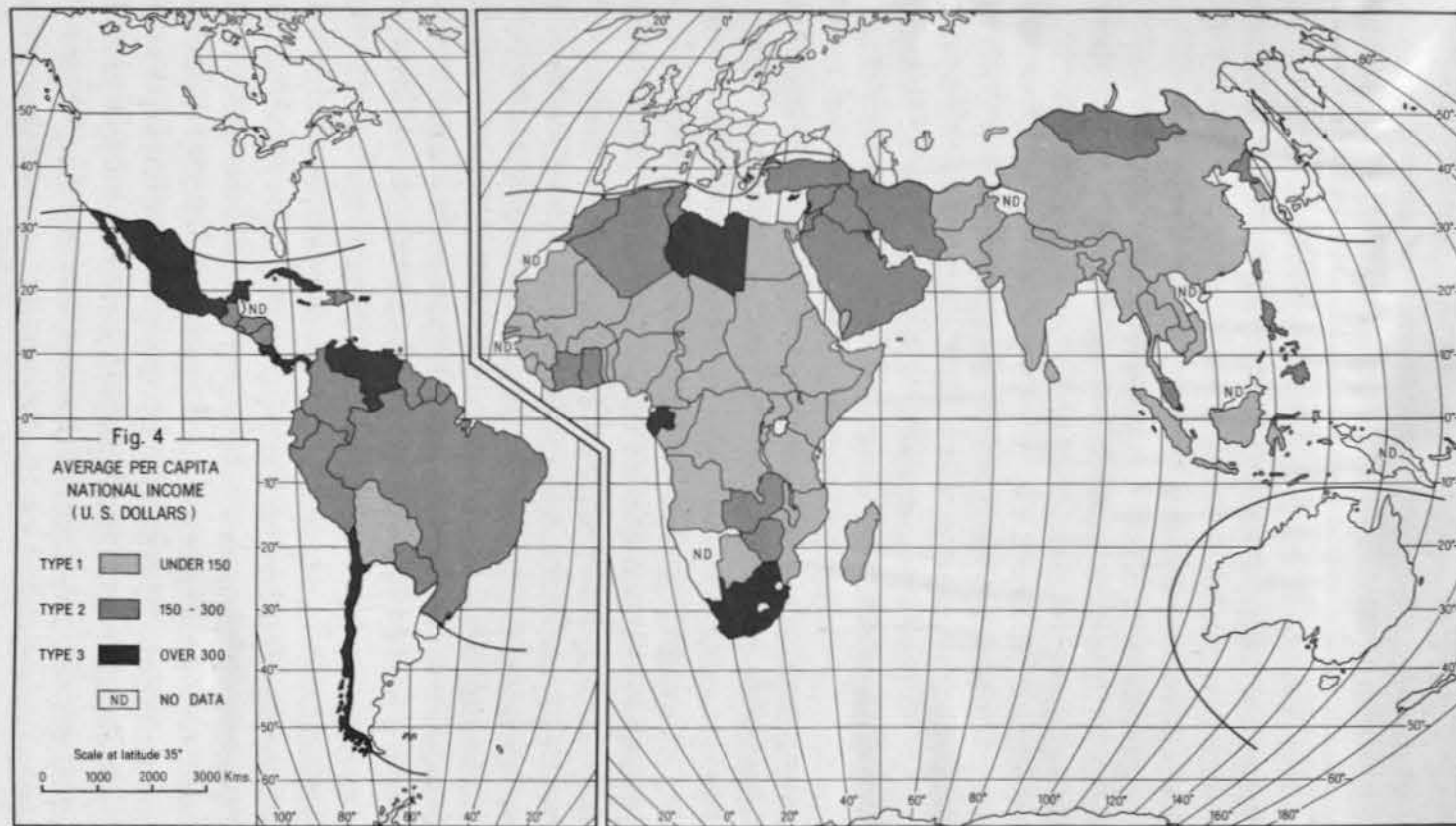
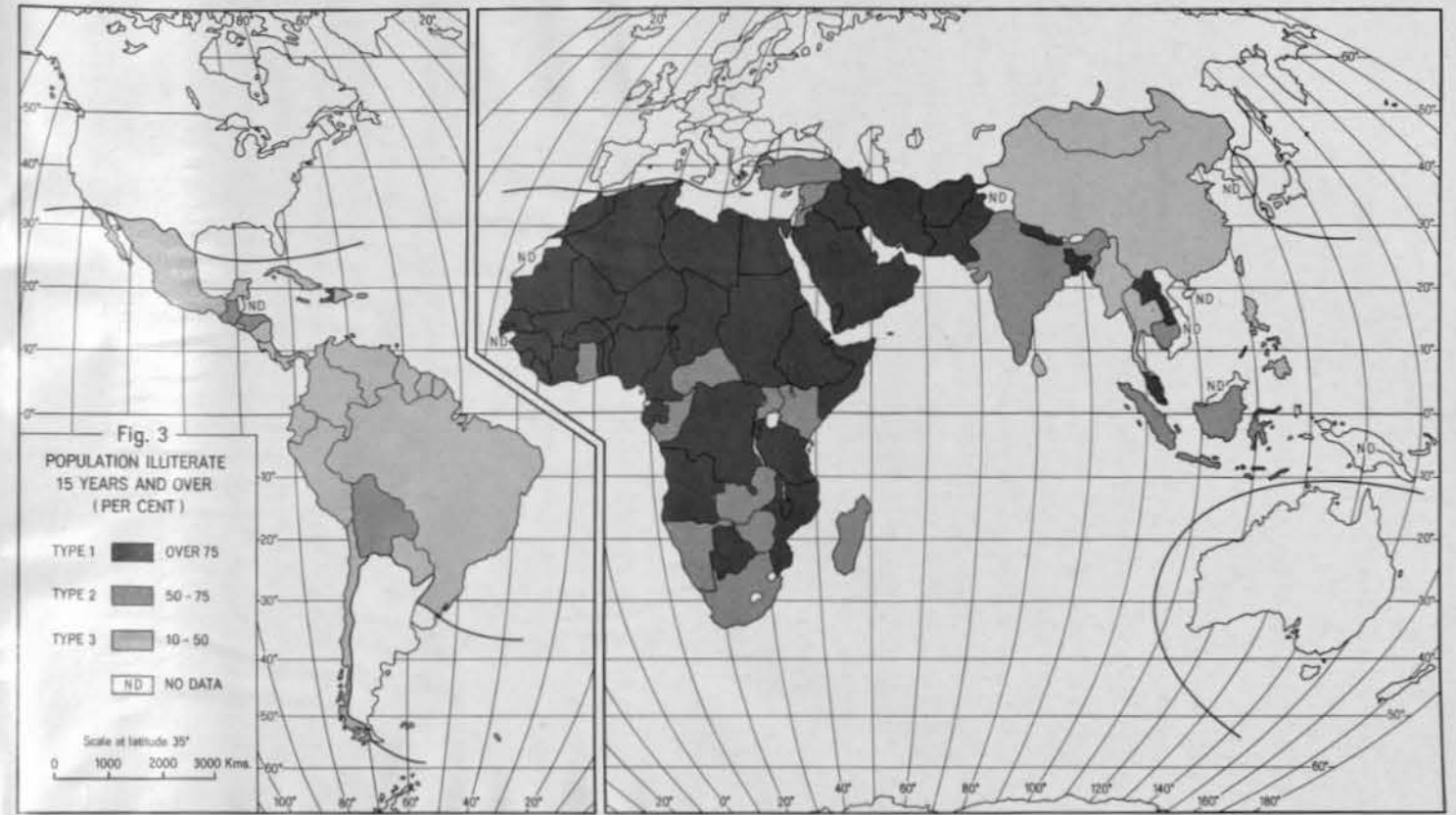
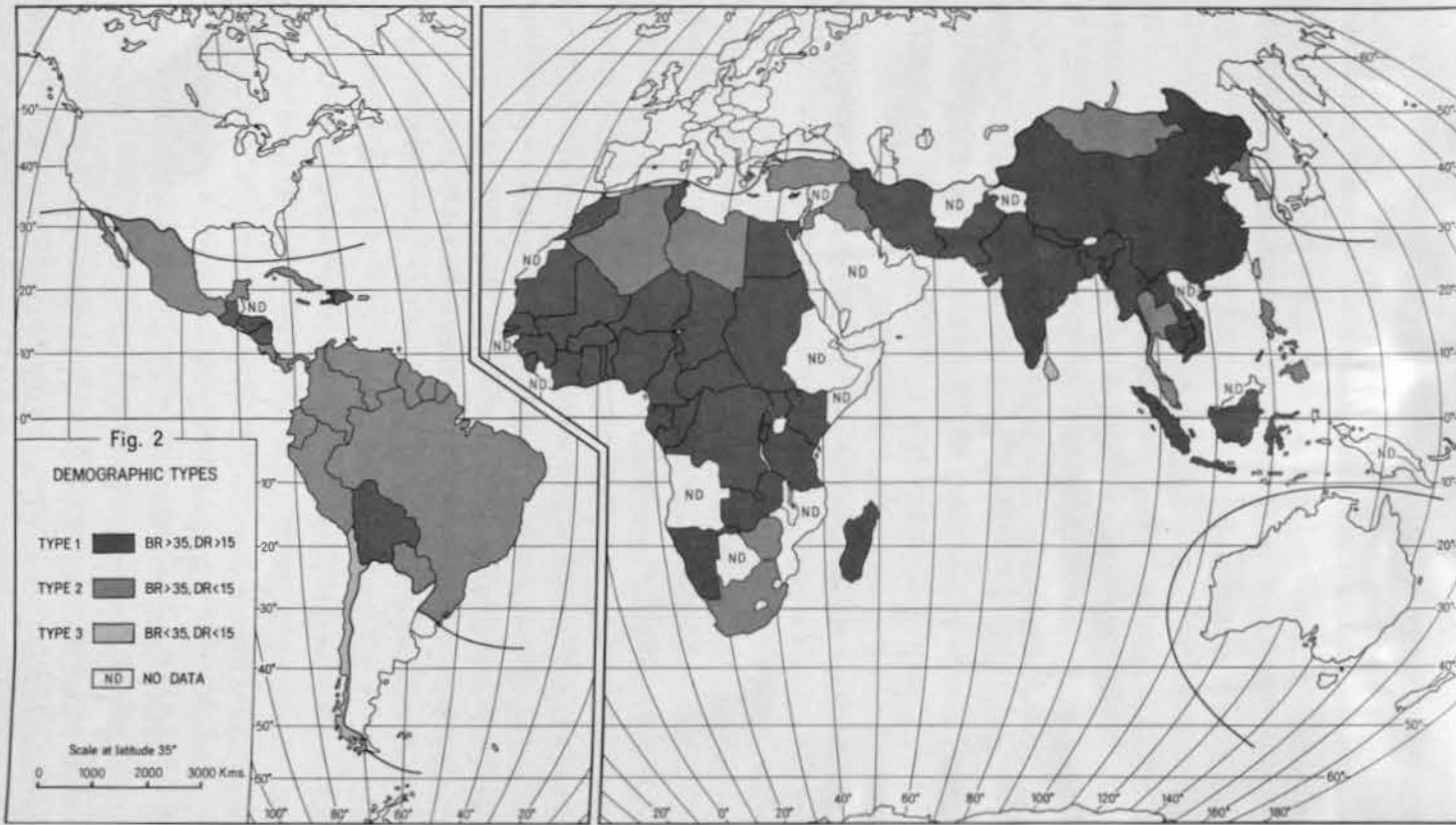
SUMMARY

In population characteristics, as well as in many other related features, the modern world clearly divides into an economically less developed and a more developed part. Regrettably, this schism is becoming increasingly more marked. But the less developed realm itself is far from being a homogeneous entity. Indeed, the variety that exists there, as indicated by the typologies exhibited in the present study, just possibly may be a harbinger of a quickening development within the foreseeable future.

Zusammenfassung: In den charakteristischen Eigenschaften der Bevölkerung und ebenso in vielen anderen verwandten Merkmalen teilt sich die moderne Welt deutlich in einen wirtschaftlich weniger entwickelten und einen wirtschaftlich mehr entwickelten Teil. Bedauerlicherweise wird diese Spaltung ständig vergrößert und tritt immer auffallender hervor. Doch die weniger entwickelten Gebiete selbst sind weit davon entfernt, in sich einheitlich zu sein. Die Mannigfaltigkeit, die dort zu beobachten ist und die in der vorliegenden Untersuchung anhand typischer Merkmale aufgezeigt wird, kann möglicherweise nur ein Vorbote einer sich immer schneller vollziehenden Entwicklung innerhalb der voraussehbaren Zukunft sein.

ANSCHRIFTEN DER AUTOREN

- Prof. Dr. W. LAUER, 53 Bonn, Franziskanerstr. 2, Westdeutschland.
- Prof. Dr. M. M. YOSHINO, 156 Setagaya-ku Ohara 1-12-7, Tokyo, Japan.
- Dr. J. GENTILLI, University of Western Australia, Nedlands, W. A. 6009, Australia.
- Doz. Dr. M. HESS, Instytut Geograficzny Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków, Grodzka 64, Polen.
- Prof. Dr. E. M. VAN ZINDEREN BAKKER, Palynological Research Unit, Department of Botany, University of the O. F. S., Bloemfontein, South Africa.
- Prof. Dr. A. I. TOLMATCHEV, Université de Léningrad, Département de Botanique, 7/9, Quai de l'Université, Léningrad W-164, URSS.
- Prof. Dr. P. PLESNÍK, Bratislava, Steinerova 26, CSSR.
- Prof. Dr. K. FAEGRI, University Botanical Museum, P. O. B. 2637, Bergen, Norway.
- Prof. Dr. U. SCHWEINFURTH, Südasien Institut, 69 Heidelberg, Schloß-Wolfsbrunnenweg 15, Westdeutschland.
- Prof. Dr. J. P. BAKKER†, Fysisch geografisch en bodemkundig laboratorium, Dapperstraat 115, Amsterdam-Oost, Niederlande.
- Prof. Dr. K. W. BUTZER, The University of Chicago, Department of Geography, 1101 East 58th Street, Chicago, Illinois 60637, U. S. A.
- Prof. Dr. M. PÉCSI, Budapest, VI., Népköztársaság útja 62, Hungary.
- Prof. Dr. F. LOEWE, Department of Meteorology, University, Melbourne N 2 3052, Australia.
- Prof. Dr. O. RIBEIRO, Instituto de alta cultura, centro de estudos geográficos, faculdade de letras — cidade universitária, Lisboa, Portugal.
- Prof. Dr. J. ROGLIĆ, Zagreb, Šrapčera 4, Yugoslavia.
- Prof. Dr. E. EGLI, Hochstraße 49, CH-8044 Zürich, Schweiz.
- Prof. Dr. H. KINZL, A-6020 Innsbruck, Fischergasse 31, Österreich.
- Prof. Dr. H. HAHN, 53 Bonn, Franziskanerstr. 2, Westdeutschland.
- Prof. Dr. G. T. TREWARTHA, University of Wisconsin, Department of Geography, Science Hall, Madison 53706, U. S. A.



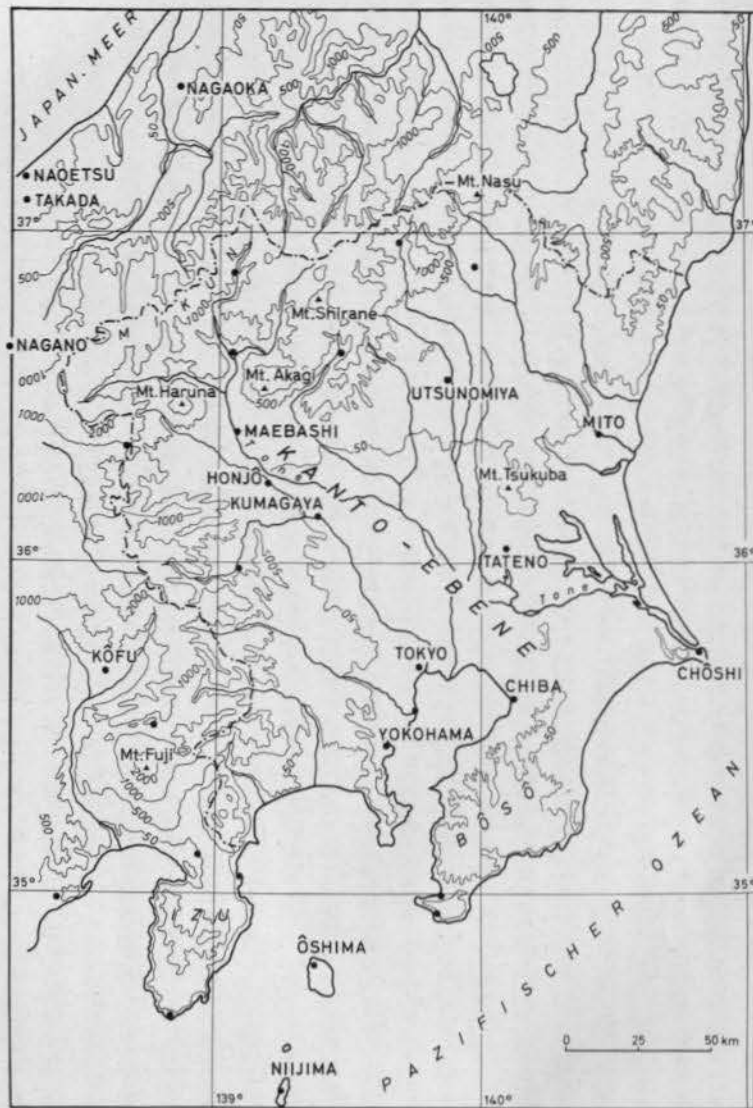


Abb. 1: Untersuchungsgebiet und Verbreitung der meteorologischen Beobachtungsstationen

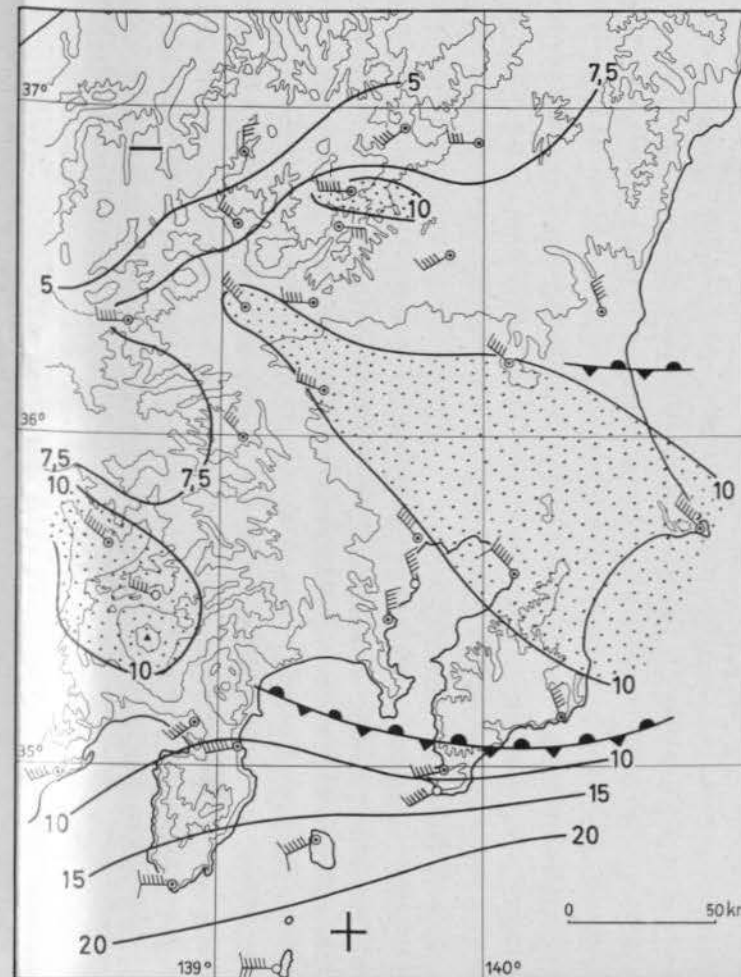


Abb. 2: Verbreitung der Windgeschwindigkeit (m/s), das Oroshi-Gebiet ist punktiert dargestellt (links), und Stromlinien des Oroshis in der Kanto-Ebene (rechts).

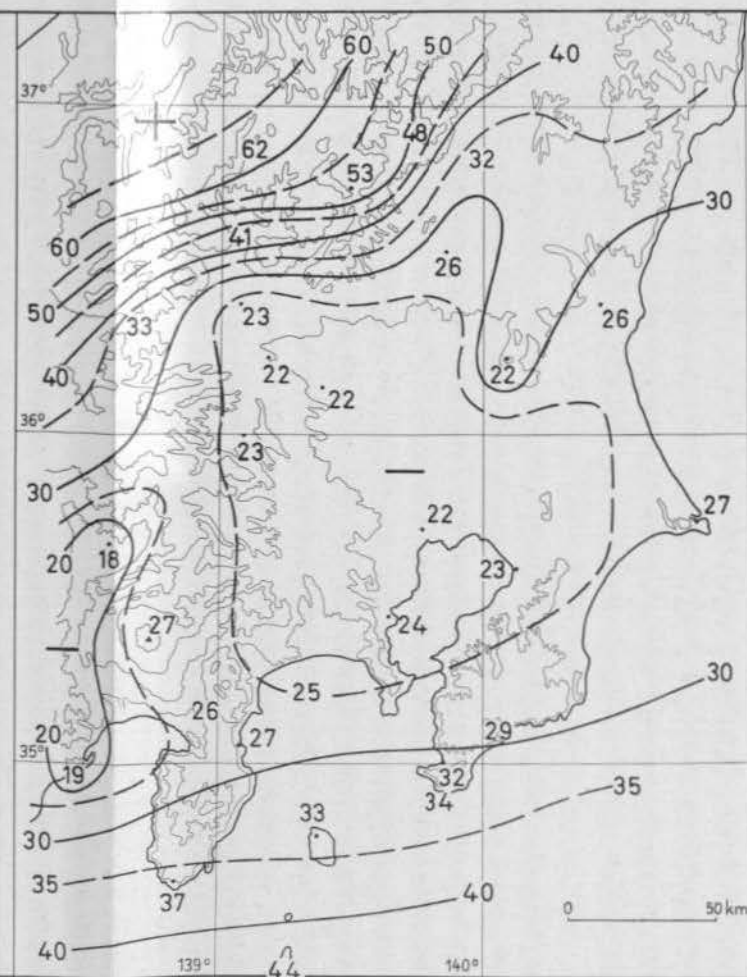
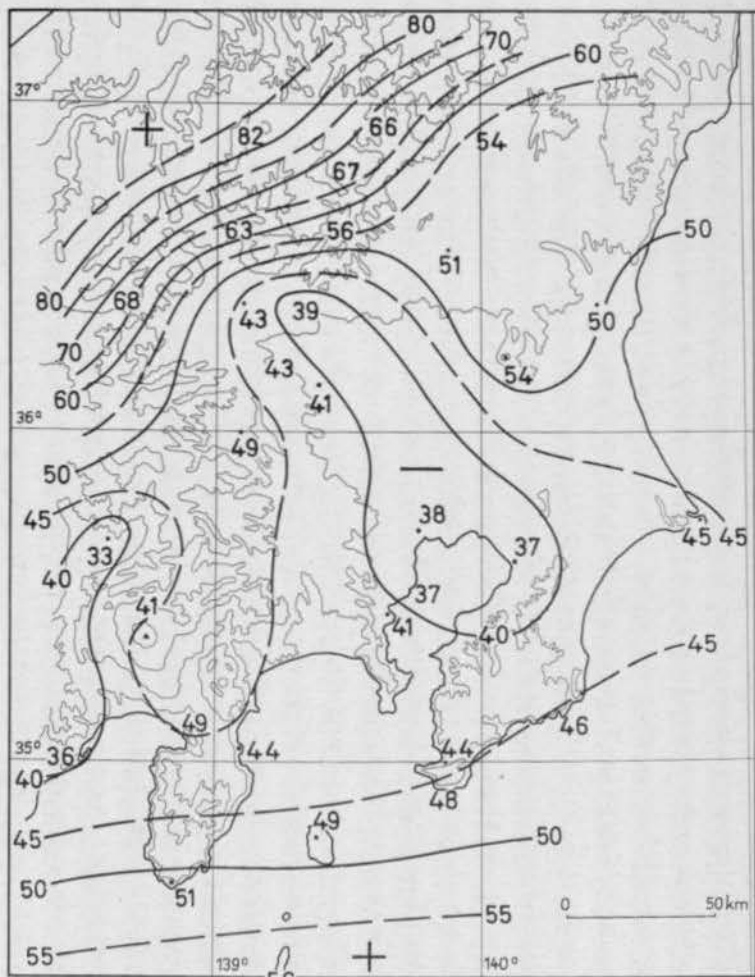
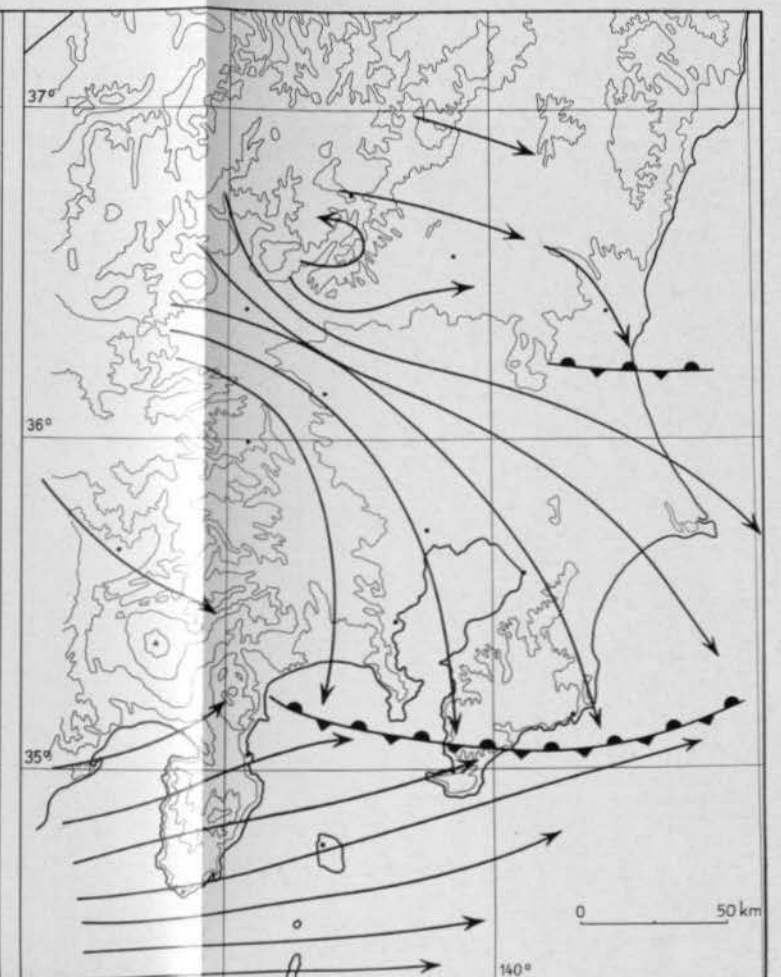


Abb. 3: Verbreitung der täglichen mittleren (links) und der täglichen minimalen (rechts) relativen Luftfeuchtigkeit (%) während des entwickelten Oroshis.

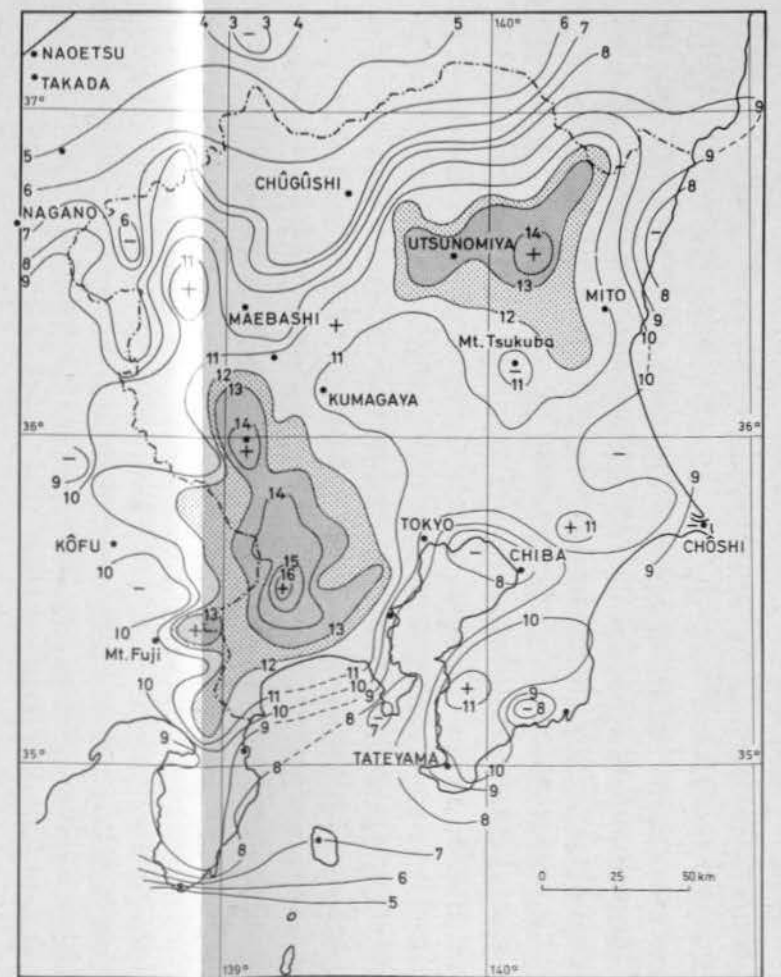


Abb. 4: Verbreitung der Tagesschwankung der Lufttemperatur (°C) während des entwickelten Oroshis

Fig. 3: Barnatjern, Hordaland, Voss hd.

