

Colloquium Geographicum

ISSN 0588-3253

Band 16

Studia geographica

**Festschrift
Wilhelm Lauer zum 60. Geburtstag**

Herausgegeben
von

Wolfgang Eriksen

1983

Bonn

Colloquium Geographicum

ISSN 0588 - 3253

Herausgegeben von H. Hahn, W. Kuls und W. Lauer

Schriftleitung: H. - J. Ruckert

Band 16

STUDIA GEOGRAPHICA

Festschrift

WILHELM LAUER zum 60. Geburtstag

Herausgegeben von

WOLFGANG ERIKSEN



1983

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

—Dümmlerbuch 7416 —

STUDIA GEOGRAPHICA

STUDIA GEOGRAPHICA

**Mit 112 Abbildungen, 8 Bildern, 4 Fotos,
21 Figuren und 40 Tabellen**

Mit Beiträgen von

**Jürgen Bähr, Eduardo Besoain/Gloria Sepulveda, Toni Breuer, Wolfgang Eriksen,
Peter Frankenberg, Gerhard Fuchs, Winfried Golte, Klaus Heine,
Ernesto Jauregui, Dieter Klaus, Jan Müller-Goldkuhle, Ahmet Nişanci,
Helmut Nuhn, Bernhard Oltersdorf, Sofia Puente Lutteroth,
Ricardo Riesco, Wolfgang Schmiedecken/Eckart Stiehl, Lothar Zögner.**

In Kommission bei

FERD. DÜMMLERS VERLAG · BONN

 **Dümmlerbuch 7416**

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 3-427-74161-3

© 1983 Ferd. Dümmlers Verlag, 5300 Bonn 1
Herstellung: Richard Schwarzbald, Witterschlick b. Bonn

INHALT

	Seite
Vorwort	7
Wilhelm Lauer zum 60. Geburtstag	9
von Wolfgang Eriksen	
BESOAIN, EDUARDO und GLORIA SEPULVEDA: Merkmale und Eigenschaften einiger wichtiger vulkanischer Aschenböden aus dem Seengebiet Südkhiles - Mineralogie, Entstehung und Eigenschaften der Böden	15
ERIKSEN, WOLFGANG: Aridität und Trockengrenzen in Argentinien — Ein Beitrag zur Klimageographie der Trockendiagonale Südamerikas	43
FRANKENBERG, PETER: Winterweizenertrag und Witterung in der Bundesrepublik Deutschland	69
HEINE, KLAUS: Führt die Quartärforschung zu nicht-aktualistischen Modellvorstellungen in der Geomorphologie?	93
JAUREGUI, ERNESTO: Die Gefährdung der Nordwestküste Mexikos durch die tropischen Zyklonen des Nordostpazifiks	123
KLAUS, DIETER: Lokalwinde im Bereich der alpinen Stufe der Vulkane Zentralmexikos	137
NISANCI, AHMET: Klimagebiete der Türkei nach der Anzahl der ariden bzw. humiden Monate und ihre Beziehungen zur Vegetation	149
SCHMIEDECKEN, WOLFGANG und ECKART STIEHL: Wald und Wasserhaushalt. Klimatologische und hydrologische Untersuchungen in der Rureifel	165
BÄHR, JÜRGEN: Die jüngere Bevölkerungsentwicklung in der Farmzone Südwestafrikas/Namibias	197
BREUER, TONI: Prozeßtypen als Ergebnis raumwirksamer Unternehmensentscheidungen. Eine Fallstudie aus der spanischen Nahrungsmittelindustrie	227
GOLTE, WINFRIED: Die Anfänge der Bewässerungswirtschaft im vorspanischen Perú und das Chavín-Problem	243
MÜLLER-GOLDKUHLE, JAN: Stadt Hennef (Sieg) — Auswirkungen der Ortskernsanierung auf den Einzugsbereich	273
NUHN, HELMUT: Ostnicaragua — Probleme der Integration eines peripheren Landesteiles in den Nationalstaat	289
OLTERSDORF, BERNHARD: Beginn einer Neuorientierung der Landwirtschaft auf Kreta	319
PUENTE-LUTTEROTH, SOFIA: Die Henequén-Industrie in Mexico	337
RIESCO, RICARDO: Ein Jahrzehnt Agrarreform in Chile: Versuch einer vorläufigen Bilanz	349
FUCHS, GERHARD: Das Topographie-Problem im heutigen Geographieunterricht als Folge des fachdidaktischen "Maßstabswechsels". Aspekte und Vorschläge	377
ZÖGNER, LOTHAR: Carl Ritter und Alexander von Humboldt — Ihr Beitrag zur Entwicklung der thematischen Kartographie	393
Veröffentlichungen von Wilhelm Lauer	407
Dissertationen, unter Leitung von W. Lauer bearbeitet	417
Anschriften der Autoren	421



Stanis.

VORWORT

Am 1.2.1983 feiert Wilhelm Lauer seinen 60. Geburtstag — für seine Schüler ein willkommener Anlaß, ihren Lehrer mit der Vorlage dieser Festschrift gebührend zu ehren und ihm Dank abzustatten für die vielfältige Förderung auf ihrem Lebensweg.

Die Lehr- und Forschungstätigkeit Wilhelm Lauers in Kiel, Marburg und Bonn, ergänzt durch zahlreiche Auslandskontakte und -aufenthalte, hat einen großen Schülerkreis im In- und Ausland heranwachsen lassen, dessen Arbeiten ein getreues Spiegelbild der weitgespannten wissenschaftlichen Aktivitäten und Interessen des Jubilars darstellen.

Auch die Beiträge in diesem Band bieten dafür beredtes Zeugnis. Über die Schwerpunkte der Lateinamerika- und Tropenforschung, der Klimatologie, Pflanzengeographie, Geoökologie, Agrargeographie, Quartär- und Hochgebirgsforschung hinaus werden in dieser Festschrift zahlreiche weitere sachliche und regionale Themenkreise angesprochen, die ihre Wurzeln überwiegend im akademischen Unterricht und in den wissenschaftlichen Publikationen Wilhelm Lauers haben.

Allen Schülern, auch jenen, die sich nicht mit Beiträgen an diesem Band beteiligen konnten, ist es daher ein besonderes Anliegen, ihrem Lehrer für vielfältige Hilfen und Anregungen herzlichen Dank zu sagen und ihm noch viele Jahre Gesundheit, Glück und Schaffenskraft zu wünschen.

Hannover, im Oktober 1982

Wolfgang Eriksen

WILHELM LAUER ZUM 60. GEBURTSTAG

von WOLFGANG ERIKSEN

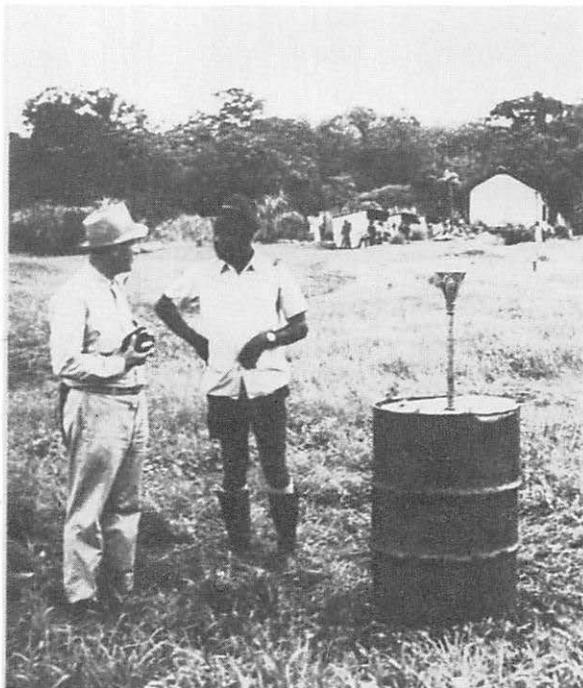
Am 1. Februar 1983 begeht Wilhelm Lauer seinen 60. Geburtstag. Nach gutem akademischen Brauch nehmen seine Schüler dies zum Anlaß, ihm Dank abzustatten und Anerkennung auszusprechen für die große Fülle fruchtbarer Anregungen und für die persönliche Förderung, die sie von ihm auf ihrem bisherigen Lebensweg erfahren haben.

Es wäre sicherlich verfrüht, hier bereits eine umfassende Würdigung der Person und des wissenschaftlichen Werkes Wilhelm Lauers vorlegen zu wollen, denn der 60. Geburtstag ist keine Zäsur, sondern nur ein kurzer Halt in einem Lebensabschnitt andauernder und reger Aktivität als Wissenschaftler und Hochschullehrer im Dienste der Geographie. Nur schwerpunktmäßig kann und soll daher im folgenden aus der Sicht eines Schülers der persönliche und wissenschaftliche Werdegang des Jubilars gewürdigt werden.

Geboren in Oberwesel, verbrachte Wilhelm Lauer seine Jugendjahre am Mittelrhein. Der Reifeprüfung im Jahre 1941 folgten vier Jahre Kriegsdienst, so daß er erst im Wintersemester 1945/46 mit seinem Studium an der Universität Bonn beginnen konnte. Er studierte die Fächer Geographie, Geologie, Geschichte, Latein und erweiterte den Katalog durch Vorlesungen und Übungen in Meteorologie, Botanik und Ethnologie. Schon diese Breite und Fülle von Studienfächern verdeutlicht schlaglichtartig die umfassenden natur- und geisteswissenschaftlichen Interessen des jungen Wilhelm Lauer. Sie sollten später im wissenschaftlichen Werk, in Fragestellung und Forschungskonzept ihren unübersehbaren Niederschlag finden.

Die aus heutiger Sicht ungemein kurze Studienzeit bis zur Promotion im Sommersemester 1950 kennzeichnet wohl am deutlichsten die außerordentlich anregende und intensive Arbeitsatmosphäre jener frühen Nachkriegsjahre am Bonner Geographischen Institut. Zahlreiche spätere Hochschullehrer der Geographie wurden hier zu jener Zeit durch Carl Troll für das Fach begeistert und erwarben die weitgespannten Grundlagen für ihre erfolgreiche berufliche Laufbahn.

Wilhelm Lauer promovierte mit der Arbeit "Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln". Seine Dissertation fand rasch große Beachtung und Anerkennung in der Geographie des In- und Auslandes. Zugleich umreißt die Formulierung des Themas bereits in



Mit diesem Gerät werden jährlich mehr als 10.000 mm Niederschlag gemessen. Wilhelm Lauer mit Beobachter an der Klimastation Debundja (Kamerun) 1969 — Foto Schmiedecken

knapper Form einzelne jener sachlichen und regionalen Schwerpunkte der späteren Forschungs- und Lehrtätigkeit Wilhelm Lauers, die auch sein gegenwärtiges wissenschaftliches Werk noch prägen.

Die Promotion im Jahre 1950 öffnete den Weg in die wissenschaftliche Laufbahn, die mit der Verwaltung einer Assistentenstelle in Bonn begann, 1951 zur Übernahme einer Assistentenstelle am Kieler Geographischen Institut unter Oskar Schmieder führte und mit der Habilitation im Jahre 1955 in Kiel einen weiteren Markstein erreichte.

Dank der großzügigen Förderung durch Oskar Schmieder konnte Wilhelm Lauer seinen lange gehegten Wunsch, in den Tropen forschend tätig zu werden, schon bald realisieren. Nach einem ersten Forschungsaufenthalt in Spanien und Spanisch-Marokko (1952) reiste er 1953/54 zu Feldstudien nach Zentralamerika. Der Aufenthalt am Instituto Tropical de Investigaciones Científicas in San Salvador machte ihn mit den Natur- und Kulturlandschaften der immer- und wechselfeuchten Tropen Lateinamerikas bekannt. Aus dieser Forschungsreise erwuchs seine Habilitationsschrift "Vegetation, Landnutzung und Agrarpotential in El Salvador". Zugleich wurde hier der Grundstein gelegt für die künftige intensive wissenschaftliche Beschäftigung mit den Tropen und Lateinamerika.

1956 wurde Wilhelm Lauer an der neugegründeten Universidad Austral de Chile in Valdivia die Leitung des Geographischen Instituts und die o. Professur für Geographie (profesor de tiempo completo) übertragen. Der Aufbau des Instituts, der Lehrbetrieb, Geländearbeiten in Südchile und vergleichende Studienreisen in andere Regionen Südamerikas füllten die Zeit bis zu seiner Rückkehr an das Geographische Institut in Kiel (1958) aus.

Zum Wintersemester 1961/62 folgte Wilhelm Lauer einem Ruf auf ein planmäßiges Extraordinariat an der Universität Marburg. Nach Umwandlung der Stelle in ein Ordinariat wurde er 1962 zum o. Professor ernannt. Zwei Rufe an die Technische Universität Berlin (1962) und an die Universität Bochum (1965) lehnte er ab.



„Über den Preis wird gerade verhandelt“.
Auch Marktstudien gehörten zum Mexiko-Projekt (Tlaxcala 1974)

Noch in die Marburger Zeit fällt jene erste wichtige Reise nach Mexiko — gemeinsam mit Gottfried Pfeifer, Heidelberg —, die das Ziel verfolgte, in diesem mittelamerikanischen Land im Auftrage der Deutschen Forschungsgemeinschaft einen interdisziplinären Schwerpunkt der Lateinamerikaforschung zu begründen. Es erwuchs daraus das bekannte „Mexiko-Projekt“, das Wilhelm Lauer über zehn Jahre als Vorsitzender des Arbeitskreises und als Koordinator der in-

terdisziplinären Arbeit mit großem Erfolg leitete.

Nach reichlich vierjähriger Lehrtätigkeit am Marburger Geographischen Institut folgte er am 1. April 1966 als Nachfolger von Carl Troll einem Ruf auf den Lehrstuhl für Geographie an der Universität Bonn.

Bonn wird fortan und bis in die unmittelbare Gegenwart für Wilhelm Lauer zur Stätte intensiver und sehr fruchtbarer Lehr- und Forschungstätigkeit in jenen Fachgebieten, die durch Promotion und Habilitation vorgezeichnet waren und die durch die Ergebnisse und Erfahrungen zahlreicher Auslandsaufenthalte, Studien- und Forschungsreisen sowie Kongreßbesuche in fast allen Kontinenten außerordentlich bereichert wurden.

Ein großer Kreis von Schülern und Mitarbeitern wird für die vielfältigen Sachgebiete, die Wilhelm Lauer bearbeitet, begeistert und erhält reiche Anregung für eigene Arbeiten im In- und Ausland. Aber auch das breite Interessenspektrum Lauers außerhalb seiner eigentlichen Sachgebiete schlägt sich in zahlreichen Arbeiten seiner Schüler nieder, von denen viele inzwischen die Universitätslaufbahn eingeschlagen haben und auf Lehrstühle an Geographischen Instituten des



Auf dem Páramo "Piedras Blancas" in der Cordillera de Mérida (Venezuela) 4200 m, 1978.
Wilhelm Lauer inmitten von *Espeletia timotensis* und *E. lutescens*

In- und Auslandes berufen worden sind.

Dieser Tatbestand ist sicherlich nicht weniger zum bisherigen wissenschaftlichen Lebenswerk Wilhelm Lauers zu zählen als die große Zahl bedeutsamer Publikationen, die aus der langjährigen und intensiven Beschäftigung mit so vielfältigen regionalen und sachlichen Forschungsschwerpunkten wie Tropen- und Lateinamerikaforschung, Klimatologie, Pflanzengeographie, Geoökologie, Agrarökologie, Quartär- und Hochgebirgsforschung hervorgingen. In prägnanter Form hat KH. Paffen 1979 in den Kieler Geographischen Schriften (Bd. 50) in einem ersten Überblick die Grundlagen, Zusammenhänge und Ergebnisse der Forschungsaktivitäten des Jubilars gewürdigt.

Mit seltener Konsequenz und großem Ideenreichtum werden im Laufe der Jahre Themenkreise und Forschungsschwerpunkte verfolgt, ausgebaut, modifiziert und im Rahmen einer vergleichenden Betrachtungsweise jeweils einem größeren Kontext zugeordnet. Die Untersuchungen zur Aridität und Humidität legen davon ebenso beredtes Zeugnis ab wie die pflanzengeographischen, klimatologischen oder agrarökologischen Studien in den Tropen Lateinamerikas und Afrikas. Gleiches gilt für das zunehmende Bemühen um eine harmonische Verknüpfung von physischgeographisch-ökologischen und kulturlandschaftsgenetischen Arbeits- und Betrachtungsweisen. Dabei wird der räumliche Vergleich eng mit der Analyse der zeitlichen Entwicklung verwoben.

Es war daher kein Zufall, daß gerade Wilhelm Lauer seit 1968 die wissenschaftliche und organisatorische Leitung und Steuerung des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft übertragen wurde. Ein umfangreiches Schrifttum läßt heute den Erfolg dieses Projektes deutlich werden, das sich das anspruchsvolle Ziel gesetzt hatte, durch Forschungsbeiträge verschiedener kultur- und naturwissenschaftlicher Disziplinen und in enger partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit mexikanischen Fachkollegen "die Menschheitsgeschichte in einem umschriebenen Raum in ihrem Wechselspiel mit dem Umweltgeschehen von den ersten Anfängen bis zur Gegenwart" zu erforschen (LAUER 1973).

Auch nach Auslaufen des Mexiko-Projektes löste sich Wilhelm Lauer nicht von jener ihn zunehmend faszinierenden Thematik "Mensch und Umwelt im Wandel der Zeiten", sondern führt sie vielmehr unmittelbar fort in einem neuen mehrdisziplinären Forschungsvorhaben, dem DFG-Projekt "Kallawaya-Bergbevölkerung und Ökosysteme in Bolivien". Mit diesem Projekt wendet er sich zugleich erneut der Hochgebirgsforschung zu, einer Forschungsrichtung, die ihn seit seinem Studium faszinierte und die in hervorragender Weise die Möglichkeiten zu vergleichender und fachgrenzüberschreitender wissenschaftlicher Arbeit bietet.

Über seine anhaltende Forschungs- und Lehrtätigkeit hinaus ist Wilhelm Lauer als Herausgeber bzw. Mitherausgeber international renommierter Publikationsreihen schon seit langem bemüht, die Ergebnisse geographischer Forschung in die Öffentlichkeit zu tragen. So gibt er die Buchreihen "Das Mexiko-Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft" und "Erdwissenschaftliche Forschung" (Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz) heraus



Deutsch-bolivianische Zusammenarbeit im Kallawayá-Projekt (Anarete 4000 m - 1979)

und ist Mitherausgeber der ERDKUNDE, des Ibero-Amerikanischen Archivs, des GeoJournals, des Colloquium Geographicum, der Bonner Geographischen Abhandlungen, der Arbeiten zur Rheinischen Landeskunde sowie der Reihe "Relief, Boden, Paläoklima".

Darüber hinaus und trotz aller Verpflichtungen im Rahmen der akademischen Selbstverwaltung findet Wilhelm Lauer Zeit und Kraft, sich der Mitarbeit in herausragenden wissenschaftlichen Organisationen und Kommissionen zu widmen. Er ist als ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften und der Literatur, Mainz, Vorsitzender der Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung. Als korrespondierendes Mitglied der Commission on "Mountain Geocology" der Internationalen Geographischen Union leitet er die Unterkommission "Tropical Mountains". Weiterhin ist er Mitglied der Kommission für Geomorphologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München, der Arbeitsgemeinschaft für Vergleichende Hochgebirgsforschung, München, der Arbeitsgemeinschaft Deutsche Lateinamerika-Forschung sowie des Beirats der Stiftung Preußischer Kulturbesitz.

Nicht zuletzt auch durch die unermüdliche und ideenreiche Mitarbeit in diesen Organisationen hat sich Wilhelm Lauer hervorragende Verdienste um die deutsche Geographie im In- und Ausland erworben.

Seine Schüler nehmen den 60. Geburtstag zum Anlaß, Wilhelm Lauer auch für die kommenden Jahre viel Glück, Gesundheit und Erfüllung aller Zukunftspläne zu wünschen.

MERKMALE UND EIGENSCHAFTEN EINIGER WICHTIGER
VULKANISCHER ASCHENBÖDEN AUS DEM SEENGEBIET SÜDCHILES
— Mineralogie, Entstehung und Eigenschaften der Böden —

mit 12 Abbildungen und 5 Tabellen

EDUARDO BESOAIN und GLORIA SEPULVEDA

Einleitung

Das südchilenische Seengebiet (39° - 41° sdl. Breite) war während des Quartärs Schauplatz verschiedener, mit starker vulkanischer Tätigkeit verbundener glazialer Prozesse, die in diesem Gebiet entscheidend zur Entstehung der Böden beitrugen. Bei ihrem Vorrücken in Richtung auf den Ostabfall des Küstenberglandes füllten die Gletscher die Längssenke. Sie nahmen dabei die Formen von alpinen oder alaskischen Zungen an und führten zur Entstehung einer Vielzahl von Seen. Das Gebiet stellt insgesamt einen glazialen, überaus feuchten und gemäßigten Piedmont dar, mit einem etwas trockenen, zwei oder drei Monate andauernden Sommer und einem Regenwald (LAUGENIE et al., 1975). Als Folgeerscheinung der vulkanischen Tätigkeit weist der Piedmont die morphologische Besonderheit auf, nicht nur glazial, sondern auch vulkanisch geprägt zu sein. Südlich des Flusses Allipén (39° s.Br.) schließen die vulkanischen Ablagerungen drei grundsätzlich verschiedene Formen ein (LAUGENIE et al., 1975):

- weite Lahar-Ebenen, die mit Zeiträumen reduzierter morphologischer Tätigkeit zusammenfallen (Rückzugsphasen oder Interglazialzeiten)
- verschiedene Formen postglazialer Ablagerungen in den Andentälern (Lahare, Lavaausfluß, Ablationskegel)
- Ablagerungen vulkanischer Aschen, die Moränen und Terrassen verschiedener Mächtigkeit und Alterszuordnung überdecken.

Die vorwiegend andesitisch-basaltischen Vulkanaschen, die teilweise noch rhyolitisch bimsartige Komponenten enthalten, haben je nach Alter und Verwitterungsgrad zwei Bodengruppen gebildet: die "Trumaos" und die "Roten Tonböden" (Suelos Rojos Arcillosos). Die erste, aus der Nachwürmzeit stammende Gruppe (BESOAIN, 1969) sind Andosole (FAO, 1968) oder Andepts (US-Taxon, 1975). Die zweite Gruppe sind überwiegend Alfisole oder Ultisole, wahrscheinlich aus den Mindel-Riß- (BESOAIN, 1969) oder Riß-Würm- (LAUGENIE et al.,

1975) Interglazialzeiten. Über diese Böden sind einige stratigraphische oder tephrochronologische Untersuchungen durchgeführt worden (LAUGENIE et al., 1975) oder noch in Bearbeitung (LAUER und BESOAIN, 1982).

Die Trumaoböden dieser Region stellen keine gleichartige Einheit dar. Ihr Alter scheint zwischen Rezentböden (z.B. Böden von Chanleufu oder Puyehue) und Böden aus der Endphase des Würm (z.B. die Corte Alto-Serie) zu schwanken. Dieses ergibt sich sowohl aus dem Gehalt an zerfallenem Vulkanglas, Olivin und Inosilikaten, Eisen- und Aluminiumoxiden wie auch aus der Menge und dem Verwitterungszustand der Feldspäte und Bioopal. Zwischen den Trumaos gibt es zudem Unterschiede bezüglich des Gehaltes an Ton und dessen Zusammensetzung; abgesehen vom Allophan, findet man Imogolit, Metahalloysit, Smectite, 14 Å-Minerale, Wechsellagerungsminerale und andere, die direkt mit der Edaphogenese und Entwicklung in Verbindung stehen. Wenn man davon ausgeht, daß die Zersetzung des Ausgangsglases fast immer Allophan (oder Imogolit) entstehen läßt und daß dieser sich im Laufe der Zeit zu Halloysit/Metahalloysit organisiert (BESOAIN, 1974), dann steht dessen Vorhandensein und Gehalt immer in Beziehung zum Alter des Bodens. Diese Argumente ermöglichen die Bestimmung des relativen Alters. Absolute Altersbestimmungen der Trumaos durch radiometrische Methoden sind äußerst selten, von einigen Arbeiten von MERCER (1976) und LAUGENIE (1971) abgesehen.

Die Aktivbestandteile der Andosole, bzw. des Allophan oder Imogolit, nämlich paraallophanische Komponenten (allophan-like compounds, WADA, 1977) und organo-Mineral- oder organo-Al-Komplexe, besitzen eine chemische und physikalische Aktivität, die die Pflanzenernährung und Retentionseigenschaften von Wasser, Ionen usw. beeinflußt. Daher ist die Untersuchung dieser Bestandteile nicht nur interessant, sondern auch notwendig zum besseren Verständnis der Eigenschaften und des Verhaltens dieser Böden. Da ein beträchtlicher Teil der Landwirtschaft in dieser Zone auf Andosolen betrieben wird, kann durch gründlichere Kenntnisse der Bodeneigenschaften und durch Verbesserung technischer Verfahren eine erhöhte Produktivität erreicht werden. Daher ist das Ziel dieser Arbeit in erster Linie das Studium der Mineralogie und der Entstehung der Tonböden und in zweiter Linie die Untersuchung ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften, da diese Faktoren das Verhalten der Böden bestimmen.

Für die Untersuchungen wurden aus der Provinz Osorno (X. Region) die Böden Corte Alto, Osorno und Puyehue ausgewählt (Abb. 1), die einer Chronosequenz entsprechen. Die beiden letzten Böden sind von beträchtlichem Interesse für die Landwirtschaft und der Boden Corte Alto ist trotz seiner geringeren Ausdehnung von besonderer edaphologischer Bedeutung, da er gemäß seiner mineralogischen Zusammensetzung am weitesten entwickelt ist. Zum Vergleich wurden außerdem Proben japanischer Böden aus Kodonbaru und Kitakami*) hinzugezogen, deren Beschreibung in Tab. 1 enthalten ist.

*) Die Proben wurden freundlicherweise von Prof. S. Aomine zur Verfügung gestellt.

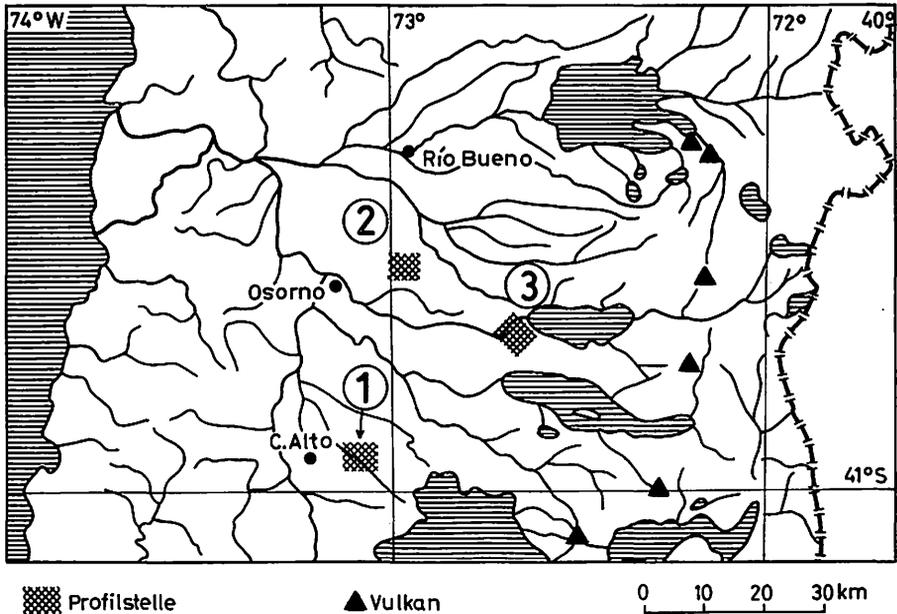


Abb. 1: Lage der Profilstellen des Untersuchungsgebietes im zentralen Südchile.
1: Corte Alto, 2: Osorno, 3: Puyehue

Materialien und Methoden

Es wurden die Böden Osorno, Corte Alto (Typic Dystrandeps) und Puyehue (Hydric Dystrandeps) untersucht. Fundort und Beschreibung sind in Abb. 1 und Tab. 1 dargestellt. Die folgenden analytischen Bestimmungen wurden durchgeführt:

- Körnungsanalyse: Pipettenmethode, nach AHMAD und PRASHAD (1969) modifiziert unter Anwendung von Ultraschall ($75,5 \text{ W/cm}^2$) während drei Minuten.
- Extrahierbare Eisenoxide: nach MEHRA und JACKSON (1960), Eisenbestimmung durch Atomabsorptionspektrophotometrie ($\lambda = 302 \text{ m}\mu$).
- Organische Substanz (O.S.): nach WALKLEY und BLACK (BLACK, 1965) auf nassem Weg (NW) wie auch durch Oxidation auf trockenem (TW) mit gasförmigem Sauerstoff.
- pH-Wert: Bestimmung elektrometrisch in wässriger Lösung im Verhältnis 1:1, in salzhaltiger Suspension von CaCl_2 und KCl 1N im Verhältnis 1:10 bzw. 1:2,5.

Tab. 1: Beschreibung der Profile

Probe Nr.	Boden-Serie	Horizont	Tiefe in cm	Ort und Lage	Ausgangsgestein	Tonmineralienklassifikation*
355	Osorno	AP	0- 13	Osorno, Remehue.	Andesitische-	A, mH, O-Al, Medial mesic
356		All	13- 25	s.B.40°31'S	basaltische	Am-Fe-Ox, G family of the
357		A3	25- 47	L. 73° 5'W	Aschen	typic Dystrandepts
358		(B)21	47- 74			
359		(B)22	74-100			
360		IIC	+ 100			
367	Corte	Ap	0- 8	2,5 km südlich	Andesitische-	I,A, mH, G, Ashy, mesic
368	Alto	All	8- 30	von Purranque	basaltische	Am-Fe-Ox, family of the
369		(B)1	30- 44	(Llanquihue)	Aschen	O-Al typic Dystrandepts
370		(B)21b	44- 66	s.B.40°51'S		
371		(B)22b	66- 86	L. 73°11'W		
372		(B)3b	86-160			
1	Puyehue	All	-20	3,5 km westlich von	Andesitische-	I,A,G,Am-
2	hue	AC	20-60	Puyehue (Osorno)	basaltische	Fe, O-Al, Q, Tixotropic,
3		Cl	60-90	s.B. 40°39'S	Aschen	F, Cr. mesic family
4		C2	+ 90	L. 72°19'W		of the hydric Dystrandepts
K ₁	Kodon-baru	B/C	30-60	Uemura, Kumamoto- Kyushu (Japan) n.B. 23°13'N L. 130°55'E	Vitrische desitische Asche	A, I, Am-Fe, Typic Mt, V, Cl, K Umbrandept
K ₂	Kitakami	III Schicht: 75-125 cm		Murasakino, Iwate- ken (Japan) n.B. 39°19'N L. 141°08'E	Bimsablagerungen	Wesentlich I, Filme von Außerdem: Gelmateriale A, G, Q, F, V, W

Zeichen: I = Imogilit; A = Allophan; G = Gibbsit; Q = Quarz; F = Feldspat; mH = Metahalloysit; Am-Fe = Amorphe Fe-Oxide; O-Al = Organo-allophanische oder organo-Al Komplexe; Cr = α -Cristobalit; V = Vermikulit; W = Wechsellagerungsminerale; Cl = Chlorit

* Soil Taxonomy. U.S.D.A. (1975)

- austauschbare Kationen (S): Nach BLACK (1965). Natrium und Kalium wurden durch Flammenphotometrie und Kalzium und Magnesium durch Atomabsorptionsspektrophotometrie bestimmt.
- Austauschacidität: nach PEECH u.a. (1962).
- Kationenaustauschkapazität (KA): KA wurde erstmals bestimmt durch: die Summe der austauschbaren Kationen (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) plus Wasserstoff ($\text{KA} \sum \text{K}_{\text{at}}$), und zweitens, durch Sättigung mit Na^+ (Natriumazetat, pH 8, 2), Auswaschung der überschüssigen Kationen mit Äthanol, Entfernung des Na mit NH_4 -Azetat, pH 7, und Na-Bestimmung durch Flammenphotometrie (KA_{Na}).

- Die Imogolit- und Allophanfraktionen wurden nach vorheriger, drei Minuten langer Anwendung von Ultraschall (73, 5 W/cm²) nach dem Verfahren von YOSHINAGA und AOMINE (1962a, 1962b) getrennt. Anschließend wurde die Tonfraktion durch Lyophilisierung dehydratisiert und entweder im Vakuum mit P₂O₅ aufbewahrt oder als flockulierte Suspension mit NaCl preserviert.
- Die mineralogische Analyse der Sandfraktion (500-50 μ) wurde an Dünnschliffen durchgeführt, die aus nicht fraktioniertem Material als Streupräparat hergestellt wurden. Zur Auswertung wurde ein petrographisches Mikroskop (ZEISS-POL) benutzt.
- Infrarotspektrographische Analyse (IR): verwendet wurde ein Doppelstrahl-PERKIN-ELMER 337-Gerät. Als Absorptionszellen wurden im Vakuum unter 9 ton/cm² gepresste Pellets in einem Verhältnis Ton: KBr - 1: 300 benutzt. Die Tonfraktion wurde bei 60° C getrocknet.
Die Tonfraktion wurde sowohl mit dem Elektronenmikroskop (EM) wie auch durch Röntgendiffraktionsapparatur (RD) untersucht. Für EM wurde die Tonsuspension über einen mit Graphit bedeckten Kolodionfilm oder direkt auf ein plastisches Mikrogitter gelegt und bei geringer (8.000 x) und
- starker (250.000 x) Vergrößerung untersucht. Die photographischen Vergrößerungen sind 56.000 x bzw. 600.000 x. Röntgendiagramme wurden mit einer automatischen Röntgenapparatur Philips NORELCO, mit Strahlung Ka-Cu bei 35 KV und 20mA, mit Ni-Filter und PHA (Pulse-High-Analyzer) durchgeführt.
- Chemische Bausch-Analyse (CA): Nach PRUDEN und KING (1969) an entfernierten und mit Na⁺ homoionisierten Proben.
- Differentialthermoanalyse (DTA) an Tonfraktion nach MACKENZIE (1957) (bei relativer Feuchtigkeit von 56,4% aufbewahrt) mit einer automatischen NETZSCH-Apparatur mit einem Ofen mit inerte Atmosphäre (N₂) und einer Erhitzungsgeschwindigkeit von 10° C/min.

E r g e b n i s s e

Bodenmerkmale

Eine Untersuchung der chemischen, physikalischen und mineralogischen Eigenschaften (Tab. 2, 3, 4, 5) zeigt, daß die in den Böden beobachteten Unterschiede durch genetische Faktoren, einschließlich der Altersunterschiede, bestimmt sind. Da diese Böden alle von gleichartigen vulkanischen andesitischen Aschen abstammen, könnte der Tongehalt bezeichnend für die Entwicklung sein, wobei der Boden Corte Alto älter wäre als die Böden Osorno und Puyehue. Wie aus Abb. 2 ersichtlich, gibt es in keinem Profil entscheidende granulometrische Unterschiede, ausgenommen die Horizonte IIC des Bodens Osorno und (B)3b des Corte Alto-Bodens, mit 49, 6 bzw. 9,8% Sandfraktion. Die Jugend der

Tab. 2: Einige physikalische und chemische Eigenschaften der Böden.

Probe Nr.	Korngrösse (%)			pH-Wert					Org. Subst. (%)		Austauschbare Kationen Σ Kat.				Aust. Acidität: H ⁺	KA		Basensättigung (%)		Fe-Ox. Extrahierbar (%)	
	Sand 2000 /50 μ	Schluff 50/2 μ	Ton 2 μ	CaCl ₂ 1:2,5	KCl 1:10	H ₂ O 1:1	(A) TW	(B) NW	Ca ²⁺ Mg ²⁺	K ⁺ Na ⁺	(mval/100 g)	(C)	(D)	(E)		(F)					
355	10,1	50,9	39,1	4,85	4,85	4,66	4,70	5,0	18,4	13,4	6,2	1,3	1,6	0,2	9,3	58,0	67,3	48,0	19,4	13,8	7,9
356	10,0	51,4	38,6	4,70	4,70	4,55	4,60	4,95	13,6	9,9	3,4	0,6	0,4	0,1	4,5	55,0	59,5	41,0	11,0	7,6	8,5
357	10,8	55,0	32,9	4,80	4,85	4,75	4,85	5,35	8,8	7,0	1,8	0,4	0,4	0,1	2,7	53,3	60,0	34,0	8,0	4,5	9,5
358	7,5	58,5	34,0	5,30	5,35	5,30	5,45	5,90	7,8	5,3	2,6	0,4	0,6	0,1	3,7	50,7	54,4	34,0	11,8	6,8	9,3
359	12,4	42,1	45,8	5,85	5,90	5,80	5,95	6,15	8,2	8,4	4,9	0,6	0,5	0,1	6,1	45,7	51,8	34,0	18,0	11,8	10,0
360	49,6	37,1	13,3	6,10	5,85	5,95	6,50	1,50	1,5	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1	1,1	24,1	27,5	18,0	6,1	4,0	8,0
367	16,1	52,3	31,6	4,75	4,80	4,60	4,70	5,30	20,1	17,7	5,8	1,7	0,7	0,3	8,5	61,0	69,5	89,1	9,5	12,2	9,4
368	17,9	48,4	33,8	4,80	4,80	4,65	4,70	5,50	12,3	10,9	2,9	0,4	0,5	0,1	3,9	65,4	68,0	42,0	9,3	5,7	10,0
369	19,8	35,9	44,4	5,40	4,45	5,40	5,50	5,95	5,2	3,4	2,7	0,3	0,2	0,1	3,3	39,2	42,5	27,0	12,2	7,8	11,9
370	14,0	44,3	41,8	6,00	6,10	6,00	6,10	6,25	4,0	2,7	3,1	0,4	0,7	0,1	4,3	37,1	41,4	24,0	18,0	10,4	11,4
371	16,2	33,9	49,9	6,10	6,10	6,05	6,15	6,15	3,4	2,1	3,3	0,6	0,1	0,2	4,2	34,6	38,8	22,0	19,1	10,8	11,9
372	9,8	46,5	43,7	6,00	6,10	6,05	6,15	6,00	4,1	2,5	3,0	0,4	0,1	0,1	3,6	41,1	44,7	25,0	14,4	8,0	11,4
1	20,2	56,4	23,4	4,85	4,90	4,85	4,90	5,05	23,9	11,8	2,3	0,4	0,2	0,2	3,1	73,8	76,9	47,0	6,6	4,0	7,2
2	18,7	52,5	32,2	5,45	5,50	5,55	5,55	6,20	21,4	8,0	2,4	0,4	0,1	0,1	3,0	79,2	82,2	44,0	6,8	3,6	7,7
3	13,1	58,6	29,0	5,90	5,90	5,95	6,00	6,35	8,4	6,3	2,2	0,6	0,1	0,1	3,0	97,7	100,7	44,0	6,8	3,0	7,3
4	16,1	57,1	29,7	6,00	6,10	6,20	6,15	6,10	2,9	3,3	2,5	0,8	0,1	0,1	3,5	56,7	60,2	47,0	7,4	5,8	8,7
K ₁	39,5	33,9	24,7	5,80	5,80	5,72	5,73	6,00	1,8	1,7	0,3	0,2	0,1	0,1	0,7	31,9	32,6	54,9	1,3	21,0	6,6
K ₂				5,55		5,50		6,00	0,6	0,5							30,0				

Zeichen: (A) = Bestimmung durch Oxidation auf trockenem Weg = TW

(B) = Bestimmung durch Oxidation auf nassem Weg = NW

(C) = KA Σ Kat

(D) = KA_{Na+}

(E) = Basensättigung S/KA_{Na+} x 100

(F) = Basensättigung S/KA Σ Kat x 100

Tab. 3: Mineralbestand der Sandfraktion. Dünnschliffe von Streupräparaten >0,02 mm, (%)

Boden	Probe Nr.	Glas	Birns	Quarz	Chert (Opal, Chalcedon)	Quarz-Feldspat-Verwachsungen	Plagioklas (frisch)	Plagioklas (epidotisiert)	Mikroclin	Chlorit	Klinopyroxen	Orthopyroxen	Turmalin	Olivin	Roteisen	Erzkörner	Basaltoide Gesteinsfragmente und Basaltbruchstücke	Imprägnierte Gesteinsfragmente	Intermediäre Gesteinsfragmente	Komplexe Verwachsungen-Bruchstücke	Kristalline Bröckchen	Kristalline Bröckchen (epidotisiert)	Altkristallin-Fragmente	Gesteinsbruchstücke
C. Alto	367	4	-	15	2	-	10	10 ^(III)	3 ^(VI)	1	7	6	1	7	3	3	2	2	7	-	15	2	-	-
	272	3 ^(IV)	-	20	1	-	10	12 ^(III)	4 ^(VI)	1	3	3	1	5	-	5	5	5	10	10 ^(VII)	-	2	-	-
Osorno	355	25 (f ₁ , f ₂ , d)	-	Ak	2	3	28	2	-	-	7	5	Ak	1	-	10	2	12	3	-	-	2	-	-
	359	10 (a, f ¹ , d)	-	-	-	-	30	-	-	-	13	1	-	2-3	-	15/20	4	15	4	3 ^(VIII)	-	-	-	-
Puyehue	1	20 (f ₁ , f ₂ , d)	12	-	-	-	20	Ak	-	-	8	4	-	Ak	Ak	4	Ak	12	20	-	-	-	Ak	-
	4	-	-	-	-	-	Ak	-	-	-	30	-	-	Ak	-	-	Ak	-	70 ^x	-	-	-	-	Ak

Zeichen: Für die Glaskomponenten: a = hornfelsartig, d = mit Einschlüssen, f₁ = gefärbt, f₂ = farblos

Für die Verwachsungen: (III) = serizitisiert, saussuritisiert, mymerkitisch, (VI) = Verwachsung von Glas, Pyroxen und Plagioklas, (V) = mit Phäno kristallen von Olivin, Plagioklas und Pyroxen, (VI) = kaolinitisiert, perthitisch, (VII) = Bruchstücke von Plagioklas + Kalknatron-feldspat + Quarz-gefüge, (VIII) = Quarzfeldspatgefüge, z.T. mit Chlorit + Biotit, Epidot und Roteisen.

^x = sehr stark mit Glas imprägniert; Ak = Akzessorische Komponenten

Tab. 4: Mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktion (< 0,2 μ)

Böden		Allophan	Imogolit	Fe-oxide _{am}	Org-Al oder Org-alloph. Komplexe	Metahalloysit	Gibbsit	Kieselsäuream	Smectite	Vermiculite	Chlorite	Quarz	Plagioklas	-Cristobalit	Wechselagerungsminerale
Corte Alto	367	+++++	Ak	+	++	+	+			+		+	+	+	+
	368	+++++	++	+	++	+	+			+			Sp		?
	369	+++++	+++++	+	+	+	++			Sp					
	370	+++++	+++++	+	+	+	++								
	371	+++++	+++++	+	+	Sp	Sp								
	372	+++++	+++++	+	++	+	+						+		
Osorno	355	+++++		+	+	+	+					+		+	
	356	+++++		+	+	+	?					Sp			
	357	+++++		+	?	+	Sp					?		?	
	358	+++++		+			+								
	359	+++++	Sp	+		?	Sp								
	360	+++++	Sp	+		+				?			+	Sp	
Puyehue	1	+++++	+	+	++		+	++					++	+	
	2	+++++	+++	+	+		+						++	+	
	3	+++++	+++++	+	+		+						+	+	
	4	+++++	+++++	+	++							+	+	+	
Kodonbaru	K ₁	+++++	+++++	+	+	+		+	+	+	+				
Kitakami	K ₂	+	+++++	Sp			+		+		Sp	Sp			

Zeichen: + + + + + Beherrschend, + + + + Reichhaltig, + + + Üblich, + + Vorhanden, + Gering, Sp Spuren

Tab. 5: Chemische Zusammensetzung der Tonfraktion ($< 0,2 \mu$)

Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O(+)	Total (%)	SiO ₂ / Al ₂ O ₃
A-355	37,98	29,62	3,17	1,68		0,40	4,51		0,39	22,03	99,73	2,17
A-356	32,79	29,37	3,54	2,03		0,38	6,32		0,97	24,89	100,29	1,87
A-357	36,22	33,77	2,48	1,84		0,39	2,76		0,90	21,28	99,64	1,81
A-358	36,14	35,65	2,65	2,16		0,39	1,98		0,75	20,10	99,82	1,72
A-359	33,90	36,34	2,58	1,93	0,34	0,40	2,11		0,74	21,74	100,08	1,58
A-360	32,97	34,04	1,21	0,92			2,77		0,71	26,14	98,76	1,64
A-367	32,55	31,71	2,70	1,66	0,36	0,42	3,33		0,66	25,23	98,61	1,74
A-368	31,20	34,34	2,86	1,74	0,37	0,42	4,21		0,56	22,31	98,01	1,54
A-369	30,14	36,79	2,58	1,71	0,52	0,21	3,91		0,33	22,41	98,60	1,39
A-370	31,41	37,82	2,29	1,93	0,34	0,19	2,87		0,39	23,16	100,40	1,41
A-371	31,71	38,10	2,26	1,72	0,37	0,21	3,37		0,28	22,51	100,53	1,43
A-372	31,38	37,36	2,47	2,03	0,47	0,19	3,84		0,45	21,46	99,65	1,42
A-1	33,33	34,49	1,65	1,58			3,22	tr	0,57	23,77	98,59	1,66
A-2	33,92	35,12	1,13	1,60		0,22	2,36		0,59	24,67	99,61	1,50
A-3	30,80	38,16	1,16	1,89			1,43		0,37	25,19	99,00	1,38
A-4	30,80	39,40	1,12	1,92			1,88		0,30	24,41	99,23	1,32
K ₁	28,22	33,23	3,12	1,85		0,50	2,48		0,04	30,70	100,14	1,44
K ₁ -I	28,50	37,35	0,80	2,55		0,42	1,34		0,10	28,75	99,81	1,28
K ₂ -I	28,66	38,67	1,97	0,18	0,14	1,18	1,18	tr		27,90	99,88	1,25
I-369	30,45	35,60	2,50	2,24	0,74	0,42	1,50		0,19	24,18	97,82	1,45
I-370	31,01	36,20	2,48	2,08	1,00	0,40	1,72		0,17	23,14	98,20	1,45
I-371	31,35	36,61	2,56	2,23	1,11	0,42	1,96		0,12	21,97	98,33	1,48
I-372	31,10	37,90	2,35	2,15	0,51	0,39	1,13		0,14	22,91	98,58	1,46
I-2	31,20	42,09	1,06	1,41	0,15	0,14	0,70		0,12	24,48	98,71	1,26
I-3	25,77	40,27	1,83	2,00	0,14	0,20	0,69		0,40	27,71	98,21	1,08
I-4	29,37	39,50	2,22	1,94	0,11	0,43	0,55		0,24	24,66	98,82	1,29

Um 105°C getrocknet

Aschenablagerungen des Puyehue-Bodens und seine relative Nähe zum ursprünglichen Vulkan bestimmen seine gröbere Körnung.

Verglichen mit den Böden Corte Alto und Osorno, enthält der Puyehue-Boden mehr organische Substanz (Tab. 2). Wie es häufig in den ersten Entwicklungsstufen der Andosole vorkommt, ergibt sich eine intensive Ansammlung der organischen Komponenten, welche oft 15% organische Substanz überschreitet. Dieses ist auch die Ursache dafür, daß durch Verwitterung freigesetztes Aluminium sich in Form von Al-Humuskomplexen stabilisiert.

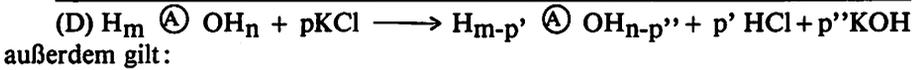
Der Gehalt an organischer Substanz variiert je nach der angewandten Methode, d.h. Oxidation auf nassem Wege (NW) oder auf trockenem Wege (TW), wobei die zweite Methode immer höhere Werte als die erste ergibt, ausgenommen beim C2 Horizont des Puyehue-Bodens. Beide Methoden sind verbunden durch die Gleichung $Y = 0,58x + 1,1$ (mit $r^2 = 0,78$), wobei y = Methode auf NW und x = Methode auf TW ist. Graphisch beobachtet man, daß sich bei Erhöhung des Kohlegehalts die Dispergierung der Werte erhöht, so daß die Gleichung bei Kohlegehalt von weniger als 10 - 12% gut anwendbar ist. Der Unterschied in den Werten der beiden Methoden wird wahrscheinlich dadurch verursacht, daß bei Anwendung der Methode WALKLEY und BLACK (BLACK, 1965) die Oxidierung der organischen Substanz nicht vollständig ist. Diese Tatsache wurde von FREITAS (1971) bei Bestimmung der organischen Kohle in zahlreichen chilenischen Andosolen unter Anwendung beider Methoden nachgewiesen. Bei der Häufigkeit der Anwendung der NW-Methode ist eine Revidierung im Falle von Andosolen zu empfehlen, während die TW-Methode eine absolute Methode ist.

Bei gleicher Tiefe der Böden sind die pH-Werte untereinander fast gleich und schwanken zwischen 4,95 und 6,50. Bei zunehmender Tiefe des Profils erhöhen sich die Werte in direktem Verhältnis zum Gehalt der extrahierbaren Fe-Oxide und in umgekehrtem Verhältnis zur organischen Substanz. Außerdem beobachtet man, daß der pH-Wert abhängig ist von der Elektrolytenkonzentration, dem entsprechenden Kation und dem Verhältnis Boden:Lösung. Dieses letztere Verhältnis ist klar bei pH_{KCl} , aber nicht so ausgeprägt bei $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$. Das $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ist höher als pH_{KCl} , ausgenommen im Horizont (B)3b des Bodens Corte Alto und in C₂-Horizont des Puyehue-Bodens. Entsprechend dem Elektrolyt und bei Anwendung der Verhältnisse Boden:Lösung 1:10, bzw. 1:25,5 entspricht der pH-Wert der Böden allgemein der Folge:

$\text{CaCl}_2 < \text{KCl} < \text{H}_2\text{O}$ oder $\text{KCl} < \text{CaCl}_2 < \text{H}_2\text{O}$.

Die pH-Veränderungen in den salzhaltigen Lösungen könnten durch die amphotere Natur des Allophan, Hauptbestandteil der Tonfraktion der Andosole, erklärt werden. Wenn Allophan mit sorbierten Randionen OH^- und H^+ durch A dargestellt wird, könnte dieser mit einer Salzlösung (z.B. KCl) durch Austausch seiner H^+ und OH^- Ionen mit den Salzionen reagieren, wie aus folgendem Schema ersichtlich ist: *)

*) Persönliche Mitteilung von Prof. S. Aomine, 1976



wenn $p' > p''$, dann $p' \text{HCl} > p'' \text{KOH}$, so daß das $\text{pH} <$ als das $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ist
 $p' = p''$, dann $p' \text{HCl} = p'' \text{KOH}$, so daß das $\text{pH} = \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ist
 $p' < p''$, dann $p' \text{HCl} < p'' \text{KOH}$, so daß das $\text{pH} >$ als das $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ist

Das Zeichen der elektrischen Ladung wird durch die Verbindung $\Delta \text{pH} = \text{pH}_{\text{KCl}} - \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ dargestellt. Auch wenn in den meisten Horizonten, hauptsächlich aber in den oberen, das $\text{pH}_{\text{KCl}} < \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ ist, so ist in einigen tieferen Horizonten das $\text{pH}_{\text{KCl}} > \text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$, d.h. der ΔpH ist positiv. Im ersten Fall stehen durch den starken Einfluß des organischen Gehaltes mehr negative Ladungen zur Verfügung und durch KCl werden, als Resultat des Austausches zwischen H^+ und K^+ (Gleichung (A)), H^+ Ionen freigesetzt. Außerdem wird im vorhergehenden Schema bewiesen, daß $p' > p''$ ist. Im zweiten Falle (Horizont (B)3b von Corte Alto und C_2 von Puyehue) sind die positiven Ladungen im Überschuß und im KCl werden als Resultat des Austausches zwischen OH^- und Cl^- Anionen, OH^- Ionen freigesetzt (Gleichung B); infolgedessen ist $p' < p''$. Es existiert auch ein $\Delta \text{pH} = 0$, d.h., wenn das pH_{KCl} gleich ist wie $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ (Gleichung C), d.h., wenn $p' = p''$ ist, wie z.B. im Horizont (B) 22b des Corte Alto-Bodens, bei der Bestimmung des pH_{KCl} in einem Verhältnis Boden:Lösung 1:10.

Die Kationenaustauschkapazität ist bei Bestimmung als Summe der basischen Kationen plus austauschbarem H^+ ($\text{KA} \Sigma \text{Kat}$) wesentlich höher als bei den üblichen KA-Auswertungen durch Bestimmung des absorbierten Na^+ (KA_{Na}). Nach Auffassung von PAUWLICK und CARSON (1963) ist dieser Unterschied zurückzuführen auf die sehr hohen Werte der Austauschacidität bei der Bestimmung nach PEECH u.a. (1962) sowie auf die pH-Unterschiede, die bei diesen Methoden wirksam werden. Bei einem Vergleich dieser beiden Methoden erhält man die folgende Linearregressionsgleichung: $y = 0,61x + 1,09$, wobei $y = \text{KA}_{\text{Na}}$ ist und $x = \text{KA} \Sigma \text{Kat}$ ($r^2 = 0,84$).

Im allgemeinen entsprechen die KA_{Na} -Werte den üblichen Werten der Andosole und sind mit denen der japanischen Andosole zu vergleichen (AOMINE und YOSHINAGA, 1955; AOMINE und JACKSON, 1959). Die Ursache für die höheren Werte in den oberen Horizonten der Böden ist wahrscheinlich der Einfluß negativer Ladungen, die durch organische Substanz entstehen.

Basensättigungswerte (BS) sind niedrig und charakteristisch für stark ungesättigte Böden. Je nach der angewandten Methode für KA-Bestimmung schwanken die Werte zwischen 1,3 - 19,4% ($\text{S}/\text{KA}_{\text{Na}} \times 100$) und 2,1 - 13,8% ($\text{S}/\text{KA} \Sigma \text{Kat} \times 100$).

Der Gehalt an extrahierbaren Eisenoxiden schwankt zwischen 7,2 - 11,9% und nimmt mit der Tiefe des Profils zu (Tab. 2). Da die Oxide sich im Laufe der Zeit anreichern, besteht zwischen Gehalt und dem Alter des Bodens eine Beziehung. In diesem Sinne ist der Puyehue-Boden jünger als der Osorno-Boden und dieser wiederum jünger als der Corte Alto-Boden. Verschiedene mineralogische Argumente bestätigen diese Feststellung.

Mineralogie

(a) Sandmineralogie.

Die Abbildungen 2 und 3 zeigen einige Mikroaufnahmen der Minerale der Sandfraktion. Tab. 3 zeigt den Mineralstand der Sandfraktion.

Bei den untersuchten Proben — Oberboden und Unterboden — unterscheidet man zwei Mineralgruppen: 1. vulkanischer und 2. metamorphkristalliner Herkunft. Vulkanischer Herkunft sind: Plagioklas, Pyroxen, Olivin sowie Glas und Bims (Tab. 3). Daneben kommen verschiedene Gesteinsbröckchen vor, unter denen besonders basaltoide Grundmassenfragmente auffallen. Zwischen diesen Gesteinen und den vulkanischen Glasscherben und Bimsbröckchen bestehen fließende Übergänge. In verschiedenen Proben sind diese Gesteinsfragmente mehr oder weniger, gelegentlich bis zur Unkenntlichkeit, mit Erzstaub imprägniert. Die freien Minerale der vulkanischen Assoziation kommen auch stets als Phenokristalle in den Gesteinsbröckchen der betreffenden Proben vor.

Auf eine metamorphe (kristallin-granitische) Herkunft deuten die freien Minerale Quarz, serizitisierter Plagioklas, verschiedene Alkalifeldspäte sowie freier Chlorit (pseudomorph nach Biotit), Turmalin und verschiedene Verwachsungen dieser Minerale untereinander. Zum Teil sind typische metamorphe Strukturen wie Myrmekeit und Perthit zu beobachten (Abb. 3). Häufig treten Bröckchen auf aus Altkristallin, die stark bis völlig pseudomorph durch grobkörnigen Epidot verdrängt sind. In allen Proben findet man anorganischen Opal unbestimmter Herkunft.

Fraglich in Herkunft und Bedeutung sind auch die in allen Proben auftretenden feinstkörnigen Bröckchen aus sog. Chert SiO_2 .

(b) Tonmineralogie ($< 0,2 \mu$).

Frühere Arbeiten (BESOAIN, 1969; BESOAIN und GONZALEZ, 1977) haben gezeigt, daß in der Tonfraktion der Corte Alto- und Puyehue-Böden eine Assoziation von Allophan-Imogolit vorherrscht, während im Osorno-Boden Allophan bestimmend ist. Auf dieser Grundlage wurde die Bestimmung in getrennten Allophanfraktionen der drei Böden und in der Imogolitfraktion der Böden Puyehue und Corte Alto durchgeführt.

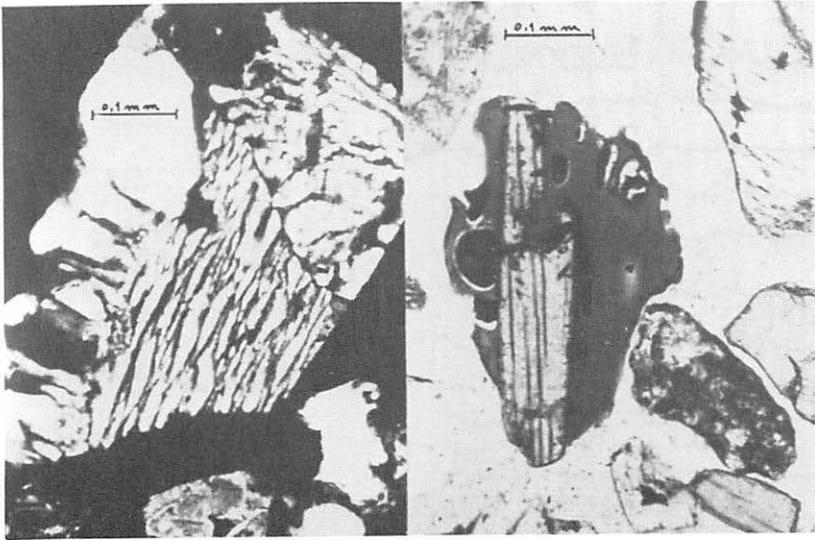


Abb. 2: (a) (b): Dünnschliffaufnahmen der Sandfraktion des Bodens Corte Alto. (a) (links) Schriftgranitfragmente mit typischen keilförmigen Verwachsungen von Quarz und alkalischem Feldspat. Ap Horizont Corte Alto-Boden. (b) (rechts) Glasfragmente mit eingeschlossenem Orthopyroxenkristall. Horizont Ap, Corte Alto Boden.

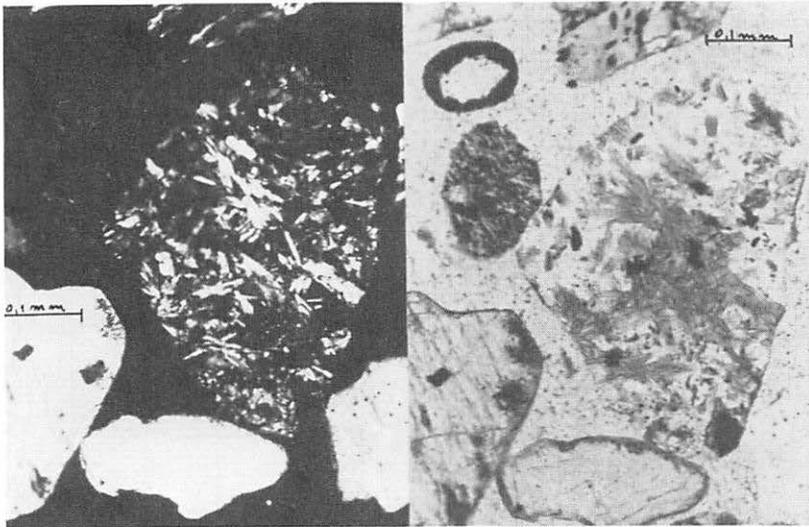


Abb. 3: Dünnschliffaufnahmen der Sandfraktion der Böden Corte Alto und Puyehue. Fragmente von verwittertem Eruptivgestein mit Chloritresten. Links mit (X) Nicols und rechts mit (//) Nicols. Horizont (B) 3b, Corte Alto-Boden.

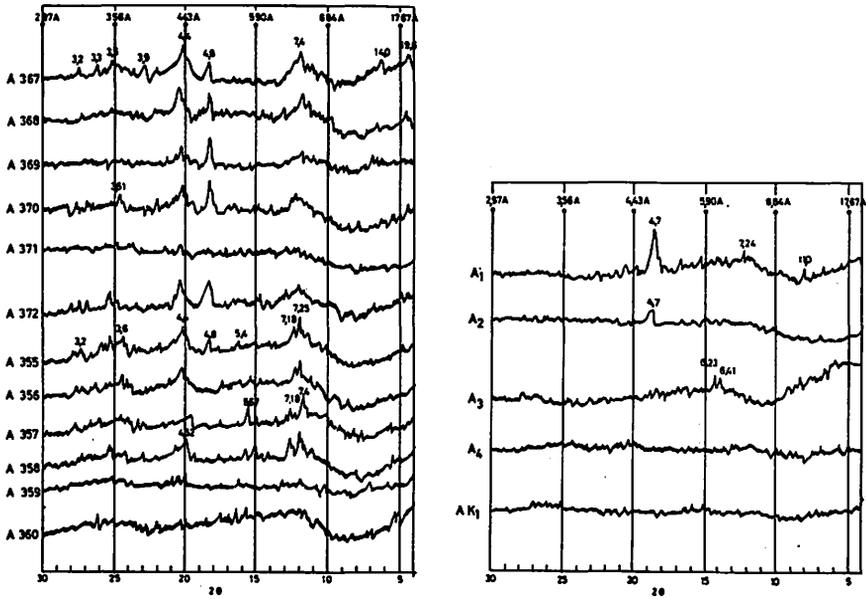


Abb. 4: Röntgendiagramme der Allophanfraktion der Corte Alto-, Osorno- und Puyehue-Böden sowie der Kodonbaru-Proben aus Japan. 355-360 = Osorno, 367-372 = Corte Alto, 1-4 = Puyehue K₁ = Kodonbaru.

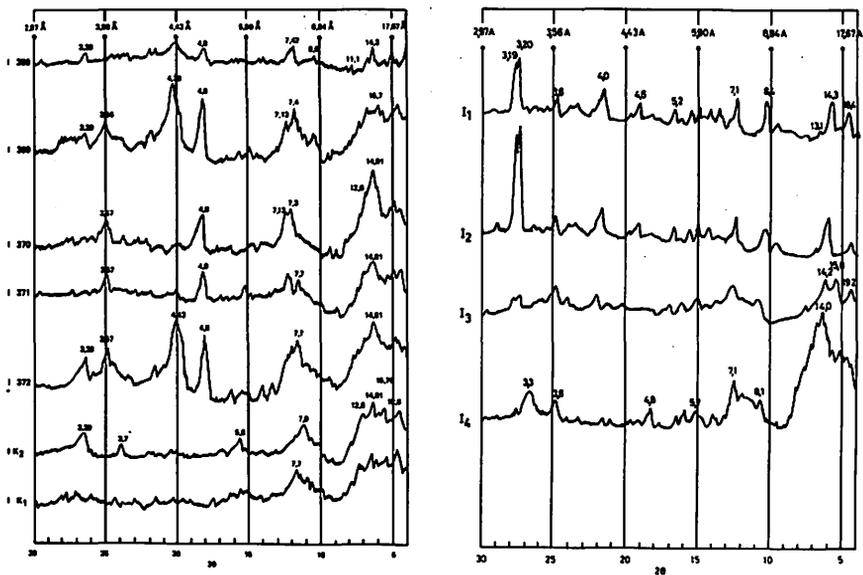


Abb. 5: Röntgendiagramme der Imogolitfraktion der Böden Corte Alto und Puyehue sowie der Proben aus Kodonbaru und Kitakami aus Japan.

Tab. 4 faßt die mineralogische Zusammensetzung aller Tonfraktionen zusammen.

1. Röntgenographische Analyse

Die in den Diagrammen der Allophanfraktion aufgezeigte Armut an Reflexionen (Abb. 4) beruht auf dem Vorherrschen von nicht-kristallinen Komponenten, zu denen sich noch kleine Mengen anderer Minerale gesellen.

Diagramme der Allophanfraktion des Corte Alto-Bodens (Abb. 4) zeigen, daß neben Allophan etwas Halloysit vorhanden ist (7, 4 Å; 4,4 Å), dessen Gehalt mit der Tiefe im Profil abnimmt, außerdem ein 14A-Wechselagerungsmineral im Ap-Horizont, welches wahrscheinlich einer kleinen Menge Vermikulit entspricht. Zusätzlich ist Gibbsit vorhanden (4, 8 Å), dessen Gehalt bis zum Horizont (B) 21b zunimmt, weiterhin Quarzspuren an der Oberfläche (3,33 Å; 4, 27 Å) und etwas α -Cristobalit (4,04 Å).

Sowohl die Tonfraktion des Osorno-Bodens (Abb. 4) wie diejenige des Corte Alto-Bodens weist Diagramme mit intensivem Hintergrund auf, die charakteristisch sind für nicht-kristalline Komponenten, die in den oberen Horizonten kleine Mengen von Metahalloysit (7, 44 Å; 4,4 Å; 3,6 Å) und im Ap-Horizont etwas Gibbsit einschließen.

Die Allophanfraktion der Puyehue- und Kodonbaru-Böden ist überwiegend nicht-kristallin, obwohl man im All-Horizont des Puyehue-Bodens eine Reflexion bei 4,8 Å beobachtet, die Gibbsit zugeschrieben werden kann.

Mit Ausnahme der oberflächigen Horizonte zeigt die Imogolitfraktion der Böden Corte Alto und Puyehue (Abb. 5) ähnliche Charakteristiken wie das Diagramm des Imogolits Kitakami aus Japan (Abb. 5, IK₂), mit Reflexionen um 18 Å, 13 Å, 7 Å und 5,6 Å. Diese Maxima sind intensiver, wenn die Tone in Parallelorientierung bestrahlt werden, im Vergleich zu Pulverpräparaten, ohne daß die Interferenzen eine Rationalserie bilden. In beiden Böden zeigt der Imogolit der unteren Horizonte ausgeprägtere Reflexe, besonders in den Proben I₄ des Puyehue-Bodens und I 372 des Bodens Corte Alto. Der Imogolit des Puyehue-Bodens ist mehr oder weniger durch Primärminerale, einschließlich Plagioklas, verunreinigt (3, 19 Å; 3,20 Å; 6,5 Å), durch ein Amphibol (8,4 Å) sowie durch eine beträchtliche Menge von α -Cristobalit (4,04 Å), besonders im All-Horizont. Kleine Quarzmengen sind in fast allen Proben enthalten.

2. Infrarotspektrographische Analyse (IR).

IR-Spektren der Allophanfraktion (Abb. 6 u. 7) zeigen auffallende Analogie zwischen beiden Fraktionen: ein breites Band zwischen 3000 - 3700 cm⁻¹, Maxima um 3450 cm⁻¹ herum, verursacht durch Beschleunigung des strukturellen OH;

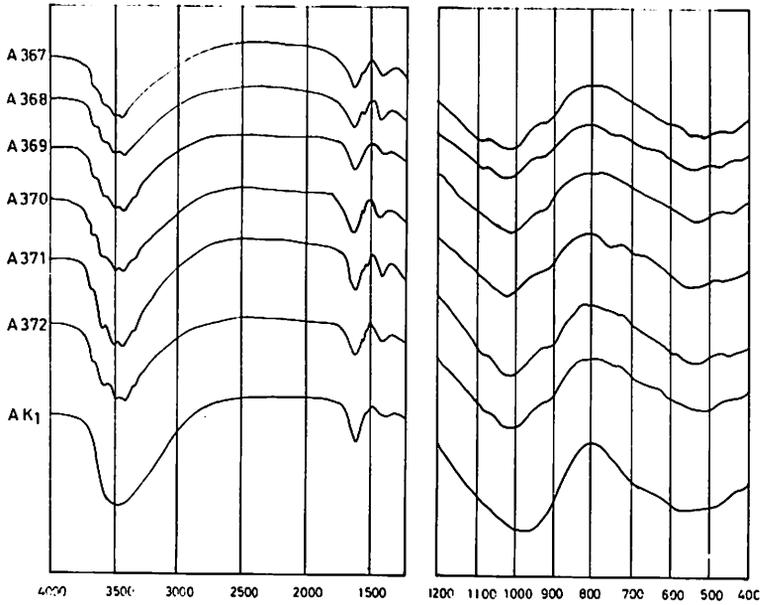


Abb. 6: IR-Spektren der Allophanfraktion des Corto Alto-Bodens, einschließlich der Probe aus Kodonbaru/Japan (AK₁).

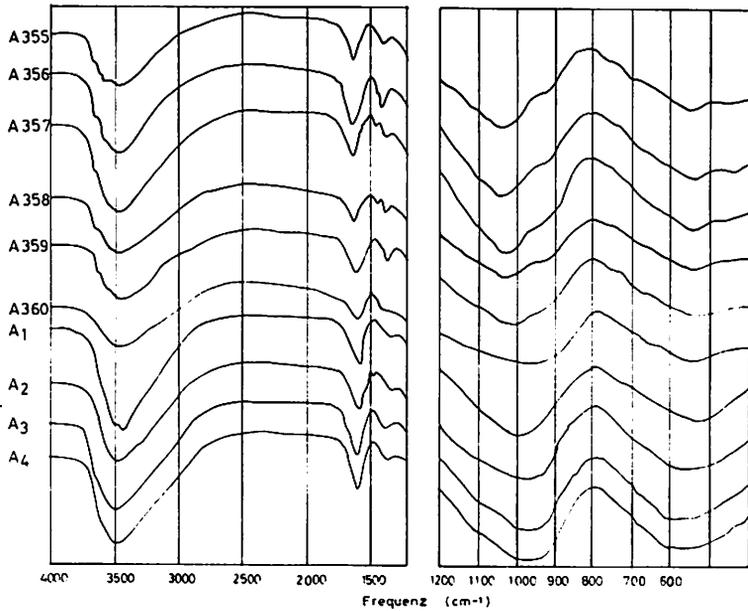


Abb. 7: IR-Spektren der Allophanfraktion der Böden Osorno und Puyehue (A₁-A₄).

ein weiteres Band bei $1630 - 1640 \text{ cm}^{-1}$, verursacht durch angulare Deformation des adsorbierten Wassermoleküls, und ein weiteres, sehr breites Band zwischen $800 - 1300 \text{ cm}^{-1}$, welches zusammen mit dem Band bei 580 cm^{-1} teilweise verursacht wird durch Valenzschwingungen von Si (Al)O-Gruppen oder durch Windungsdeformation von SiOH und AlOH. Diese Spektren sind denjenigen sehr ähnlich, die von verschiedenen Autoren (ADLER u.a., 1951; FIELDER u.a., 1956; BESOAIN u.a., 1964; YOSHINAGA und AOMINE, 1962a, 1962b; FIELDER u.a., 1972; WADA, 1977) in Allophan als Bestätigung dieses Minerals bestimmt wurden, eine Tatsache, die außerdem durch EM- und DTA-Untersuchungen bestätigt wird.

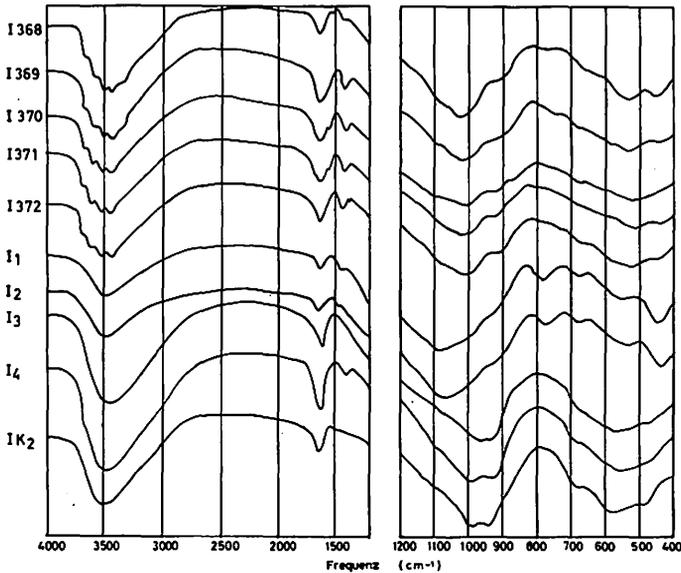


Abb. 8: IR-Spektren der Imogolitfraktion der Böden Corte Alto (368-372) und Puyehue (1-4), einschließlich der Probe Kitakami aus Japan (K_2).

Abb. 8 zeigt IR-Spektren der Imogolitfraktion. Obwohl sie den Spektren des Allophans ähnlich sind, unterscheiden sie sich erstens dadurch, daß das einzige Absorptionsband des Allophans bei $900 - 1100 \text{ cm}^{-1}$ sich bei Imogolit in zwei Maxima spaltet und zwar bei 990 und 955 cm^{-1} ; außerdem zeigt der Imogolit ein Band bei 925 cm^{-1} . Dies kann entweder einem hohen Anteil von Si-O-Al-Verbindungen im Vergleich zu Si-O-Si-Bindungen zugeschrieben werden (WADA, 1966, 1967) oder dem Vorhandensein von isolierten Si_2O_7 oder SiO_4 -Gruppen in der Imogolitstruktur (RUSSEL u.a., 1969). Diese Merkmale treten deutlich bei den Proben I_3 und I_4 des Puyehue-Bodens und I_{371} und I_{372} des Corte Alto-Bodens hervor.

Sowohl in der Allophan- als auch in der Imogolitfraktion beobachtet man regelmäßig die folgenden Bande oder Schultern:

— Bande bei 800 cm^{-1} , (Proben A-369, IO382), die nach Ergebnissen der Rönt-

gendiffraktion dem Cristobalit zugeschrieben werden muß und nicht amorpher Kieselsäure.

- Banden und Schultern bei 595 und 540 cm^{-1} , zurückzuführen auf Quarz und Feldspat, besonders in der Tonfraktion der Osorno- und Corte Alto-Böden.
- Mehrere Schultern bei 3000 - 4000 cm^{-1} . Diejenigen bei 3700, 3625, 3540 und 3490 cm^{-1} werden zusammen mit anderen bei 1300 cm^{-1} durch Gibbsite verursacht, wie auch die Spektren der Allophan- und Imogolitfraktionen des Corte Alto-Bodens und die oberen Horizonte des Osorno-Bodens zeigen (Abb. 7).
- Schultern bei 3780 und 3620 cm^{-1} sind sichtbar in den Allophan- und Imogolitfraktionen der Proben 367 und 370 des Corte Alto-Bodens sowie in Proben 355 und 357 des Bodens Osorno (Abb. 8). Sie werden Metahalloysit zugeschrieben, was ebenfalls durch DTA und ME bestätigt wird.

3. Differentialthermoanalyse.

Die Resultate entsprechen nur der Allophanfraktion (Abb. 9). Die untereinander sehr ähnlichen Thermogramme zeigen eine endotherme Dehydratationsreaktion zwischen 50-270° C mit Minima zwischen 125-165° C und ein exothermes Maximum zwischen 860-940° C, zurückzuführen auf Nukleation des Mullit oder γ - Al_2O_3 . Diese Resultate identifizieren Allophan als Hauptbestandteil.

Die Oberfläche der Dehydratationsreaktion ist kleiner im Vergleich zu denen anderer chilenischer Allophane, die bei geringer Temperatur (60° C) extrahiert und getrocknet wurden und bei denen sich der Prozeß der Lyophilisierung ausgewirkt hat. Dieses ist besonders auffällig in den Puyehue-Proben (Abb. 9). Die Wirkung der Lyophilisierung führt wahrscheinlich zu einigen strukturellen Veränderungen der Allophan-Oberfläche und bestimmt die erhöhte Anziehungskraft der Partikel. Dieses ermöglicht eine nur langsame Rehydratation des Tonnes, sofern dieser einem Gleichgewicht in einer Atmosphäre von relativer Feuchtigkeit von 56% im Vakuum unterworfen wird. Dieser Hysteresis-Effekt bestimmt weitere Verhaltensunterschiede, die sich besonders in der gesamten spezifischen Oberfläche und den von diesem Wert abhängigen Eigenschaften bemerkbar machen (SEPULVEDA und BESOAIN, 1982).

In den Thermogrammen ergeben sich zusätzlich die folgenden Effekte:

- ein geringer endothermer Effekt bei 280 - 295° C in den Allophanen der Osorno- und Corte Alto-Böden, der als Bestätigung der Röntgen- und IR-Analysen Gibbsite zuzuschreiben ist. Beim Puyehue-Boden kann der geringe endotherme Minimalwert bei 250 - 260° C einer sehr schlecht kristallisierten Gibbsiteform von sehr kleinem Körnungsdurchmesser entsprechen. Nach den Diffraktionsergebnissen jedoch könnte Gibbsite nur im Horizont A1 dieses Bodens vorkommen, was durch IR-Spektren nicht bestätigt wird. Allerdings zeigten ANDRIESES u.a. (1976) bei DTA-Untersuchungen von Tonfraktionen aus Andosolen aus verschiedenen Teilen der Welt, daß eine endotherme Reak-

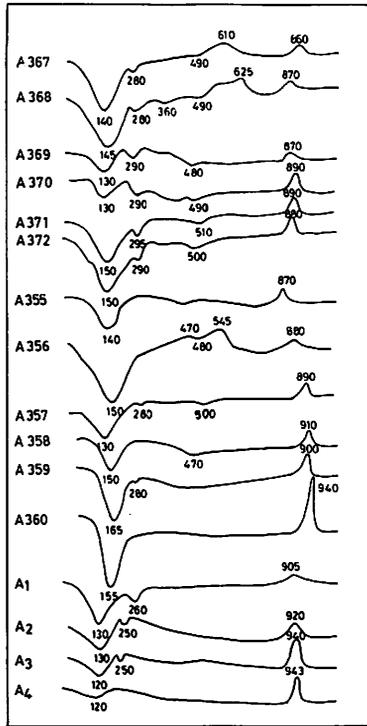


Abb. 9: DTA-Kurven der Allophanfraktion der Böden Corte Alto (367 - 372), Osorno (355 - 360) und Puyehue (1 - 4).

tion zwischen 280 - 300° C wahrscheinlich auf Al-hydratierte Oxide zurückzuführen ist. Die Reaktionen der Andosole aus Costa Rica und Japan wurden nach Ergebnissen der Röntgenanalyse teilweise Gibbsite zugeschrieben. Diese Autoren nehmen an, daß innerhalb der Al-Hydroxide eine Folge mit verschiedener Zusammensetzung und verschiedenem Kristallisationsgrad besteht, von denen das Glied mit dem endothermen peak nahe bei 330° C fast reines Gibbsite wäre. Demzufolge könnte die Reaktion bei 250 - 260° C Gibbsite entsprechen.

- eine maximale exotherme Reaktion bei 610° C und 645° C in den Proben A 367 und A 356 der Corte Alto- bzw. Osorno-Böden entspricht Resten von Huminstoffen, welche in Form von organo-allophanischen oder organo-Al Komplexen der Peroxidierung widerstehen (BESOAIN, 1972; BESOAIN und GONZALEZ, 1977).

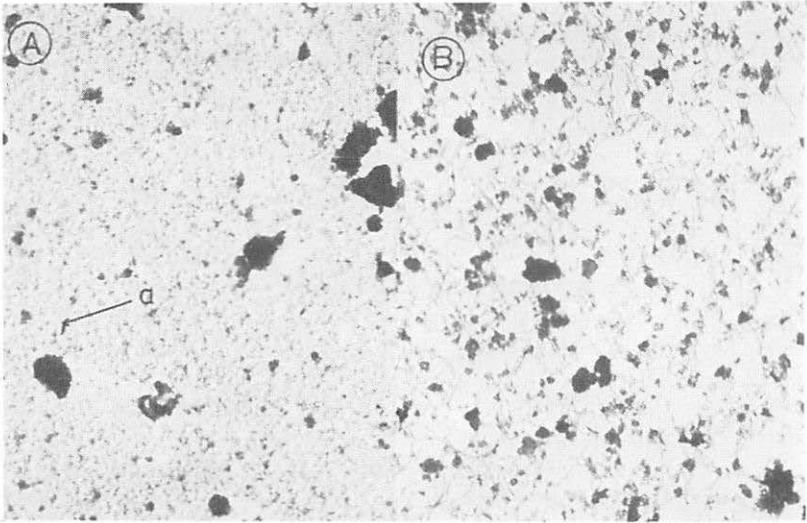


Abb. 10: EM-Aufnahmen geringer Vergrößerung ($\times 56\ 000$) der Tonfraktion ($< 0,2 \mu$) der chilenischen Andosole. A: Allophan, Horizont (B) 3b vom Boden Corte Alto; B: Imogolit, Horizont (B) 21b, Boden Corte Alto. a = Allophan.

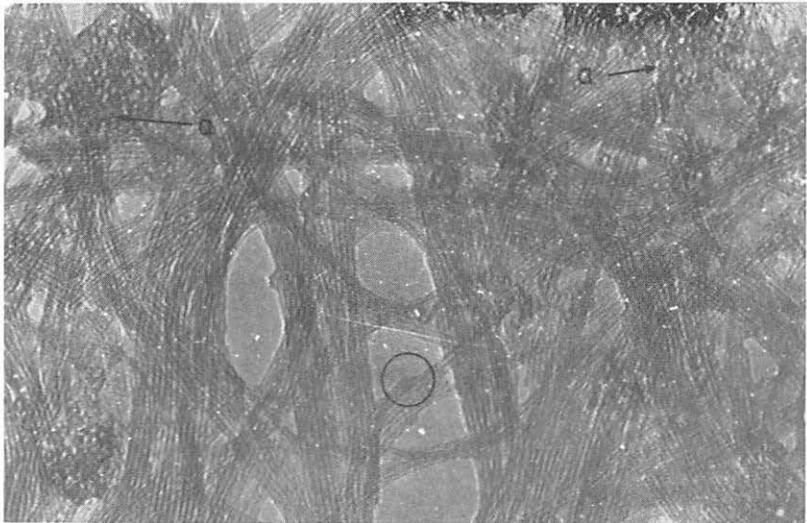


Abb. 11: EM-Aufnahme starker Vergrößerung ($600\ 000 \times$) der Imogolitfraktion vom Horizont C2 des Bodens Puyehue. Man beobachtet einheitliche Fasern, mit einem äußeren Durchmesser von $20 - 22 \text{ \AA}$ und gleichmäßigen Trennungen zwischen ihnen. Weiterhin sieht man ringförmige Allophanteilchen mit einem äußeren Durchmesser von ungefähr 45 \AA . Im Kreis ein zerbrochenes einheitliches Imogolittröhrchen. (Freundlicherweise von F. Colmet-Daage u.a., 1974 zur Verfügung gestellt).

4. Elektronenmikroskopie (EM).

Mit Ausnahme der Probe der Imogolitfraktion des C₂-Horizontes des Puyehue-Bodens (I4) sind die erhaltenen EM-Aufnahmen von geringer Vergrößerung (direkt: 8000x). Obwohl sie nicht die Unterscheidung von strukturellen Einzelheiten erlauben, ist dennoch die Identifizierung der Bestandteile der Tone möglich.

a) Allophanische Fraktion

In Abb. 10A der Corte Alto- und Osorno-Böden beobachtet man Allophan in Form von kleinen rundlichen Teilchen mit einem Durchmesser zwischen 90-150 Å, hauptsächlich Teilchen um 100 Å. Diese Werte stimmen überein mit denjenigen, die in Allophan aus Neuseeland (FIELDES und WILLIAMSON, 1969), Japan (KANNO, 1961; EGAWA und WATANABE, 1964) Chile (BESOAIN, 1969), Ecuador (COLMET-DAAGE u.a., 1967) usw. bestimmt wurden. In einigen EM-Aufnahmen kann man neben kugelförmigem Allophan Röhren oder Röhrenfragmente von Metahalloysit, außerdem einige pseudohexagonale Gibbsitekristalle und Teilchen aus Primärmineralen beobachten, die nicht elektronendurchlässig sind.

Das in den Proben A367-A370 des Corte Alto-Bodens beobachtete Metahalloysit (werden nicht gezeigt) hat am Rohrende eingerissene Ränder.

In Abb. 11 des C₂-Horizontes des Puyehue-Bodens, der eine EM-Aufnahme von starker Vergrößerung (direkt: 250.000x) darstellt, beobachtet man neben einzelnen Imogolitfasern einige individuelle Allophanpartikel mit einer Ringmorphologie oder leeren Sphären und mit einem äußeren und inneren Durchmesser von 40-48 Å, bzw. 24 Å. Die Morphologie dieser Teilchen ist derjenigen ähnlich, die von KITAGAWA (1971) und HENMI und WADA (1976) in verwitterten Bimssteinablagerungen bzw. Vulkanaschen aus Japan beschrieben wurden. Nach der Meinung von WADA (1977) lassen eine solche Morphologie und genaue Abmessungen, die nur mit EM großen Auflösungsvermögens bestimmbar sind, darauf schließen, daß der Allophan einen gemeinsamen und definierten Strukturplan haben muß und demzufolge nicht weiterhin als amorph betrachtet werden kann.

b) Imogolitische Fraktion

Der von den Corte Alto- und Puyehue-Böden getrennte Imogolit, der durch EM geringer Vergrößerung (direkt: 8.000x) untersucht wurde (Abb. 10B), zeigt, daß die Fäden einen durchschnittlichen Durchmesser von 125 Å und eine Länge von Tausenden von Ångström haben. Zweifellos handelt es sich um zusammengesetzte Fäden oder Pakete einheitlicher Fäden.

Die EM-Aufnahme der Probe I-370 des Corte Alto-Bodens (Abb. 10B)

zeigt hauptsächlich kurze Imogolitfäden neben Allophankügelchen und geringen Mengen von Oxiden oder Primärmineralen. Obwohl das Präparat unter einem Winkel von 30° mit Chrom beschattet wurde, ist die Länge des Schattens zu gering, um genauere Größenmaße zu ermöglichen.

Abb. 11 (Probe I₄) des C₂ Horizontes des Puyehue-Bodens zeigt mit starker Vergrößerung (direkt: 250.000x), daß die mit geringer Vergrößerung (direkt: 8.000x) beobachteten Imogolitfasern in Wirklichkeit zusammengesetzte Elemente sind, die aus röhrenförmigen Einheiten in Parallelordnung bestehen, mit einem äußeren Durchmesser von 20 Å und einer Trennung zwischen den Einheiten von 18-20 Å. WADA u.a. (1979) konnten in Imogolitschnitten, die auf einer Matrix aus Metakrilatharz fixiert waren, äußere und innere Durchmesser von 20 bzw. 10 Å bestimmen. Die Analogie der Messungen von Imogolit aus dem Puyehue-Boden mit den Wertbestimmungen von WADA ist ebenso ersichtlich wie die Homologie der Imogolitfasern der Abb. 11 mit den EM-Aufnahmen starker Vergrößerung, die von YOSHINAGA (1968) mit Imogolitgelenfilmen aus Bimsablagerungen aus Imaichi und Shichikonzakura in Japan gemacht wurden.

5. Chemische Analysen

Die chemische Zusammensetzung der Allophanfraktion (Tab. 5) ist in allen drei Böden ähnlich. Die Proben setzen sich hauptsächlich aus Siliciumdioxiden, Aluminium und Wasser zusammen, weiterhin aus 1,12 - 3,54% Fe₂O₃ und 1,58 - 2,16% TiO₂. Der hohe Gehalt an Na₂O ist auf adsorbiertes Natrium zurückzuführen. Daher wurde dieses Kation zur Homoionisierung der Proben verwendet. Allgemein ist die chemische Zusammensetzung derjenigen ähnlich, die YOSHINAGA (1968) in verschiedenen Allophanen in Japan bestimmt hat. Dieser Autor erhielt ein SiO₂/Al₂O₃-Verhältnis zwischen 1,3 - 2,0 für Allophane mit Korndurchmesser < 0,2 μ.

Nach viermaliger Entfernung von freien Oxiden nach MEHRA und JACKSON (1960) hat das verbleibende Fe₂O₃ keine klare Bedeutung. YOSHINAGA (1960) kam nach zehnmaliger Extraktion nach der genannten Methode zu dem Ergebnis, daß die von ihm untersuchten Allophane noch zwischen 0,3 - 0,9% Fe₂O₃ enthielten. Nach KITAGAWA (1973) ist es wahrscheinlich, daß das verbliebene Eisen das Aluminium im Allophannetz isomorph ersetzt. Das SiO₂/Al₂O₃-Verhältnis, welches durchschnittlich den Wert 1,58 erreicht, beträgt in den Böden Corte Alto, Osorno und Puyehue 1,48, 1,8 bzw. 1,46 (Tab. 5). In den Profilen beobachtet man eine Tendenz zur Abnahme des Verhältnisses SiO₂/Al₂O₃ mit der Tiefe des Bodens, eine Tatsache, die mit der Abnahme der Primärminerale und mit der Zunahme des Allophans zusammenhängt.

Die Imogolitfraktion wurde nur in vier Horizonten des Corte Alto-Bodens (I369-I372), in drei Horizonten des Puyehue-Bodens (I2, I3, I4) und in den japanischen Bodenproben Kodonbaru und Kitakami untersucht. Die Ergebnisse zei-

gen eine überwiegende Zusammensetzung aus Aluminiumoxid, Siliciumdioxid und Wasser, außerdem ca. 2% Fe_2O_3 und TiO_2 , während der Anteil anderer Elemente sehr gering ist, außer Mg_2O , welches als homoionisierendes Kation benutzt wurde. Im Vergleich zu den allophanischen Proben enthält die Imogolitfraktion einen höheren Anteil an Al_2O_3 und das Verhältnis schwankt zwischen 1,08 und 148. Der höhere Wert dieses Verhältnisses bei Imogolit von Kitakami in unseren Untersuchungen, nämlich 1,25 verglichen mit 1,05 - 1,15 bestimmt von WADA (WADA, 1977) in derselben Probe, dürfte entweder einer Verunreinigung durch Allophan oder dem Vorhandensein kleiner Mengen von Primärmineralen zugeschrieben werden.

Diskussion der Ergebnisse

Die untersuchten Böden stammen von vulkanischen Aschen ab, deren glase Bestandteile wesentlich für die Entwicklung einer Verwitterungssequenz sind: Die Vulkangläser haben die Tendenz, mit Ablauf der Zeit zu verschwinden, wobei sie durch Verbindungen ersetzt werden, die den Umwelteinflüssen gegenüber widerstandsfähig sind. Daher kann der Gehalt an Glas kennzeichnend sein für das relative Alter der Böden. Wie aus Tab. 3 ersichtlich, bestimmt der Gehalt an Glas die Altersreihenfolge der Böden Puyehue > Osorno > Corte Alto, wobei der Puyehue-Boden der jüngste ist. Demzufolge ist ein Oberboden mit großem Glasgehalt jünger als der Unterboden. Eine Tatsache, die für Pyroklastitenablagerungen gilt, bei denen die obere Schicht den rezenten Ablagerungen entspricht. Eine ähnliche Sequenz könnte für die Pyroxene aufgestellt werden. Vorausgesetzt, daß Eisenoxide als Zersetzungsprodukte und Quarz als widerstandsfähiges Rückstandsmineral sich im Laufe der Zeit ansammeln, steht die vorhandene Menge im Verhältnis zum Alter des Bodens. Wenn man den Eisenoxidgehalt nach der Zunahme ordnet, erhält man die Folge: Puyehue < Osorno < Corte Alto, welche mit der vorherigen Sequenz übereinstimmt.

Ein weiteres Merkmal für das relative Alter der Böden stellt der Gehalt an Halloysit/Metalloysit, verbunden mit nicht-kristallinen oder para-kristallinen Komponenten, dar, in der Annahme, daß die letzteren durch Umwandlung des Allophan entstanden sind (Abb. 12). Tab. 4 zeigt, daß der Boden Corte Alto eine größere Metalloysitmenge enthält als der Osorno-Boden. Da der Puyehue-Boden dieses Mineral nicht entwickelt, würde das Vorhandensein zu der folgenden Sequenz bezüglich der Reichhaltigkeit führen: Corte Alto > Osorno > Puyehue, was mit den vorherigen Sequenzen im Prinzip übereinstimmt.

In bezug auf die Entstehung der Tonminerale kann man offensichtlich zwei Prozesse definieren: einen allgemeinen, bestimmt durch Allophanbildung und gemeinsam für alle drei Böden, und einen besonderen, der zur Bildung von Imogolit, Metalloysit oder Gibbsit führt. Grundlegend würde die Entstehung dieser Minerale regiert werden durch das Zusammentreffen von Prozessen der

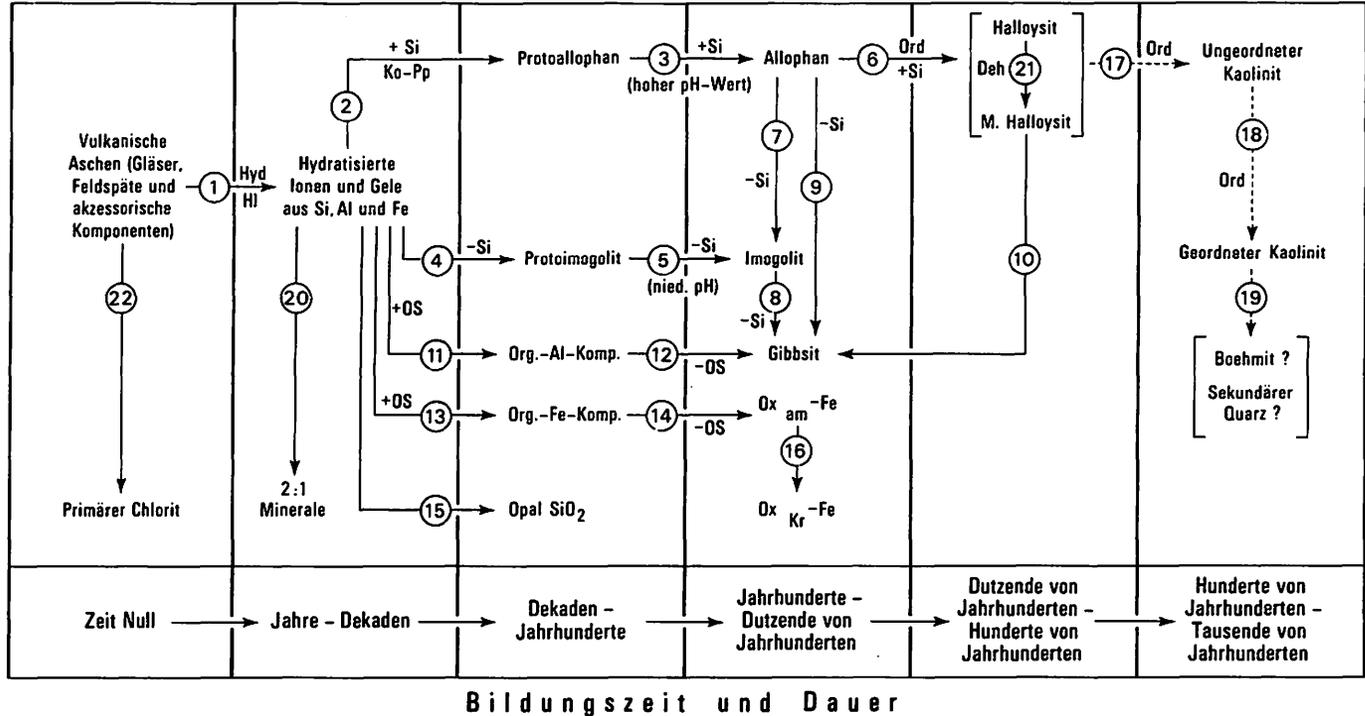


Abb. 12: Schema der möglichen Bildung und Umwandlung der Minerale durch die Verwitterung vulkanischer Aschen. Zeichen: HI = Hydrolyse; Hyd. = Hydratation; Deh. = Dehydratation; Pp. = Präzipitation; Ko-Pp. = Präzipitation; +Si = Silifizierung; -Si = Desilifizierung; +O.K = Organische Komplexierung; Or.-Al-Kom. = Organo-Al-Komplexe; Or-Fe-Kom. = Organo-Fe-Komplexe; -OS = Verlust von Humuskomponenten; Fe-Ox = Amorphe Fe-Oxide; Fe-Ox = Kristalline Fe-Oxide; Anord. = Anordnung; --- Hypothetische Umwandlung; Nied. pH = Niedrige pH-Werte.

Silifizierung/Desilifizierung, verbunden mit der Intensität der Niederschläge, Anreicherung mit frischen Aschen, Bodendurchlässigkeit und anderen Faktoren. Eine wahrscheinliche Erklärung der Bildung und Umwandlung der Minerale, mit leichter Veränderung publizierter Schemen (BESOAIN, 1968/69, 1969, 1974; BESOAIN und GONZALEZ, 1977) zeigt Abb. 12.

In diesen Böden hat sich Allophan grundsätzlich durch Verwitterung von vulkanischem Glas, durch Hydratation, Hydrolyse (Reaktion 1) und spätere Präzipitierung oder Ko-Präzipitierung des hydratisierten Si und Al-Ionen gebildet, wahrscheinlich aus einem Protoallophan (BESOAIN, 1978) (Reaktion 2). Bei günstigen Milieubedingungen könnte sich gleichzeitig ein Protoimogolit bilden (Reaktion 4). Kürzliche Untersuchungen von S.I. WADA u.a. (1979) über die Synthese des Allophan und Imogolit ergaben, daß in einem geschlossenen Milieu Allophan sich in Gläsern bilden würde, so daß die Hydrolyse mit hoher Si-Konzentration bei erhöhtem pH vor sich gehen würde (Reaktion 3). Imogolit könnte entweder durch Umbildung des Allophan entstehen, wenn dieser Lösungen mit niedrigerer Si-Konzentration und saurem pH ausgesetzt würde (Reaktion 7), oder durch Präzipitierung von Si und Al enthaltenden Lösungen in Form von wasserlöslichen hydroxilierten Al-Silikat-Komplexen, die dem Protoimogolit von FARMER und FRASER (1979) entsprechen (Reaktionen 4 und 5).

Im Corte Alto-Boden bildete sich bei Niederschlägen von 1500 mm pro Jahr entweder gleichzeitig oder später Imogolit (Reaktion 5,7), eine Tatsache, die sich in der Zunahme des letzteren Minerals bei wachsender Tiefe widerspiegelt, bei entsprechender Abnahme von Allophan. Anschließend und möglicherweise beeinflusst durch frische Aschenablagerungen, die als Quelle von Kieselsäure dienen, wurde die Imogolit- und Gibbsitbildung gehemmt, während andererseits die Entstehung von Halloysit/Metahalloysit durch Resilifizierung des Allophan gefördert wurde (Reaktion 6). Aus diesem Grunde erhöht sich der Metahalloysit-Gehalt in den mittleren Horizonten des Profils, aber kaum in Oberflächennähe. Ein Teil des Gibbsit muß sich schon früher durch Umbildung aus Humus-Al-Komplexen (Reaktion 12) gebildet haben, als diese sich in tiefere Horizonte verlagerten, wodurch Aluminium in Form von $Al(OH)_3$ freigesetzt wurde. Der andere Teil des Gibbsit könnte sich später durch Zerstörung des Imogolit- und Allophanagitteraufbaus gebildet haben (Reaktion 8 und 9). Während im Corte Alto-Boden die Bildung von Metahalloysit ein aktueller Prozeß ist, wäre Imogolit ein fossiles Mineral und die Allophanbildung sehr gering. WADA und HARWARD (1974) und WADA (1977) halten die Verbindung zwischen Imogolit und Halloysit für unwahrscheinlich, da diese Minerale sich im Milieu der Desilifizierung bzw. Silifizierung bilden. Es ist jedoch aus den Analysen ersichtlich, daß im Corte Alto-Boden die Koexistenz von Allophan, Imogolit, Metahalloysit und Gibbsit besteht, woraus zu schließen ist, daß das Vorhandensein dieser Minerale eine Folge komplizierter Umwandlungen im Bodenmilieu ist, ausgehend von Auswaschungsprozessen mit Bildung von Imogolit und Gibbsit, bis zur Anhäufung von frischen Aschen und Bildung von Metahalloysit aus Allophan.

Im Osorno-Boden ist die Bildung von Imogolit und Gibbsit hauptsächlich durch geringere Niederschlagsmengen (1.330 mm jährlich) und geringe Wasserdurchlässigkeit verhindert worden. Es ist möglich, daß der im Ap-Horizont vorhandene Gibbsit, der auch in Spuren in den tieferen Horizonten vorkommt, sich im Corte Alto-Boden in einer frühen Phase mit Hilfe von organischer Aktivität gebildet hat (Reaktion 12). Die Bildung von Metahalloysit würde in diesem Boden ihren Ursprung in einer Wandlung des Allophan unter Bedingungen der Siliifizierung haben und würde demnach einen aktuellen Vorgang darstellen. Das Vorkommen in den Oberflächenhorizonten könnte auf erhöhte Austrocknung dieser Horizonte unter Einfluß von Milieueränderungen zurückzuführen sein.

Im Puyehue-Boden, der sich bei erhöhten Niederschlagsmengen (2.900 mm jährlich) und unter guten Drainagebedingungen gebildet hat, haben die Vorgänge der Desilifizierung und Entbasung eine wichtige und bestimmende Rolle bei der gleichzeitigen Bildung von Imogolit und Allophan gespielt, sowohl durch Präzipitierung von im Verwitterungsprozeß entstandener Lösungen (Reaktion 3,5) als auch durch Allophan-desilifizierung unter sauren pH Bedingungen (Reaktion 7). Das Vorkommen von Gibbsit ist wahrscheinlich mit der Desilifizierung von Allophan und Imogolit verbunden (Reaktion 8, 9), könnte aber auch in einer ersten Phase durch Befreiung von Aluminium aus Humus-Al-Komplexen in Form von $\text{Al}(\text{OH})_3$ durch mikrobielle Tätigkeit entstanden sein (Reaktion 12) (BESOAIN, 1972; BESOAIN und GONZALEZ, 1977).

Resumen

Se estudian las características químicas, mineralógicas y genéticas de tres Dystrandeps — series Puyehue, Osorno y Corte Alto — originados a partir de cenizas volcánicas basáltico-andesíticas, de la región de Los Lagos, Provincia de Osorno, en el centro-sur de Chile. El análisis de la fracción arena revela la existencia de dos asociaciones minerales, una volcánica y otra metamórfica. La asociación volcánica incluye minerales como plagioclasa fresca, olivino, piroxenos, además de vidrios, pomez y fragmentos de rocas eruptivas. La asociación metamórfica está constituida por cuarzo, plagioclasa sericitizada, feldespatos alcalinos, clorita libre, turmalina, etc. Los minerales de la fracción arcilla están representados por alofán en los tres suelos, al que se agrega imogolita en los suelos Corte Alto y Puyehue y sólo trazas en el suelo Osorno. La formación y transformación de los minerales de arcilla ha estado regida fundamentalmente por el abastecimiento de sílice, asociada a la pluviometría, aportes de cenizas frescas, con curso orgánico y edad de los suelos o intensidad de la meteorización, procesos, todos ellos, que se resumen en un cuadro explicativo. El contenido de vidrios residuales, la cantidad de metahalloysita asociada a los minerales no-cristalinos o para-cristalinos, así como el contenido de óxidos de Fe permiten ordenar los suelos de acuerdo a sus edades relativas decrecientes: Corte Alto > Osorno > Puyehue.

Literatur

- AHMAD, N., y S. PRASHAD. 1970. Dispersion, mechanical composition and fractionation of West Indian volcanic Yellow Earth soils (Andepts). *J. Soil Sc.* 21: 63-71
- ADLER, H.H., P.F. KERR, E.E. BRAY, et al. 1951. Infrared spectra of reference clay minerals. *Am. Petrol. Inst. Res. Proj.* 49. pp: 1-72
- ANDRIESE, J.P., H.A. van ROSMALEN y A. MULLER. 1976. On the variability of amorphous materials in Andosols and their relationships to irreversible drying and Pretention. *Geoderma*, 16: 125-138.
- AOMINE, S., y N. YOSHINAGA. 1955. Clay minerals of some well-drained volcanic ash soils in Japan. *Soil Sci.* 79:349-358.
- AOMINE, S., y M.L. JACKSON. 1959. Allophane determination in Ando soils by cation exchange capacity delta value. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 23:210-214.
- BESOAIN, E. 1969. Untersuchungen von Böden aus Pyroklastiten (Asche und Tuffe) Chiles, Japans, Deutschlands und Italiens. Inaug. Diss. Universität Bonn, Deutschland. 343p.
- BESOAIN, E. 1972. Mineralogía de arcillas de algunos suelos volcánicos de Costa Rica. II Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de America Latina. Pasto, Colombia. IICA/Universidad de Nariño. Vol. 82. Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones: 249-278.
- BESOAIN, E. 1974. Consideraciones generales sobre la formación de los minerales secundarios en los Andosoles. Esquema de una secuencia de meteorización de las cenizas volcánicas. *Anales de Edafol. y Agrobiol.* XXXIII: 343-357.
- BESOAIN, E. 1978. Mineralogía de suelos (En prensa). IICA. Edición de Textos y Materiales educativos. San José, Costa Rica.
- BESOAIN, E. y S.P. GONZALEZ. 1977. Mineralogía, genesis y clasificación de suelos derivados de cenizas volcánicas de la región centro-sur de Chile. *Ciencia e Investigación agraria*, 4: 109-130
- BESOAIN, E., J.M. SERRATOSA y A. HIDALGO. 1964. Espectros de absorción infrarroja de la fracción arcilla de suelos volcánicos de Chile. *Anales de Edafol. y Agrobiol.* XXIII: 293-303.
- BLACK, C.A. (Ed.) 1965. Organic carbon. *Methods of soil analysis*. Part 2.: 1367-1378.
- COLMET-DAAGE, F., F. CUCALON., J. GAUTHEYROU et al. 1967. Caracteristiques de quelques sols d'Equateur derives de cendres volcaniques. *Cah. ORSTOM, Deuxieme Partie. Ser. Pedologique* 5(4): 353-392.
- EGAWA, T., y Y. WATANABE. 1964. Electron micrographs of the clay minerals in japaneses soils. *Advances in Clay Sci. Ser. B*, 14: 173-182
- FARMER, V.C., y A.R. FRASER. 1979. Synthetic imogolite. *Int. Clay Conf.* 1978. (Eds. M.M. MORTLAND and V.C. FARMER): 547-553. Elsevier.
- FIELDES, M., R.J. FURKERT y N. WELLS. 1972. Rapid determination of constituents of whole soils using infrared absorption. *New Zealand J. of Science* 15:615-627.
- FIELDES, M., I. WALKER y P.P. WILLIAMS. 1956. Clay mineralogy of New Zealand soils. Part 3: Infrared absorption spectra of soil clays. *New Zealand J. of Science and Techn.* 38: 31-43.
- FIELDES, M., K.I. WILLIAMSON. 1955. Clay mineralogy of New Zealand soils. Part 1: Electron micrography. *New Zealand J. of Science and Techn.* 37:314-335.
- FREITAS, F. 1971. Comparación entre los métodos de determinación de carbono vía húmeda (Walkley & Black) y vía seca (Dumas). En: Informe del trabajo desarrollado en química y física de suelos. FAO/UNDP. Santiago-Chile. Proyecto de Estudios de Suelos chilenos.
- HENMI, T. y K. WADA. 1976. Morphology and composition of allophane. *Am. Mineralogist*, 61: 379-390.
- KANNO, I. 1961. Genesis and classification of the main genetic soil types in Japan. *Bull. Kyushu Agric. Exp. Station.* VII:1-185.
- KITAGAWA, Y. 1971. The "unit" particle of allophane. *Am. Mineralogist* 56: 465-475.
- KITAGAWA, Y. 1973. A short discussion on the chemical composition of allophane based on the data of Yoshinaga, 1966. *Soil Sci. Pl. Nutr.* 19: 321-324.
- LAUER, W. y E. BESOAIN. 1982. Cronología glaciár cuaternaria y su relación con los estados de alteración de los suelos asociados. (En preparación)

- LAUGENIE, Cl. 1971. Elementos de la cronología glaciaria de los Andes chilenos meridionales. Cuadernos geográficos del sur 1: 7-20.
- LAUGENIE, Cl., F. COLMET-DAAGE, E. BESOAIN, et al. 1975. Note sur les limons volcaniques des piémonts glaciaires chiliens méridionaux. Bull. de l'Association de Géographes français. 426: 187-193.
- MCKENZIE, R. 1957. The differential thermal investigation of clays. Mineralogical Society. London. 456p.
- MEHRA, O.P. y M.L. JACKSON. 1960. Iron oxide removal from soils and clays by a dithionite citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clays and Clay Minerals, 7th Nat. Conf. Pergamon. 317-327.
- MERCER, J.H. 1976. Glacial history of southernmost South America. Quaternary Research 6: 125-166
- PAWLUCK, S., y J.A. CARSON. 1963. Evaluation of methods for determination of exchange acidity in soil. J. of Soil Science 43: 325-335
- PEECH, M., et al. 1965. Hydrogen-ion activity. In: BLACK, C.A. (ed.) Methods of soil analysis. Part 2: 914-926. Amer. Soc. Agron. Monograph No. 9.
- PRUDEN, G., y H.G. KING. 1969. A scheme of semimicro analysis for the major elements in clay minerals based on modifications to conventional methods of silicate analysis. Clay Minerals 8: 1-13
- RUSSELL, J.D., W.J. MCHARDY, and A.R. FRASER. 1969. Imogolite: a unique aluminosilicate. Clay Minerals 8: 87-89.
- SEPÚLVEDA, G., y E. BESOAIN. 1982. Características y propiedades de algunos Dystrandeps de la región de los lagos, centro-sur de Chile. II: carga y superficie específica (presentado a Agricultura Técnica, 1982)
- WADA, K. 1966. Deuterium exchange of hydroxyl groups in allophane. Soil Sci. and Pl. Nutr. 12: 151-157
- WADA, K. 1967. A structural scheme of soil allophane. Am. Mineralogist 52: 690-708
- WADA, K. 1977. Allophane and imogolite. En: Minerals in soil environments (Eds. J.B. DIXON and S.B. WEED): 603-638. Soil Sci. Soc. Am. Inc. Madison
- WADA, K., H. YOTSUMOTO, K. IBE and S. AIDA. 1970. High resolution electron micrographs of imogolite. Clay Minerals 8: 487-489
- WADA, K., M.E. HARWARD. 1974. Amorphous clay constituents of soils. Advances in Agronomy, Vol. 26: 211-260. Academic Press, Inc. New York.
- WADA, S.I., A. ETO y K. WADA. 1979. Synthetic allophane and imogolite. J. of Soil Science, 30: 347-355
- YOSHINAGA, N. 1968. Identification of imogolite in the filmy gel materials in the Imaichi and Shichihonzakura pumice beds. Soil Sci. and Pl. Nutr. 14: 238-246
- YOSHINAGA, N., S. AOMINE. 1962(a). Allophane in some Andosoils. Soil Sci. and Pl. Nutr. 8: 5-13
- YOSHINAGA, N., S. AOMINE. 1962(b). Imogolite in some Andosoils. Soil Sci. and Pl. Nutr. 8: 22-29

ARIDITÄT UND TROCKENGRENZEN IN ARGENTINIEN
— EIN BEITRAG ZUR KLIMAGEOGRAPHIE
DER TROCKENDIAGONALE SÜDAMERIKAS —

mit 2 Tabellen und 7 Figuren

WOLFGANG ERIKSEN

Untersuchungen zur Aridität und Humidität ausgewählter Erdräume stellen seit mehreren Jahrzehnten einen Schwerpunkt klimageographischer Forschungen im internationalen Rahmen dar. Sie lieferten wichtige Einblicke in die klimaökologische Wertigkeit einzelner Regionen, wobei das besondere Interesse den ariden Räumen der Erde galt, in denen vielfältige Probleme der agrarwirtschaftlichen Inwertsetzung noch einer Lösung harren.

In der deutschen Klimageographie ist es nicht zuletzt ein Verdienst von W. LAUER, die Forschungen auf diesem Gebiet intensiv vorangetrieben und gefördert zu haben. Seine Studie über "Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln" (1952) wurde in den folgenden Jahren Grundlage zahlreicher weiterführender klima- und pflanzengeographischer Untersuchungen.

Auch die vorliegende Studie kann unmittelbar an die Ergebnisse der genannten Publikation anknüpfen. Die von LAUER (1952) entworfene und später vielfach verwendete Klimakarte Südamerikas läßt sehr deutlich eines der markantesten Merkmale der klimatischen Gliederung des Kontinents hervortreten: Vom Golf von Guayaquil bis zur Magellanstraße durchzieht eine ununterbrochene, langgezogene Trockenachse in NNW - SSE-Richtung den Kontinent. In Abweichung von der global vorherrschenden zonalen Anordnung der Trockengebiete (vgl. insbesondere Afrika!) trennt diese Achse in Südamerika in diagonalem Verlauf und die Andenkette übergreifend klimatisch jeweils erheblich feuchtere Gebiete im Nordosten und Südosten des Kontinents voneinander (vgl. auch MARTONNE 1935). Diese klimatische Gliederung des Gesamtkontinents wiederholt sich im Raume Argentiniens in auffälliger Weise: Die regenreichen Landesteile des Nordostens (Misiones, Zwischenstromland, östliche Pampa) und des Südwestens (Südkordillere) werden durch die gebietsweise bis über 800 km breite "Trockendiagonale" (in Anlehnung an MARTONNE 1935 und WILHELMY/ROHMEDER 1963) in Fortsetzung ihres Verlaufes über Westperu, Nordchile und Süd-

bolivien voneinander getrennt.

Ein Gebiet von ca. 1,4 Mio. km² und damit etwa 52% der Landesfläche Argentiniens liegt zwischen der nordwestlichen Landesgrenze und der Atlantikküste Patagoniens im Einflußbereich dieser Trockendiagonale und weist sowohl im Naturraum als auch im Kulturräum alle wesentlichen Merkmale eines Trockengebietes oder einer "región árida" auf (vgl. WILHELMY/ROHMEDER 1963, DAUS 1972, ERIKSEN 1978). Insbesondere für die Agrarwirtschaft und die Bemühungen um eine intensivere Erschließung des argentinischen Binnenlandes stellt sich die Trockendiagonale in vielfältiger Hinsicht als ein Problemgebiet dar.

Um so erstaunlicher ist es, daß über die klimatologischen Grundlagen und Zusammenhänge dieses Gebietes noch relativ unklare und teilweise voneinander abweichende Erkenntnisse vorliegen. So ist bisher noch kein klares Bild zu gewinnen über die äußere Begrenzung dieser Trockendiagonale, über ihre wichtigsten klimatischen Merkmale und Ursachen, über den — bei der Ausdehnung des Raumes unbedingt zu erwartenden — abgestuften Grad der Aridität und damit zugleich über die innere klimatische Gliederung des betrachteten Gebietes.

Es soll Aufgabe der vorliegenden Studie sein, diese hier umrissenen Kenntnislücken schließen zu helfen und damit einen Beitrag zur Lösung klimageographischer Probleme arider Gebiete zu liefern.

a. Die Niederschlagsverhältnisse in der Trockendiagonale

Wichtigste Grundlage aller Ariditätsbestimmungen ist eine möglichst genaue Kenntnis der Niederschlagsverhältnisse in der jeweilig untersuchten Region. Sie bilden unzweifelhaft das Fundament des gesamten hygrischen Komplexes eines Erdraumes und haben darüber hinaus — etwa im Vergleich zur Verdunstung — den großen Vorzug einer relativ exakten Meßbarkeit.

Der Kenntnisstand über die mittleren Niederschlagsverhältnisse Argentiniens ist vergleichsweise gut (vgl. z.B. SERV. MET. NAC. 1943, CHIOZZA/DOMSELAAR 1958 u. WÖLCKEN 1962). Die wichtigsten Merkmale der Niederschlagsverteilung seien daher im folgenden nur kurz umrissen (Fig. 1).

Zwischen zwei peripheren Gebieten im NE und SW des Landes mit hohen Niederschlagsmengen (mehr als 1600 bzw. 2500 mm) erstreckt sich von den Höhenlagen der nordwestargentinischen Anden bis an die Atlantikküste Patagoniens ein durchgehendes Band mit erheblich reduzierten Regengmengen. Dabei steht einer allmählichen Abnahme der Niederschlagswerte aus nordöstlicher Richtung ein sehr schroffer Übergang mit stark gedrängtem Verlauf der Isohyeten im südwestlichen Sektor (Andenstrand) gegenüber. Dies hat zur Folge, daß die Achse mit den geringsten Niederschlagswerten an den Westrand des Landes verschoben ist. Beginnend im inneren Ostpatagonien, verläuft die Achse nach Norden am Andenrand der Provinzen Neuquén und Mendoza entlang, um danach in den nordwestlichen Provinzen San Juan und La Rioja die Anden diago-

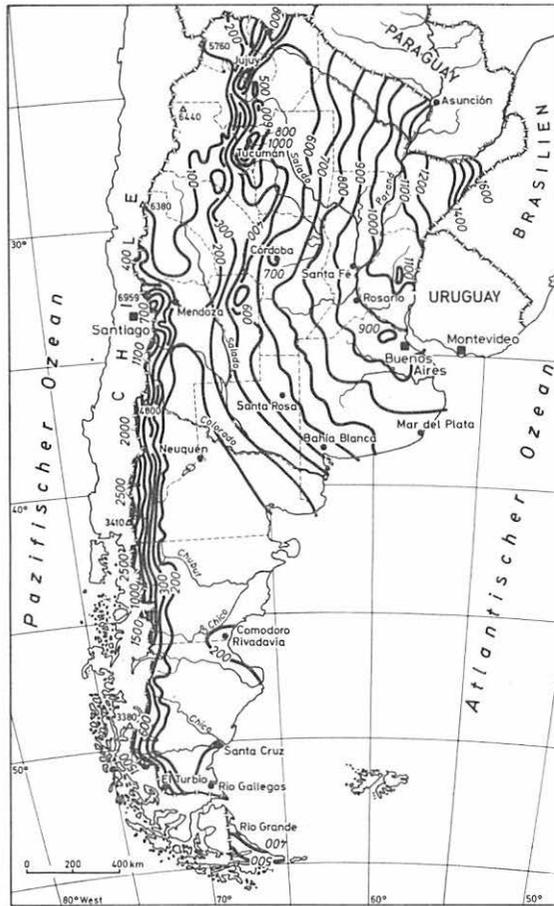


Fig. 1: Mittlerer jährlicher Niederschlag (in mm, Periode 1921-1950).
Quelle: Serv. Met. Nac. 1954

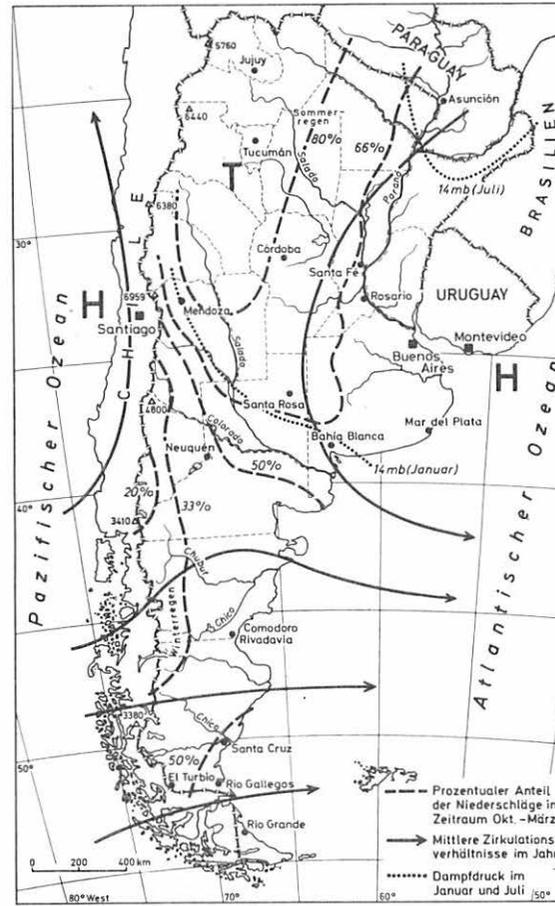


Fig. 2: Sommer- und Winterregengebiete, mittlere Zirkulationsverhältnisse und Dampfdruck. Quellen: WÖLCKEN 1962, CFI 1964, ergänzt

nal in Richtung auf die nordchilenische Atacama zu überqueren. Während die Werte im Süden der Achse unter 150 mm verbleiben, wird im Nordabschnitt die 100 mm-Schwelle teilweise deutlich unterschritten (San Juan 96 mm, Aimogasta (La Rioja) 66 mm).

Die bisher skizzierte regelhafte und großflächige Verteilung der Niederschlagsmengen wird nur in der nördlichen Hälfte Argentiniens abgewandelt und durch fingerförmig bzw. inselhaft angeordnete, vergleichsweise kleinflächige Gebiete erhöhten Niederschlag unterbrochen. So zieht sich am Ostrand des nördlichen Andenblocks durch die Provinzen Salta und Tucuman ein stark beregneter Streifen mit Niederschlagswerten bis über 1200 mm hin. Im zentralen Bereich Argentiniens bildet darüber hinaus das Bergland von Cordoba eine isolierte Regeninsel mit mehr als 900 mm Niederschlag.

Um einen Überblick über die Flächengröße der unterschiedlich beregneten Gebiete des Landes zu erhalten, haben GALMARINI/RAFFO DEL CAMPO (1963) die Niederschlagskarte in Abständen der Isohyeten von 100 mm ausplanimetriert. Bemerkenswertes Ergebnis dieser Untersuchung ist der Befund, daß die Gebiete mit weniger als 300 mm Niederschlag als "zonas áridas" eine Fläche von 1,1 Mio. km² und damit rd. 40% der Landesfläche umfassen. Allein über 169.000 km² (= etwa 6% der Landesfläche) erstreckt sich das trockenste Gebiet mit weniger als 100 mm Niederschlag. Erweitert man die Rechnung um den Bereich mit 300 bis 500 mm Niederschlag, der weitgehend durch Steppenvegetation geprägt ist, so vergrößert sich das nur nach Niederschlagswerten abgegrenzte "aride" Gebiet auf 1,4 Mio. km² und damit auf 52 % der Landesfläche Argentiniens. Mehr als die Hälfte des Landes im Bereich der Trockendiagonale erweist sich somit auf Grund der zu geringen mittleren Niederschlagswerte als klimatisch benachteiligt.

So richtig und bedeutungsvoll diese Aussage im Hinblick auf die allgemeine Verfügbarkeit der Ressource "Wasser" auch ist, so verschleiert doch auch hier — wie so oft in der Klimatologie — das Mittelwertsbild das wirkliche Gewicht der Niederschlagsverhältnisse. Für die Nutzung des Wasserangebots — insbesondere in der Agrarwirtschaft — ist weniger der langjährige Durchschnittswert der Niederschlagsmenge von Bedeutung als vielmehr der Jahresgang und die Verteilung des Regens auf die Jahreszeiten.

Auf die Ausprägung dieses Jahresganges hat das Zusammenwirken von Einflüssen der atmosphärischen Zirkulation und von orographischen Effekten (Luv- und Lee-Wirkung) entscheidenden Einfluß. Nach WÖLCKEN (1962) reicht ein vereinfachtes Zirkulationsschema zur Erklärung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Niederschläge in Argentinien aus. Dieses Schema beinhaltet nördlich des 40. Breitengrades mit den südpazifischen und südatlantischen Antizyklonen zwei große Zirkulationsräder, während das südliche Gebiet von der beständigen Westwindzirkulation der Außertropen beherrscht wird (Fig. 2).

An den dem Kontinent zugewandten Flanken der beiden Zirkulationsräder herrschen passatische Strömungen vor, die einerseits die ganzjährig extreme Re-

genarmut der nordwestlichen Andenregion Argentiniens und andererseits die Abnahme der Niederschlagsmenge von Nordosten nach Südwesten verursachen, letztere bedingt durch sinkenden Wasserdampfgehalt und fehlende Hebungseffekte. Nur im Staubereich der passatischen Strömung kommt es am Andenrand von Salta und Tucuman sowie im Bergland von Cordoba zu einer lokalen Niederschlagssteigerung.

Ein ausgeprägtes sommerliches Hitzetief über den nordwestlichen Andenprovinzen läßt die feuchtwarmen atlantischen Luftmassen besonders weit in das nördliche Argentinien einströmen, so daß hier Sommerniederschläge eindeutig überwiegen. In den nordwestlichen Andenprovinzen konzentriert sich der Niederschlag zu über 80% auf die warme Jahreszeit von Oktober bis März. Im zentralen Chaco, im Bergland von Cordoba und in der westlichen Pampa fällt der Regen noch zu über 66% in dieser Zeit (Fig. 2). Nur in den feuchtesten Gebieten des Nordostens und Ostens verteilt sich der Niederschlag relativ gleichmäßig auf das ganze Jahr. Zu rd. 80% werden diese Niederschläge durch frontale Regenwetterlagen verursacht, wobei der häufigste regenbringende Wettervorgang in Kaltluftvorstößen aus südwestlicher Richtung besteht (WÖLCKEN 1962).

Der südlich des 40. Breitengrades gelegene Teil Argentiniens wird — wie schon betont — von der permanenten Westwindzirkulation beherrscht. Durch orographische Hebung (Stau-Effekt) wird der Bereich der südlichen Anden ganzjährig außerordentlich stark beregnet. Dabei liegen die Niederschlagswerte auf der chilenischen Luvseite allerdings erheblich über den Werten am argentinischen Andenrand. Östlich des Andenwalles sinken die jährlichen Niederschlagswerte durch den mit Föhnprozessen verbundenen Lee-Effekt auf kurze Distanz (vgl. gedrängten Verlauf der Isohyeten in Fig. 1) bis zu Werten um 150 mm ab (ERIKSEN 1979), so daß Ostpatagonien sich als ein azonales, orographisch bedingtes Trockengebiet darstellt. Durch die äquatorwärtige Ausdehnung der zyklonalen Westwindzirkulation im Winter weitet sich in dieser Jahreszeit das Regengebiet im andinen Bereich bis in die Provinz Mendoza aus, so daß in diesem andenahen Gebiet (etwa zwischen 45° und 33° sdl. Breite) winterliche Niederschläge vorherrschen. Weniger als 33% des Jahresniederschlags fallen in der nördlichen Hälfte der Südanden in der warmen Zeit von Oktober bis März (Fig. 2).

Da auch im Andenvorland der Provinzen Mendoza und San Juan bei westlicher Strömung der Lee-Effekt noch extrem wirksam ist und zur Ausbildung des bekannten föhnartigen Zonda-Windes führt (ERIKSEN 1979), erklärt sich die extreme Niederschlagsarmut dieser Region (mit unter 100 mm Niederschlag die geringsten Werte in Argentinien!) aus der Interferenz niederschlagsreduzierender Faktoren aus westlicher und östlicher Richtung (Lee-Wirkung der Anden und des Berglandes von Cordoba, Hochdruckeinfluß und große Distanz zur atlantischen Wasserdampfquelle).

Überblickt man den Gesamttraum Argentiniens, so wird deutlich, daß die Trockendiagonale im Sinne einer Klimascheide das Land in ein Gebiet mit ausgeprägtem Sommerregen (auf der östlichen Flanke) und ein Gebiet mit ausgepräg-

tem Winterregenregime (an der westlichen Flanke) teilt. Jeweils mit zunehmender Entfernung von der Trockenachse geht der Jahresgang in den Typ "Regen zu allen Jahreszeiten" über. In der Trockendiagonale selbst sind bei hoher Variabilität der jährlichen Niederschlagsmengen (MARCHETTI 1951, CHIOZZA/DOMSELAAR 1958) die sommerlichen bzw. winterlichen Niederschlagsspitzen meist nur schwach ausgebildet.

b. Ariditätsbestimmung durch Trockenheitsindizes

Einleitend wurde festgestellt, daß die Niederschläge (Verteilung, Jahresgang) unzweifelhaft das Fundament des gesamten hygrischen Komplexes eines Erdraumes darstellen. Spätestens seit den Untersuchungen von A. PENCK (1910) ist allerdings klar geworden, daß nur jene Wassermenge des gefallenen Niederschlags dem Boden und der Vegetation zufließt, die nicht durch Verdunstung wieder verlorenggeht. Das räumlich und zeitlich wechselnde Verhältnis von Niederschlag (N) und Verdunstung (V) bestimmt daher in erster Näherung den jeweiligen Grad der Aridität bzw. Humidität eines Raumes, wobei ein arides Klima (nach PENCK) durch die Ungleichung " $N < V$ " charakterisiert ist.

Der Versuch, diese qualitative Aussage durch quantitatives Datenmaterial abzustützen und damit fundierte Aussagen über den Ariditätsgrad bestimmter Regionen machen zu können, stieß jahrzehntelang auf die Schwierigkeit, daß die Verdunstung weder meßtechnisch noch rechnerisch exakt zu erfassen ist. Man war daher auf Ersatzgrößen (insb. Temperatur und Luftfeuchtigkeit) angewiesen, die Eingang in eine Vielzahl von sogen. "Trockenheitsindizes" oder "Ariditätsindizes" fanden (vgl. LAUER 1952, SCHAMP 1970/72).

Obwohl den Ariditätsindizes nach GIESE (1974, S. 179) "eine physikalisch begründete und mathematisch-statistisch abgesicherte Ableitung durchweg fehlt" (vgl. auch WEISCHET 1977), haben sie dennoch in der Vergangenheit relativ gute oder hinreichende Aussagen über den ökologisch wirksamen Feuchtigkeitsgrad einzelner Klimaregionen ermöglicht, dies zumal auch nach Einführung der Ariditätsberechnung auf der Basis von Monatswerten und nach kartographischer Darstellung der Indexwerte durch "Isohygromenen" (LAUER 1952).

Auch in Argentinien wurde der Wert der Trockenheitsindizes frühzeitig erkannt, so daß sie in eine Vielzahl von Klimaklassifikationen des Landes Eingang fanden (GARCIA 1967). Eine spezielle Untersuchung der Ariditäts- und Humiditätsverhältnisse Argentiniens auf der Basis von "indices de aridez" wurde von GALMARINI/RAFFO DEL CAMPO (1963) vorgelegt. Die Ergebnisse dieser Studie sollen im folgenden insbesondere im Hinblick auf die Trockendiagonale des Landes ausgewertet werden, wobei auch hier die einleitend formulierte Frage nach der äußeren Begrenzung und inneren klimatischen Differenzierung im Mittelpunkt der Betrachtung steht.

Von den beiden Autoren werden die Ariditätsindizes folgender Autoren zur

Erarbeitung von Karten der Aridität/Humidität herangezogen:

1. LANG (1915):
$$f = \frac{N}{T}$$
 (f: Regenfaktor, N: Jahresniederschlag, T: Jahrestemperatur)

2. MARTONNE (1926):
$$I = \frac{N}{T + 10}$$
 (I = Index)

3. MARTONNE und FAYOL (1935):
$$I = \frac{1}{2} \left(\frac{N}{T+10} + \frac{12n}{t+10} \right)$$
 (n, t: Niederschlag bzw. Temperatur des trockensten Monats)

4. ANGSTRÖM (1936):
$$I = \frac{N}{1,07T}$$

5. EMBERGER (1930):
$$Q = \frac{100 N}{2 \left(\frac{M + m}{2} \right) \cdot (M - m)}$$

(Q: Quotient, M: mittl. Temperaturmaximum des wärmsten Monats, m: mittl. Temperaturminimum des kältesten Monats)

Auf der Grundlage der erarbeiteten Karten und nach kritischer Wertung der einzelnen Indizes entwerfen GALMARINI/RAFFO DEL CAMPO eine eigene Karte der "zonas áridas, semi-áridas y húmedas", wobei sie sich bei der Abgrenzung der trockenen Zonen im wesentlichen der Grenzziehung nach MARTONNE/FAYOL anschließen.

Vergleicht man die vorgelegten, nach den verschiedenen Ariditätsindizes entworfenen Klimakarten im Hinblick auf die oben formulierten Fragen, so ergeben sich überraschend große Übereinstimmungen bezüglich der Abgrenzung arider und semiarider Räume (vgl. Fig. 3 a - d).

Als trockenste Gebiete (perarid, "desértico") werden im Verlaufe der Trockendiagonale zwei Teilgebiete ausgeschieden (Fig. 3 a). Während nach fast allen Ariditätsindizes der nordwestliche Andenraum (nördliches Mendoza, San Juan, westliches La Rioja und südwestliches Catamarca) als perarid eingestuft wird, erweitern GALMARINI/RAFFO DEL CAMPO dieses Gebiet in Anlehnung an MARTONNE/FAYOL bis in die grenznahe Andenregion (Puna de Atacama) der Provinzen Salta und Jujuy. Als Kern des perariden Gebietes erweist sich ein Bereich im zentralen San Juan.

Nur nach den Formeln von EMBERGER, MARTONNE/FAYOL und daran an-

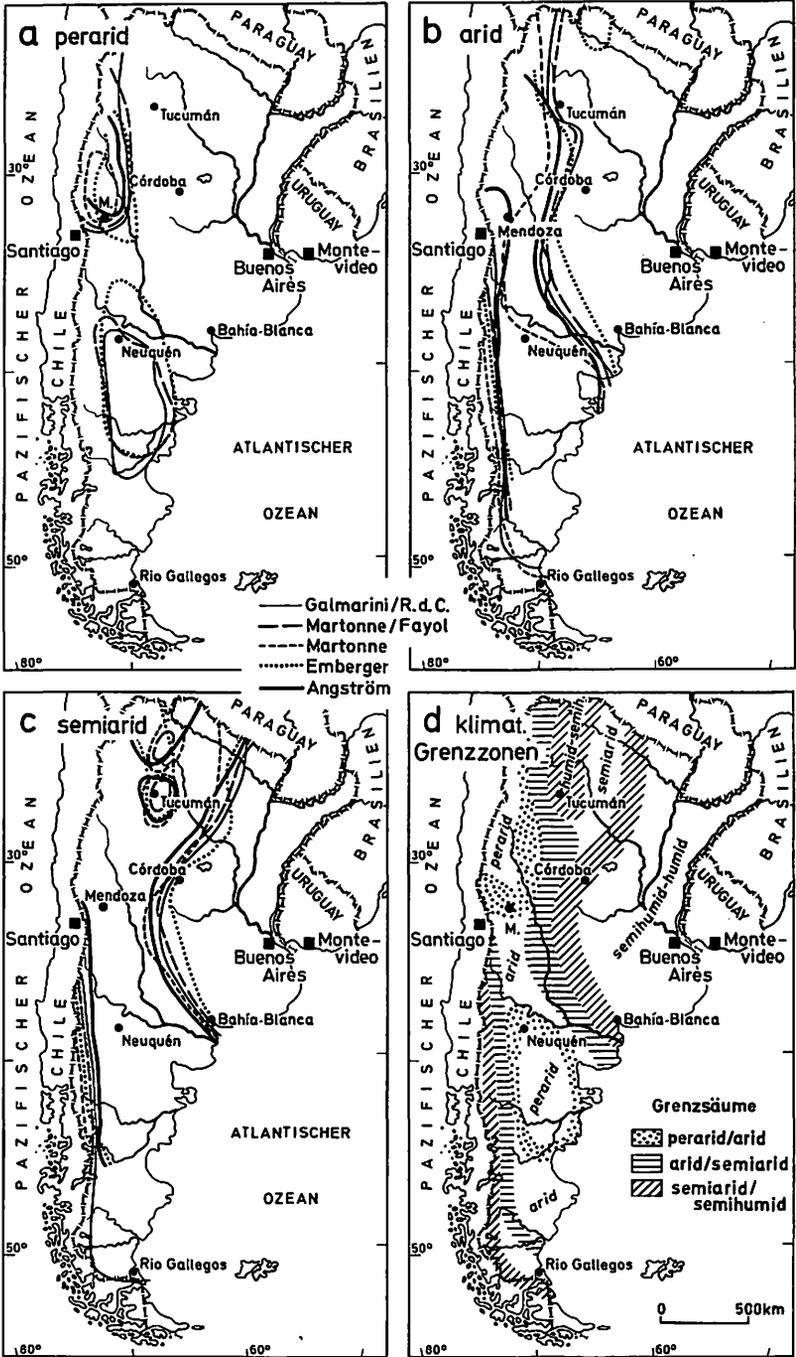


Fig. 3 a-d: Klimatische Gliederung nach Ariditätsindizes verschiedener Autoren

schließend von GALMARINI/RAFFO DEL CAMPO wird auch im zentralen und nördlichen Patagonien eine ausgedehnte peraride Insel ausgeschieden, wobei die Grenzziehung nach EMBERGER mangels hinreichenden Datenmaterials unsicher ist.

Die Abgrenzung der vollariden Gebiete zeigt regional vergleichsweise große Unterschiede in der Linienführung nach den verschiedenen Ariditätsindizes (Fig. 3 b). Nur am patagonischen Andenrand drängen sich die Grenzlinien — entsprechend der engen Scharung der Isohyeten — auf einen schmalen Saum. Die Grenze des vollariden Gebietes rückt also nach allen Indizes unmittelbar an den östlichen Andenrand heran und biegt erst in Südpatagonien zur Atlantikküste ab. Der Bereich der Anden von Mendoza wird überwiegend der ariden Zone zugeordnet.

Während die westliche Begrenzung der vollariden Zone relativ eindeutig festgelegt ist, gilt dies nicht für den Ostrand. Hier entfernen sich die Grenzlinien nach den einzelnen Indizes insbesondere im westlichen Pampa-Bereich sehr weit voneinander. Während nach der EMBERGER-Formel der aride Bereich die größte Ausdehnung erfährt, engt die Grenzlinie nach MARTONNE den ariden Bereich auf einen schmalen Bereich im westlichen Mendoza ein. Nur im Süden (um Patagones) und im Norden rücken die Grenzlinien näher zusammen. Zwischen den Städten Catamarca und Tucuman greifen die Linien dicht gedrängt auf die Anden über und gliedern einheitlich die Puna de Atacama als "arid" aus.

Mit der Einbeziehung der semiariden Gebiete erweitert sich der Raum der Trockendiagonale naturgemäß nochmals beträchtlich (Fig. 3 c). Auch hier drängen sich die Grenzlinien nach den verschiedenen Indizes in ihrem Verlauf am Ostrand der patagonischen Anden und lassen somit große Übereinstimmung in der Abgrenzung erkennen. Nach allen Formeln wird die regenreiche Zone des nördlichen Andenrandes (subandine Sierren) von Jujuy bis Tucuman als nicht mehr zum semiariden Bereich gehörig ausgeschieden, wobei die Grenzziehung teils inselhaft, teils langgezogen, fingerförmig erfolgt.

Die östliche Abgrenzung des semiariden Gebiets weist — wie bei der Begrenzung des ariden Raumes — wieder die größten Abweichungen in der Linienführung auf. Dabei ist die generelle Verlaufsrichtung von Bahia Blanca über San Luis bis in den mittleren Chaco allerdings überraschend einheitlich. Mit Distanzen bis zu 200 km weichen die Grenzlinien in der westlichen Pampa auseinander — ein Tatbestand, der daran erinnert, daß die Aufgabe einer Ariditäts-/Humiditätsbestimmung gerade im Pampa-Bereich wissenschaftlich erhebliche Probleme aufwirft (vgl. WALTER 1967, TROLL 1968, LAUER 1968, ERIKSEN 1978).

Bemerkenswert ist der Befund, daß sämtliche Grenzlinien nach den hier benutzten Indizes — wie übrigens auch die nicht eingetragene Grenze zwischen den B- und C-Klimaten nach KÖPPEN — etwa im Übergangsbereich Grasland — Trockenwald verlaufen, so daß demnach die östliche Pampa als klimatisch humider anzusprechen wäre, als es nach WALTER (1967) sein soll. Da WALTER seine

Argumentation auf Verdunstungsmessungen und Wasserbilanzrechnungen stützt, wird an anderer Stelle auf diese Problematik zurückzukehren sein.

Nach den bisherigen Ausführungen, die sowohl Übereinstimmungen als auch Abweichungen im Verlauf der Abgrenzungslinien nach den verschiedenen Indizes aufzeigten, stellt sich nunmehr die Frage, welche der verwendeten Ariditätsformeln die "richtigste", sinnvollste oder brauchbarste ist und welche Grenzziehung den gegebenen klimatischen Verhältnissen am ehesten entspricht.

Diese Frage ist aus verschiedenen Gründen nicht eindeutig zu beantworten. Abgesehen von kartographischen Problemen, die sich aus der sehr unterschiedlichen Dichte des Stationsnetzes (geringe Dichte insbesondere im Bereich der Anden und in Patagonien) ergeben, sei nochmals auf den Tatbestand verwiesen, daß "den Ariditätsindizes eine physikalisch begründete und mathematisch-statistisch abgesicherte Ableitung durchweg fehlt" (GIESE 1974, S. 179) und daß derartige Verfahren der Ariditäts- und Humiditätsberechnungen geophysikalischer Kritik nicht standhalten (WEISCHET 1977). Es kommt hinzu, daß nach Untersuchungen von GIESE (1974) global gültige Ariditätsformeln nicht angenommen werden können, sondern daß für jede Klimazone eigene Ariditätsformeln zu entwickeln sind — ein Postulat, das auch auf Argentinien mit Anteil an tropischen, subtropischen und gemäßigten Klimaten Anwendung finden müßte. Schließlich sei insbesondere auf den grundsätzlichen Mangel verwiesen, der sich aus dem oben begründeten Ersatz der Verdunstungswerte durch die Temperaturwerte ergibt (vgl. dazu auch BLÜTHGEN/WEISCHET 1980). Nach GIESE (1974) ist dieser Mangel allerdings für den Raum Argentinien als nicht sehr gravierend einzustufen, da nach seinen auf Korrelationsrechnungen basierenden Ergebnissen in der warmgemäßigten Subtropenzone und in der kühlgemäßigten Zone die Lufttemperatur die potentielle Evaporation recht gut beschreibt.

Folgt man dieser statistisch abgesicherten Erkenntnis, so kann mit Einschränkungen der Schluß gezogen werden, daß der auffällig übereinstimmende, parallele Verlauf der Grenzlinien nach verschiedenen Ariditätsindizes jedenfalls näherungsweise die Begrenzung zwischen Gebieten unterschiedlicher Aridität aufzeigt. Nicht eine einzelne Linie, sondern das Bündel der Linien markiert eine Grenzzone zwischen den Gebieten, die als perarid, vollarid, semiarid und semihumid/humid ausgegliedert werden. In Fig. 3 d werden diese Übergangssäume zwischen den abgestuften Klimagebieten durch entsprechende Raster dargestellt. Sie tragen in ihrer Aussage der Tatsache Rechnung, daß auch in der Natur keine absolut scharfen Grenzen zwischen unterschiedlichen Klimaregionen zu beobachten sind, die durch eine einzelne Linie kartographisch zu erfassen wären, sondern daß stets Säume mit fließenden klimatischen Übergängen vorherrschen. Die wechselnde Breite der Grenzsäume, die sich in dieser Darstellung am Verlauf der Grenzlinien nach den Figuren 3 a - c orientiert und die nur extreme, sachlich kaum haltbare Abweichungen unberücksichtigt läßt, hebt zugleich einerseits die unterschiedliche Ausprägung der Grenzsäume im Flachland (breite Streifen insb. in der westliche Pampa und im Chaco) und im Gebirge (schmale Streifen bei

Luv- und Lee-Effekten am Andenrand) hervor, andererseits spiegelt sie den von Jahr zu Jahr und von Monat zu Monat entsprechend dem Witterungsverlauf räumlich wechselnden Verlauf der Grenzlinien wider (vgl. LAUER/FRANKENBERG 1979).

Als Ergebnis dieser Darstellung (Fig. 3 d) wird deutlich, daß die perariden, vollariden und semihumid/humiden Bereiche nach allen Indizes großflächig hervortreten. Das nach allen Formeln als semiarid erkannte Klimagebiet hingegen nimmt nur im westlichen Chaco einen breiten Raum ein, während es sonst lediglich auf schmale Bänder beschränkt und zwischen den Übergangssäumen eingezwängt ist.

Die westliche Pampa stellt sich als breites Übergangsgebiet zwischen semihumidem und vollaridem Klima dar, so daß auch hier die große Schwierigkeit einer Ariditätsbestimmung im Pampa-Bereich (vgl. oben) kartographisch klar zum Ausdruck kommt.

Besondere Beachtung muß der Grenzsaum zwischen der semiariden und semihumid/humiden Zone finden, da er als "Trockengrenzsaum" (nicht Trockengrenze!) anzusprechen ist und zugleich auch die äußere Begrenzung der Trockendiagonale markiert. Eine Fixierung der klimatischen Trockengrenze durch eine einzelne Linie wird durch diese Darstellung betont vermieden — ein Ergebnis, das den natürlichen klimatischen Gegebenheiten mit ihren fließenden Übergängen durchaus entsprechen dürfte. Auch nach JÄTZOLD (1980, S. 317) ist die Trockengrenze "keine einfache Grenze, sondern eine Grenzzone, innerhalb derer man sich zu ihrer genaueren Definition auf verschiedene Schwellenwerte einigen muß" (vgl. dazu auch SCHMIEDECKEN 1978).

Vergleicht man den Verlauf der Grenzsaume (Fig. 3 d) mit dem Verlauf der Isohyeten der Jahresniederschläge (Fig. 1), so wird ein bemerkenswerter Nord-Süd-Wandel deutlich. Während der Trockengrenzsaum im Süden (südliche Pampa) im Bereich von 400 - 500 mm Niederschlag liegt, erhöhen sich diese Werte nach Norden über 500 - 600 mm (Cordoba) auf 700 - 800 mm (Chaco). Parallel dazu wechselt der Übergangssaum vollarid/semiarid von einem Gebiet mit 300 - 400 mm (westliche Pampa) nach Norden in einen Bereich mit 100 - 300 mm (Puna) über. Die perariden Gebiete werden von Grenzsäumen umgürtet, die im Süden 150 - 200 mm, im Norden unter 100 - 250 mm Jahresniederschlag erhalten. In diesem meridionalen Wandel kommt deutlich die Wirkung der in die Ariditätsformeln als Ersatz für die Verdunstung eingesetzten Temperatur zum Ausdruck. Bei höheren Temperaturen und entsprechend erhöhter Verdunstung wird die Schwelle zum nächst höheren Ariditätsgrad bereits bei größeren jährlichen Niederschlagsmengen erreicht.

Als Konsequenz aus diesen Befunden ist erneut die bekannte Tatsache abzuleiten, daß es nicht statthaft ist, aride bzw. semiaride Gebiete allein durch einzelne Isohyeten (z.B. 250 bzw. 500 mm) abzugrenzen, wie es in verschiedenen Publikationen, so auch in Argentinien, immer wieder geschieht. Es führt dies nicht selten zu unexakten oder irreführenden Grenzziehungen, die etwa bei Fragen der

Bewässerungsplanung von großem praktischen Gewicht sein können. Auf jeden Fall erweist sich das auf Grund von Ariditätsindizes erkannte klimatisch trockene Gebiet, im hier untersuchten Falle die Trockendiagonale, als flächenmäßig größer als das durch ausgewählte Isohyeten begrenzte Trockengebiet.

c. Ariditätsbestimmung unter Einbeziehung der potentiellen Verdunstung

Auf die grundsätzlichen Mängel der Ariditätsbestimmung durch Ariditätsindizes wurde oben betont hingewiesen. Gegenwärtig herrscht generell Einigkeit darüber, daß diesem Mangel nur dadurch begegnet werden kann, "daß bei der Festlegung der Humidität nicht mehr auf Ersatzgrößen, sondern auf die Verdunstungsgröße selbst zurückgegriffen wird" (SCHMIEDECKEN 1978, S. 138). Pointiert formulieren LAUER/FRANKENBERG (1978, S. 44/45): "Zur Bestimmung der Humidität bzw. Aridität eines Raumes kann nur die potentielle Verdunstung herangezogen und dem Niederschlag gegenübergestellt werden" und "Die potentielle Evapotranspiration als Gegenspieler des Niederschlags ist demnach die entscheidende Größe für eine klimageographische Bereichsgliederung der Erdoberfläche".

Obwohl diese Formulierungen sachlich unmittelbar einleuchten und eine einfache Lösung der Ariditätsproblematik erwarten lassen, stellen sich doch auch hier wieder vielfältige Probleme. Abgesehen von der Tatsache, daß mehrere Verdunstungsarten voneinander zu unterscheiden sind (vgl. SCHMIEDECKEN 1978 und LAUER/FRANKENBERG 1978, 1979, 1980 und 1981), stellt nach wie vor trotz erheblicher wissenschaftlicher Fortschritte das exakte, physikalischen Ansprüchen genügende, quantitative Erfassen der Verdunstungsgröße (durch Messung oder Berechnung) ein keineswegs abschließend gelöstes Problem dar (BLÜTHGEN/WEISCHET 1980).

Vor diesem Hintergrund darf der folgende Versuch einer Ariditätsbestimmung unter Einbeziehung der potentiellen Verdunstung auch für den Bereich der hier näher untersuchten Trockendiagonale nicht als endgültige Lösung der Problematik angesehen werden.

c. 1. Erfassung der potentiellen Verdunstung

Das Netz der Verdunstungsmeßanlagen (überwiegend Class-A-pan) ist in Argentinien vergleichsweise dicht. Es umfaßte 1970 insgesamt 80 Stationen des Servicio Meteorológico Nacional (vgl. QUINTELA et al. 1970). Dennoch sind flächendeckende Meßwerte — abgesehen von Daten einzelner Stationen und Teilregionen des Landes — bisher kaum zugänglich. QUINTELA et al. (1970) können daher zwar sehr differenzierte Untersuchungsergebnisse aus der Experimentalstation Castelar (Prov. Buenos Aires) vorlegen, die von ihnen entworfene Verdun-

stungskarte (Fig. 4) bleibt jedoch nur rudimentär (ohne Darstellung in der Süd­hälfte des Landes und ohne gesicherte Werte im nordwestlichen Andenbereich). Die Karte wird von den Autoren auch betont als "Versuch" einer Darstellung bezeichnet.

Grundlage der Kartendarstellung sind überwiegend gemessene Verdunstungswerte (Eo, Reduktionsfaktor 0,7), die punktweise durch berechnete Werte (nach PAPADAKIS und PENMAN) ergänzt werden. Dieses Verfahren der Kombination gemessener und errechneter Werte ist — trotz der anerkannt brauchbaren Berechnungsergebnisse nach den genannten Autoren — aus verschiedenen Gründen sicherlich nicht unangreifbar:

1. Es werden zwei verschiedene Verdunstungsarten miteinander verbunden: die (gemessene) potentielle Evaporation von der freien Wasserfläche (pEo) und die (berechnete) potentielle Evapotranspiration (pET) (vgl. SCHMIEDECKEN 1978).
2. Es wäre sinnvoller gewesen, die gemessenen Tankwerte statt mit dem Faktor 0,7 mit dem Faktor 0,5, d.h. auf die Hälfte, zu reduzieren (Oaseneffekt in niederschlagsarmen und strahlungsreichen Gebieten!). Nach LAUER/FRANKENBERG (1978, S. 47) ist während der trockenen Monate die Verdunstung einer Wanne "fast immer doppelt so hoch wie die potentielle Evapotranspiration nach PENMAN", wobei die Formel nach PENMAN (1948) als die z.Z. ausgereifteste und vollständigste gilt, "da sie die meisten beeinflussenden Bedingungen beim Verdunstungsvorgang berücksichtigt" (LAUER 1968, S. 156). Die Isolinien geben demnach insbesondere im westlichen, trockeneren Sektor Argentiniens vermutlich zu hohe Werte wieder. Die in Tab. 1 für die in der Trockendiagonale gelegenen Stationen Villa Maria, Santiago del Estero, La Rioja und San Juan angegebenen Werte (Tankmessungen, Red.-Faktor 0,5) sind vermutlich realistischer.
3. Es ist nicht statthaft, die berechneten Werte nach PAPADAKIS und PENMAN unkorrigiert miteinander zu verbinden, da nach Vergleichsuntersuchungen von SCHMIEDECKEN (1978) die PAPADAKIS-Werte um 0,7 reduziert werden müssen. Nach Durchführung dieser Reduktion nähern sich die Werte nach PAPADAKIS den reduzierten Tank-Werten (Faktor 0,5) stark an (vgl. Tab. 1) und sind somit ebenfalls realistischer als die nicht korrigierten Werte.

Tab. 1: Vergleich der potentiellen Verdunstung nach Tankmessungen und PAPADAKIS (mm/J.)

Station	Tankmessungen (Class-A-pan)		PAPADAKIS	
	Red.-faktor 0,7	Red.-faktor 0,5	unkorrigiert	Red.-fak. 0,7
La Plata	1058	755	803	562
Bahia Blanca	1277	912	1168	818
Guatrache	1423	1016	1277	894
Villa Maria	1241	886	1168	818
Parana	1168	834	1058	741
Corrientes	1277	912	1314	920
Santiago del Estero	1277	912	1606	1124
La Rioja	1788	1277	1752	1226
San Juan	1825	1303	1533	1073

Quelle: QUINTELA et al. 1970, z.T. neu berechnet

Trotz dieser z.T. grundsätzlichen Einwände gegen die Darstellung (Fig. 4) lassen sich dennoch einige Grundzüge herausstellen. So stehen den relativ geringen Werten potentieller Verdunstung im östlichen Pampa-Bereich, im Zwischenstromland und östlichen Chaco vergleichsweise hohe (vermutlich zu hohe! vgl. o.) Werte in der westlichen, regenärmeren Landeshälfte gegenüber. Die höchsten Werte (über 1650 mm, korrigiert: über 1175 mm) werden in der strahlungsreichen Zone (Globalstrahlung über 180 Kilokalorien pro cm² und Jahr nach QUINTELA et al. 1970) von San Juan, La Rioja und (etwas unsicherer) im Puna-Hochland sowie im nordwestlichen Chaco (heißestes Gebiet Argentiniens!) erreicht. Relativ hoch liegen die Werte auch in der windreichen Zone südlich des 35. Breitengrades. Ergänzende Werte, die der Servicio Meteorológico Nacional für diesen südlichen Raum zur Verfügung stellte, sind in Fig. 4 eingetragen.

Festzuhalten gilt es abschließend, daß die Führung der Isolinien zwar insgesamt relativ großzügig und unvollständig erscheint (vermutlich mangels Datenmaterial), daß aber dennoch die regenärmsten Gebiete des Landes (insb. San Juan und La Rioja) zugleich auch als die Bereiche mit den höchsten Werten der potentiellen Verdunstung hervortreten. Die dafür ursächlichen Faktoren (Strahlungsreichtum, hohe Temperaturen bzw. große Windstärke) wurden oben bereits genannt.

Da das bisher beschriebene Verfahren der Bestimmung und kartographischen Erfassung der potentiellen Verdunstung verschiedene Mängel erkennen ließ, soll im folgenden zum Vergleich noch jenes Verfahren in die Untersuchung einbezogen werden, das nach CHIOZZA/DOMSELAAR (1958) das praktischste und gegenwärtig meist verbreitete ist und das von BURGOS/VIDAL (1951) auf Argentinien angewandt worden ist (vgl. auch GARCIA 1967 und CFI 1964).

Grundlage dieses Verfahrens ist die Klimaklassifikation von THORNTHWAITE (1948), in der die potentielle Verdunstung als entscheidende Größe in den sogenannten Feuchteindex (moisture-index) eingeht (vgl. BLÜTHGEN/WEISCHET 1980). Die potentielle Evapotranspiration wird ermittelt nach einer empirischen Formel, in der die physikalisch ausschlaggebenden Parameter durch Repräsentationsgrößen ersetzt sind:

$$pET \text{ [mm]} = 1,6 d \left(\frac{10 \cdot t_1}{I} \right)^a$$

- t_1 = mittl. Lufttemperatur der Periode, für welche die Verdunstung bestimmt werden soll
- d = Tageslänge in Einheiten von 12 Stunden
- I = Wärmeindex
- a = empirische Konstante

Die von BURGOS/VIDAL (1951) auf der Grundlage dieser Formel entworfene Verdunstungskarte, die von den Autoren selbst als "vorläufige Skizze" bezeichnet wird, die aber dennoch in verschiedenen Veröffentlichungen nachgedruckt

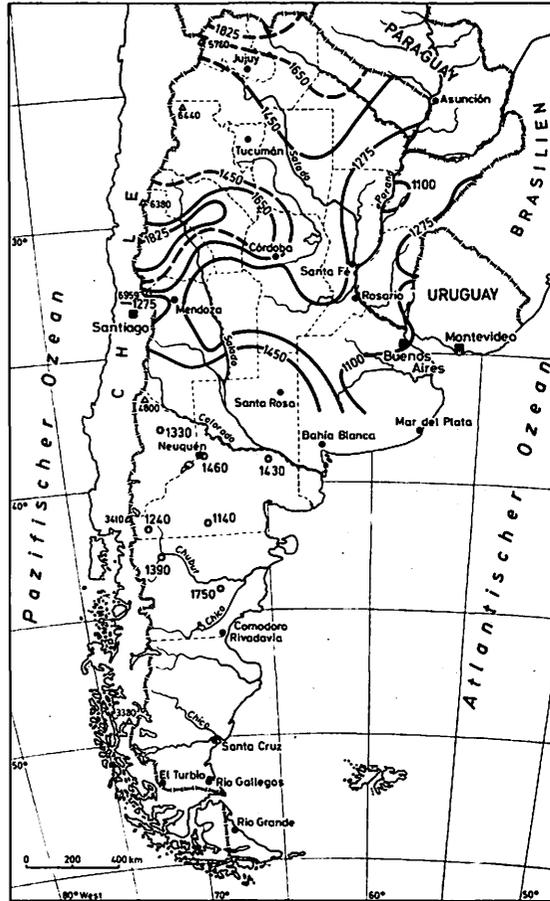


Fig. 4: Mittlere jährliche potentielle Verdunstung (in mm, nach Tankmessungen, Red.-faktor 0,7). Quelle: QUINTELA et al. 1970, ergänzt.

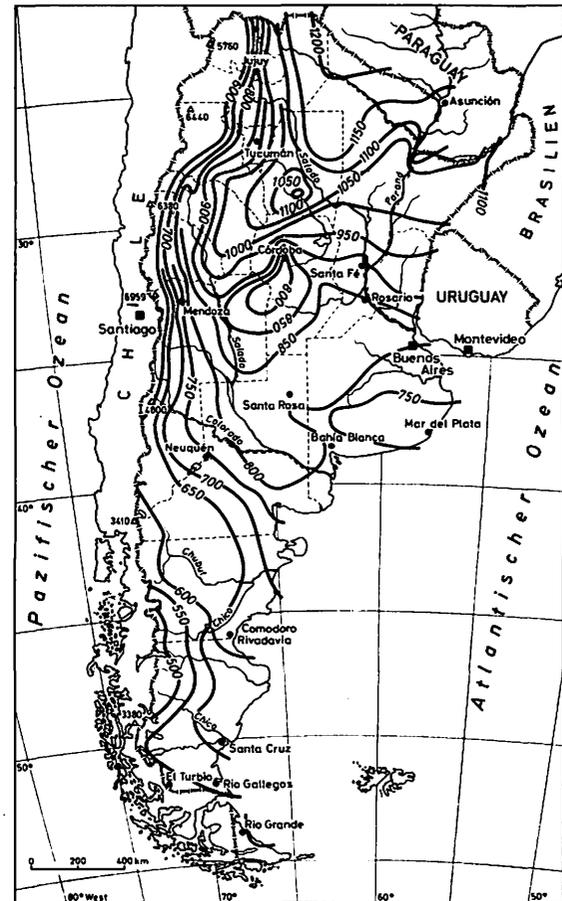


Fig. 5: Mittlere jährliche potentielle Evapotranspiration nach THORNTHWAITE. Quelle: BURGOS/VIDAL 1951

wurde (z.B. CHIOZZA/DOMSELAAR 1958, GARCIA 1967), ergibt folgendes Bild (Fig. 5).

Der Verlauf der Isolinien entspricht etwa demjenigen der Isothermen (mittl. Jahrestemperatur), d.h. im Westen lehnen sie sich an den Verlauf der Anden an, östlich biegen sie in eine zonale bzw. diagonale Richtung um (vgl. auch HENNING/HENNING 1980). Die große Bedeutung des Temperaturterms in der oben genannten Verdunstungsformel kommt im Verlauf der Isolinien klar zum Ausdruck.

Die niedrigsten Werte der Verdunstung werden für das südliche Patagonien, Feuerland und für den gesamten hochandinen Bereich (incl. Puna) errechnet (unter 600 mm). Auch die Werte in der östlichen Pampa sind relativ niedrig (unter 750 mm). Maximalwerte der jährlichen pET werden im nördlichen Chaco und östlich von Salta erreicht (über 1100 mm) — auch dies offensichtlich eine Konsequenz der hohen Mittel- und Maximaltemperaturen. Bei niedrigeren Temperaturen sinken die Verdunstungswerte im Bergland von Cordoba inselhaft auf unter 800 mm ab.

Vergleicht man die Karte von BURGOS/VIDAL (nach THORNTHWAITE) mit der Verdunstungskarte von QUINTELA et al. (Fig. 4)), so zeigen sich gravierende Unterschiede. Die gemessenen und mit dem Faktor 0,7 korrigierten Werte liegen z.T. erheblich (bis über 700 mm) über den errechneten Werten. Insbesondere in den regenärmeren und strahlungsreicheren Gebieten scheinen die THORNTHWAITE-Werte viel zu niedrig im Vergleich zu den realen Werten zu sein. Offensichtlich falsch wird daher vor allem der gesamte nordwestliche Andenbereich (einschließlich San Juan und La Rioja) eingestuft. FRERE et al. (1975) stellen bei einem Vergleich von PENMAN- und THORNTHWAITE-Werten fest, daß mit steigender Gebirgshöhe die letzteren Werte zunehmend von den PENMAN-Werten negativ abweichen, so daß in 3800 m Höhe ein Verhältnis von 2 : 1 erreicht wird. Im Bereich des Altiplano wird also die Verdunstungshöhe um 50% unterschätzt. FRERE et al. führen dies insbesondere auf die Vernachlässigung der intensiven Strahlung in diesem Bereich zurück. Auch BLÜTHGEN/WEISCHET (1980) betonen nachdrücklich den großen Einfluß der Strahlung auf das Maß der Verdunstung. In diesem Zusammenhang sei darauf hingewiesen, daß im Bereich Nordwest-Argentiniens im Dezember mit $420 - 460 \text{ mcal} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$ im weltweiten Vergleich die höchsten Werte der Globalstrahlung registriert werden.

Da die THORNTHWAITE-Formel auch in Gebieten versagt, "die zwar gleiche Mitteltemperaturen und Tageslängen, aber unterschiedliche Feuchten und Windverhältnisse aufweisen" (WEISCHET 1977, S. 151), wird es verständlich, daß diese Formel nach vielfältiger Anwendung in den Anfangsjahren in jüngerer Zeit immer seltener zur Berechnung der potentiellen Verdunstung herangezogen wird (vgl. auch QUINTELA et al. 1970, BLÜTHGEN/WEISCHET 1980, S. 202).

Aus dieser Analyse kann daher im Rahmen der vorliegenden Untersuchung das Fazit gezogen werden, daß die Karte von BURGOS/VIDAL (Fig. 5) nur in sehr eingeschränktem Maße die wirkliche Verteilung der potentiellen Verdunstung in

Argentinien wiedergibt und daß sich auch die CFI-Studie (1964) über Aridität und Bewässerung in Argentinien bei ausschließlicher Verwendung der THORNTHWAITE-Formel auf teilweise nicht geeignetes Datenmaterial stützt.

Die überwiegend auf gemessenen Verdunstungswerten basierende Karte der potentiellen Verdunstung nach QUINTELA et al. (1970) (vgl. Fig. 4) wird daher — trotz der diversen Einwände (vgl. o.) — als die z.Z. realistischste Darstellung angesehen (vgl. auch HENNING/HENNING 1980, S. 26), allerdings — unter Anlehnung an LAUER (1968) und LAUER/FRANKENBERG (1978) — bei Anwendung eines Korrekturfaktors von 0,5 (statt 0,7; vgl. o.).

c. 2. Klimaökologische Jahreswasserbilanz und Trockengrenze

Nach Vorlage der erforderlichen Verdunstungswerte soll der Versuch einer Ariditätsbestimmung und Abgrenzung der Trockendiagonale Argentiniens an dieser Stelle wieder aufgenommen werden. Wie oben gefordert, kann nunmehr die potentielle Verdunstung dem Niederschlag "als Gegenspieler" gegenübergestellt werden.

Unter Verwendung der mittleren Jahresniederschläge (nach Servicio Meteorológico Nacional 1973) und der der Karte von QUINTELA et al. (1970) entnommenen Verdunstungswerte (E_o) wurde die Karte der "klimaökologischen Jahreswasserbilanz" (Fig. 6) entworfen. Für den Pampa-Bereich konnten zusätzlich die von WALTER (1967) veröffentlichten und ebenfalls entsprechend umgerechneten Verdunstungswerte herangezogen werden. Für den Raum Patagoniens werden die Verdunstungswerte in Anlehnung an die wenigen vorliegenden Meßdaten (vgl. Fig. 4) abgeschätzt. Die Linienführung in Fig. 6 ist in diesem Bereich daher z.T. unsicher.

Hervorgehoben muß an dieser Stelle werden, daß die der Karte von QUINTELA et al. entnommene "Verdunstung freier Wasserflächen" (E_o oder pV) bei der hier vorgenommenen Bilanzierung (Niederschlag minus pot. Verdunstung) auf die Hälfte reduziert wurde (starrer Korrekturfaktor 0,5), so daß der Wert etwa der potentiellen Evapotranspiration nach PENMAN (vgl. oben) entspricht ($pET = 0,5 \times E_o$). Die Differenz von Niederschlag und pot. Evapotranspiration kennzeichnet einen Raum als klimaökologisch "arid" oder "humid", wobei die "klimaökologische Trockengrenze" durch die Gleichung $N - pET = 0$ (oder $N = 0,5 \times E_o$) fixiert wird (vgl. LAUER/FRANKENBERG 1979 und 1981).

Abweichend davon würde die "klimatische" oder "klimatologische" Trockengrenze durch die Bilanzierung von Niederschlag und E_o ermittelt ($N - E_o = 0$). Ihr Verlauf wird etwa durch die Darstellung in HENNING/HENNING (1976) wiedergegeben. In dieser Darstellung erscheinen die gesamte Pampa und Teile des Zwischenstromlandes bereits als "arid" (vgl. auch WALTER 1967). Da dieser klimatischen Trockengrenze aus ökologischer Sicht nur eingeschränkte Bedeutung zukommt (vgl. LAUER 1968, ERIKSEN 1978), wird sie in die hier vorliegende

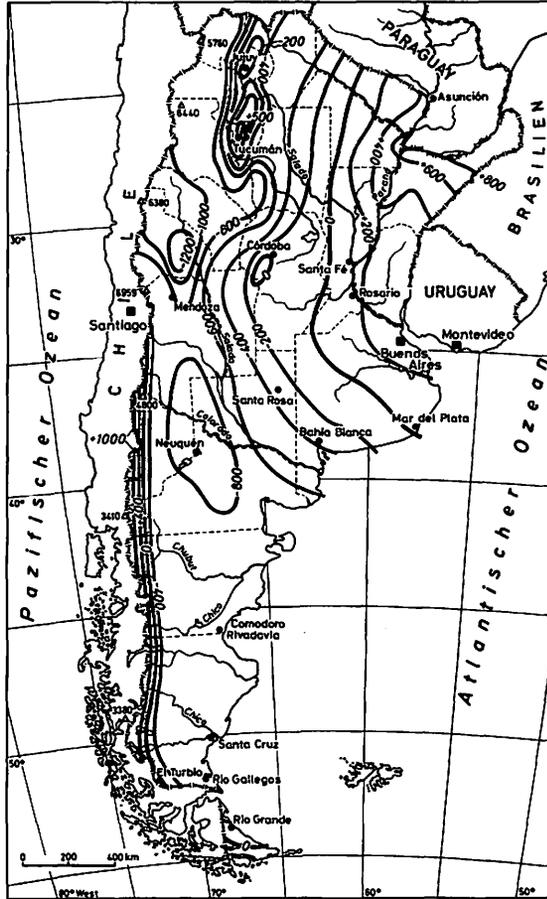


Fig. 6: Klimaökologische Jahreswasserbilanz N - 0,5 Eo (in mm)

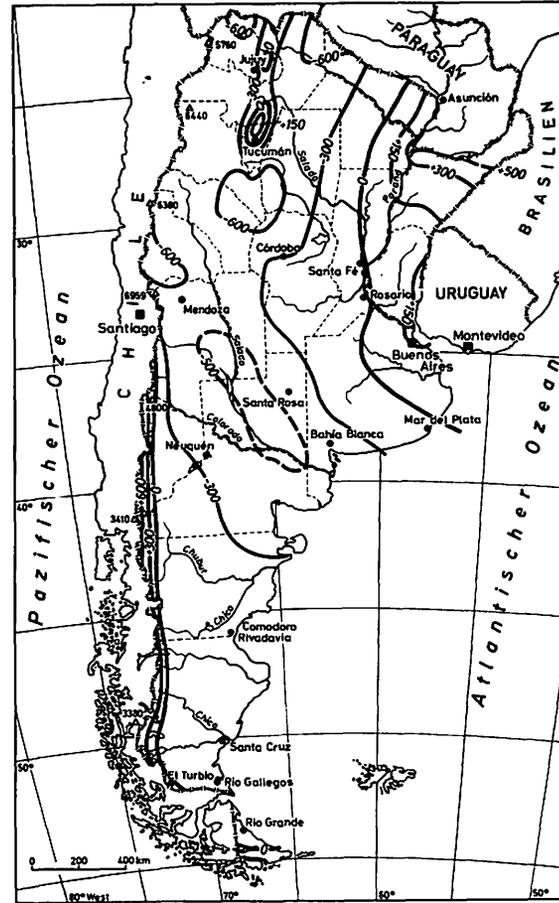


Fig. 7: Landschaftsökologische Jahreswasserbilanz N - pLV (in mm)

Untersuchung nicht weiter einbezogen.

Das wohl zunächst auffälligste Merkmal der Karte der klimaökologischen Jahreswasserbilanz (Fig. 6) ist die hochgradige generelle Übereinstimmung in der Verlaufsrichtung der Isolinien einerseits und der Isohyeten (vgl. Fig. 1) andererseits. Dieses Phänomen läßt eindeutig die Aussage zu, daß zumindest in Argentinien die Niederschlagsmenge den Wasserhaushalt wesentlich stärker "steuert" als die potentielle Verdunstung, deren räumliche Verteilung (Fig. 4) von der Niederschlagsverteilung stark abweicht.

Als Gebiet mit größtem Wasserdefizit tritt auch hier ein diagonaler Streifen hervor, der sich von den nordwestlichen Anden über das Andenvorland von Mendoza bis an die Atlantikküste Patagoniens erstreckt, wobei die Kerne mit einer negativen Bilanz von über 800 mm erneut in den niederschlagsärmsten Gebieten zwischen San Juan und Puna-Hochland einerseits und im zentralen nördlichen Patagonien andererseits liegen. Der Raum um San Juan weist mit -1200 mm das größte Defizit im Gesamttraum Argentiniens auf.

Die höchsten Wasserüberschüsse in der Bilanz finden sich mit Werten über 800 mm in den niederschlagsreichsten Gebieten des Landes (Misiones, nördliches Zwischenstromland und ein schmaler Streifen in den südlichen Anden) sowie mit geringeren Werten (+ 500 mm) am Andenrand von Tucuman.

Besondere Beachtung muß in Fig. 6 die Gleichgewichtslinie der Wasserbilanz ($N - 0,5 \times E_0 = 0$) als "klimaökologische Trockengrenze" finden. Diese Linie ausgeglichener Jahresbilanz verläuft einerseits unmittelbar am Rande der südlichen Anden, andererseits zieht sie sich in starker Anlehnung an die 800 mm-Isohyete vom östlichen Chaco-Bereich bis in die zentrale Pampa-Region, wo sie nach SE abbiegt und etwa bei Mar del Plata die Atlantikküste erreicht. Inselhaft werden zwei kleinere Gebiete (im Bergland von Cordoba und am Andenrand von Tucuman) von der Gleichgewichtslinie umschlossen.

Wie ist diese "klimaökologische Trockengrenze" im Hinblick auf die Abgrenzung der Trockendiagonale zu bewerten?

Eine Antwort auf diese Frage wird erleichtert durch einen Vergleich der Karte der Jahreswasserbilanz (Fig. 6) mit der Fig. 3d, in der auf der Grundlage verschiedener Ariditätsindizes Gebiete unterschiedlicher Aridität und Humidität ausgegliedert werden. Es zeigt sich, daß die Linie ausgeglichener Jahreswasserbilanz — bei weitgehender Übereinstimmung am Andenrand — im zentralen Argentinien erheblich weiter im Osten verläuft als der sogen. "Trockengrenzsaum" und daß damit das humide Gebiet insbesondere in der westlichen Pampa stark eingeengt wird. Bemerkenswert ist dabei der Befund, daß unter Verwendung von PENMAN-Werten im Pampa-Bereich ein fast identischer Verlauf der klimaökologischen Trockengrenze ermittelt wird — ein Befund, der in der Diskussion um das "Pampaproblem" eine große Rolle spielt (vgl. LAUER 1968 u. ERIKSEN 1978).

Ist die Ausweitung des ariden Gebietes im Vergleich zur Grenzziehung nach Ariditätsindizes realistisch und sind die hier ermittelte Trockengrenze sowie die abgestuften Feuchtezonen pflanzenökologisch relevant? Diese Fragen können nur

eingeschränkt bejaht werden.

So verschleiert bereits die Jahresbilanz von Niederschlag und Verdunstung die Tatsache, daß in kürzeren Zeiträumen (einzelne Monate oder sogar Tage) durch den Niederschlag in ariden Gebieten humidere Bedingungen geschaffen werden können, die die Vegetationsentwicklung nachhaltig beeinflussen können (vgl. LAUER 1952, JÄTZOLD 1962). "Den Pflanzen genügt nämlich ein ausreichendes Wasserangebot in ihrer spezifischen Vegetationszeit" (LAUER/FRANKENBERG 1978, S. 45). Nach den gleichen Autoren ist es unerlässlich, das Transpirationsverhalten sowie den aktuellen räumlichen und ökophysiologischen Zustand der Pflanzenwelt bei der Ermittlung des Trockengrenzwertes zu berücksichtigen. Nicht minder wichtig und in zahllosen Untersuchungen entsprechend diskutiert ist der Faktor "Bodenwasserhaushalt" oder "Bodenfeuchte", wobei insbesondere die Feldkapazität, das pflanzenverfügbare Wasser und die Wurzelraumkapazität je nach Bodenart große Differenzen aufweisen (SCHMIEDECKEN 1978 und 1979) und entsprechend unterschiedliche, auch jahreszeitlich differenzierte ökologische Voraussetzungen schaffen.

Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge kommen LAUER/FRANKENBERG (1978, 1980, 1981) zu dem Schluß, daß eine rein klimaökologische Wasserhaushaltsbilanzierung pflanzengeographisch nur eingeschränkt aussagekräftig ist. Sie versuchen daher, mit der Ableitung einer "potentiellen Landschaftsverdunstung" (pLV, vgl. auch SCHMIEDECKEN 1978) und einer "landschaftsökologischen Wasserbilanz" sowie mit der Einführung eines "gleitenden pflanzenökologischen Trockengrenzwertes" unter Verwendung von Monatswerten zu einer "landschaftsrealistischen" Klimaklassifikation zu gelangen.

Der Argumentation dieser Autoren folgend, soll abschließend versucht werden, auch für den Raum Argentinien einen realistischen Trockengrenzwert und damit zugleich eine pflanzenökologisch relevante Ariditätsabstufung im Bereich der Trockendiagonale zu ermitteln.

c. 3. Landschaftsökologische Jahreswasserbilanz und Trockengrenze

Um eine pflanzenökologisch relevante Trockengrenze zu ermitteln, ist in Anlehnung an die Ergebnisse von LAUER/FRANKENBERG (1978, 1980, 1981) und SCHMIEDECKEN (1978) die im vorangehenden Kapitel zur Bestimmung der klimaökologischen Jahreswasserbilanz zugrunde gelegte pot. Verdunstung (Eo, nach Tankmessungen) zu ersetzen durch die "potentielle Landschaftsverdunstung" (pLV). Diese wird definiert "als die potentielle Verdunstung eines gegebenen Landschaftsausschnittes unter der Annahme stets optimaler Wasserversorgung des Bodens, einer "realen Landschaft" mit ihrer wirklichen Vegetationsbedeckung und den gegebenen ökophysiologischen Reaktionstypen der Pflanzenwelt" (LAUER/FRANKENBERG 1980, S. 313). Sie kann über gleitende Reduktionsfaktoren (vgl. Diagramm a.a.O.S. 314) aus Eo (oder pV, potentielle Ver-

dunstung freier Wasserflächen) ermittelt werden ($pLV = pV \times Rf$), wobei die Vegetationsbedeckung des Bodens und die Albedo als entscheidende Einflußgrößen eingehen (vgl. LAUER/FRANKENBERG 1981).

Die Differenz Niederschlag - potentielle Landschaftsverdunstung ($N - pLV$; hier Jahreswerte!) ergibt die "landschaftsökologische Jahreswasserbilanz", die im folgenden als Grundlage für die Differenzierung arider bzw. humider Gebiete Verwendung finden soll. Auch in diesem Falle müssen die der Berechnung zugrunde liegenden (unreduzierten) pV -Werte der Karte von QUINTELA et al. (1970, vgl. Fig. 4) sowie — ergänzend — der Publikation von WALTER (1967) entnommen werden, so daß für bestimmte Regionen Argentiniens (insb. äußerster Norden und Patagonien) nur unsichere Werte vorliegen.

Die errechneten Werte der landschaftsökologischen Jahreswasserbilanz sind in Fig. 7 zusammengetragen. Auch diese Karte läßt deutlich die "Trockendiagonale" hervortreten, wobei größte Defizite in den Bereichen La Rioja/Catamarca, San Juan, Puna de Atacama und nordwestlicher Chaco (mehr als -600 mm) sowie abgestuft in Nordpatagonien (mehr als -500 mm) verzeichnet sind. Größte Wasserbilanzüberschüsse finden sich in den niederschlagsreichen Gebieten der Südkordillere (über 600 mm), von Misiones (über 500 mm) sowie — abgestuft und kleinräumig — am Andenrand von Tucuman (über 150 mm).

Die Ausgleichslinie ($N = pLV$ oder $N - pV \times Rf = 0$) markiert in Anlehnung an LAUER/FRANKENBERG (1979 u. 1981) die "landschaftsökologische Trockengrenze". Betont werden muß allerdings, daß im Unterschied zu den genannten Autoren aus Gründen der Datenlage nur Jahreswerte (und nicht Monatswerte) von Niederschlag und Verdunstung verwendet wurden, so daß ein Vergleich mit den für Afrika gewonnenen Ergebnissen von LAUER/FRANKENBERG hier wie in den folgenden Ableitungen nur eingeschränkt möglich ist.

Die ermittelte landschaftsökologische Trockengrenze, die sich im Bereich der Pampa weitgehend mit der von LAUER (1968) festgelegten "pflanzenökologisch relevanten" Trockengrenze deckt, weicht einerseits — wie nach den obigen Ausführungen zu erwarten — deutlich von der "klimatologischen Trockengrenze" (vgl. HENNING/HENNING 1976) zum trockeneren Bereich hin ab. Andererseits ist sie, wie die klimaökologische Trockengrenze (Fig. 6) im Vergleich zu den auf Grund von Ariditätsindizes ermittelten Trockengrenzen (Fig. 3) weit in den feuchten Bereich hinein verschoben. Die Fläche der Trockendiagonale wird also durch die Einbeziehung der pLV auf Kosten der humiden Gebiete erheblich ausgeweitet. Dies gilt allerdings nur für den Ostrand der Diagonale, nicht hingegen für die Lage der landschaftsökologischen Trockengrenze am Andenrand von Patagonien und Tucuman, wo im Lee- bzw. Luv-Bereich auch in dieser Darstellung ein sehr schmaler Übergangssaum mit gedrängter Linienführung erhalten bleibt.

Auffällig ist weiterhin insbesondere am Ostrand der Trockendiagonale der vergleichsweise identische Verlauf von "klimaökologischer" und "landschaftsökologischer" Trockengrenze, der sich aus der in diesem Bereich gegebenen weitgehenden Übereinstimmung von starren bzw. gleitenden Reduktionsfaktoren

(um 0,5) ergibt.

Nachdem die äußere Begrenzung der hier landschaftsökologisch definierten Trockendiagonale festgelegt ist, stellt sich nunmehr die Frage nach ihrer inneren Differenzierung, d.h. nach der Abstufung von ökoklimatischen Feuchtezonen.

Als Grenze zwischen den landschaftsökologisch semiariden und vollariden Bereichen wird der Schwellenwert $N - pLV = -300$ vorgeschlagen (vgl. Tab. 2 u. Fig. 7). Diese Linie würde etwa einem Trockengrenzwert von $N - 0,7 \times pV \times Rf = 0$ entsprechen. Ein perarides Gebiet würde danach durch den Schwellenwert $N - pVL = -600$ (oder $N - 0,7 \times pN \times Rf = -200$) abzugrenzen sein.

Diese Fixierung der Schwellenwerte läßt einerseits den westlichen Chaco-Bereich bereits als vollarid hervortreten (nach Ariditätsindizes nur semiarid), andererseits wird — etwas unsicherer, s.o. — das südliche Patagonien nur als semiarid und nicht mehr als vollarid eingestuft. Auch im Vergleich zur klimaökologischen Zonierung (Fig. 6) sind die Wasserdefizite in Fig. 7 durch die Anwendung der gleitenden Reduktionsfaktoren meist erheblich reduziert (vgl. LAUER/FRANKENBERG 1981). Ausgedehnte Gebiete der Trockendiagonale (insb. Anden-Bereich, Cuyo-Provinzen und Patagonien) weisen demnach landschaftsökologisch einen geringeren Ariditätsgrad auf.

Tab. 2: Landschaftsökologische Feuchtezonen und Vegetationsgliederung Argentiniens

Feuchtezonen	vorherrschende Vegetation ¹⁾
perarid	Zwergstrauch - Sukkulenten - Halbwüste; Halophyten-Vegetation in Salaren; xeromorphe Strauchformationen des Monte; in den Anden trockene Puna-Vegetation oder vegetationsfrei
$N - pLV = -600$	
vollarid	Trockenwald und Dornbusch des westlichen Chacos; Trockenwälder der Espinales; artenreiche Monte-Strauchsteppe; in den Anden Puna-Verg., Zwergstrauchfluren, z.T. vegetationsfrei
$N - pLV = -300$	
semiarid	Trockenwald des zentralen Chacos; mesophytischer Übergangswald des westl. Chacos; Übergang vom Trockenwald des Chacos und der Espinales zur Monte-Strauchsteppe; Trockengebüsch der Sierra von Cordoba; artenarme, trockene Graslandflur der Pampa; patagonische Steppe
$N - pLV = 0$	
semihumid	Trockenwald bis mäßig frischer Wald des östl. Chacos; Parklandschaft von Entre Rios; artenreiche, feuchte Graslandflur der Pampa; Araucarien- und Austrocedrus-Wald in der Südkordillere; vorherrschend wechselgrüner Wald in Feuerland
$N - pLV = 150$	
vollhumid	Wechsel- und immergrüner Gebirgsregenwald der Anden (tucuman.-boliv. Wald); feuchte, palmenreiche Parklandschaft von Corrientes; feuchte Graslandfluren der östlichen Pampa; wechselgrüne Wälder der Südkordillere
$N - pLV = 300$	
perhumid	wechselgrüner, z.T. immergrüner Regenwald von Misiones; wechsel- und immergrüner Regenwald der Südkordillere

¹⁾z.T. in Anlehnung an HUECK/SEIBERT 1972

Bemerkenswert ist in Fig. 7 die Einstufung der südlichen Pampa um Bahia Blanca als "vollarid". Damit wird teilweise die These von WALTER (1967) gestützt, daß die Pampa insgesamt arider sei, als man bisher stets angenommen hatte. Die von LAUER (1968) dagegen erhobenen Einwände bleiben davon jedoch unberührt, da sich die von ihm ermittelte "pflanzenökologisch relevante" Trockengrenze durch die Pampa weitgehend mit der in Fig. 7 festgelegten landschaftsökologischen Trockengrenze deckt.

Eine Untergliederung des humiden Bereiches jenseits der Trockengrenze erfolgt durch die Schwellenwerte $N - pLV = 150$ (Grenze "semihumid/vollhumid") sowie $N - pVL = 300$ (Grenze "vollhumid/perhumid").

Alle hier vorgeschlagenen Schwellenwerte mögen auf den ersten Blick als willkürlich erscheinen, doch zeigt ein Vergleich mit den Vegetationsverhältnissen Argentiniens, in welchem hohem Grade die Grenzen pflanzengeographisch relevant sind, so daß sie von daher — auch unter Berücksichtigung der Gefahr eines methodischen Zirkelschlusses — weitgehend ihre Rechtfertigung erfahren (vgl. Tab. 2). Dabei gilt es allerdings erneut zu bedenken, daß die genannten Grenzen nie als Linien aufzufassen sind, sondern daß stets — wie auch bei den Vegetationsgrenzen — mehr oder weniger breite Grenzzonen oder Übergangssäume anzunehmen sind, die zugleich den von Jahr zu Jahr räumlich wechselnden Witterungsverhältnissen (feuchter bzw. trockener) Rechnung tragen.

Abschließend sei darauf verwiesen, daß sich auch die agrarwirtschaftlichen Verhältnisse Argentiniens den hier aufgezeigten Feuchtezonen gut zuordnen lassen. So dominiert im vollariden Bereich sowie im kühleren semiariden Patagonien die Weidewirtschaft mit Rindern, Schafen und — in den trockensten Gebieten — Ziegen. Diverse Desertifikationserscheinungen verweisen in diesen Regionen bereits auf die großen Gefahren, die aus einer Überstockung der Kämme erwachsen. Vielfältiger Anbau kann in den ariden Bereichen überwiegend nur auf der Grundlage von Bewässerung in ausgedehnten Gebirgsfuß- und Flußoasen betrieben werden.

In der humiden sowie semiariden Zone herrscht andererseits der Anbau vor, wobei die Bodenverhältnisse der Pampa noch als besonderer Gunstfaktor zu berücksichtigen sind. Das zunehmende Ertragsrisiko in Trockenzeiten und die hohen Grade der Bodenzerstörung mit Badland- und Flugsandbildungen im südwestlichen Grenzbereich des semiariden Gebietes der Pampa (vgl. WILHELMY/ROHMEDER 1963) zeigen jedoch mit Nachdruck, daß hier die Anbaugrenze möglicherweise bereits zu weit in aride Bereiche hinein vorgeschoben wurde. Offensichtlich wurden in der südlichen Pampa die ökoklimatischen Möglichkeiten im Nahbereich der "Grenze des Regenfeldbaues" (landschaftsökologische Wasserbilanz etwa -300 bis -350 mm) weit überschätzt, zumal die hier vorgelegte Klimatypisierung auf der Grundlage der landschaftsökologischen Jahreswasserbilanzen diesen Raum im Unterschied zu fast allen bisherigen Ariditätsbestimmungen bereits als "vollarid" ausweist.

Diese Feststellungen können als wichtiger Beleg dafür aufgefaßt werden,

daß Ariditätsuntersuchungen und Fragen des klima- und landschaftsökologischen Wasserhaushaltes heute keineswegs mehr allein von rein wissenschaftlichem, d.h. klima- und pflanzengeographischem Interesse sind, sondern daß sie zugleich in einer Zeit geringer werdender Wasserreserven etwa in einer Zusammenschau von ökoklimatischen Gegebenheiten und Landnutzungsmöglichkeiten von höchst praktischem Nutzen sein können.

Die geographische Klimaforschung hat zu diesem Fragenkreis bereits wichtige Beiträge liefern können (vgl. z.B. JÄTZOLD 1970, SCHREIBER 1973, ACHENBACH 1979, SCHMIEDECKEN 1979, SPÄTH 1980). Die hier vorgelegte Untersuchung über Aridität und Trockengrenzen in Argentinien kann insofern als Beitrag zu dieser Problematik aufgefaßt werden, als sie im Anschluß an bereits vorliegende Untersuchungen die Grundlage für weitergehende agroklimatologische Studien in dieser Region Südamerikas bilden sollte. Wünschenswert wäre für derartige Studien allerdings ein solideres, umfangreicheres und in Monatswerte aufgliedertes Datenmaterial, da im allgemeinen die Jahresbilanz von Niederschlag und Verdunstung bei ökologischen Fragestellungen kaum ausreicht.

Resumen

Basando en datos climáticos y en conocidas determinaciones de aridez se estudia climatológicamente la "diagonal de aridez" de la República Argentina, considerando su diferenciación interna y su demarcación externa. Se comparan y clasifican los datos sobre la cantidad de lluvia y los límites de aridez a base de varios índices de aridez y del balance hídrico clima-ecológico.

Conforme a trabajos de LAUER/FRANKENBERG se determina finalmente el límite de aridez ecológico regional y las zonas clima-ecológicas del país a base del balance hídrico ecológico regional. Ellas presentan una conformidad notable con las regiones vegetacionales y agropecuarias del país.

El estudio se entiende como contribución a la investigación actual sobre la problemática de aridez regional y como base a futuros estudios clima-ecológicos en Sudamérica.

Literatur

- ACHENBACH, H.: Klimagebundene Risikostufen der Ertragsbildung und räumliche Standortdifferenzierung der Landwirtschaft im Maghreb. In: *Erdk.* 33.4. 1979, S. 275 - 281
- BLÜTHGEN, J. und W. WEISCHET: *Allgemeine Klimageographie*. 3. Aufl. Berlin 1980
- BURGOS, J.J. und A.L. VIDAL: The Climates of the Argentine Republic According to the New Thornthwaite Classification. In: *Ann. of the Ass. of Am. Geogr.* XLI, 3. 1951, S. 237 - 263
- CHIOZZA, E.M. und Z.G. v. DOMSELAAR: Clima. In: *La Argentina. Suma de Geografía T. II.* 1958
- Consejo Federal de Inversiones (CFI): *Importancia y proyección del riego en la economía agraria de la región árida y semiárida de la Argentina.* Buenos Aires 1964
- DAUS, F.A.: *Geografía de la Argentina I. Parte física.* Buenos Aires 1972
- ERIKSEN, W.: Argentinien - Naturraum. In: J.A. Friedl Zapata (Hrsg.): *Argentinien.* Tübingen 1978. S. 3 - 31
- ERIKSEN, W.: Ist das Pampaproblem gelöst? In: *Naturwiss. Rdsch.* 31. Jg. 4. 1978. S. 142 - 148
- ERIKSEN, W.: Föhnprozesse und föhnartige Winde in Argentinien. In: *Innsbr. Geogr. Stud.* Bd. 5. 1979. S. 63 - 78
- FRERE, M. et alii: *Estudio agroclimatológico de la zona andina. Informe Técnico.* FAO. Rom 1975
- GALMARINI, A.G. und J.M. RAFFO DEL CAMPO: *Condiciones de aridez y humedad en la República Argentina.* Buenos Aires 1963
- GARCIA, C.V.: *Análisis de las clasificaciones climáticas del Territorio Argentino.* Centro de Estud. Geogr. Ser. A. N°. 24. Buenos Aires 1967
- GIESE, E.: Zuverlässigkeit von Indizes bei Ariditätsbestimmungen. In: *Geogr. Zschr.* 62, 1974, S. 179-203
- HENNING, I. und D. HENNING: Die klimatologische Trockengrenze. In: *Met. Rdsch.* 29. 1976. S. 142-151
- HENNING, I. und D. HENNING: Kontinent-Karten der potentiellen Landverdunstung. Mittlere Jahressummen, berechnet mit dem Penman-Ansatz. In: *Met. Rdsch.* 33. 1980, S. 18-30
- HUECK, K. und P. SEIBERT: *Vegetationskarte von Südamerika.* Stuttgart 1972
- JÄTZOLD, R.: Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. In: H. v. Wissmann-Festschrift, Tübingen 1962. S. 89-108
- JÄTZOLD, R.: Ein Beitrag zur Klassifikation des Agrarklimas der Tropen (mit Beispielen aus Ostafrika). In: *Tüb. Geogr. Stud.* 34. 1979. S. 57-69
- JÄTZOLD, R.: Einführung in die Fachsitzung "Trockengrenzen der Vegetation und Landnutzung in Bezug zur Agrar-Klimaklassifikation". In: *Tag.-ber. u. wiss. Abh.* 42. Dt. Geogr.-tag Göttingen 1979. Wiesbaden 1980. S. 316/317
- LAUER, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehungen zu den Vegetationsgürteln. *Bonner Geogr. Abh.* 9. 1952. S. 15-98
- LAUER, W.: Die Pampa — Ein Klimagebiet beiderseits der Trockengrenze? In: *Erdk.* XXII, 2. 1968. S. 155-159
- LAUER, W. und P. FRANKENBERG: Untersuchungen zur Ökostatistik des östlichen Mexiko — Erläuterungen zu einer Klimakarte 1:500000. In: *Coll. Geogr.* Bd. 13. 1978. S. 1-134
- LAUER, W. und P. FRANKENBERG: Der Jahresgang der Trockengrenze in Afrika. In: *Erdk.* 33, 4. 1979. S. 249-257
- LAUER, W. und P. FRANKENBERG: Ökostatistische Überlegungen zum Problem der Humidität/Aridität — Ein Beitrag zur Klassifikation der Klimate. In: *Tag.-ber. u. wiss. Abh.* 42. Dt. Geogr.-tag Göttingen 1979. Wiesbaden 1980. S. 313-315
- LAUER, W. und P. FRANKENBERG: Eine Karte der hygrothermischen Klimatypen Afrikas. In: *Erdk.* 35, 4. 1981. S. 245-248
- LAUER, W. und P. FRANKENBERG: Untersuchungen zur Humidität und Aridität von Afrika — Das Konzept einer potentiellen Landschaftsverdunstung. *Bonner Geogr. Abh.* 66. 1981
- MARCHETTI, A.A.: Oscilaciones de la cantidad de precipitación en la República Argentina. In: *Me-teoros.* p. 46. Buenos Aires 1951

- MARTONNE, E. DE: Problèmes des régions arides sud-américaines. In: Ann. de Géogr. 44. 1935. S. 1-27
- PAPADAKIS, J.: Mapa ecológico de la República Argentina. 2. ed. Buenos Aires 1952
- PAPADAKIS, J.: Climates of the World and their Agricultural Potentialities. Buenos Aires 1966
- PAPADAKIS, J.: Climates of the World. Buenos Aires 1970
- PENCK, A.: Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage. Sitz.-ber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Phys. math. Kl. XII. 1910. S. 236-246
- PENMAN, H.L.: Natural Evaporation from Open Water, Bare Soil and Grass. In: Proc. Royal Soc. London (A) 193, 1948, S. 120-145
- QUINTELA, R.M. et alii: Contribución al conocimiento del régimen de evaporación en la República Argentina. Serv. Met. Nac. Ser. C. N°. 8. Buenos Aires 1970
- SCHAMP, H.: Ariditätsindizes als Beispiele für Klimaformeln. In: Geogr. Tasch. 1970/72. S. 292-304
- SCHMIEDECKEN, W.: Die Bestimmung der Humidität und ihrer Abstufungen mit Hilfe von Wasserhaushaltsberechnungen — ein Modell — (mit Beispielen aus Nigeria). In: Coll. Geogr. 13. 1978. S. 136-159
- SCHMIEDECKEN, W.: Humidität und Kulturpflanzen — Ein Versuch zur Paralleisierung von Feuchte-zonen und optimalen Standorten ausgewählter Kulturpflanzen in den Tropen. In: Erdk. 33,4. 1979. S. 266-274
- SCHREIBER, D.: Entwurf einer Klimaeinteilung für landwirtschaftliche Belange. Bochumer Geogr. Arb. Sonderrh. 3. 1973
- Servicio Meteorologico Nacional: El régimen pluviométrico de la República Argentina. Buenos Aires 1943
- Servicio Meteorologico Nacional: Datos pluviométricos 1921-1950. Buenos Aires 1973
- SORGE, E.: Die Trockengrenze Südamerikas. In: Zschr. der Ges. f. Erdk. zu Berlin 1930. S. 277-287
- SPÄTH, H.-J.: Die agro-ökologische Trockengrenze. In: Erdk. 34, 3. 1980. S. 224-231
- THORNTHWAITE, C.W.: An Approach Toward a Rational Classification of Climate. In: Geogr. Rev. 38. 1948. S. 55-94
- TROLL, C.: Das Pampaproblem in landschaftsökologischer Sicht. In: Erdk. XXII, 2. 1968. S. 152-155
- WALTER, H.: Das Pampaproblem in vergleichend ökologischer Betrachtung und seine Lösung. In: Erdk. XXI, 3. 1967. S. 181-203
- WEISCHET, W.: Einführung in die Allgemeine Klimatologie. Stuttgart 1977
- WILHELMY, H. und W. ROHMEDER: Die La Plata-Länder. Braunschweig 1963
- WÖLCKEN, K.: Regenwetterlagen in Argentinien. In: Spieker 12. Münster 1962. S. 81-140

WINTERWEIZENERTRAG UND WITTERUNG IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

mit 11 Abbildungen und 4 Tabellen

PETER FRANKENBERG

Problemstellungen

Die Auswirkungen der Witterung auf den Ernteertrag und damit auf die Ernährungsbasis vieler Menschen wurde in den letzten Jahren durch die Saheldürre drastisch vor Augen geführt. Ein stark defizitäres Sommerregenangebot führte teilweise zu totalen Ernteausfällen. Die Weiden waren für einen Großteil des Viehs nicht mehr hinreichend tragfähig. Die Menschen verhungerten oder verließen ihre angestammten Wohnareale und wanderten in die Ballungsräume.

Derartige Ernährungskatastrophen scheinen dem heutigen Westeuropäer fern zu liegen. Noch im vorigen Jahrhundert waren sie jedoch auch in unserem Lebensraum keine Seltenheit. In der Zeit, als Düngung und Technologie noch nicht ihren Einzug in die Landwirtschaft gehalten hatten, kam es häufig zu Ernteausfällen, vor allem in den Randbereichen der Anbauregionen (Grenzertragsräume). Es gibt darüber zahlreiche Studien, zum Beispiel aus Schottland, das besonders häufig von Hungerkatastrophen heimgesucht wurde.

PARRY (1975) stellte in einem Diagramm (Abb. 1) eindrucksvoll die Abhängigkeit der Zahl der Ernteausfälle von der Meereshöhe und damit von einem mittleren Temperaturniveau (akkumulierte Temperatur der Vegetationsperiode) dar. Diese Zeichnung repräsentiert die Verhältnisse vor der agronomischen Revolution von Dünger und Technologie in Südostschottland. Damals war in dieser Grenzertragsregion in 100 m Höhe mit et-

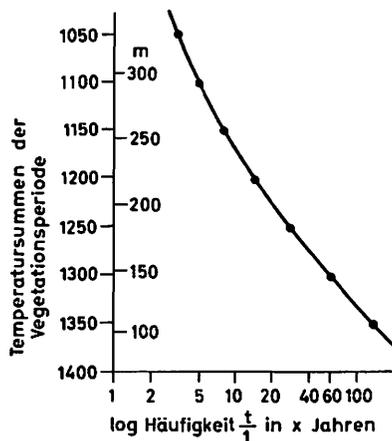


Abb. 1: Häufigkeit von Ernteausfällen in Beziehung zur Höhe in Südostschottland (aus: PARRY, 1975, umgezeichnet)

wa einem Ernteausfall in 100 Jahren zu rechnen. Ein Bauer, der in 300 m Höhe wirtschaftete, mußte dagegen in einem von fünf Jahren einen Ernteausfall gewärtigen. Dem Anbau oberhalb von 300 m war eine klimatische Grenze gesetzt.

Mit den sich im Laufe der Zeit wandelnden Klimabedingungen veränderten sich auch die Wahrscheinlichkeiten der Ernteausfälle und die absoluten klimatischen Anbaugrenzen.

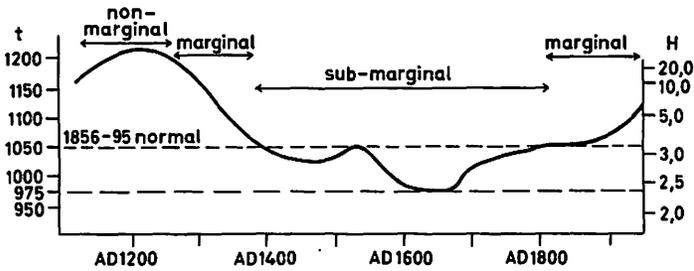


Abb. 2: Trends der akkumulierten Temperatur der Vegetationsperiode (t) und der Häufigkeit der Ernteausfälle (H) (1 Ernteausfall in x Jahren) zwischen 1100 n. Chr. und 1900 n. Chr. (aus: PARRY, 1975, umgezeichnet)

PARRY (1975) zeigt dies anhand einer Zeitreihe auf, die für den Raum der klimatischen Grenze der Getreideproduktion der Jahre 1856-1895 in Südostschottland gilt (Abb. 2). Darin ist das Anbaurisiko in Abhängigkeit von der akkumulierten Temperatur der Vegetationsperiode für den Zeitraum von 1100 n. Chr. bis 1900 n. Chr. aufgetragen. Es bestand demnach in diesem Raum während des hochmittelalterlichen Klimaoptimums um 1200 n. Chr. ein Anbaurisiko, das mit einem Ernteausfall innerhalb von 20 Jahren rechnen mußte. Zur Zeit der pesimalen Klimabedingungen um 1850 n. Chr. (Kleine Eiszeit) stieg dieses Anbaurisiko auf einen Ernteausfall in 2,4 Jahren in dem gleichen Raum! Lag der Raum um 1200 n. Chr. noch diesseits der klimatischen Grenze der Getreideproduktion, so befand er sich zur Zeit des Höhepunktes der 'Kleinen Eiszeit' jenseits dieser Grenzlinie. Es wurde Land aufgegeben, Gehöfte und Dörfer verfielen.

Die Ursachen und Auswirkungen derartiger Ernteausfälle (Getreideerre), wie sie vor allem während der 'Kleinen Eiszeit' auftraten, schildert für den besonders betroffenen Raum von Nordostschottland WALTON (1952/53). Er bezieht sich vor allem auf das 18. Jahrhundert. Es ist eine Zeit, in der das Britische Weltreich entsteht und politisch blüht. Auf der Insel aber müssen Menschen Hungers sterben. So kam es um 1740/41 zu Nahrungsmittelmangel, weil der Winter lang und hart war und bis in den April hinein andauerte. Menschen verhungerten, andere zog es in die Städte, wie dies auch heute in den Hungerregionen der Erde der Fall ist. Nach 20 guten Erntejahren trat 1767 eine neue Mißernte auf. Im darauffolgenden Jahr wurden große Teile der Ernte auf den Feldern durch eine Über-

schwemmungskatastrophe vernichtet. Die Ernteauffälle des Jahres 1771 waren auf starke Herbstfröste zurückzuführen. Im Jahre 1772 verdarb ein kühler und nasser Sommer die Ernte. Bis zum Jahre 1778 verzeichnete man relativ gute Ernten. Drei schlechte Ertragsjahre führten zu der großen Hungersnot von 1781. Das Jahr 1778 hatte mit einem reichlich harten Winter eingesetzt. Dazu zeigte sich der Sommer völlig verregnet. Das Jahr 1779 war extrem trocken. Im Jahre 1782 stellte sich dann die eigenartigste Abfolge von Witterungserscheinungen dieses Jahrhunderts ein. Bis Mitte März hatte sich das Wetter für die Ernteaussichten gut angelassen. Dann kehrte mit heftigen Schneefällen und Winden der Winter zurück. Die Aussaat des Getreides war erschwert. Der Mai war völlig verregnet, der Sommer naß und warm sowie windig, das Korn wurde niedergewalzt. Bereits Anfang Oktober traten heftige Fröste auf. Die Ernteauffälle beliefen sich nach den Mühlenstatistiken auf 90%.

Das 18. Jahrhundert schloß im nordöstlichen Schottland mit den Hungersnöten von 1779.

Der Bericht WALTONS (1952/53) macht deutlich, daß eine Vielzahl von Witterungseinflüssen die Ernterträge beeinflusst. Der Effekt eines Klimaparameters auf den Erntertrag hängt einmal von der phänologischen Phase ab, in der sich die Pflanzen befinden; zudem von den vorhergehenden und den nachfolgenden Witterungserscheinungen, die den Effekt verstärken oder auch kompensieren können. So ist es denkbar, daß in einem Jahr eine bestimmte Witterung den Erntertrag beeinflusst, sie aber in einem anderen Jahr bedeutungslos ist, weil die nachfolgende Witterung den Effekt kompensieren konnte.

Kaum zu fassen sind die Einwirkungen katastrophaler Witterungserscheinungen auf den Erntertrag, so von Überschwemmungskatastrophen. Es sind dies Einzelereignisse, die sich jeder statistischen Analyse entheben.

In der Bundesrepublik Deutschland kann die Witterung den Erntertrag heute nicht mehr so beeinflussen, daß Hungersnöte drohen. Allenfalls ergeben sich Preisschwankungen, die im Rahmen des gemeinsamen Agrarmarktes aufgefangen werden. Je größer ein Markt, desto unwahrscheinlicher sind Hungersnöte, weil kaum damit zu rechnen ist, daß etwa in allen Teilen Westeuropas gleichzeitig schlechte Ernten eingebracht werden.

Der Bürger ist sich in unserem Lande so heute kaum noch bewußt, in welchem Ausmaße die Ernten von den Witterungsereignissen abhängen. Er spürt dies allenfalls an der Qualität des Weines. In welchem Ausmaß in diesem Raum des gemäßigten Klimas mit seinen geringen Witterungsschwankungen die Ernte des Winterweizens von den Witterungsparametern abhängt, dies aufzuhellen, ist das Ziel der folgenden Kapitel.

Datenmaterial

Für den Raum der Bundesrepublik Deutschland stehen die Ertragswerte des Winterweizens auf Kreisbasis in der Statistik "Bodennutzung und Ernte" des Sta-

tistischen Bundesamtes in Wiesbaden zur Verfügung. Es handelt sich um korrigierte Schätzwerte.

Die räumliche Bezugseinheit des Kreises eignet sich gut für Korrelationen von Ertrag und Witterungsparametern. Die Kreiseinheit ist so groß, daß sehr kleinräumig differenzierte Variablen wie Mikroklima, Boden, Bodenfeuchte und Exposition in ihrer Wirkung auf die Variabilität der Erträge weitgehend ausgeschaltet sind. Die Kreiseinheit ist aber andererseits noch so kleinflächig, daß sie in der Mehrzahl aller Fälle, jedenfalls was die agrarisch genutzten Regionen betrifft, gleichgerichtete Witterungsschwankungen aufweist.

Für 234 Kreiseinheiten der Bundesrepublik Deutschland sind für den Zeitraum von 1959 bis 1978 die Erträge des Winterweizens (dt/ha) zusammengestellt worden. Eine Differenzierung nach Sorten ist nicht möglich gewesen. Als Schwierigkeit ergab sich, daß mit der Kreisreform ab 1969 neue Einheiten geschaffen wurden und somit die räumlichen Bezugseinheiten der Ertragsstatistiken sich änderten. Für die folgende Analyse wurden die neuen Kreise als Basisseinheiten bevorzugt, da sie ähnlichere Anbauflächengrößen aufweisen als die alten Kreise und so Probleme der Autokorrelation vermieden werden können. Für den Zeitraum vor 1969/70 mußten allerdings alle Erträge der alten Kreise auf die neuen Einheiten umgerechnet werden. Dies geschah über durchweg 12 Jahre mit Hilfe des gewichteten Mittelwertes. Für alle alten Kreise ist für jedes infrage kommende Jahr berechnet worden, wieviel Prozent der Anbaufläche in die neue Kreiseinheit eingegangen ist. Aus den Ertragswerten der Altkreise oder ihrer Teile, die den neuen Kreis ausmachen, ist dann gewichtet durch die entsprechenden Anbauflächen, die in den neuen Kreis Eingang gefunden haben, der Ertragswert der neuen Raumeinheit errechnet worden. So konnten über alle 20 Jahre seit 1959 für 234 homogene Raumeinheiten die Erträge an Winterweizen ermittelt werden. In entsprechender Weise wurden Stadtkreise benachbarten Großkreisen in ihren Erträgen zugerechnet. Im Ruhrgebiet wurden mehrere Stadtkreise jeweils zusammengefaßt, um dem Kriterium ähnlich großer Raumeinheiten in etwa zu genügen.

Das Datenmaterial der Winterweizenerträge zeigt deutlich einen relativ stetig zunehmenden Einfluß von Düngung und Technologie auf die Ertragshöhen. In allen Kreiseinheiten der Bundesrepublik korreliert der Winterweizenertrag der Jahre 1959-1978 signifikant positiv mit der Zeit. Die Abb. 3 zeigt an zwei Beispielen die Erträge eines Hohertragkreises (Ostholstein) und eines Niedrigertragkreises (Regen) zwischen 1959 und 1978 als Zeitreihen sowie die entsprechenden Regressionskurven. Danach erklärt die Zeit 64% der Varianz der Erträge in Ostholstein und nahezu 52% der Varianz im Kreis Regen. Hinter diesem Faktor Zeit stehen folgende Einflußgrößen: zunehmender Düngereinsatz, zunehmende Verbesserung des Saatgutes, neue Sorten, zunehmend verbesserte Produktionsmethoden und ein enormer Zuwachs an technologischem Einsatz bei allen landbautechnischen Maßnahmen.

Auffallend ist bei dem Vergleich der beiden Diagramme, daß der Kreis Ost-

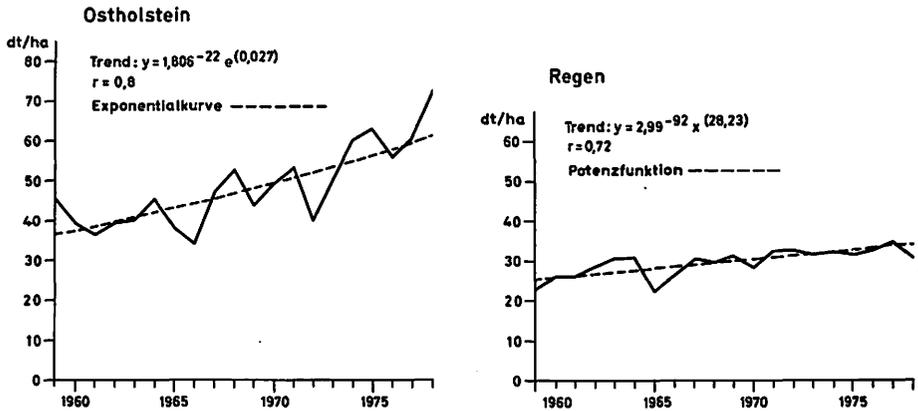


Abb. 3: Erträge und Ertragstrends des Winterweizens zwischen 1959 und 1978 für zwei ausgewählte Kreise der Bundesrepublik Deutschland

holstein auf einer hohen Ertragsbasis eine wesentlich deutlichere Ertragssteigerung aufweist als der Kreis Regen. Der Abstand der Erträge zwischen einem Hohertragskreis und einem Niedrigertragskreis verringert sich also nicht durch die modernen Verfahren der Landbautechnik, die Differenzen werden sogar größer.

Die Existenz von Ertragstrends erschwert die Korrelation der Ernteerträge mit Klimaparametern. Je ausgeprägter der Trend, desto unwahrscheinlicher ist es, daß der Einfluß eines Witterungsparameters auf den Ertrag noch mit hinreichender Wahrscheinlichkeit festgestellt werden kann. Dies hat die Methode der Beziehungsetzung von Witterung und Ertrag zu berücksichtigen.

Die Klimadaten, die mit den Erträgen an Winterweizen in Beziehung gesetzt werden sollen, mußten so ausgewählt werden, daß sie ökophysiologisch sinnvolle Korrelationen gestatten. An thermischen Klimatelementen wurden herangezogen: die Mitteltemperatur, die Zahl der Sommertage und die Zahl der Frosttage. Die Zahl der Sommertage wurde bei Temperaturen von über 30°C um den Faktor 1 pro entsprechendem Tag erhöht, ebenso die Anzahl der Frosttage bei Temperaturen von unter -10°C. So konnte auch die Zahl besonders heißer und besonders kalter Tage berücksichtigt werden, ohne die Zahl der Variablen zu erhöhen. An hygrischen Klimatelementen wurden ausgewählt: die Niederschlagssumme, die Zahl der Niederschlagstage (über 1mm Nied.) und die Zahl der Schneedeckentage vom Januar bis April.

In jeder phänologischen Phase des Winterweizens können die aufgeführten Klimatelemente eine andere Wirkung auf die Ertragshöhe zeitigen. Daher wurden die entsprechenden Witterungsparameter über die 20 Jahre von 1959 bis 1978 für jede einzelne phänologische Phase getrennt nach den Angaben der Meteorologi-

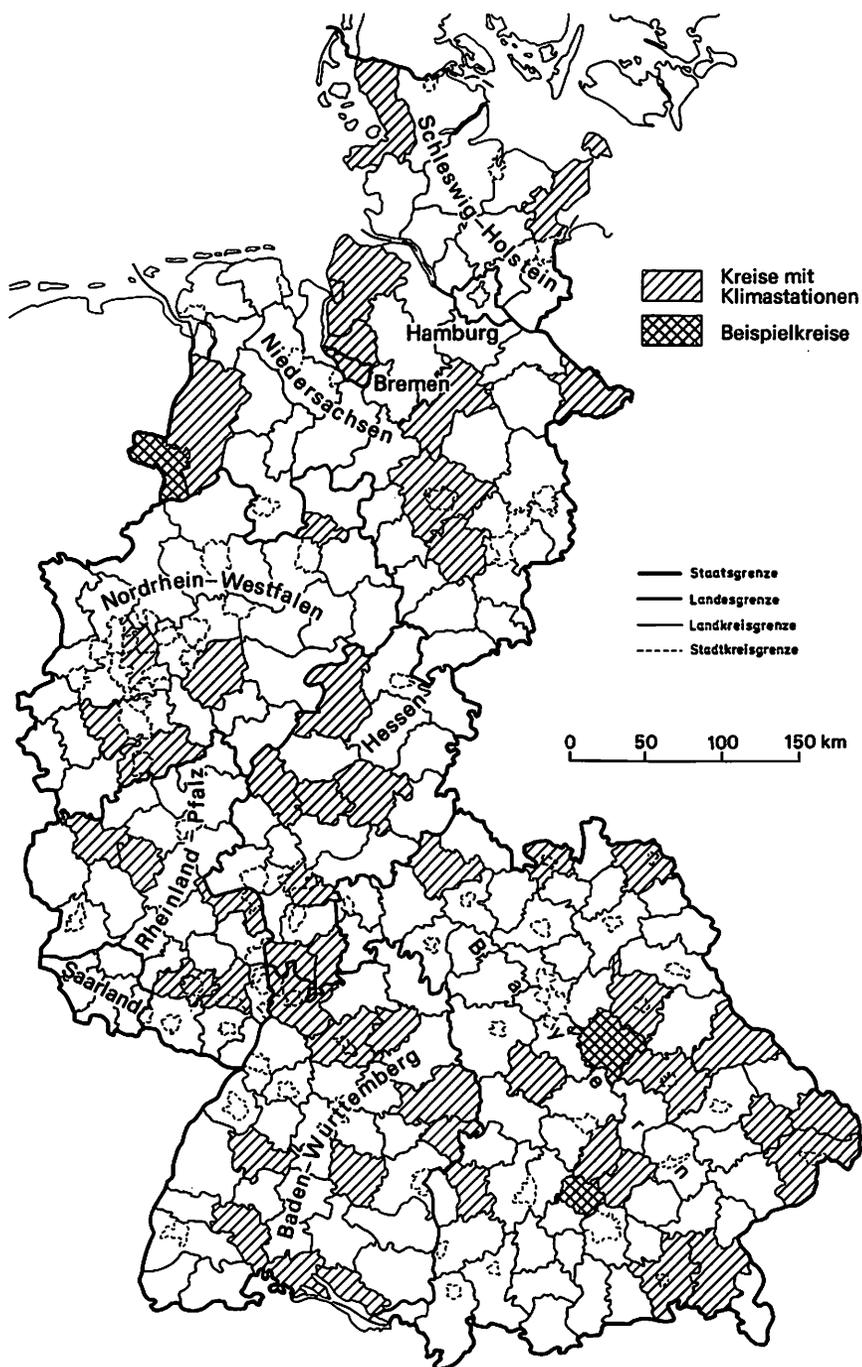


Abb. 4: Lage der Kreise mit repräsentativen Klimastationen im Raume der Bundesrepublik Deutschland

schen Jahrbücher der Bundesrepublik Deutschland zusammengestellt. Die einzelnen phänologischen Phasen sind als Mittelwerte nach den phänologischen Angaben der Meteorologischen Jahrbücher für etwa 30 Kreise der Bundesrepublik errechnet worden. Sie dienen als Basis der Differenzierung der Klimaelemente nach den Phänoperioden des Winterweizens. Es wurden folgende phänologische Phasen unterschieden: die Bestellungs- und Aussaatperiode, die Überwinterungsperiode, die Phase der Bestockung, die Schoßphase, die Reifephase und der Erntezeitraum. Demnach wurden die aufgeführten Klimaelemente für folgende Zeiträume der Vegetationsperiode des Winterweizens ermittelt: Oktober des kalendarischen Vorjahres, Januar bis April, März, April-Mai, Mai-Juni, Juli, Juli-August und August.

So kann für jede phänologische Phase des Winterweizens der Einfluß der verschiedenen Witterungsparameter auf den Ertrag ermittelt werden.

Die entsprechenden Klimawerte konnten für 54 Klimastationen in 54 Kreisen der Bundesrepublik Deutschland über die 20 Jahre von 1959 bis 1978 zusammengestellt werden. Alle anderen Hauptklimastationen, an denen diese Daten auch verfügbar gewesen wären, konnten keine Berücksichtigung finden, weil die Station entweder in diesem Zeitraum verlegt worden war oder zu große Beobachtungslücken auftraten. Die Abb. 4 zeigt die Lage dieser Kreise, in denen die 54 Klimastationen liegen, im Raume der Bundesrepublik Deutschland. Die Klimastationen sind innerhalb der Kreise jeweils so gelegen, daß sie die Witterungsvariabilität in diesen Kreisen gut repräsentieren können. Die 54 Kreise verteilen sich so im Raume der Bundesrepublik, daß sie die Witterungsschwankungen des Gesamtgebietes hinreichend vertreten.

Methodische Ansätze

Es galt, eine Methode auszuwählen, die es gestattet, die vielschichtigen Beziehungen zwischen dem Ernteertrag von Winterweizen und Klimaparametern möglichst differenziert aufzuzeigen und doch übergeordnete Strukturen deutlich zu machen.

Die vielfach verwendete Regressionsmethode ist dazu nur unzureichend in der Lage. Die Struktur der Beziehungen entspricht nämlich kaum den Bedingungen einer Regression (vgl. KATZ, 1977). Nur in seltenen Fällen steigt der Ernteertrag mit den sich in einer bestimmten Richtung verändernden Klimaparametern an. Die Struktur der Beziehungen ist eher die einer Optimumkurve, wenn auch für einen Raum in den gemäßigten Breiten angenommen werden kann, daß in ihm nur ein Ast der Optimumkurve gilt, weil die Klimaextrema nicht auftreten. Überdies hängt, wie eingangs erläutert, die Wirkung eines Klimaelementes auf den Ertrag von der Witterung der vorhergehenden und der nachfolgenden phänologischen Phasen ab. Eine gleichartige Witterung kann verschieden auf die Erträge wirken, weil durch vorhergehende oder nachfolgende Witterungseinflüsse

Kompensationen oder Potenzierungen auftreten. Zudem kann die Wirkung des Witterungseinflusses auf den Ertrag in verschiedenen Räumen sehr unterschiedlich sein, je nach den übergeordneten Klimabedingungen und auch den edaphischen Verhältnissen. Ein Trockenjahr zeitigt in einem an sich sehr regenreichen Raum bei schweren Böden eine andere Wirkung auf die Ertragshöhe eines Ernteproduktes als in einem regenärmeren Raum mit leichten sandigen Böden.

Die Beziehungen von Witterung und Ernteertrag an Winterweizen müssen also zeitlich und räumlich differenziert abgeleitet werden. Dazu eignet sich eine Korrelation von Faktorladungen einer Faktorenanalyse des Winterweizenertrages mit Faktorladungen von Faktorenanalysen der Witterungsparameter der einzelnen phänologischen Phasen. Derartige Korrelationen von Faktorladungen sind in der Pflanzengeographie bereits häufiger angewendet worden, um die Beziehungen zwischen dem Pflanzenbesatz eines Standortes und seinen Umweltbedingungen aufzuhellen (vgl. FRANKENBERG, 1982). Bei den vorliegenden Faktorenanalysen sind jeweils die Jahre als Variable und die Raumeinheiten als Fälle der Faktorenanalysen gewählt worden, um zunächst einmal Jahre ähnlicher Erträge und Jahre ähnlicher Witterung herauszuarbeiten. So ergibt sich ein zeitlich differenziertes Bild der Beziehungen von Witterung und Ertrag, das über die Faktorwerte zudem räumlich differenziert werden kann.

Die Faktorenanalysen konnten zu dieser Untersuchung eingesetzt werden, weil die Ausgangsdaten in der Regel zumindest eindimensional normalverteilt befunden wurden.

Den Faktorenanalysen des Winterweizenertrages und der Witterungsparameter liegt stets eine Matrix: Raumeinheiten x Jahre zugrunde mit 20 Zeilen und 234 Spalten bei der Faktorenanalyse des Winterweizenertrages und 54 Spalten bei 20 Zeilen der 32 Faktorenanalysen der Witterungsparameter. Es wurde das Verfahren der Hauptkomponentenanalyse verwendet.

Die resultierenden Faktoren fassen Jahre ähnlicher Ernteerträge bzw. Jahre ähnlicher Witterung zusammen. Es wurden alle Faktoren mit einem Eigenwert >1 extrahiert und jeweils einer Varimax-Rotation nach KAISER unterworfen. Die Ähnlichkeit der Erträge an Winterweizen in bestimmten Jahren beruht auf einer engen Korrelation dieser Jahre über die 234 Raumeinheiten. Diese Korrelationen hängen eher von der Gleichförmigkeit der Differenzen zwischen den Erträgen der Raumeinheiten als von den absoluten Größen der Eingangswerte ab. So wird der Effekt der Trends zunehmender Erträge zwischen 1959 und 1978 weitgehend eliminiert. Die Ähnlichkeit der Erntejahre wird weitgehend trendunabhängig ermittelt. Damit ist ein weiteres eingangs genanntes Problem gelöst, das die direkte Korrelation der Ausgangsdaten von Ertrag und Witterung erschwerte.

Die Ähnlichkeit der Witterung bestimmter Phasen mehrerer Jahre beruht auf einer Korrelation dieser Jahre über die 54 Klimastationen der Analyse.

Ein Problem der Korrelation der Faktorladungen von Witterung und Ertrag besteht in der unterschiedlichen Anzahl der jeweils zugrundeliegenden Raumeinheiten. Die Korrelationen sind nur sinnvoll unter der Voraussetzung, daß die 54

Kreise der Klimastationen entsprechend ihrer Verbreitung im Raum der Bundesrepublik Deutschland die Gesamtzahl der 234 Kreise hinreichend repräsentativ vertreten.

Korreliert ein Faktor der 'Faktorenanalyse Winterweizen' mit einem Faktor der 'Faktorenanalyse Witterung', so wird die Ähnlichkeit der Ertragsjahre mit einer hohen Wahrscheinlichkeit (über 95%) durch die Ähnlichkeit der entsprechenden Witterung in diesen Jahren erklärt.

Eine positive Korrelation der Faktorladungen von Witterung und Ertrag bedeutet eine Erklärung im Sinne der 'faktorenanalytischen Zeitreihe' des Ertrages an Winterweizen, eine negative Korrelation bedeutet das Gegenteil. Im folgenden werden nur die positiven Korrelationen interpretiert.

Die entsprechenden Korrelationen treffen nur für die Raumeinheiten zu, in denen auch die Faktorwerte eine weitgehende Übereinstimmung aufweisen. Das Ertragsmodell gilt ja nur in den Raumeinheiten mit positiven Faktorwerten. Ebendies trifft auch für das Witterungsmodell zu. Die Korrelation der Faktorladungen zweier Faktorenanalysen erklärt damit den Zusammenhang von Witterung und Ertrag im Sinne der "faktorenanalytischen Zeitreihe" des Ertragsmodells auch nur für die Kreiseinheiten, in denen übereinstimmend positive Faktorwerte zu konstatieren sind.

Eine signifikante Korrelation von Faktorladungen bei ähnlichen Faktorwerten bedeutet, daß diese Korrelation sich auch bei den entsprechenden Ausgangswerten einstellen müßte, weil über die Faktorladungen und die Faktorwerte die Ausgangswerte wieder erzeugt werden können.

Ein wesentlicher Nachteil des Verfahrens der Korrelation von Faktorladungen ist, daß die Richtung des Zusammenhanges zwischen den Ausgangsdaten nicht zu erkennen ist. Daher wurde für die Raumeinheiten mit der höchsten zutreffenden Anzahl signifikant korrelierender Faktorladungen von 'Ertrag' und 'Witterung' eine einfache und eine schrittweise multiple Regressions- und Korrelationsanalyse zwischen den trendbereinigten Ernteerträgen an Winterweizen und den Witterungsparametern durchgeführt, die sich bei den Korrelationen der Faktorladungen als ertragssteuernd abgezeichnet hatten.

Die Korrelation der Faktorladungen der Faktorenanalysen 'Witterung' und 'Winterweizenertrag' wurde mit Hilfe einer 'partiellen Korrelationsanalyse' im Rahmen multipler Regressionen durchgeführt, um jeweils den Effekt eines Witterungsparameters auf den Ertrag unter Ausschaltung der Effekte desselben Witterungsparameters zu anderen Zeiten analysieren und festhalten zu können. Die entsprechenden multiplen Regressionen sind jeweils für ein Klimaelement integriert über die Zeit durchgeführt worden. So wird erkannt, in welcher phänologischen Phase ein bestimmter Witterungsparameter den wesentlichsten Einfluss auf die Ertragsbildung von Winterweizen ausübt, unter Ausschaltung der Effekte des nämlichen Parameters zu anderen Zeiten.

Die Auswirkungen der Temperaturen auf den Ernteertrag wurden über die gesamte Vegetationsperiode des Winterweizens integriert analysiert, ebenso die

Wirkung der Frosttage, der Schneedeckentage und der Sommertage, die allerdings jeweils nur im Winter- bzw. Sommerhalbjahr auftreten.

Wegen der Beschränkung der Zahl der Variablen einer multiplen Regressionsanalyse durch die Zahl der Freiheitsgrade mußte die Wirkung der Niederschlagssumme und der Anzahl der Niederschlagstage auf den Ertrag an Winterweizen getrennt für die Zeiträume Oktober-April und April/Mai-August durchgeführt werden.

Die Ähnlichkeitsstruktur der Ertragsjahre des Winterweizens

Die Erträge an Winterweizen zeigen über die zwanzig Jahre von 1959 bis 1978 in den 243 untersuchten Kreiseinheiten der Bundesrepublik Deutschland nach einer Faktorenanalyse (Jahre = Variable; Kreise = Fälle) charakteristische Ähnlichkeiten der einzelnen Ertragsjahre, wie sie in der Abb. 5 für vier Fak-

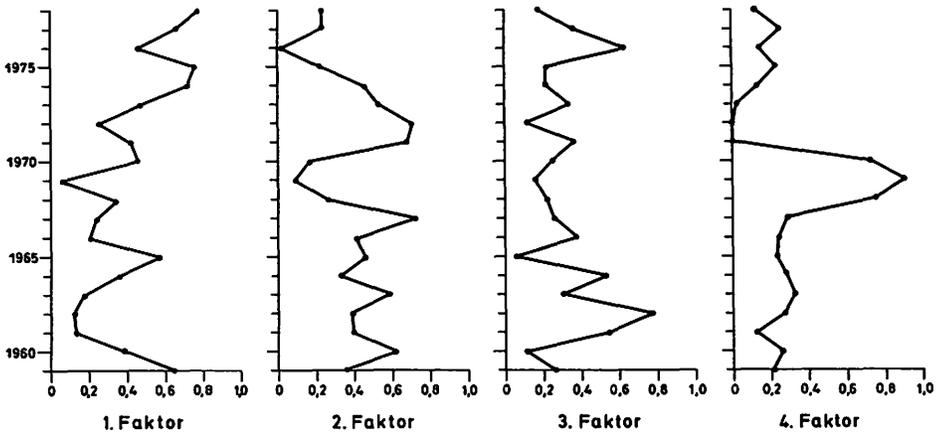


Abb. 5: Faktorenladungen der vier Faktoren der Faktorenanalyse 'Winterweizenertrag' (Faktoren mit Eigenwert >1)

toren wiedergegeben sind, die zusammen 74,2% der Varianz der Ausgangsdaten erklären können. Die Differenzen zwischen den Ertragsjahren sind so gering, daß die Determinante der Korrelationsmatrix relativ klein ist und nach der Varimax-Rotation keine negativen Faktorladungen bei den vier extrahierten Faktoren verbleiben. Es besteht also zwischen den Ertragsjahren keine völlige Unähnlichkeit, sondern nur eine mehr oder weniger ausgeprägte Ähnlichkeit.

Der erste Faktor, der 52,7% der Gesamtvarianz erklärt, ist durch eine Tendenz zunehmender Ähnlichkeit der Ertragsjahre zwischen 1959 und 1978 gekennzeichnet. Besonders markant tritt die Ähnlichkeit der Jahre 1959, 1965, 1974/75

und 1978 hervor. Diese Jahre charakterisieren diesen ersten 'Faktor Winterweizen'.

Der zweite Faktor, der 8,4% der Gesamtvarianz erklärt, zeigt den Ansatz eines gegenteiligen Trends. Er ist besonders stark durch die Ähnlichkeit der Ertragsjahre 1967 und 1971/72 geprägt. Der dritte 'Faktor Winterweizen' vermag noch 7,2% der Gesamtvarianz zu erklären. Die "peaks" seiner Faktorladungen heben die Jahre 1962 und 1976 hervor.

Der vierte Faktor erklärt 5,5% der Gesamtvarianz und zeitigt eine besonders markant ausgeprägte Ähnlichkeit der Erntejahre von 1968 bis 1970.

Die zeitdifferenzierten "Kurven" der Faktorladungen können als 'faktorenanalytische Zeitreihen' bezeichnet werden. Sie spiegeln nicht die absolute Höhe der Erträge in der Zeit wieder, sondern die Ähnlichkeit der Erträge über 234 Kreiseinheiten in der Zeitspanne von 1959 bis 1978.

In den folgenden Schritten der Abhandlung werden die Witterungsparameter gesucht, deren 'faktorenanalytische Zeitreihen' denjenigen des Ertrages an Winterweizen (Abb. 5) möglichst ähnlich sind und die damit die Ähnlichkeitsstrukturen der Winterweizenenerträge statistisch zu erklären vermögen.

Übereinstimmungen der Ähnlichkeitsstrukturen von Winterweizenenertrag und Witterung

Die partiellen Korrelationsanalysen zwischen den Faktorladungen der vier Faktoren der Faktorenanalyse der Winterweizenenerträge und den Faktorladungen der 32 Faktorenanalysen der Witterungsparameter der einzelnen phänologischen Phasen ergaben eine Vielzahl positiver Korrelationen bei ausreichender Sicherungswahrscheinlichkeit ($> 95\%$). Die entsprechenden Varianzerklärungen der partiellen Korrelationen sind für jeden Faktor der 'Faktorenanalyse Winterweizen' in der Abb. 6 in einer Gesamtübersicht dargestellt. Danach vermag zum Beispiel die Ähnlichkeitsstruktur des fünften Faktors der Faktorenanalyse der Zahl der Niederschlagstage des Oktobers (kalendarisches Vorjahr) zu 92% die Ähnlichkeitsstruktur der 'faktorenanalytischen Zeitreihe' des ersten 'Faktors Winterweizen' zu erklären. In den Jahren 1959, 1965, 1974-75 und 1978, die der erste 'Faktor Winterweizen' repräsentiert, hat sich offenbar primär die Witterung der Aussaat bzw. der Reife- und Erntephase auf die Ertragsstruktur des Winterweizens ausgewirkt. Die Schneedeckentage des Winterhalbjahres waren von untergeordneter Bedeutung. Die hygrischen Parameter der Monate Oktober und Juli zeitigten den größten Einfluß auf die Erträge an Winterweizen (vgl. jeweils Abb. 6). Diese Feststellungen gelten allerdings nur für die Kreise, in denen die Faktorenwerte der 'Faktorenanalyse Ertrag' und diejenigen der 'Faktorenanalyse Witterung' positiv ausgeprägt sind. Dies ist bei nur relativ wenigen überwiegend norddeutschen Kreisen der 54 Kreise der Fall, in denen eine repräsentative Klimastation liegt. Diejenigen Kreise, für die die Modellkongruenzen von Witterung und

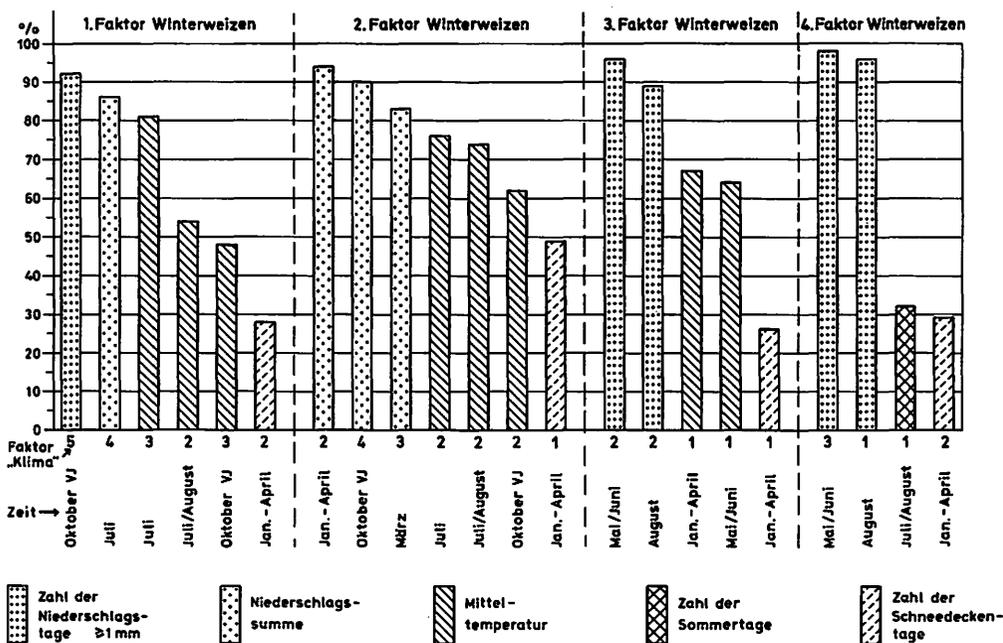


Abb. 6: Ordinierung der Klimavariablen nach der Höhe der Varianzerklärungen ihrer positiven partiellen Korrelationskoeffizienten der Faktorladungen mit den Faktorladungen der vier Faktoren der 'Faktorenanalyse Winterweizen'

Ertrag gelten, sind in der Abb. 7 als Kreise übereinstimmend positiver Faktorwerte markiert. Dazu sind die Kreise nicht übereinstimmender Faktorwerte gekennzeichnet, für die die Kongruenz der Modelle von Witterung und Ertrag nicht gilt.

Im Falle übereinstimmend negativer Faktorwerte gelten die aufgezeigten Beziehungen ebenfalls, allerdings ausgeprägt für andere Jahre als bei übereinstimmend positiven Faktorwerten, nämlich für das Gegenteil der "faktorenanalytischen Zeitreihe" der Abb. 6.

Nach den partiellen Korrelationen der Faktorladungen der Faktorenanalysen der Witterungsparameter mit dem zweiten Faktor der 'Faktorenanalyse Winterweizen' kann die Ertragsstruktur der Jahre 1967 und 1971/72 in erster Linie durch die Niederschlagssummen des Winters, der Aussaatperiode und des März erklärt werden. Die thermischen Einflüsse sind von sekundärer Bedeutung. Sie sind lediglich im Zeitraum Juli bzw. Juli/August besonders relevant gewesen. Die winterliche Schneedecke übte eine offenbar höhere Wirkung auf die Ertragsstruktur des Winterweizens aus als in allen anderen Jahren der 20-jährigen Periode. Ähnliches gilt für die thermischen Einflüsse während der Aussaatperiode.

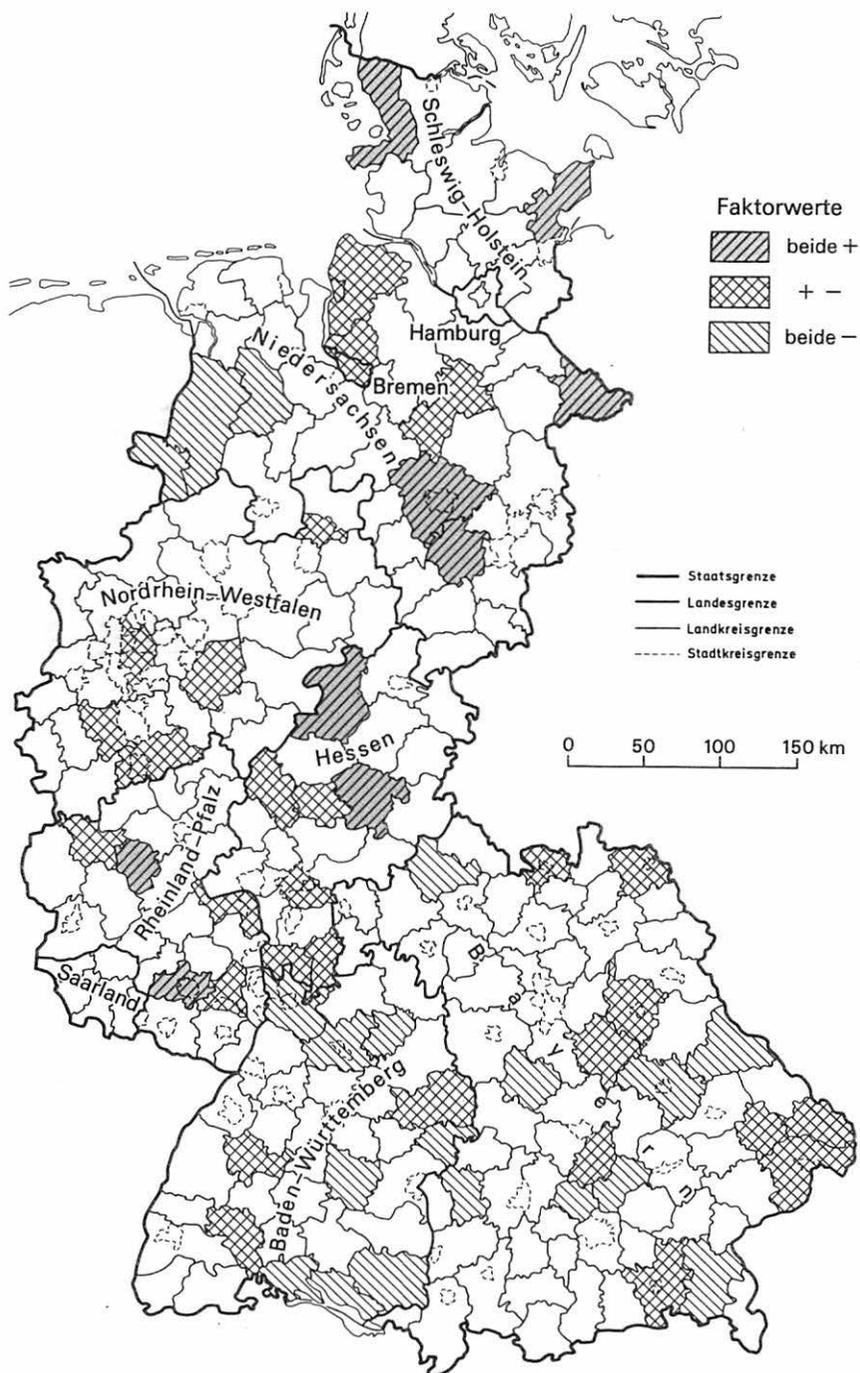


Abb. 7: Karte des Vergleiches der Faktorwerte des ersten Faktors der 'Faktorenanalyse Winterweizen' mit dem fünften Faktor der Faktorenanalyse der Niederschlagslage des Oktobers des kalendarischen Vorjahres

Der dritte 'Faktor Winterweizen' repräsentiert die Jahre 1962 und 1976, bei-
des Jahre mit relativ kalten Wintern. So zeigt sich hier erstmals die Temperatur
des Winters (Jan.-April) als bedeutsam für die Ertragsstruktur des Winterwei-
zens. Die Varianzerklärung beläuft sich auf 68%. Entscheidender wirkte aber
auch in diesen Jahren auf die Erträge an Winterweizen die Zahl der Nieder-
schlagstage in den Monaten Mai/Juni und August, also des Frühjahrs und des
Sommers ein, wie dies abgewandelt auch auf die übrigen Jahre zutrifft.

Für die Erklärung der Ähnlichkeitsstruktur des vierten 'Faktors Winterwei-
zen' gilt nahezu das nämliche. Es zeigt sich in den Jahren 1968-1970 jedoch nicht
der thermische Einfluß des Winters relevant, sondern derjenige der Reife- und
Erntephase des Winterweizens, in Form der Zahl der Sommertage.

Es ist damit bisher erläutert worden, wie stark welche Witterungsparameter
zu welcher phänologischen Phase in welcher Weise die Ertragsstruktur des Win-
terweizens erklären konnten und in einem Falle auch, für welche Räume dies zu-
trifft. Zu analysieren bleibt die Richtung der entsprechenden Zusammenhänge.

Die größte Zahl übereinstimmender Faktorwerte der 'Witterungs-' und der
'Erntemodelle' resultierte in den Kreisen Bentheim, Neumarkt/Oberpfalz und
Dachau. Für diese Kreise wurde daher eine einfache und eine schrittweise multi-
ple Regressions- und Korrelationsanalyse der trendbereinigten Ertragswerte des
Winterweizens mit den Werten der Witterungsparameter durchgeführt, die mit
einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit die raumzeitliche Varianz der Winter-
weizenerträge haben erklären können.

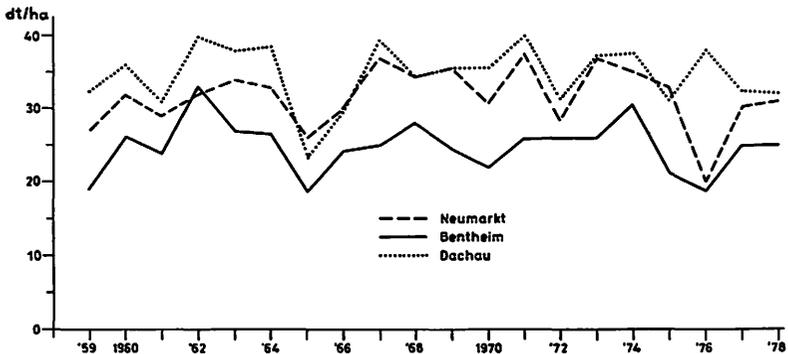


Abb. 8: Zeitreihe (1959 bis 1978) der trendbereinigten Erträge an Winterweizen
in den Kreisen Bentheim, Neumarkt/Obpf. und Dachau

Richtung der Zusammenhänge zwischen Winterweizenertrag und Witterung

Die trendbereinigten Winterweizenerträge der Kreise Bentheim, Neumarkt/
Obpf. und Dachau sind in der Abb. 8 dargestellt. Es zeigt sich bereits an dieser
einfachen Abbildung, daß eine ähnliche Witterung sich in verschiedenen Kreisen

unterschiedlich auf den Ertrag auswirkt. Im Jahr 1976 mit seinem trockenen und warmen Sommer erweisen die Kreise Bentheim und Neumarkt/Obpf. ein Absinken der trendbereinigten Erträge, der Kreis Dachau dagegen ein ebenso markantes Ansteigen des Winterweizenenertrages in der Zeitreihe von 1959 bis 1978. Danach ist für Dachau eine positive Korrelation zwischen Ertrag und Sommerwärme zu vermuten und für die Kreise Bentheim und Neumarkt das Gegenteil. Es wird sich im folgenden erweisen, daß diese Vermutung für den Kreis Neumarkt nicht zutrifft. Dies deutet an, daß eine Interpretation einfacher Darstellungen nicht ausreicht, den wirklichen Zusammenhang mit ausreichender Wahrscheinlichkeit festzuhalten.

Die Werte der einfachen Pearson-Korrelationskoeffizienten und Irrtumswahrscheinlichkeiten (einseitige Fragestellung) bestätigen die Vermutung, daß in verschiedenen Räumen sich die gleichen Witterungsparameter unterschiedlich auf die Erträge an Winterweizen auswirken. Es wird überdies bestätigt, daß über Regressions- und Korrelationsanalysen nicht alle entscheidenden witterungsklimatischen Einflüsse auf die Ertragsstruktur des Winterweizens hätten aufgedeckt werden können, denn über die Regressions- und Korrelationsanalyse konnten nur 5 von den 10 Witterungsparametern korrelierend befunden werden, die sich für den Kreis Bentheim bei den partiellen Korrelationen der Faktorladungen der 'Faktorenanalyse Winterweizen' mit den Faktorladungen der 'Faktorenanalysen Klima' als den Ertrag an Winterweizen steuernd herausgestellt hatten.

Tabelle 1: Pearson-Korrelationskoeffizienten des trendbereinigten Ertrages an Winterweizen dreier Kreise mit ausgewählten Klimaparametern

Klimaparameter	r/Bentheim	I	r/Neumarkt	I	r/Dachau	I
Niederschlagstage						
Oktober Vorjahr	-0,04	0,49	0,01	0,48	-0,19	0,22
Niederschlagssumme Juli	-0,143	0,27	-0,14	0,28	-0,76	0,00005
" Mai/Juni	0,094	0,35	0,23	0,16	-0,51	0,01
Temp. August	-0,3811	0,05	0,48	0,02	0,52	0,009
" Juli	-0,412	0,04	-0,06	0,41	0,43	0,03
" Juli/August	-0,449	0,02	0,19	0,21	0,61	0,002
" Okt. Vorjahr	0,312	0,08	0,15	0,26	0,27	0,12
Z.d. Sommertage Juli/August	-0,55	0,006	0,11	0,33	0,48	0,02
Nied.summe Jan./Apr.	-0,355	0,06	-0,10	0,33	-0,43	0,03
" Okt. Vorjahr	0,127	0,30	0,12	0,31	-0,16	0,25
" April/Mai	-0,211	0,19	0,13	0,30	-0,64	0,001
" März	-0,192	0,21	0,06	0,41	0,10	0,33
Temp. Mai/Juni	-0,505	0,01	-0,29	0,11	0,14	0,28
Temp. Jan./April	0,024	0,46	-0,15	0,26	-0,23	0,17
Nied. tage Juli	-0,022	0,46	-0,20	0,20	-0,55	0,006
" Mai/Juni	0,555	0,006	0,19	0,21	-0,66	0,0008
" August	0,374	0,05	0,15	0,27	0,01	0,48
" Juli/August	0,229	0,17	-0,06	0,41	-0,48	0,02
Sommertage August	-0,478	0,02	0,54	0,007	0,30	0,10
Schneedecke Jan./Apr.	0,124	0,30	0,09	0,40	0,04	0,44

r = Korrelationskoeffizient I = Irrtumswahrscheinlichkeit bei einseitiger Fragestellung

Am Beispiel des Kreises Bentheim stellte sich bei der direkten Pearson-Korrelation der trendbereinigten Erträge an Winterweizen mit Witterungsparametern (vgl. Tab. 1) heraus, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von über 95% die Temperaturparameter und die Anzahl der Sommertage der Vegetationsperiode ab Mai/Juni in einer negativen Beziehung mit der Ertragshöhe stehen (Abb. 9).

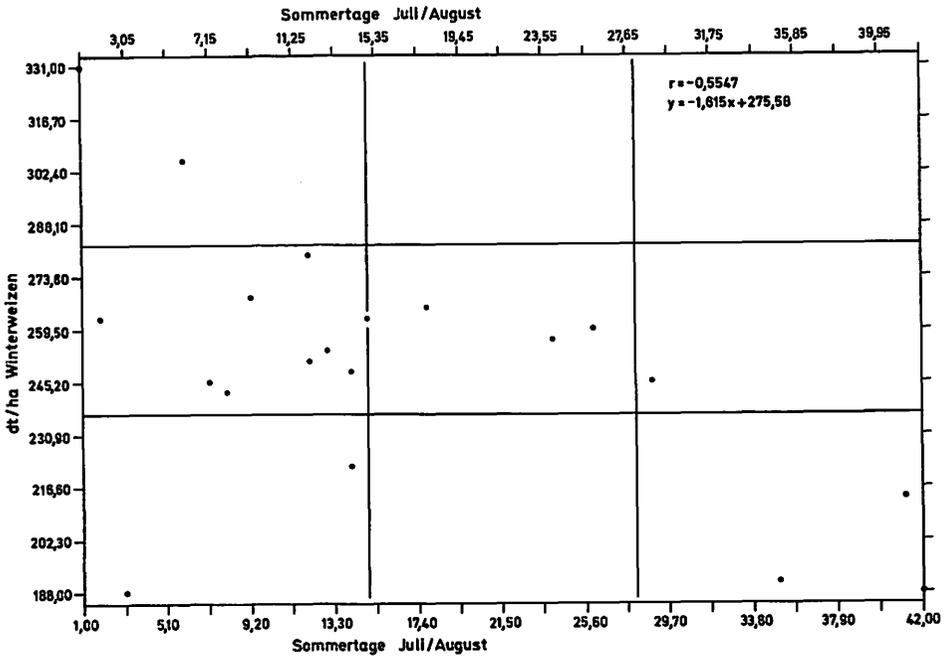


Abb. 9: Regressionsdiagramm der Beziehung: Winterweizenenertrag im Kreis Bentheim/ Anzahl der Sommertage in den Monaten Juli/August

Dies bestätigt die Angaben GEISLERS (1980), daß niedrige Sommerwärme für Wintergetreide ertragsfördernd ist, weil so die Reifung verzögert und damit die Vegetationsperiode verlängert wird. Die größere Länge der Vegetationsperiode steigere die Erträge mehr als es eine hohe Wärme während der Reifephase vermöge.

Diese Feststellungen treffen nun offenbar nicht für die beiden süddeutschen Kreise Neumarkt/Obpf. und Dachau zu. Für sie gelten bei den einfachen Korrelationen nahezu ausschließlich positive Beziehungen zwischen Winterweizenenertrag und Sommerwärme bzw. Sommerfeuchte (vgl. Tab. 1 und Abb. 10). In diesen im Vergleich zu Bentheim winterkalten süddeutschen Regionen bedarf ein hoher Ertrag an Winterweizen offenbar einer hohen Sommerwärme, weil wegen der weitgehenden Winterruhe, die zudem lange andauert, die Entwicklung der Pflanzen in einer kürzeren Zeit vonstatten gehen muß als im maritimen Klimage-

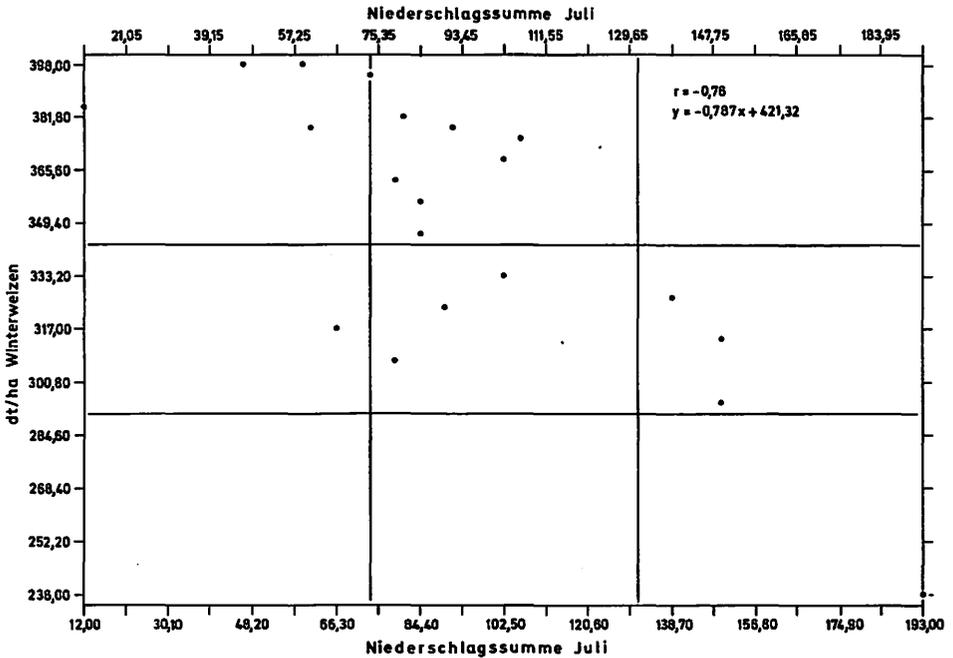


Abb. 10: Regressionsdiagramm der Beziehungen: Winterweizenertrag des Kreises Dachau/ Niederschlagssumme des Monats Juli

biet von Bentheim. Die eigentlich produktive Phase ist in Süddeutschland wozmöglich so verkürzt, daß nur eine intensive Entwicklung im Sommer hohe Erträge garantiert.

Für die hygrische Komponente der Witterung kann nach den einfachen Korrelationsanalysen (Tab. 1) mit einer ausreichenden Wahrscheinlichkeit festgehalten werden, daß im Kreis Bentheim eine hohe Anzahl von Niederschlagstagen in der Vegetationszeit nach dem Monat April sich ertragsfördernd auswirkt. Für den Kreis Neumarkt ist dies mit hinreichender Wahrscheinlichkeit nicht festzustellen, wengleich ähnliche Tendenzen bestehen. Der Kreis Dachau zeitigt gegenteilige signifikante Korrelationen. Dort wirken eine geringe Anzahl von Niederschlagstagen und eine geringe Niederschlagssumme im Sommerhalbjahr ertragsfördernd auf den Winterweizen ein.

In dem relativ maritimen Bentheim ist also eine kühlfeuchte Witterung des Sommerhalbjahres, unter Ausnahme des Juli, ertragsfördernd, im kontinentalen Kreis Dachau ist es ein relativ trockener und warmer Sommer.

Diese unterschiedliche Wirkung der Sommerwitterung kann einmal an der Bodenbeschaffenheit liegen, zum anderen an dem Ausgangsniveau des Niederschlagsaufkommens.

In einem zweiten Schritt der Analyse der Zusammenhänge zwischen den trendbereinigten Erträgen der drei repräsentativen Kreise und Witterungsparametern wurde das Verfahren der schrittweisen multiplen Regression und Korrelation eingesetzt (vgl. Tab. 2-4), um die Abhängigkeiten zwischen Witterung und Ertrag in Zusammenhänge zu bringen. Bei der einfachen Korrelationsanalyse bleibt nämlich verborgen, welche weiteren Parameter sich in welcher Weise in Zusammenhang mit dem analysierten Witterungsparameter auf die Ertragshöhen auswirken.

Die entsprechenden multiplen Regressionen und Korrelationen wurden zeitintegriert für die hygrischen Witterungsparameter des Winterhalbjahres, diejenigen des Sommerhalbjahres und die thermischen Witterungsparameter des Sommerhalbjahres getrennt durchgeführt, um jeweils eine ausreichende Zahl von Freiheitsgraden bei jeweils 20 Fällen zu wahren.

Die Tabellen 2-4 weisen die Prozentanteile der schrittweisen Varianzerklärung und die multiplen Regressionsgleichungen auf, die mit einigen Vorbehalten Prognosezwecken dienen könnten. Ein Vergleich der drei Tabellen zeigt, daß die hygrischen Parameter des Winterhalbjahres für die Erträge an Winterweizen im Kreis Dachau wesentlich wichtiger sind als in den Kreisen Bentheim und Neumarkt/Oberpfalz. Im letztgenannten Kreis können die Beziehungen als nahezu bedeutungslos angesehen werden. Ebenso ist dort auch die Wirkung der hygrischen Witterung des Sommerhalbjahres auf den Ernteertrag an Winterweizen einzuschätzen, während diese in den Kreisen Bentheim und Dachau die wesentlichste Varianzerklärung beisteuert. Entscheidend ist in allen drei ausgewählten Kreiseinheiten die Varianzerklärung, die die thermische Witterung des Sommerhalbjahres für die Ertragshöhe an Winterweizen anbietet.

Die Rangfolgen der Wertigkeit der einzelnen Witterungsparameter im Rahmen der multiplen Regressionsanalysen sind ebenfalls den Tab. 2-4 zu entnehmen (Schritte der multiplen Verfahren). So kann zum Beispiel die Niederschlagssumme der Monate April/Mai im Rahmen der hygrischen Witterung des Winterhalbjahres den größten Teil der Varianz der Winterweizenenerträge im Kreis Dachau erklären; im Bereich des Kreises Bentheim ist es die Phase von Januar bis April. Dieser Unterschied beruht wahrscheinlich darauf, daß der Winter im Kreis Bentheim keine so absolute Ruhephase in der Entwicklung der Wintergetreide ist, wie es für den Kreis Dachau eher angenommen werden könnte, für den die Varianzerklärung der Winterweizenenerträge durch die Niederschlagssumme von Januar bis April nicht mehr zu berechnen war.

Die Wirkung der hygrischen Parameter auf die Ertragshöhe ist im Sommerhalbjahr in den beiden Kreisen Dachau und Bentheim nicht so stark differenziert wie die hygrische Wirkung des Winterhalbjahres. Im Kreis Dachau stellt sich jedoch der Juli als der in dieser Hinsicht entscheidende Monat heraus, im Kreis Bentheim ist das Frühjahr offenbar die entscheidendere hygrische Phase des Sommerhalbjahres für die Erträge an Winterweizen.

An thermischen Witterungsparametern des Sommerhalbjahres erscheinen in

Tabelle 2: Tabelle der multiplen Bestimmtheitsmaße der schrittweisen multiplen Regression des trendbereinigten Winterweizenenertrages mit ausgewählten Klimaparametern (Kreis Bentheim)

Schritt	Regr. Niederschlag Winterhalbjahr	%	Regr.therm. Var. Sommerhalbjahr	%	Regr. Niederschlag Sommerhalbjahr	%
1	Nied. Jan/April	12,6	Sommertage Jul/Aug	30,8	Nied.tage Mai/Juni	30,8
2	" Okt. Vorj.	14,4	Temp. Mai/Juni	41,4	Nied. Mai/Juni	44,1
3	Nied.tage Okt. Vj.	17,9	" Juli/August	44,2	" Juli	45,5
4	Nied. März	18,4	" Juli	45,0	Nied.tage Juli	48,4
5	Schneedecke Jan/Apr.	19,2	Sommertage August	45,5	" Juli/August	51,4
6	Niederschlag Apr/Mai	19,5	Temp. August	45,6	" August	52,1

multiple Regressionsgleichungen:

$$\begin{aligned}
 y &= 0,154x_1 + 0,498x_2 - 2,246x_3 - 2,025x_4 + 0,288x_5 - 0,095x_6 + 286,60 \\
 y &= 3,810x_1 - 1,155x_2 + 1,519x_3 + 0,670x_4 + 1,517x_5 - 0,488x_6 + 178,96 \\
 y &= + 7,16x_1 - 0,448x_2 - 0,446x_3 + 0,446x_3 + 6,141x_4 - 3,231x_5 + 1,800x_6 + 186,21
 \end{aligned}$$

Tabelle 3: Tabelle der multiplen Bestimmtheitsmaße der schrittweisen multiplen Regression des trendbereinigten Winterweizenenertrages mit ausgewählten Klimaparametern (Kreis Neumarkt/Obpf.)

Schritt	Regr. Niederschlag Winterhalbjahr	%	Regr.therm. Var. Sommerhalbjahr	%	Regr. Niederschlag Sommerhalbjahr	%
1	Nied. April/Mai	1,6	Sommertage August	29,2	Nied. Mai/Juni	5,4
2	Nied. Jan/April	4,0	Temp. Mai/Juni	33,8	Nied.tage Juli	8,9
3	Nied. Okt. Vorjahr	5,4	Sommertage Jul/Aug	34,9	Nied.tage Jul/Aug	10,4
4	Nied.tage Okt. Vj.	8,6	Temp. Juli	40,0	Nied. Juli	10,6
5	Nied. März	11,2	Temp. August	40,1	---	---
6	Schneedecke Jan/Apr.	11,3	---	---	---	---

multiple Regressionsgleichungen:

$$\begin{aligned}
 y &= 0,152x_1 - 1,387x_2 + 0,632x_3 - 0,412x_4 + 0,428x_5 + 0,106x_6 + 302,96 \\
 y &= 7,390x_1 - 0,859x_2 - 3,393x_3 + 1,560x_4 + 0,2276x_5 + 137,27 \\
 y &= 0,1649x_1 - 4,286x_2 + 0,109x_3 + 292,63
 \end{aligned}$$

Tabelle 4: Tabelle der multiplen Bestimmtheitsmaße der schrittweisen multiplen Regression des trendbereinigten Winterweizenenertrages mit ausgewählten Klimaparametern (Kreis Dachau)

Schritt	Regr. Niederschlag Winterhalbjahr	%	Regr.therm. Var. Sommerhalbjahr	%	Regr. Niederschlag Sommerhalbjahr	%
1	Nied. April/Mai	40,8	Temp. Juli/August	36,7	Nied. Juli	58,08
2	Nied.tage Okt. Vj.	47,1	Temp. August	39,2	Nied.tage Mai/Juni	71,3
3	Nied. März	51,2	Temp. Juli	48,6	Nied.tage Juli/Aug	71,7
4	Nied. Mai/Juni	54,3	Sommertage Aug.	49,4	Nied. Mai/Juni	71,74
5	Schneed. Jan/Apr.	54,4	Sommertage Jul/Aug	49,6	---	---
6	---	---	---	---	---	---

multiple Regressionsgleichungen:

$$\begin{aligned}
 y &= 0,718x_1 - 2,711x_2 + 0,563x_3 - 0,219x_4 + 0,589x_5 + 498,35 \\
 y &= 46,34x_1 + 26,00x_2 + 23,99x_3 - 2,130x_4 + 0,435x_5 - 218,09 \\
 y &= 0,661x_1 - 4,562x_2 + 0,858x_3 - 0,0203x_4 + 504,16
 \end{aligned}$$

ihrer Wirkung auf die Ertragshöhe an Winterweizen in den Kreisen Bentheim und Neumarkt die Zahl der Sommertage wesentlich, in dem oberbayerischen Kreis Dachau ist es die Mitteltemperatur.

Die multiplen Regressionsgleichungen zeigen für alle Kreise Vorzeichen der unabhängigen Variablen, die nicht in jedem Falle mit den Vorzeichen der einfachen Korrelationsanalyse übereinstimmen. Die multiple Regression stellt jede unabhängige Variable in einen Kontext mit den übrigen unabhängigen Variablen der Regression. Die Vorzeichen müssen also stets im Gesamtzusammenhang der Gleichung gesehen werden.

Bei einer komplexen Betrachtung der thermischen Witterung des Sommerhalbjahres auf die Winterweizenerträge des Kreises Bentheim erweisen sich die Zahl der Sommertage von Juli/August, die Mitteltemperatur in den Monaten Mai/Juni sowie im August, die zusammen 41,2% der Varianz der Erträge an Winterweizen erklären können, als negativ korrelierend, wie es die einfachen Regressionsanalysen vermuten ließen. Die übrigen Witterungsparameter dieser Gleichung korrelieren positiv mit den Winterweizenerträgen, erklären jedoch nur 4,4% der Varianz.

Zur Erklärung der Winterweizen-Ertragsstruktur des Kreises Dachau erweist die thermische Witterung des Sommerhalbjahres im Rahmen der multiplen Regressionsanalysen ein wesentlich heterogeneres Bild als bei den einfachen Korrelationen (Tab. 1).

Im Gesamtkontext der thermischen Witterung des Sommers in ihrer Beziehung zu den Erträgen an Winterweizen besteht eine negative Beziehung zwischen der Temperatur des Monatspaares Juli/August und den Erträgen an Winterweizen im Kreis Dachau (Tab. 4). Bei den einfachen Korrelationen zeitigte dieses Beziehungsgeflecht eine positive Richtung. Demnach besteht auch für den Kreis Dachau eine hohe Wahrscheinlichkeit der Ertragssteigerung bei niedrigeren Temperaturen in den Monaten Juli/August in Zusammenhang mit dem entsprechenden Witterungsparameter des Monats August — der allerdings positiv korreliert und damit die Aussagen der einfachen Korrelationen stützt — sowie der Temperatur des Juli und der Anzahl der Sommertage in Juli/August.

Damit werden die bezüglich der einfachen Korrelationen für den Kreis Dachau gemachten Aussagen der Beziehungen zwischen Sommerwärme und Ertrag relativiert.

Für den Bereich des Kreises Neumarkt bestätigt dagegen die multiple Regressionsanalyse der thermischen Witterung des Sommerhalbjahres mit den trendbereinigten Erträgen an Winterweizen die überwiegend positive Beziehung zwischen Ertrag und Sommerwärme, wenn man den erklärten Varianzanteil als Maß nimmt. Diese Beziehung hatte sich auch bei den einfachen Pearson-Korrelationen abgezeichnet.

Die Wirkung der hygrischen Parameter des Sommerhalbjahres zeigt sich bei den multiplen Regressionsanalysen ebenfalls ähnlich den Wirkungen, die die einfachen Regressionsanalysen vorgezeichnet hatten.

Die multiplen Regressionsanalysen eignen sich nur bedingt zu Prognosezwecken. Es sind lineare Gleichungssysteme, die der Natur der Beziehung zwischen Witterung und Ertrag nur zum Teil entsprechen. Sie vermögen nur den linearen Teil der Interdependenzen zu erklären.

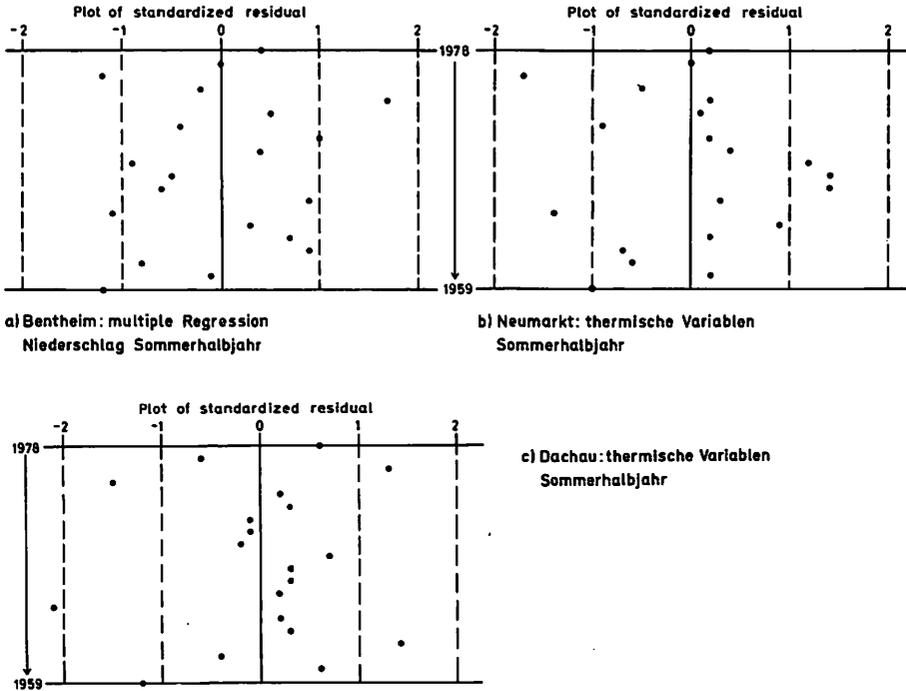


Abb. 11: Residuen der multiplen Regressionen des Winterweizenertes mit ausgewählten Klimaparametern; Residuen von 1959 (unten) bis 1978 (oben)

In der Abb. 11 sind für drei Gleichungssysteme der Tab. 2-4 die Residuen pro Jahr dargestellt. Es handelt sich um die Differenzen zwischen den nach dem Modell erwarteten Erträgen und den tatsächlichen Erträgen in den Jahren 1959 bis 1978. Die Residuendarstellungen verdeutlichen eine Prognoseeignung der betreffenden Gleichungen.

In dem Raum des Kreises Bentheim deckt sich der nach dem Regressionsmodell "Niederschlag Sommerhalbjahr" erwartete Ertrag an Winterweizen nur im Jahre 1977 exakt mit dem tatsächlichen Ertrag. Für das Jahr 1960 ist die Übereinstimmung noch als sehr groß zu bezeichnen, ebenso für das Jahr 1975. Recht gute Ergebnisse liefert offenbar das Regressionsmodell "thermische Variablen Sommerhalbjahr" zur Ertragsprognose der Winterweizenerte des Kreises Dachau. Dort zeigen die Jahre 1963/64; 1966-68 und 1970-74 nur sehr geringe Residuen

der nach dem Regressionsmodell erwarteten Erträge gegenüber den wirklichen Erträgen dieser Jahre.

Ähnliches gilt für das entsprechende Gleichungssystem des Kreises Neumarkt/Oberpfalz. Dort trifft das Regressionsmodell die wirklichen Erträge gut in den Jahren 1960, 1963, 1966, 1970, 1971, 1973 und 1974.

Für diese Jahre gilt im besonderen die aufgezeigte Abhängigkeit der Winterweizenernte von den Witterungsparametern, die in der Gleichung enthalten sind. In den übrigen Jahren ist eine Vielzahl von Einflüssen wirksam gewesen, die nicht von der Varianzerklärung des Modells erfaßt worden sind.

Schlußbemerkung

Die Abhandlung zeigt am Beispiel des Winterweizens auf, daß die Beziehungen zwischen Witterung und Ertrag sehr komplexer Natur sind. Sie sind räumlich und zeitlich sehr differenziert.

In der Bundesrepublik Deutschland kompensiert ein heute weitgehend "industrialisierter" Anbau wohl zu einem großen Teil die Wirkung der Witterung auf die Erträge. Dies jedenfalls machen die Ertragstrends deutlich. Dazu bedarf es jedoch eines hohen Energieeinsatzes. Die Relationen von Energieinput und Energieoutput sind wesentlich ungünstiger als in weniger entwickelten Ländern. Die relative Unabhängigkeit der Erträge von der Witterung ist daher nur solange gegeben, wie genügend Kapital für einen hohen Energieaufwand zur Verfügung steht. Andererseits ist ein so hoher Aufwand notwendig, um im dichtbesiedelten Westeuropa auf relativ kleinen Flächen Erträge zu erzielen, die die Ernährung der Bevölkerung sicherstellen.

Summary

Yields of winter wheat and other agricultural products are still depending on climatic conditions during their vegetation period. Technological advances have lowered the variability of winter wheat yields, but they cannot totally abolish climate related variances in plant production, even not in a region of little climatic variability like the Federal Republic of Germany. This study shows climate related variances of yields of winter wheat between 1959 and 1978 in all administrative districts (Kreise) of the Federal Republic of Germany. Principal component analysis has been applied to the winter wheat yields over 20 years (variables) and 234 districts (cases). These components have been partially correlated with principal components of more than 30 PCA's of climatic parameters over 20 years (variables) and 55 climatic stations (cases). Despite of these analyses stepwise multiple regression has been used to clarify in detail some relationships between climate and yields for a few districts.

The climate of the summer months proved to be more important to the yields of winter wheat than that of the winter. Lower temperatures favour generally yields by extending the vegetation period. Only the harvest period should be climatically dry and warm in order to make the use of combine harvesters more profitable.

Literatur

- FRANKENBERG, P. (1982): *Vegetation und Raum*, UTB 1177, Paderborn, München, Wien, Zürich
- GEISLER, G. (1980): *Pflanzenbau*, Berlin, Hamburg
- GEISLER, G. (1981): *Ertragsbildung von Kulturpflanzen*, Darmstadt
- KATZ, R.W. (1977): *Assessing the impact of climatic change on food production*, *Climatic Change*, 1, S 85-96
- PARRY, M.L. (1975): *Secular climatic change and marginal agriculture*, *Transactions and Papers*, 64-66, S 1-13
- WALTON, K. (1952/53): *Climate and famines in North East Scotland*, *Scot. Geogr. Magaz.*, 68/69, S 14-21

FÜHRT DIE QUARTÄRFORSCHUNG ZU NICHT-AKTUALISTISCHEN MODELLVORSTELLUNGEN IN DER GEOMORPHOLOGIE?

mit 13 Abbildungen

KLAUS HEINE

"The present is not a master key to all past environments although it may open the door to a few. The majority of past environments differ in some respect from modern environments. We must therefore be prepared, and have the courage, to develop non-actualistic models unlike any that exist today."

(READING, H.G. 1979, zit. nach DOUGLAS 1980).

1. Einleitung

Die Erforschung der Reliefgenerationen ist eine Hauptaufgabe der Geomorphologie (BÜDEL 1977, 197). Geomorphologen bedienen sich bei der Erforschung der Reliefgenerationen des r a u m - z e i t l i c h e n Großvergleichs (BÜDEL, 1977, 197). Dieser besteht darin, daß auf dem heutigen Festland eine klimamorphologische Zone gesucht wird, die hinsichtlich ihrer Formenwelt mit der zu erklärenden fossilen Reliefgeneration vergleichbar ist und in der die Bildungsmechanismen, die die Formen bewirken, heute auftreten und erfaßbar sind (BÜDEL 1977, 197). Auch LOUIS & FISCHER (1979, 613ff.) bedienen sich in ihrer Allgemeinen Geomorphologie des raum-zeitlichen Vergleichs, indem sie die Erkenntnisse der Prozeß-Geomorphologie, die die gegenwärtige Anlage der größten Formen und der feineren Oberflächenformen darstellt, auf die Formenmannigfaltigkeit von Reliefgenerationen und die Vergesellschaftung von Anteilen verschiedener Reliefgenerationen übertragen. Die Autoren der genannten Lehrbücher sind sich bewußt, daß dem aktualistischen Prinzip in der klimagenetischen geomorphologischen Forschung Grenzen gesetzt sind (vgl. auch RATHJENS 1971, 10-12), jedoch ist das aktualistische Prinzip — kritisch angewendet — nach WILHELMY (1974, 45) die bisher erfolgreichste Methode zur Differenzierung der in Phasen unterschiedlicher Klimabedingungen entstandenen Formengruppen.

1970 weist ROHDENBURG nachdrücklich darauf hin, daß aktualistische Paläoklima-Konzeptionen durch nicht-aktualistische Paläoklima-

Konzeptionen ergänzt werden müssen; seine Überlegungen führen zu dem Modell morphodynamischer Aktivitäts- und Stabilitätszeiten. Andere Aspekte der Reliefentwicklung zeigen BRUNSDEN & THORNES (1979) und BRUNSDEN (1980) auf: Die räumlichen Unterschiede der Landschaftsensitivität ergeben einmal charakteristische stabile Formen dort, wo Änderungsimpulse weniger häufig auftreten als Zeit für Anpassung an sie vorhanden ist, und andererseits entstehen instabile Übergangsformen dort, wo Impulse mit größerer Häufigkeit eingreifen; Gebiete, die nur träge auf Änderungen reagieren, zeigen Reliefpersistenz, während sensitive Gebiete sowohl charakteristische als auch Übergangsformen enthalten (BRUNSDEN 1980, 16). Ein klimaspezifisches Relief stellt DOUGLAS (1980) in Frage, wenn er die Grundannahme der klimatischen Geomorphologie bezweifelt, daß nämlich die Klimatelemente über eine ausreichend lange Zeit hinweg so stabil sein können, daß ein klimaspezifisches Relief entsteht.

Die wenigen genannten Hinweise mögen zeigen, daß die Geomorphologen in der Vergangenheit die Oberflächenformen zu erklären versuchten, indem sie die Bildungsmechanismen durch "geologische Zeiten" verfolgten. Heute haben viele Geomorphologen diesen Weg bereits verlassen, da sie zu erkennen glaubten, daß die "Details" der Reliefentwicklung eine bessere Erklärung verlangen. Doch häufig läßt der Mangel an "facts" keine Entscheidungen zu und verbietet zugleich die Fortführung der hypothetischen Erörterungen (ROHDENBURG 1970, 94).

Im folgenden werden Beobachtungen mitgeteilt, die zu nicht-aktualistischen Modellvorstellungen führen; diese jedoch können für die Lösung scheinbarer Gegensätze von Bedeutung sein.

2. Beispiel: Gletscherschwankungen

2.1. Befunde

Beobachtungen aus den Hochgebirgen aller Erdteile belegen Gletscherschwankungen während der Kleinen Eiszeit; die meisten Gletscher hatten im 17., 18. oder 19. Jahrhundert ihre letzte maximale holozäne Ausdehnung und schmolzen seitdem schnell zurück (PORTER 1981 a; J.M. GROVE 1979). Ausgehend von diesen Beobachtungen wurde gefolgert, daß die Gletscher feinfühlig Klimaindikatoren seien und daß Gletscherschwankungen weltweit mehr oder weniger synchron auftreten müssen, sofern sie weltweite Klimafluktuationen bzw. Klimaschwankungen repräsentieren. Erst infolge der in den letzten Jahren zunehmenden Datenfülle über absolute Datierungen von Gletscherschwankungen wird deutlich, daß eine zeitliche Parallelisierung der Gletschervorstöße weltweit nicht möglich ist, weder für das noch recht gut erforschte Holozän (Abb. 1), noch für das Spätpleistozän (vgl. HEINE 1977).

Da geomorphologische Befunde (z.B. der Nachweis und die Datierung von Gletscherschwankungen mittels glazialmorphologischer Untersuchungen) häufig

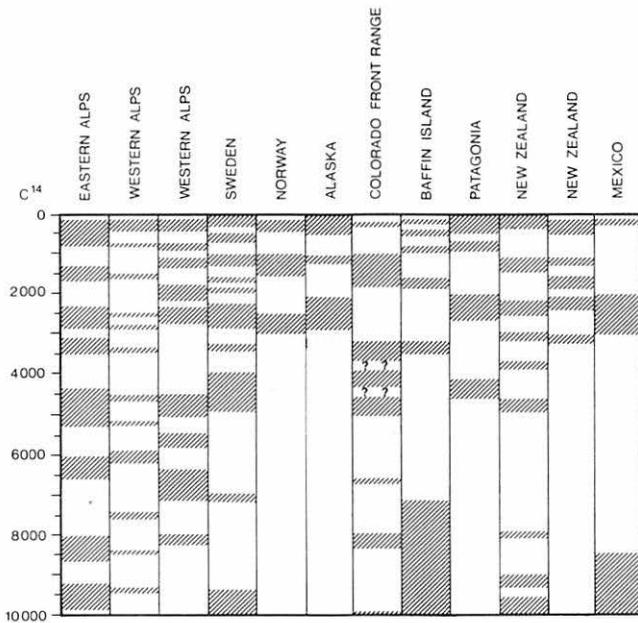


Abb. 1: Gletscherschwankungen im Holozän. Nach verschiedenen Autoren zusammengestellt von J.M. GROVE (1979, 41), geringfügig ergänzt.

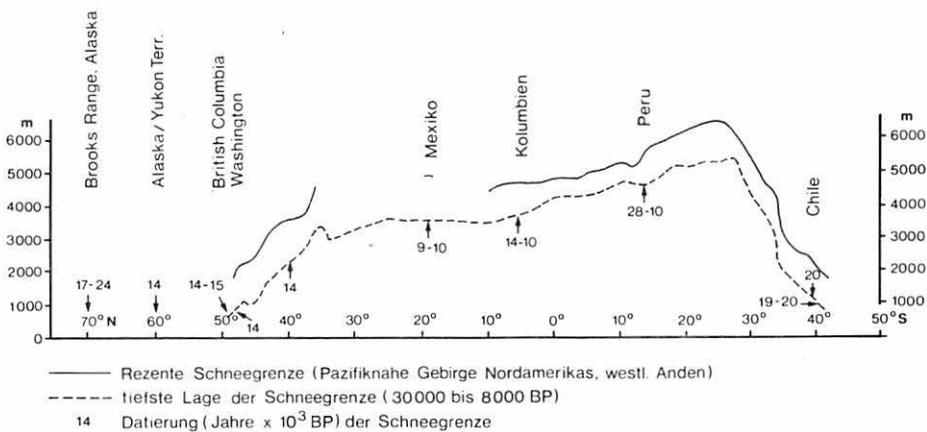


Abb. 2: Rezente und jungquartäre Schneegrenze in Nord- und Südamerika (vgl. HEINE 1977, 170).

eine wichtige Rolle bei der Rekonstruktion vergangener Klimazustände der Erde (z.B. PETERSON et al. 1979) wie auch für Klimaprognosen (z.B. FLOHN 1980) sind, soll am Beispiel der letzteiszeitlichen Gletscherschwankungen auf eine differenzierte Deutung geomorphologischer Sachverhalte hingewiesen werden. Bereits 1977 habe ich darauf aufmerksam gemacht (HEINE 1977), daß letzteiszeitliche Schneegrenzdepressionen beispielsweise für das häufig benutzte Würm/Weichsel/Wisconsin-Hochglazial (18 000 BP) fragwürdig erscheinen müssen, da sicherlich oftmals nicht zeitgleiche glazigene Bildungen miteinander korreliert und interpretiert werden (Abb. 2). Die für die Zeit zwischen ca. 30 000 BP und der Gegenwart zeitlich erfaßte Schneegrenzdepression (Abb. 2) zeigt in der Zeitskala 10^3 Jahre das sich mit zunehmender Kenntnis immer weiter differenzierende Bild der spätquartären Gletscherschwankungen hinsichtlich der Maximalstände und ist somit durchaus vergleichbar mit dem differenzierten Bild der holozänen Gletscherschwankungen (Abb. 1), die jedoch in Zeiteinheiten von 10^2 Jahren faßbar sind. Aber auch in der Zeitskala 10^1 Jahre ergeben sich keine Übereinstimmungen hinsichtlich der Gletscherschwankungen, wie die Befunde über Gletscherbewegungen während der Kleinen Eiszeit in verschiedenen Erdteilen belegen (PORTER 1981 a).

In Abb. 3 ist der Versuch unternommen worden, anhand ausgewählter Daten für die letzte Eiszeit (Isotopen-Stadien 4,3,2 und 1) die maximalen Gletschervorstöße zeitlich zu erfassen. Schwierigkeiten bereitet dabei der Umstand, daß das Isotopen-Stadium 4 gar nicht und das Isotopen-Stadium 3 nur im jüngeren Teil durch Radiokarbon-Datierungen erfaßt werden kann. Somit sind die Aussagen über das Stadium 4 sehr hypothetisch. Nur in Einzelfällen ist es möglich, unter Heranziehung anderer Methoden der absoluten Datierung (z.B. $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$) genaue Alter zu ermitteln.

Die räumliche Anordnung der maximalen Gletschervorstöße während der Würm/Weichsel/Wisconsin-Kaltzeit (Stadien 4-2) und im frühen Holozän zeigt, daß die maximale Gletscherbildung in Raum und Zeit sehr unterschiedlich ablief. In den südamerikanischen Anden, dem Kaskaden-Gebirge, den nördlichsten Rocky Mountains und dem Alaska-Gebirge rückten die Gletscher der Gebirgsvergletscherung sehr wahrscheinlich während des Isotopen-Stadiums 4 am weitesten vor. Doch auch in Hawaii, Japan, Australien und vermutlich auch auf Neuguinea und in Neuseeland gab es die maximalen Vergletscherungen während des Stadiums 4 (und/oder 3). Für die asiatischen Gebirge (z.B. Kaukasus, Jenissei- und Werchojansk-Gebiet) liegen entsprechende Beobachtungen vor. Aus den polnahen Gebieten ist ebenfalls eine letzteiszeitliche Maximalvergletscherung für das Stadium 4 belegt, so für Nordost-Grönland und Baffin Island in der Arktis sowie für den Südantillenbogen und vermutlich auch für Teile der Antarktis. Die Antarktis selbst könnte jedoch ihre Maximalvergletscherung am Ende des Isotopen-Stadiums 5c (vor ca. 95 000 BP) gehabt haben (HOLLIN 1980).

Für das Isotopen-Stadium 3 können um 35 000 BP Gletschervorstöße in

Nordamerika am Südrand des laurentischen Eises angenommen werden (Cherry-Tree-Stadial). In der Werchojansk-Region rückten die Gletscher zwischen 35 000 und 30 000 BP nicht ganz so weit vor wie im Frühwürm (prä-Karginsk, post-Kazancevo), jedoch wurde dieser Vorstoß der Gletscher von den Stadium 2-Vorstößen nicht mehr an Ausdehnung erreicht. Auch für Skandinavien zeichnen sich schwächere Eisvorstöße während des Stadiums 3 ab. Für Mexiko konnte ein besonders markanter, jedoch kurzer Gletschervorstoß auf 36 000 - 34 000 BP datiert werden; ob im Stadium 4 für die mexikanischen Vulkane ebenfalls Gletschervorstöße zu belegen sind, konnte bisher nicht geklärt werden.

Im Isotopen-Stadium 2 war die letzteiszeitliche Maximalvergletscherung auf die Südränder der großen Inlandeisschilde in Nordamerika und Europa beschränkt. Ob in den verschiedenen Gebirgsregionen Nordamerikas (z.B. Brooks Range, Colorado Front Range) vor der Vergletscherung zwischen ca. 24 000 und 14 000 BP bereits eine frühere wisconsinzeitliche Vergletscherung bestand, ist nicht bekannt. Spitzbergen hatte vermutlich um 20 000 - 18 000 BP die maximale Eisausdehnung. Über die Verhältnisse in den Tropen und Subtropen gibt es nur lückenhafte Angaben; einige mir wichtig erscheinende Befunde sind in Abb. 3 aufgenommen.

Interessant ist die Beobachtung, daß während des Stadiums 2 um ca. 14 000 BP in den pazifiknahen Gebirgen Nordamerikas (Washington, Alaska/Yukon) die Gletscher weiter vorstießen als in der Zeit zwischen 24 000 und 14 000 BP. Auch am Nordwestrand des laurentischen Eises reichten die Gletscher erst um 13 000 - 12 000 BP am weitesten während des Stadiums 2 vor.

Im Holozän (Isotopen-Stadium 1) beginnen die Gletscher am Nordostrand des laurentischen Eises vorzustößen und erreichen um 10 000 - 8 000 BP eine Ausdehnung, die nur von der frühwisconsinzeitlichen Vergletscherung übertroffen wird. Für Nordost-Grönland trifft dies ebenfalls zu. Von besonderem Wert sind die Untersuchungen über die Vergletscherungsphasen in der Cordillera Neovolcánica Mexikos, da durch absolute Datierungen und tephrochronologische Untersuchungen eine zuverlässige Chronostratigraphie vorliegt; auch dort stoßen die Gebirgsgletscher zwischen 10 000 und 8 500 BP besonders weit vor und repräsentieren eine frühholozäne Vergletscherung, die mit den Gletschervorstößen der kanadischen Arktis und Nordost-Grönlands zeitlich übereinstimmt.

Größere Gletschervorstöße zwischen 8 000 BP und der Gegenwart sind nicht bekannt; vermutlich sind die Gletscherschwankungen der Kleinen Eiszeit die bedeutendsten in dieser Zeitspanne.

Aus Abb. 3 und den kurzen Ausführungen wird ersichtlich, daß infolge unserer detaillierteren Kenntnisse über die chronostratigraphischen Verhältnisse der letzten Eiszeit ein synchrones Verhalten der Gletscher nicht mehr länger angenommen werden darf (vgl. HEINE 1977, 1980; DREIMANIS 1980). Die letzteiszeitlichen maximalen Gletschervorstöße können sehr unterschiedliche Alter haben. Entsprechend den großen Schwankungen der Inlandeise können drei Phasen mit Eisvorstößen, die jedoch zeitlich hinsichtlich der Eisbewegungen nicht genau zu-

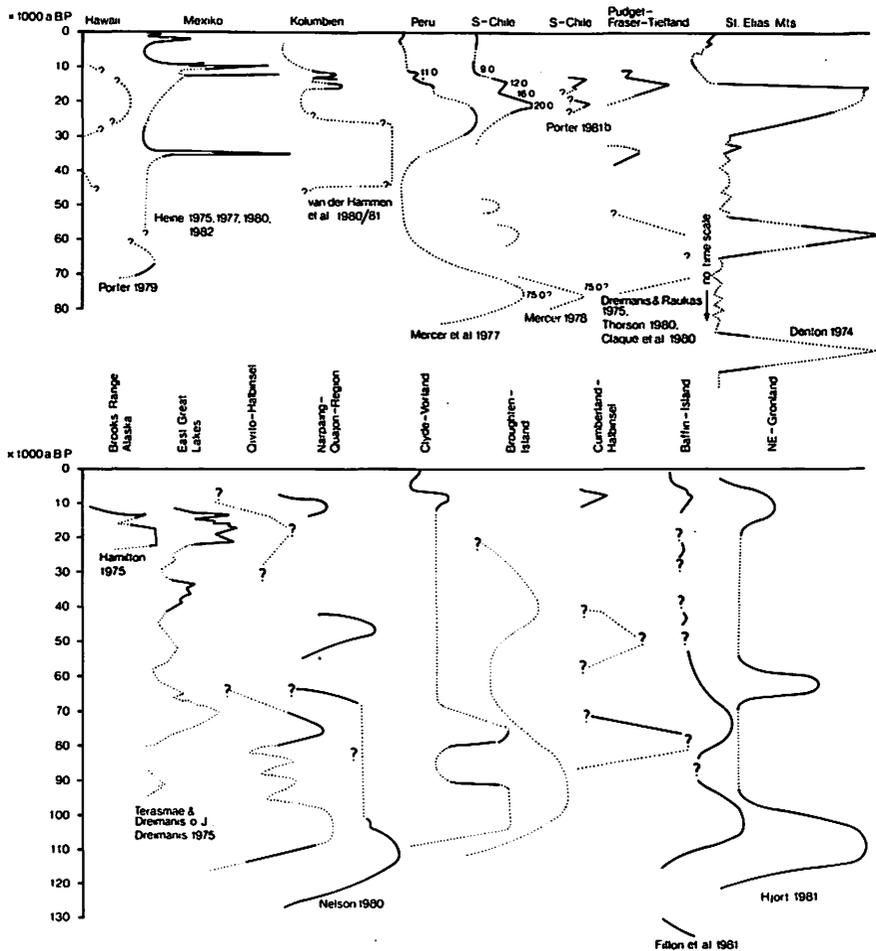
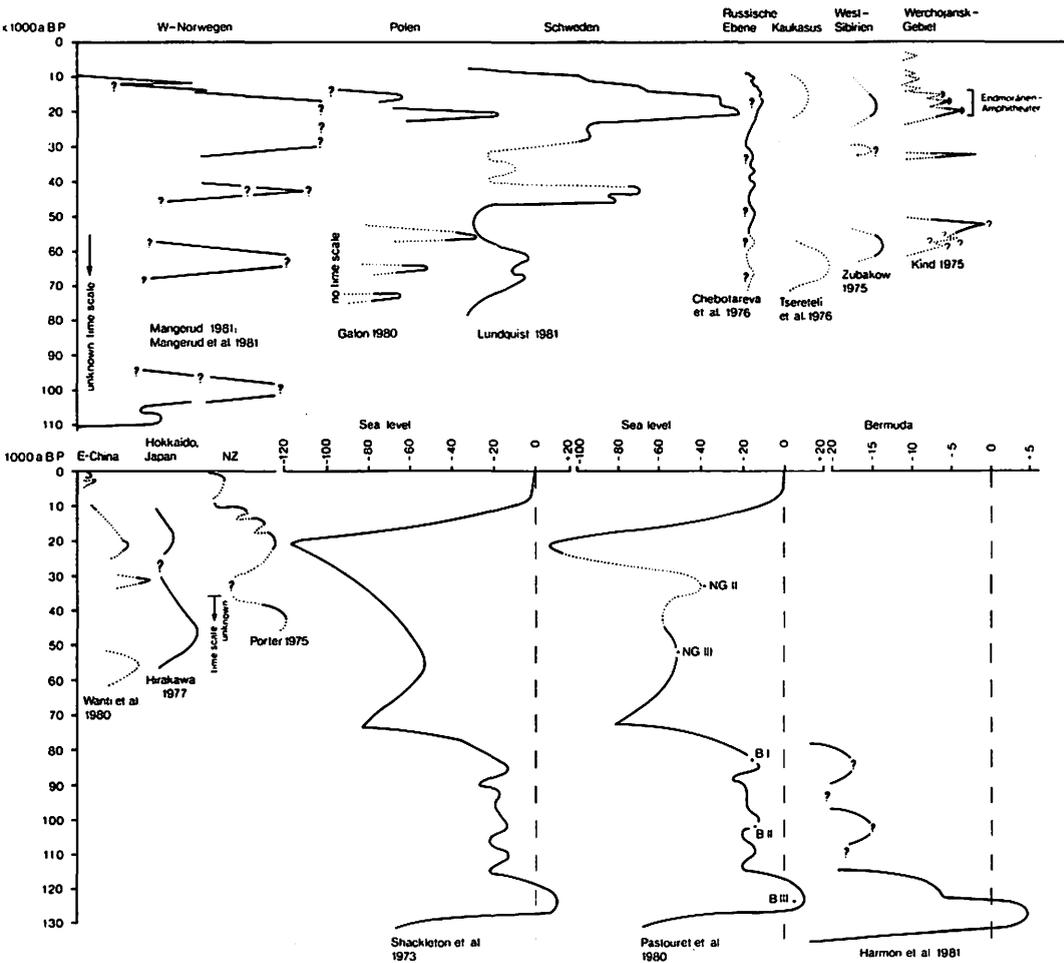


Abb. 3: Zeit-Raum-Diagramme der letzteiszeitlichen Gletscherschwankungen (ausgewählte Gebiete nach verschiedenen Autoren). Meeresspiegelschwankungen zum Vergleich.



sammenfallen, ausgegliedert werden: (1) zwischen > 45 000 und ca. 80 000 BP, (2) zwischen ca. 30 000 und ca. 50 000 BP und (3) zwischen ca. 8 000 und ca. 25 000 BP. Das teilweise diachronische Verhalten der Gletscherbewegungen ist weniger von weltweiten großen Klimafluktuationen abhängig, als vielmehr von der Kombination einer Vielzahl lokaler und/oder regionaler Faktoren. Allein aufgrund der letzteiszeitlichen raumzeitlichen Gletscherbewegungen kann folgendes Modell der Vergletscherungsgeschichte entworfen werden, das natürlich in vieler Hinsicht einen stark hypothetischen Charakter haben muß.

Nach dem Eem-Interglazial, das eventuell für die Antarktis die letzte Maximalvergletscherung brachte (HOLLIN 1980), gibt es zuerst Anzeichen größerer Gletscherbildungen in den polnahen Regionen. In Nordost-Grönland (HJORT 1981) und auf Baffin Island (FILLON et al. 1981; NELSON 1980) scheint die post-Eem-Maximalvergletscherung zwischen 120 000 und 80 000 BP erfolgt zu sein. Die Eisbildungen hatten volumenmäßig noch nicht allzu große Dimensionen, denn die Rekonstruktion der Meeresspiegelschwankungen für die letzten 125 000 Jahre (SHACKLETON et al. 1973; PASTOURET et al. 1980; HARMON et al. 1981) läßt nur relativ geringe Absenkungen in dieser Zeit (120 000 bis 80 000 BP) erkennen. Es darf daher angenommen werden, daß die erste letzteiszeitliche Gletscherbildung im Umkreise des Nordatlantiks auftrat (Abb. 4) (vgl. WILLIAMS 1978).

Obleich die Datierung der Gletscherschwankungen für die Zeit zwischen ca. 80 000 und 50 000 BP oft recht problematisch ist, so darf jedoch bereits gefolgert werden, daß während dieser Zeitspanne weltweit große Gletschervorstöße stattfanden, die oft die maximale letzteiszeitliche Ausdehnung der Gletscher verkörpern. Vermutlich hatten die Gletscherbildungen ihr größtes Ausmaß um 75 000 BP, wofür die starke Absenkung des Meeresspiegels um 75 000 BP spricht. Inwieweit Gebirgsgletscher (z.B. Hawaii, Anden, Rocky Mountains, Kaukasus, West- und Ostsibirien, Neuseeland) und Inlandeise (Nordamerika, Skandinavien, Island) diachronisches Verhalten zeigten, läßt sich wegen der ungenauen Datierungen nicht sagen. Wichtig ist, daß die Inlandeise Nordamerikas und Skandinaviens noch nicht ihr letzteiszeitliches Eismaximum an den Südrändern erreichten, was auch aus der Meeresspiegelabsenkung hervorgeht.

Auch für die Zeit zwischen ca. 50 000 und 30 000 BP sind die Datierungen der Gletscherschwankungen in der Regel sehr ungenau. Am Südrand eines relativ kleinen laurentischen Eiskörpers gab es Gletscherschwankungen (TERASMAE et al., o.J.; DREIMAINS 1975), ebenso im Pudget-Fraser-Lowland am Rande des Kaskaden-Gebirges (DREIMANIS et al. 1975; THORSON 1980; CLAGUE et al. 1980) sowie in den St. Elias Mountains in Südost-Alaska (DENTON 1974). Für Skandinavien liegen Beobachtungen über Gletschervorstöße aus West-Norwegen (MANGERUD 1981; MANGERUD et al. 1981) und Nord- und Südschweden (LUNDQUIST 1981) vor. In Ost-Sibirien (KIND 1975) und vermutlich auch in West-Sibirien (ZUBAKOV 1975) sind ebenfalls markante Gletschervorstöße nachgewiesen worden. Ein bedeutender Gletschervorstoß wird in China auf ca. 30 000 BP datiert (WANTI et al. 1980). Auch in Mexiko erfolgte ein Gletschervorstoß um 36 000 - 34 000 BP,

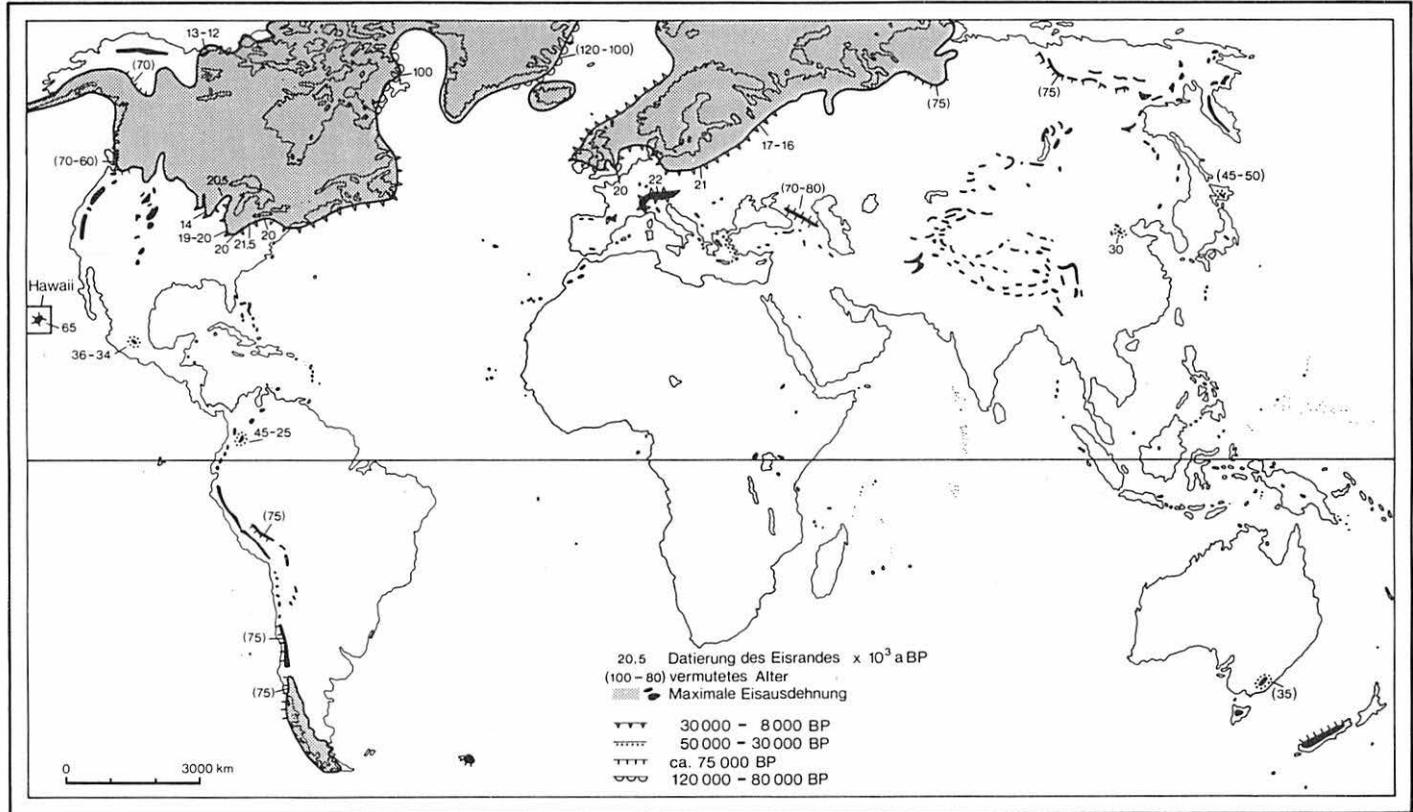


Abb. 4: Das Alter der maximalen Eisausdehnung in der Zeit 125 000 B.P. bis heute.

der der älteste bisher datierte Vorstoß ist und der zudem die größte Ausdehnung hatte (HEINE 1975, 1977). Ebenso wird für die nördlichen Anden Südamerikas zwischen 45 000 und 25 000 BP ein bedeutender Gletschervorstoß belegt (VAN DER HAMMEN et al. 1980/81). — Werden die Befunde über die Gletscherschwankungen zwischen 50 000 und 30 000 BP vergleichend betrachtet (Abb. 3 und Abb. 4), so zeichnet sich ein sehr uneinheitliches Bild ab. An verschiedenen Stellen der Erde gab es — oft nur recht kurze, jedoch markante — Gletschervorstöße, vor allem in den Gebirgen. Die Inlandeise waren stark reduziert, hatten jedoch zwischen 45 000 und 35 000 BP verschiedene positive Schwankungen. Werden die Befunde mit der Kurve der Meeresspiegelschwankungen verglichen (PASTOURET et al. 1980), so ist auf ein Anwachsen des Gletschereises ab ca. 50 000 BP zu schließen, wobei eventuell zuerst zirkumpazifisch Gletschermaxima auftraten (Süd-Chile, China, Japan) und erst wesentlich später die Inlandeise zu neuen kleineren Maxima gelangten (um 40 000 - 35 000 BP). Der Verlauf der Meeresspiegelkurve zeigt zwischen 38 000 und 30 000 BP einen Anstieg, was auf eine weitere Reduzierung der Gletscher deutet.

In die Zeitspanne zwischen 30 000 und 8 000 BP fällt das sog. "letztglaziale Maximum", das auf 18 000 BP datiert wird (MCINTYRE et al. 1976; PETERSON et al. 1979). Über Probleme des diachronischen Verhaltens der Gletscherschwankungen für diesen Zeitabschnitt habe ich früher berichtet (HEINE 1977). Das von mir entworfene Bild (HEINE 1977) kann nun wesentlich stärker differenziert werden. Den Abbildungen 3 und 4 sind viele Details zu entnehmen. Daher sollen hier lediglich einige zusammenschauende Ergebnisse vorgestellt werden. Vor ca. 25 000 BP waren die letzteiszeitlichen Gletscher weitgehend abgeschmolzen. Vermutlich existieren nur noch in Kanada Reste des laurentischen Eises. Ob in den Gebirgen Skandinaviens Inlandeisreste um 30 000 - 25 000 BP lagen, kann zur Zeit nicht beurteilt werden, doch deuten viele Befunde aus den nordischen Ländern darauf, daß die tiefer gelegenen Gebiete eisfrei waren. Wenn dennoch der Meeresspiegel zwischen 30 000 und 25 000 BP weiter absank, so kann dieser Umstand durch einen verstärkten Eisaufbau in der Antarktis (und der Arktis?) erklärt werden. Auch ist zu bemerken, daß die Meinungen über den Meeresspiegelstand zwischen ca. 35 000 und 25 000 BP sehr unterschiedlich sind (GEYH et al. 1979). Ab ca. 30 000 BP werden vermutlich wieder Gletscher verstärkt gebildet. Hinweise auf größere Gletschervorstöße kommen zuerst aus den tropischen Gebirgen (Neuguinea: LÖFFLER 1972; peruanische Anden: MERCER et al. 1977; Hawaii: PORTER 1979) und den ekotropischen Gebirgen (Alpen; Süd-Chile: MERCER 1978; PORTER 1981b; China: WANTI et al. 1980; Japan: HIRAKAWA 1977; Neuseeland: PORTER 1975; Brooks Range/Alaska: HAMILTON et al. 1975; Sibirien: ZUBAKOV 1975; KIND 1975; Kaukasus: TSERETELI et al. 1976). In den zuvor genannten Gebirgen liegen die maximalen Gletschervorstöße des Zeitraumes 30 000 - 8 000 BP in der Regel zwischen 22 000 - 20 000 BP bzw. 18 000 BP. Auch die Südränder der Inlandeise Nordamerikas und Skandinaviens haben ihre Maximalausdehnung, die zugleich auch die größte Eisausdehnung der gesamten

letzten Eiszeit (Stadium 5 bis 2) darstellt, zwischen 22 000 und 20 000 BP. Die größte Absenkung des Meeresspiegels wird ebenfalls für diese Zeit angenommen. Um 18 - 17 000 BP ist der Michigan-See-Lobus und um 16 - 15 000 BP sind die Miami-Huron- und Scioto-Erie-Loben stärker zurückgewichen (DREIMANIS 1977). Ähnliche Verhältnisse zeichnen sich auch für den Südrand des skandinavischen Eises in Polen ab (GALON 1980). Um 15 - 14 000 BP rückt das laurentische Eis im Süden wieder etwas vor; im Nordwesten jedoch erst gegen 13 - 12 000 BP (ANDREWS 1973). Abweichend vom Inlandeis verhalten sich die Gletscherschwankungen in den pazifiknahen Gebirgen Nordamerikas; dort tritt das Gletschermaximum um 14 000 BP auf (THORSON 1980; CLAGUE et al. 1980; DREIMANIS et al. 1975; DENTON 1974). In Süd-Chile gibt es erst um 13 000 BP einen erneuten kleineren Gletschervorstoß (MERCER 1978; PORTER 1981b). Sehr deutlich wird hier das diachronische Verhalten der Gletscherschwankungen (vgl. Abb. 2 und 3).

Die maximalen Gletscherstände des Isotopen-Stadiums 2 sind in bestimmten Gebieten der Erde erst um 10 000 - 8 000 BP. Das trifft für die arktischen Gebiete des laurentischen Eises in Nordkanada (ANDREWS 1973) zu, wie auch für Baffin Island (FILLON et al. 1981; NELSON 1980), Nordost-Grönland (HJORT 1981) und vielleicht auch für Spitzbergen (SALVIGSON et al. 1981). Ganz eindeutig war zwischen ca. 25 000 und 10 000 BP das Klima zu kalt und niederschlagsarm, um dort einen stärkeren Gletschereisaufbau zu bewirken. Gleiches gilt auch für die ariden Randtropen (Mexiko: HEINE 1975, 1977).

2.2. Folgerungen

Allein aufgrund des diachronischen Verhaltens wie auch der differenzierten maximalen Ausdehnung von Gebiet zu Gebiet können die Gletscherschwankungen der Gebirge und der Inlandeise nicht a priori für weiterreichende Interpretationen herangezogen werden (vgl. HEINE 1977). Erst wenn es gelingt, die Gletscherschwankungen hinsichtlich ihrer Ursachen für jedes einzelne Gebiet zu erklären, dürfen sich weitergehende Folgerungen daran anschließen. Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, daß es eine letzteiszeitliche Maximalvergletscherung *n i c h t* gab, sondern daß die maximalen Gletscherstände gebietsweise stark differierten in der Weise, daß die maximale Gletscherausdehnung nicht zeitlich korrelierbar ist. Auch sei vermerkt, daß maximale Gletscherstände *n i c h t* mit der größten Temperaturabsenkung einhergehen müssen und daß maximale Gletscherstände *n i c h t* mit anderen geowissenschaftlichen Befunden korreliert werden dürfen (z.B. Seespiegelstände, Meeresspiegelschwankungen, Vegetationsentwicklung, Bodenbildung, Sauerstoff-Isotopen-Kurven, Sedimentationsraten, etc.). Wiederholt wurde daher gefordert, die in gewisser Weise parochialen Würm/Weichsel/Wisconsin-Gliederungen (z.B. die nordwesteuropäische Temperaturkurve nach VAN DEN HAMMEN et al. 1967 oder die Klimakurve aus Westgrönland nach DANSGAARD et al. 1971) nicht unkritisch zu akzeptieren (HEINE 1977, 1980; MERCER 1978; BOWEN 1980).

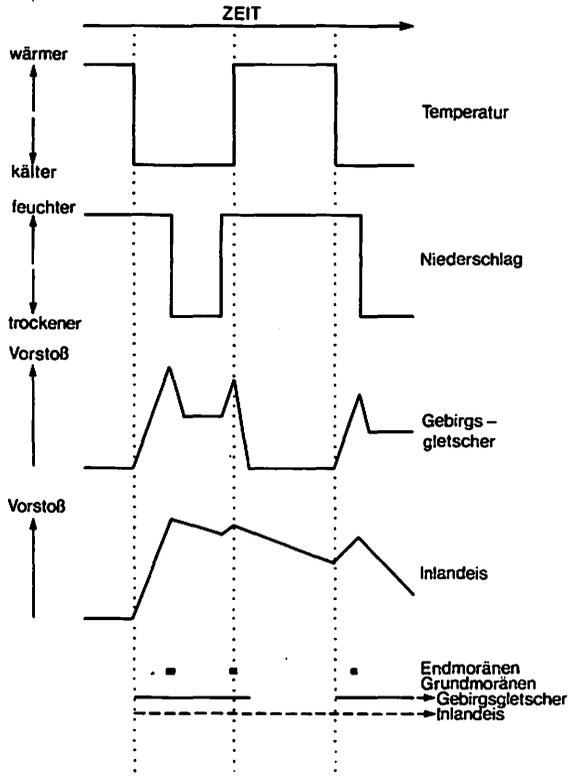


Abb. 5: Schematische Darstellung des Gletscherverhaltens bei abrupten Temperatur- und Niederschlagsänderungen (nach BRYSON & WENDLAND, 1967, stark verändert).

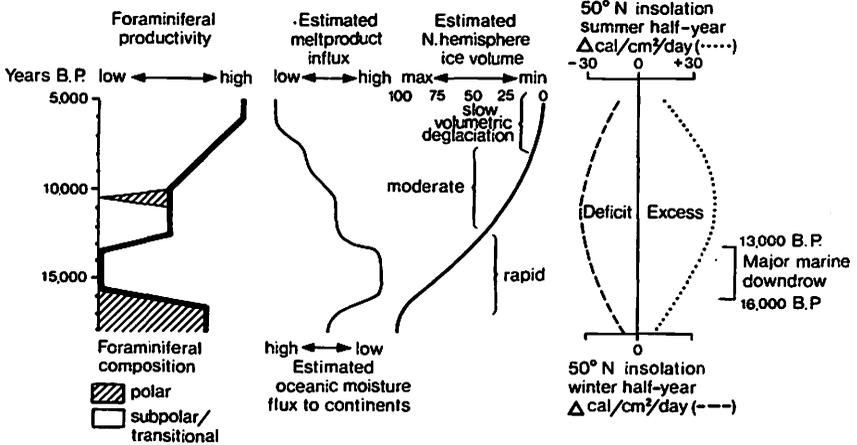


Abb. 6: Modell für die Deglaziation der nordhemisphärischen Eisschilde zwischen 18 000 und 5 000 B.P. (nach RUDDIMAN & McINTYRE, 1981, 194)

Ein einfaches Modell in Anlehnung an BRYSON & WENDLAND (1967) zeigt das Gletscherverhalten bei relativ abrupten Klimaänderungen (Abb. 5; vgl. auch: TERASMAE 1973, 204 und DOUGLAS 1980, 35). Aufgrund der Zusammenschau paläoklimatischer Indikatoren aus dem Nordatlantik geben RUDDIMAN & MCINTYRE (1981) ein Modell für die Deglaziation der nordhemisphärischen Eisschilde zwischen 18 000 und 5 000 BP (Abb. 6). Beide Modelle jedoch können nicht dazu beitragen, die vielen offenen Fragen der letzteiszeitlichen Vergletscherungen (120 000 - 8 000 BP) zu beantworten. Weder dürfen wir die Erkenntnisse über die Deglaziation zwischen 18 000 und 5 000 BP (RUDDIMAN et al. 1981) auf frühere Phasen der Deglaziation übertragen, noch die Verhältnisse aus dem Nordatlantik auf andere Gebiete der Erde ausdehnen. Die Erkenntnisse der Antarktisforschung können und sollten für die Eiszeitforschung von besonderer Bedeutung sein (vgl. STUIVER et al. 1981; DENTON et al. 1981), doch dürfen sie nicht dazu verleiten, aktualistische Modelle zu bilden. Einige Fragen sollen in diesem Zusammenhang aufgeworfen werden.

Wie ist zu erklären, daß die maximalen Gletschervorstöße weltweit vor > 30 000 BP (vermutlich um 75 000 BP) auftraten? Ausnahmen scheinen nur die atlantiknahen Südränder der nordhemisphärischen Inlandeise zu machen, wo die größte Eisausdehnung um 22 000 - 18 000 BP auftrat. Und wie erklärt sich, daß die maximale Eisausdehnung (um 75 000 BP?) nicht mit der maximalen Meeresspiegelabsenkung zusammenfällt? Daran schließt sich die Frage an, warum die Gletschervorstöße eines bestimmten Gebietes nicht immer wieder die gleichen glazialmorphologischen Formen schufen? Nur KIND (1975) hat bisher für das Werchojansk-Gebiet in seinem Diagramm der Gletscherschwankungen auf die Ausbildung amphitheaterartiger Endmoränenzüge hingewiesen, die allein die Gletschervorstöße zwischen ca. 22 000 und 15 000 BP charakterisieren. Ähnliche Verhältnisse sind jedoch für andere Gebiete zu vermuten. Muß daher nicht gefolgert werden, daß beispielsweise die verschiedenen letzteiszeitlichen Gletschervorstöße des laurentischen Eises unterschiedlichen klimatischen (?) und glaziologischen Ursachen zuzuschreiben sind? Hatten die frühen Eisvorstöße (z.B. um 75 000 BP) dort auch einen mehrere tausend Meter mächtigen Inlandeiskuchen gebildet oder waren mehrere flachere Eiskörper vorhanden (vgl. SHILTS et al. 1979), die zudem nicht in der Lage waren, bedeutende glazigene Formen (Zungenbecken, Endmoränen-Amphitheater, Sander, Urstromtäler) zu bilden? Waren allein die Inlandeise in der Zeit zwischen 25 000 und 8 000 BP als mächtige Eiskalotten ausgebildet? Und war daher auch der Mechanismus der Deglaziation ein ganz anderer als derjenige älterer Gletscher? War nicht zuletzt erst als Folge der Entwicklung zwischen 120 000 und 30 000 BP die Bildung der mächtigen Inlandeise möglich? Schließlich erfolgte der Eisaufbau und der Eisabbau in einer so kurzen Zeitspanne, so daß die Verhältnisse der Spät-Würm/Weichsel/Wisconsin-Eisschilde nicht mit den Verhältnissen der rezenten Eiskappen Grönlands und der Antarktis vergleichbar sind (vgl. FLOHN 1979a). Die Sauerstoffisotopenisotopen-Kurven sowohl des grönländischen als auch des antarktischen Eises be-

legen ein Alter derselben, wie es für die Inlandeise Nordamerikas und Skandinaviens niemals bestanden haben kann. Aktualistische Modelle helfen bei der Erklärung der angesprochenen Fragen nicht weiter. Nicht-aktualistische Modelle müssen somit entwickelt werden.

Es drängt sich die Vermutung auf, daß zumindest gebietsweise während der letzten Kaltzeit (Isotopen-Stadien 5d bis 2) größere Gletscherbildungen unterschiedlichen thermodynamischen Bedingungen (i.S. von SCHUMSKII 1965) zuzuschreiben sind; an der Bildung von Gletschereis können nämlich sehr unterschiedliche Prozesse der Metamorphose wirksam werden, je nachdem es sich um trockenen (kalten) oder nassen Schnee handelt (WILHELM 1975). Allein die schon häufig belegte Änderung der Bewegungsrichtung des Eises weist auf die Existenz ungleicher Eiskörper zu verschiedenen Zeiten (Baffin Island: ANDREWS et al. 1972, 307; Keewatin-Eisschild: SHILTS et al. 1979; Skandinavisches Inlandeis: LIEDTKE 1975; antarktisches Eis: DREWRY 1980). Es ist daher zu prüfen, welches Bild der Erde hinsichtlich der Paläoökoökologie wir zu Beginn des letzten großen Eisakkumulationsstadiums (Isotopen-Stadium 2) rekonstruieren können. Kennen wir die Ausgangssituation (Stadium 3), so muß auch das Verständnis für die Bildung der letzten großen Inlandeise besser werden.

3. Beispiel: Isotopen-Stadium 3 (Mittelwürm/Weichsel-Wisconsin-Interstadial)

Oft ist die Frage gestellt worden, ob das Isotopen-Stadium 3 (Mittelwürm/Weichsel/Wisconsin) auf der Nordhemisphäre ein Interglazial oder ein Interstadial repräsentiert (DREIMANIS et al. 1975). Dieses Problem kann hier nicht ausführlich diskutiert werden. Anhand ausgewählter Befunde soll lediglich auf einige Merkmale des Stadiums 3 hingewiesen werden, die den besonderen Charakter dieser Zeitspanne betonen.

Abb. 7 zeigt Spiegelschwankungen ausgewählter Seen aus verschiedenen Erdteilen. Bisher sind nur von wenigen Seen die letzteiszeitlichen Spiegelschwankungen auch für die Zeit vor > 30 000 BP erfaßt. Aus dem Fezzan (PETIT-MAIRE et al. 1980), aus Süd-Australien (BOWLER 1978; BOWLER et al. 1976), aus Äthiopien (GASSE et al. 1978) und aus Arabien (MCCLURE 1978) liegen Beobachtungen vor, die die Zeit vor > 40 000 BP betreffen. Abgesehen von dem Abhé-See in Äthiopien, dessen Datierung der Seespiegel über die ^{14}C -Datierungsmöglichkeiten hinaus auf Interpolationen beruht, scheint aufgrund der Seespiegelschwankungen vor ca. 40 000 - 50 000 BP bis ca. 90 000 BP kein Hinweis auf pluviale Verhältnisse zu bestehen; somit kann unter allem Vorbehalt vermutet werden, daß die Zeit zwischen ca. 85 000 und 50 000 BP keine günstigen Voraussetzungen für hohe Seespiegel bot. Auffällig dagegen ist der Nachweis von teilweise extrem hohen Seespiegeln aus verschiedenen Regionen der Erde zwischen ca. 50 000 und ca. 20 000 BP. Auch wenn lokale hydrogeologische Faktoren als nicht zu ver-

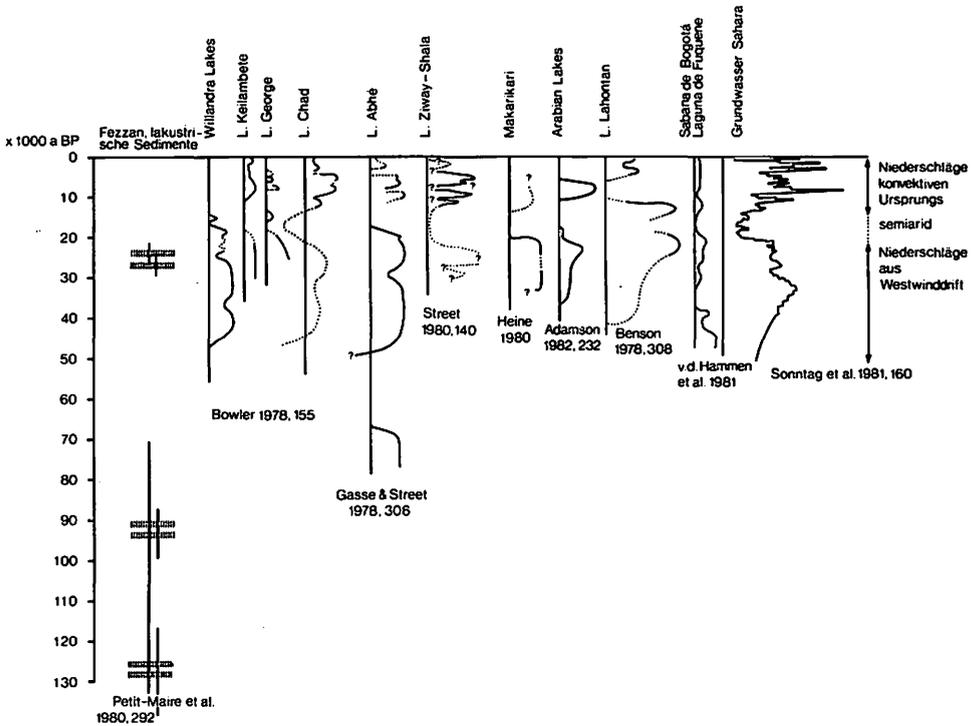


Abb. 7: Spiegelschwankungen ausgewählter Seen aus verschiedenen Erdteilen.

zu vernachlässigende Steuerungsmechanismen der Seespiegelfluktuationen berücksichtigt werden (vgl. STREET 1980), so zeigen dennoch viele Seen der tropischen und vor allem subtropischen Gebiete Hochstände an, wie sie entweder seit ca. 20 000 BP nicht mehr oder nur noch kurzzeitig im frühen Holozän erreicht worden sind.

Allein aufgrund der Kurven über die Seespiegelschwankungen hebt sich das Isotopen-Stadium 3 von allen anderen Stadien (5-2) der letzten Kaltzeit ab. Die besonderen Verhältnisse der Seen des Stadiums 3 werden auch — neben dem Befund über die Spiegelstände — durch weitere Beobachtungen belegt. GASSE & DELIBRIAS (1976) können klar belegen, daß die hohen Seestände des Abhé-Sees zwar hinsichtlich ihrer Ausdehnung gleich waren, jedoch sich andererseits aufgrund ihrer physikochemischen und biologischen Züge klar voneinander unterscheiden (Abb. 8). Sie charakterisieren somit unterschiedliche Kombinationen der Klimatelemente.

Eine Zusammenstellung der Vegetationsveränderungen tropischer Gebirge (FLENLEY 1979) für die letzten 33 000 Jahre zeigt vertikale Bewegungen der verschiedenen Vegetationshöhenstufen; zwischen 33 000 und 30 000 BP waren die Waldgrenzen um durchschnittlich 700 m gegenüber heute erniedrigt; zwischen

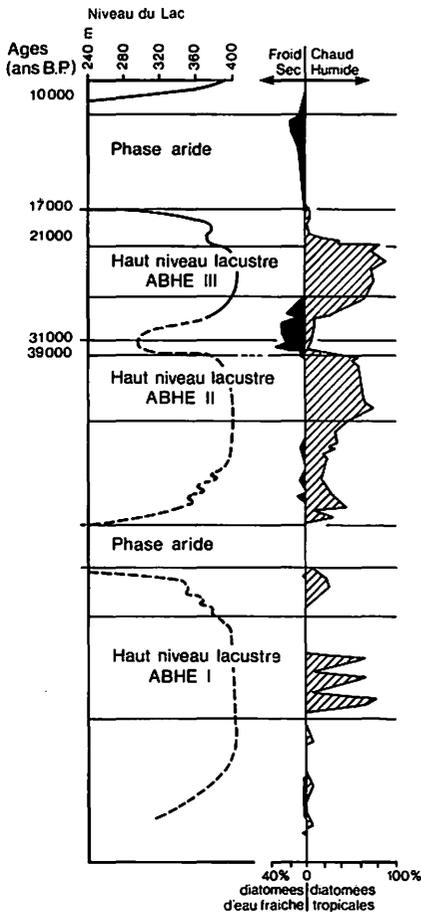


Abb. 8: Seespiegelschwankungen und prozentuale Veränderungen tropischer und kühles Klima anzeigender Diatomeen des Abtè-Sees (nach GASSE & DELIBRIAS, 1976, 568).

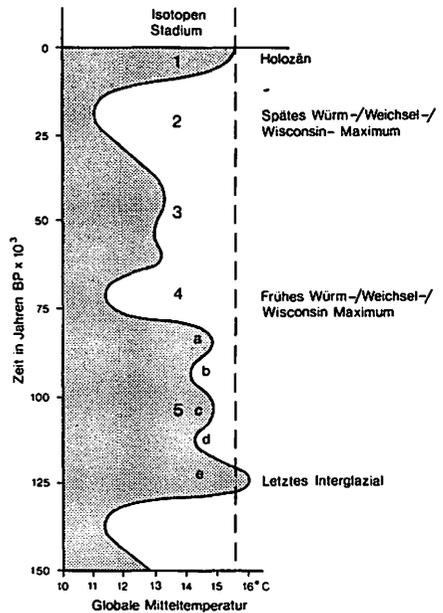


Abb. 9: Generalisierte Klimakurve für die letzten 150 000 Jahre (nach MITCHELL, 1977, aus STUIVER et al., 1981, 426). Die generalisierten Temperaturschwankungen sind aus $\delta^{18}O$ -Veränderungen von Tiefsee-Bohrkernen abgeleitet unter der Annahme, daß die $\delta^{18}O$ -Werte Paläo-Eisvolumina widerspiegeln.

30 000 und 27 500 BP stiegen sie ein wenig an, um dann wieder abzufallen. Zwischen 18 000 und 15 000 BP lagen sie am tiefsten (ca. 1000 m tiefer als heute, in extremen Fällen bis 1700 m niedriger) nach 15 000 BP stiegen die Waldgrenzen wieder stark an und erreichten — mitunter zwischen 14 000 und 10 000 BP leicht oszillierend — um 8000 BP oft den höchsten Wert, der über dem gegenwärtigen liegen konnte.

Das Isotopen-Stadium 3 fällt zum größten Teil mit dem Mittel-Wisconsin-Interstadial zusammen, das in Nordamerika am Südrand des laurentischen Resteiskörpers, der bis 46° nördlicher Breite in das St. Lawrence-Tiefland reichte, in die Zeit zwischen ca. 65 000 und 23 000 BP datiert wird (DREIMANIS 1979). In der nordatlantischen Küstenebene der USA scheinen zumindest zwischen 32 000 und 28 000 BP die Vegetationsverhältnisse den holozänen vergleichbar gewesen zu sein. (SIRKIN et al. 1980) und DREIMANIS (1979) weisen darauf hin, daß im zentralen British Columbia im Mittel-Wisconsin ebenfalls Temperaturen erreicht werden, die den gegenwärtigen entsprechen. Für Mexiko habe ich schon wiederholt dargelegt (HEINE 1980), daß zwischen ca. 30 000 und 25 000 BP die Temperaturen mit den heutigen vergleichbar waren.

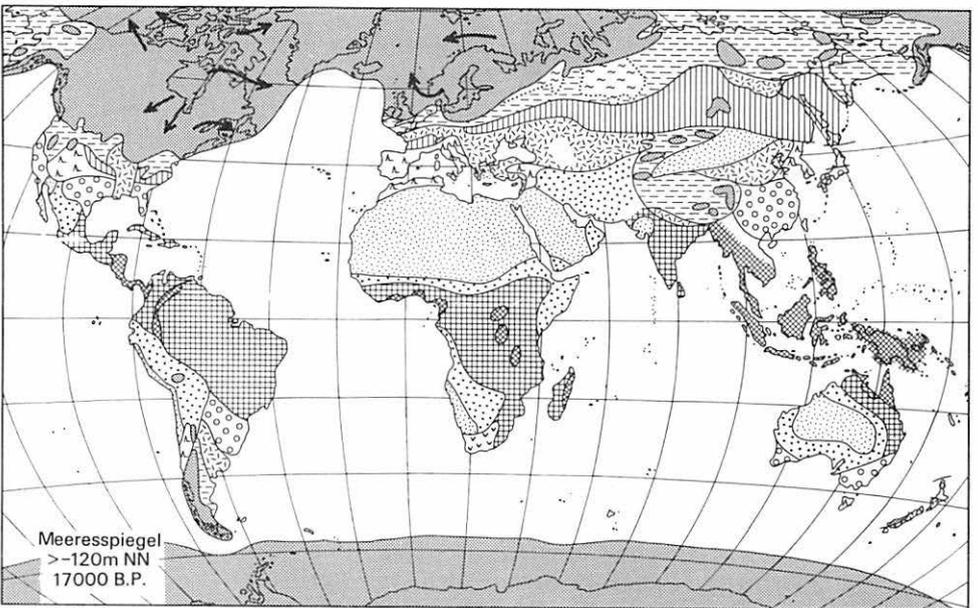
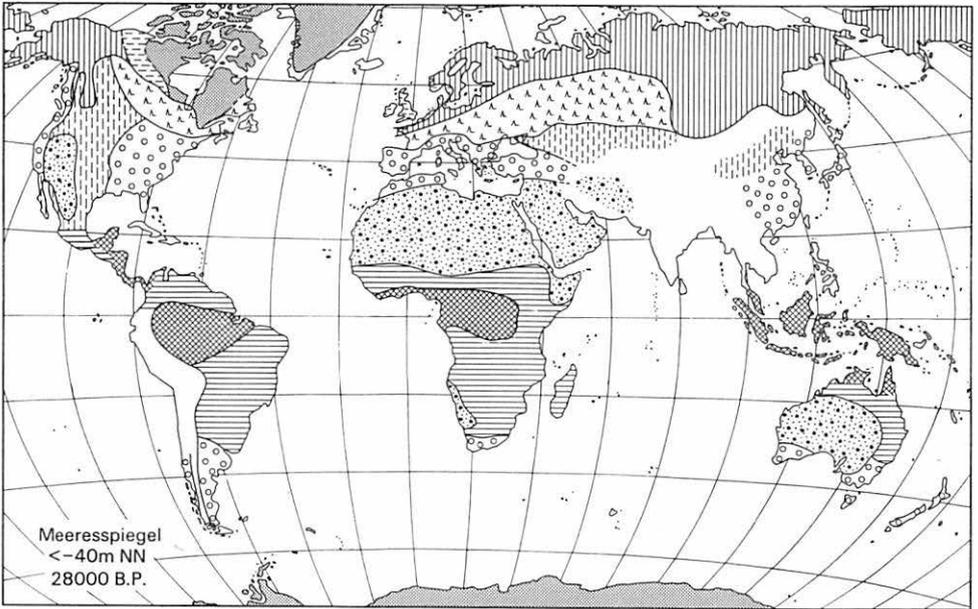
Die hier in Auswahl vorgestellten Befunde für das Stadium 3 mögen sich auf den ersten Blick widersprechen: Inlandeis in Nordamerika, herabgedrückte Vegetationshöhenstufen in den tropischen Gebirgen, ein um ca. 40 m abgesenkter Meeresspiegel auf der einen Seite und Hinweise auf "interglaziale" Temperaturen aus Nordamerika und Mexiko, warm-feuchte Klimaverhältnisse anzeigende Diatomeen im Abhé-See und ein weltweiter Gletscherrückgang auf der anderen Seite. Vor diesem Hintergrund erscheinen die Paläotemperaturkurven, die aufgrund der $\delta^{18}O$ -Veränderungen in Tiefseebohrkernen ermittelt worden sind (Abb. 9), äußerst problematisch.

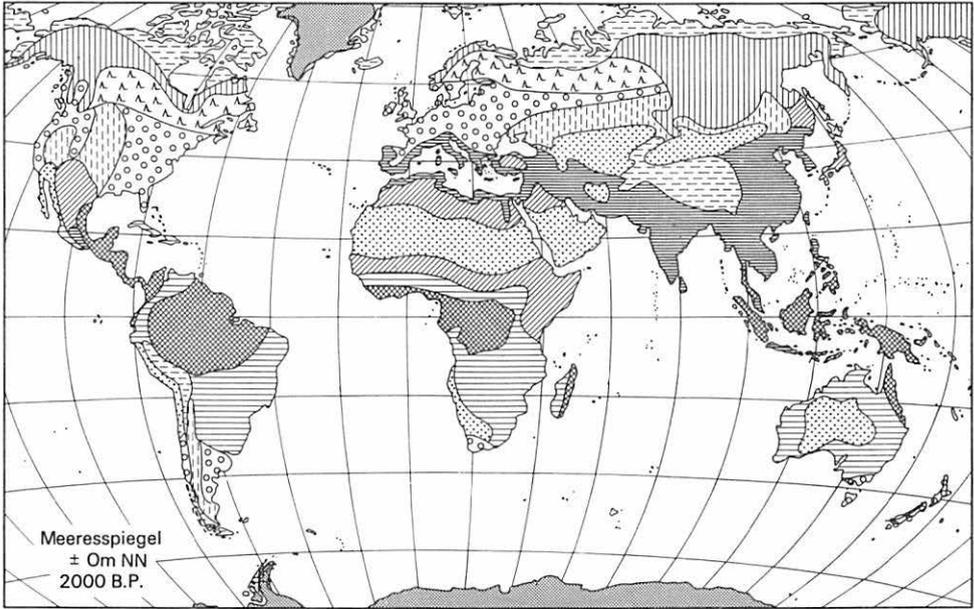
Aktualistische Modelle helfen nicht, die scheinbaren Widersprüche aufzuheben. Die Forderung nach nicht-aktualistischen Modellen hat somit ihre Berechtigung. Nicht-aktualistische Modelle können aber nur entwickelt werden, wenn die Veränderungen der Ozeane, der Inlandeise und Gletscher, der Vegetation, der Geomorphodynamik, der Pedogenese und der Atmosphäre zeitlich exakt erfaßt und damit in Bezug gesetzt werden können (vgl. HECHT et al. 1979; BOWEN 1980), doch "... as FAEGRI (1950) said 'Palaeoclimatology suffers from the disadvantage that those who can judge the evidence (biologists, geologists, etc.) cannot judge the conclusions, and those who can judge the conclusions (meteorologists) cannot judge the evidence'." (zit. nach BIRKS 1981).

4. Nicht-aktualistische Modelle in der Geomorphologie

"Davis's great mistake was the assumption that we know the processes involved in the development of land forms. We don't; and until we do we shall be ignorant of the general course of their development." (LEIGHLY, 1940, zit. nach BRUNSDEN et al. 1979, 463)

Für jede Kombination von Umweltfaktoren gibt es — durch entsprechende morphodynamische Prozesse festgelegt — eine Tendenz, mit fortschreitender Zeit charakteristische Landformen zu bilden (vgl. BRUNSDEN et al. 1979). Geomorphodynamische Systeme sind jedoch ständig Veränderungen hinsichtlich der Umweltfaktoren, die das System steuern, oder endogenen (strukturellen) Instabi-





- | | | |
|--|--|---|
| <p>A Glaziäre Prozesse (Eis, Meer eis)</p> <p>A Haupteisbewegung</p> <p>A Frostdynamische Prozesse und limnische Prozesse (Eisstauee)</p> <p>A Frostdynamische Prozesse, intensive Abspülung und fluviale Prozesse (Tundra)</p> <p>T Frostdynamische Prozesse Abspülung und fluviale Prozesse (Waldtundra)</p> <p>A Frostdynamische Prozesse, mäßige Abspülung, fluviale Prozesse (Loßakkumulation)</p> <p>(T) S Mäßige fluviale Prozesse, schwache Abspülung (Bodenentwicklung; Borealer Wald)</p> | <p>S Schwache fluviale Prozesse, sonstige Prozesse sehr schwach (Bodenentwicklung; Temperierter Wald)</p> <p>T Periodisch starke fluviale Prozesse, Abspülung (Grasland)</p> <p>S Periodisch starke fluviale Prozesse, Hangspülung (bei geringer Reliefenergie Bodenentwicklung; Grasland)</p> <p>A Intensive äolische Prozesse, periodisch starke Abspülung und fluviale Prozesse (Halbwüste)</p> <p>A Intensive äolische Prozesse, episodisch Abspülung und fluviale Prozesse (Wüste)</p> <p>A Äolische Prozesse, episodisch Abspülung und fluviale Prozesse (Wüste)</p> <p>A Geringe äolische Prozesse, periodisch Abspülung und fluviale Prozesse, Grundwasserregeneration (z.T. Bodenentwicklung, Wüste/Halbwüste)</p> | <p>S Schwache fluviale Prozesse, geringe Abspülung (Bodenentwicklung; tropischer/subtropischer Wald und Savanne)</p> <p>T Fluviale Prozesse und Abspülung (teilweise geringe Bodenbildung; tropischer/subtropischer Wald und Savanne)</p> <p>S Geringe fluviale Prozesse, bei starker Reliefenergie starke Massenbewegungen (Bodenentwicklung; tropische Regen- u. Bergwälder)</p> <p>A Anthropogen bedingte Verstärkung der Prozesse (Abspülung, fluviale u. äolische Prozesse)</p> <p>A Anthropogen bedingte, sehr starke Beschleunigung der Prozesse (Abspülung, fluviale Prozesse)</p> |
|--|--|---|
- A = Aktivitätszeit
 T = Teilaktivitätszeit
 S = Stabilitätszeit
 i.S. Rohdenburgs (1970)

Entwurf: K. Heine 1982

Abb. 10: Räumliche Ordnung der geomorphologischen Prozeßkombination für drei zeitliche Schnitte des Spätquartärs. Die Darstellungen sind stark hypothetisch.

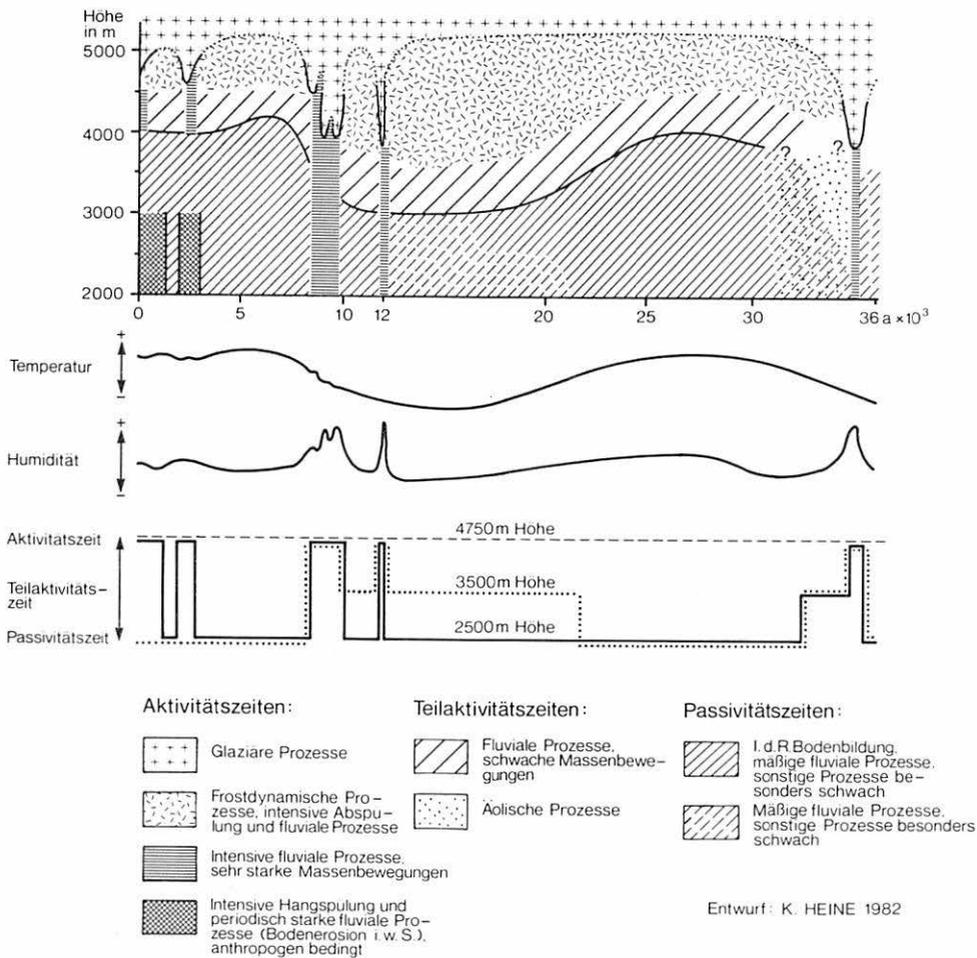


Abb. 11: Modell des raumzeitlichen Wandels der geomorphologischen Prozesse für zentralmexikanische Vulkanlandschaften während des Spätquartärs. Endogene Vorgänge (Vulkanismus etc.) bleiben unberücksichtigt.

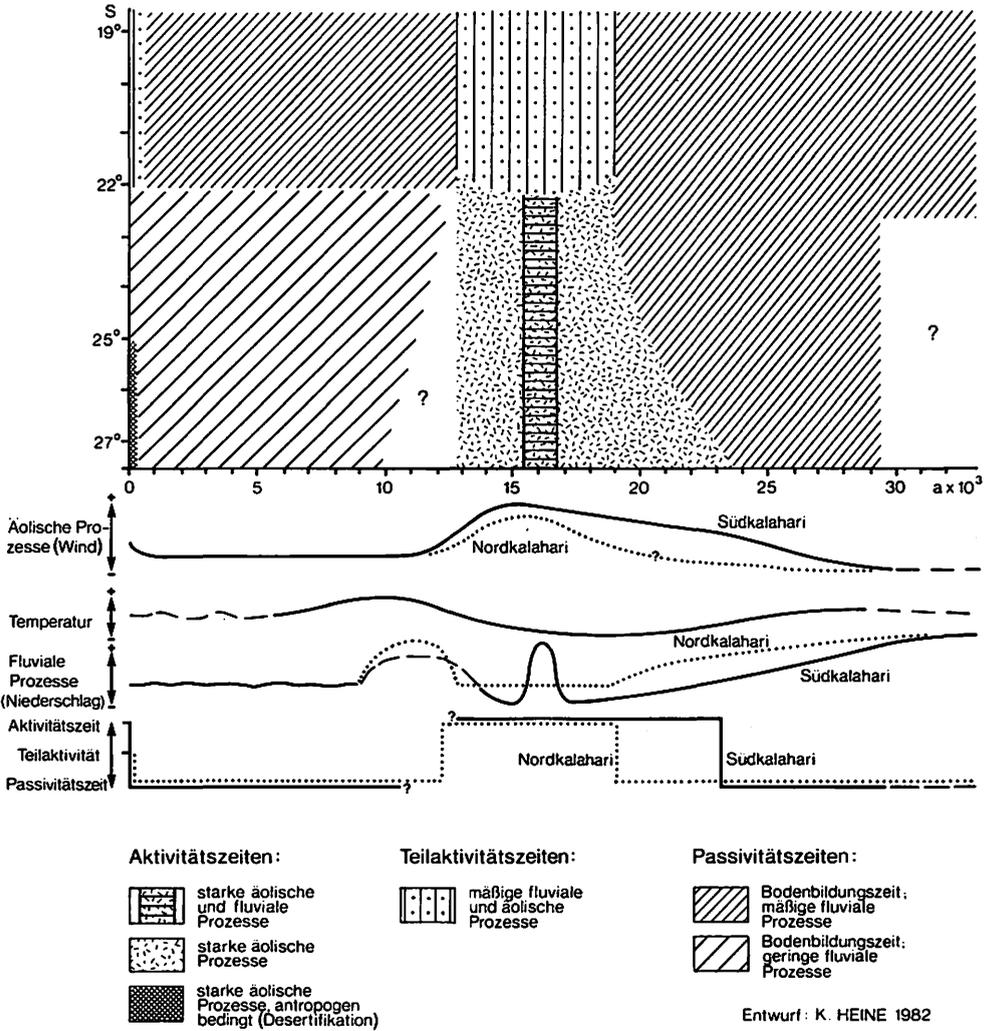


Abb. 12: Modell des raumzeitlichen Wandels der geomorphologischen Prozesse für die Kalahari (ca. 22°30'E) während des Spätquartärs.

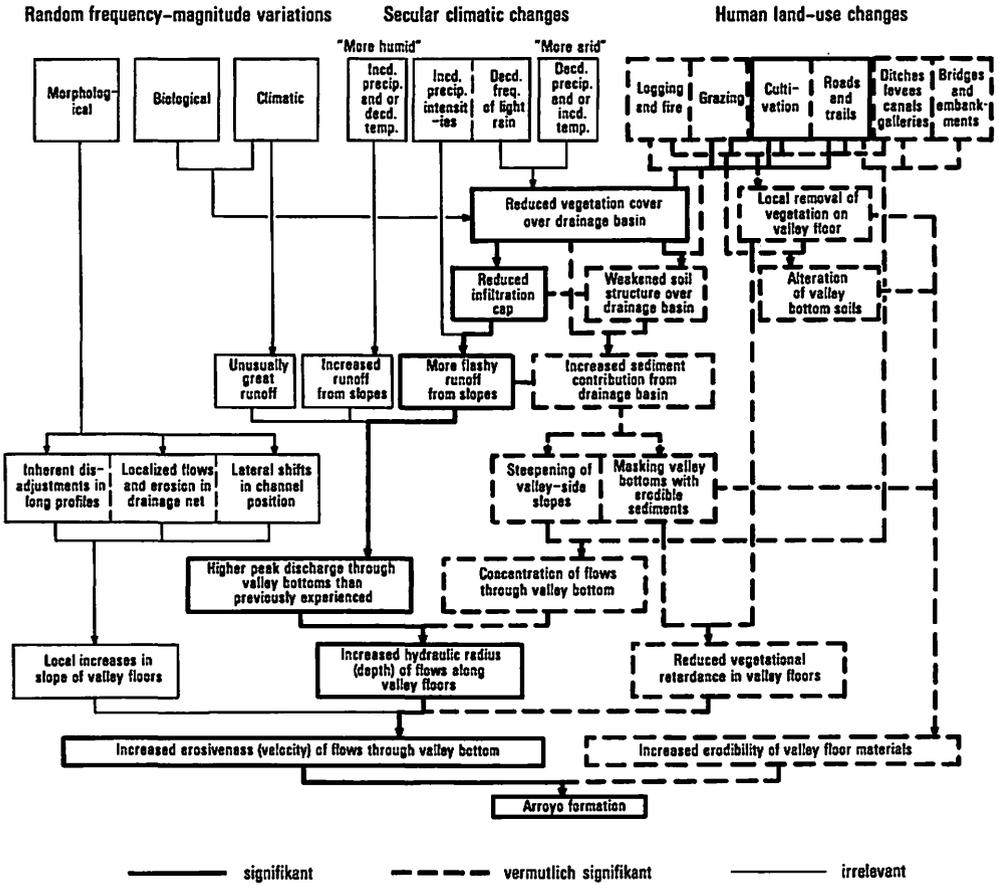
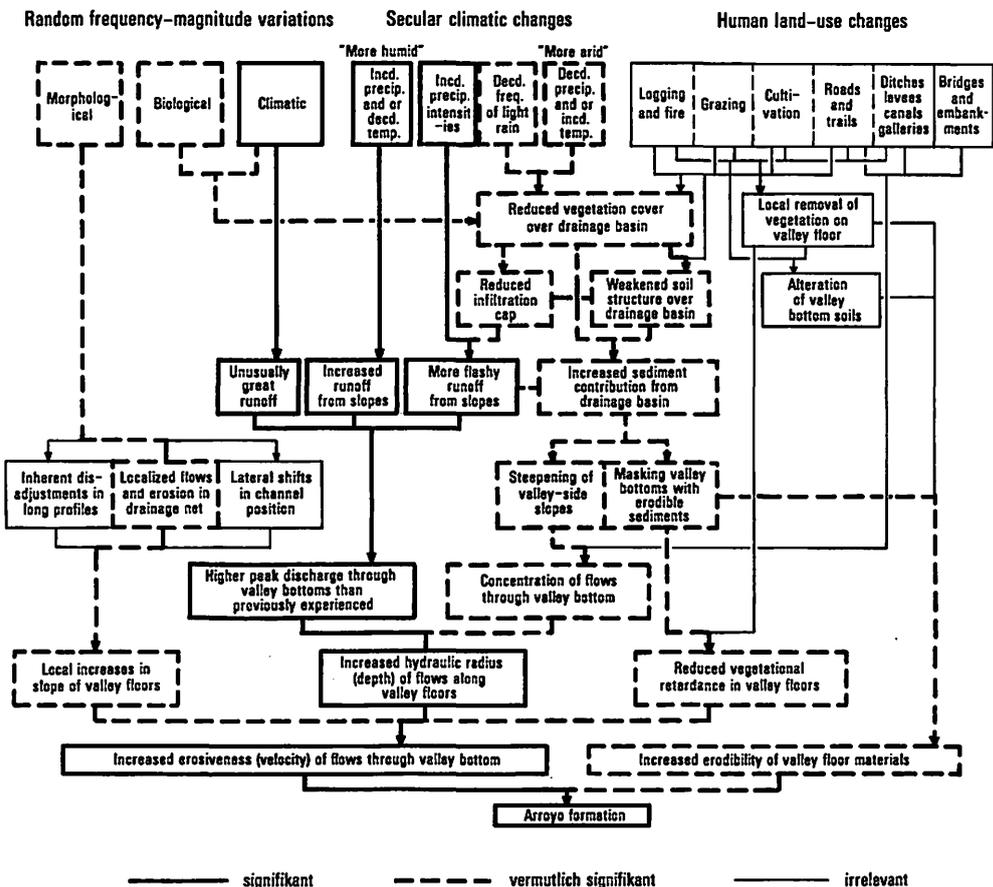


Abb. 13: Modell der Barranca-Bildung (auf der Grundlage von COOKE & REEVES, 1976, 16) für zentralmexikanische Vulkanlandschaften. Links: Rezente Verhältnisse. Rechts: Spätpleistozäne und früh-/mittelholozäne Verhältnisse. Offensichtlich gleiche Barrancaformen können das Ergebnis verschiedener Kombinationen von Ausgangsbedingungen und Umweltveränderungen sein.

litäten ausgesetzt; dies kann zu geringer, aber auch zu völliger Veränderung des Systems in Zeitabschnitten von 10^2 - 10^5 Jahren führen (vgl. BRUNSDEN et al. 1979).

Die Ausführungen über die letzteiszeitlichen Gletscherschwankungen wie auch die anderen paläogeökologischen Verhältnisse belegen eindrucksvoll, daß während der letzten 10^5 Jahre bedeutende Veränderungen der die geomorphodynamischen Prozesse bedingenden Umweltfaktoren auftraten. Die Veränderungen können zum Teil sehr abrupt (Größenordnung von 10^2 Jahren) auftreten (FLOHN 1979b; WOILLARD 1979; HEINE 1982). Die Veränderungen lassen sich keineswegs durch eine horizontale und/oder vertikale Verschiebung der rezenten geomorphodynamischen Zonen (Regionen) erklären. Die geomorphodynami-



schen Systeme änderten sich in Raum und Zeit a u c h inhaltlich. Das erschwert natürlich die Klärung der paläogeographischen Verhältnisse.

In der deutschsprachigen geomorphologischen Literatur stellt m.W. ROHDENBURG (1970) als erster ein nicht-aktualistisches Modell vor. 1970 schrieb ROHDENBURG, der Mangel an "facts", der im wesentlichen auf dem Fehlen einer Feinstratigraphie beruht, verbietet die Fortführung seiner hypothetischen Erörterungen. Auch heute fehlt es noch an "facts" (HECHT et al. 1979; BIRKS 1981; DENTON et al. 1981; DREIMANIS 1979, 1980; FLOHN 1980; u.v.a.m.). Dennoch soll in einfachen Kartendarstellungen modellhaft die räumliche Ordnung der geomorphologischen Prozeßkombinationen für drei zeitliche Schnitte des Spätquartärs (ca. 28 000 BP, ca. 17 000 BP und ca. 2000 BP) aufgezeigt werden (vgl. HAGEDORN et al. 1974), wie sie sich aufgrund unserer derzeitigen Kenntnis rekonstruieren lassen (Abb. 10).

Ob die Darstellungen über die räumliche Ordnung der geomorphologischen Prozeßkombinationen bei der Erklärung charakteristischer Landformen Hilfe

leisten, kann nur bedingt bejaht werden. Beispiele aus meinen Arbeitsgebieten in Mexiko und dem südlichen Afrika sollen für die Überprüfung der Darstellungen herangezogen werden.

Das Schema des klimamorphologischen Formenwandels in Raum und Zeit für zentralmexikanische Vulkanlandschaften (vgl. HEINE 1980) zeigt, daß dort während des Spätquartärs Stabilitätszeiten und Aktivitätszeiten in Raum und Zeit stark variieren; die Aktivitätszeiten sind einerseits zeitlich begrenzt — in Abhängigkeit von Klimafluktuationen vorwiegend hygrischer Art, andererseits aber herrschte in der "periglazialen" Höhenstufe während des Spätquartärs fast durchgehend eine Aktivitätszeit, die in sich wieder differenziert werden kann ("periglaziale" Prozesse und glaziale Prozesse). Aus Abb. 11 geht hervor, daß ein Vergleich (aktualistisches Prinzip) der geomorphodynamischen Prozesse und Prozeßkombinationen der Gegenwart mit denen bestimmter Abschnitte des Jungquartärs (Glazialzeit, Interstadialzeit) nicht möglich ist.

Abb. 12 stellt ein Modell des raum-zeitlichen Wandels der geomorphologischen Prozeßkombinationen für die Kalahari dar. Auch dort sind die geomorphologischen Regionen inhaltlich während verschiedener Abschnitte des Jungquartärs nicht mit den aktuellen Verhältnissen vergleichbar bzw. erklärbar.

Zum Schluß sei schließlich anhand eines Modells der Barranca-Bildungen im zentralmexikanischen Hochland auf die durch den Menschen verursachten Veränderungen der geomorphologischen Prozeßkombinationen hingewiesen. Mit dem aktualistischen Modell der Barranca-Bildung lassen sich nicht die Barrancas des Spätpleistozäns und Früh-/Mittel-Holozäns erklären (Abb. 13). Über die Beziehungen zwischen Mensch und geomorphodynamischen Prozessen in Raum und Zeit habe ich an anderer Stelle berichtet (HEINE 1976, 1978).

Wenn meine Ausführungen dazu beitragen, die Erkenntnis zu fördern, daß frühere Landschaftszustände zumeist nicht mit den gegenwärtigen vergleichbar sind und daß wir daher den Mut haben müssen, nicht-aktualistische Modelle zu bilden, können sicherlich manche Widersprüche — gerade in der geomorphologischen Forschung — geklärt werden.

Summary

Will Quaternary research lead to non-actualistic models in geomorphology?

As present relief is not primarily the product of contemporary processes; according to many German geomorphologists, climatogenetic geomorphology has to identify former relief generations. Furthermore, its results should best be verified by comparison with modern climatomorphic zones. As a result of a great deal of detailed Quaternary research over recent years, and in particular the advent of radiocarbon dating, pollen and coleoptera analysis, oxygen isotope and sea-level studies, as well as geomorphologic and sedimentologic work, there have been great advances in our understanding of the character, extent and chronology of changes in the physical environment during the Last Ice Age. Based on some considerations concerning mountain glacier and ice sheet fluctuations during the Last Ice Age, and concerning lake level changes during the last 40.000 years, the author assumes

that in order to find a master key to past environments by which we may interpret the evolution of landforms, explain the origin of correlative deposits, and estimate the rate at which segments of the earth's surface evolved, we have to develop non-actualistic models unlike any that exist today.

Literatur

- ADAMSON, D.A. (1982): The integrated Nile. In: A Land Between Two Niles, M.A.J. WILLIAMS & D.A. ADAMSON (eds.), Rotterdam, S. 221-234.
- ANDREWS, J.T. (1973): The Wisconsin Laurentide Ice Sheet: Dispersal Centers, Problems of Rates of Retreat, and Climatic Implications. *Arct. & Alp. Research* 5 (3/1), S. 185-199
- ANDREWS, J.T., BARRY, R.G., BRADLEY, R.S., MILLER, G.H. & WILLIAMS, L.D. (1972): Past and Present Glaciological Responses to Climate in Eastern Baffin Island. *Quaternary Research* 2, S. 303-314.
- BENSON, L.V. (1978): Fluctuation in the Level of Pluvial Lake Lahontan During the Last 40.000 Years. *Quaternary Research* 9, S. 300-318.
- BIRKS, H.J.B. (1981): The use of pollen analysis in the reconstruction of past climates: a review. In: *Climate and History*, T.M.L. WIGLEY, M.J. INGRAM & G. FARMER (eds.), Cambridge, S. 111-138.
- BOWEN, D.Q. (1980): Antarctic ice surges and theories of glaciation. *Nature* 283, S. 619-620.
- BOWLER, J.M. (1978): Glacial age aeolian events at high and low latitudes: A Southern Hemisphere perspective. In: *Antarctic Glacial History and World Palaeoenvironments*, E.M. VAN ZINDEREN BAKKER (ed.), Rotterdam, S. 149-172.
- BOWLER, J.M., HOPE, G.S., JENNINGS, J.N., SINGH, G. & WALKER, D. (1976): Late Quaternary Climates of Australia and New Guinea. *Quaternary Research* 6, S. 359-394.
- BRUNSDEN, D. (1980): Applicable models of long term landform evolution. *Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd. 36*, S. 16-26.
- BRUNSDEN, D. & J.B. THORNES (1979): Landscape sensitivity and change. *Inst. Brit. Geogr., Transact., N.S. 4* (4), S. 463-484.
- BRYSON, R.A. & WENDLAND, W.M. (1967): Tentative climatic patterns for some late-glacial and postglacial episodes in Central North America. In: *Life, Land and Water*, MAYER-OAKES, W.J. (ed.), Winnipeg, S. 271-298
- BÜDEL, J. (1977): *Klima-Geomorphologie*. Berlin, Stuttgart, 304 S.
- CHEBOTAREVA, N.S. & DANYLOVA-MAKARYCHEVA, I.A. (1976): Geochronology and Palaeogeography of the Russian Plain Last Glaciation. In: *Geomorphology and Palaeogeography*, Intern. Geogr. 76, 1, 23. IGU-Kongr. Moskau, S. 324-328.
- CLAGUE, J.J., ARMSTRONG, J.E. & MATHEWS, W.H. (1980): Advance of the Late Wisconsin Cordilleran Ice Sheet in Southern British Columbia Since 22.000 Yr B.P. *Quaternary Research* 13, S. 322-326.
- COOK, R.U. & REEVES, R.W. (1976): *Arroyos and Environmental Change in the American Southwest*. Oxford Research Studies in Geography, Oxford, 1-213 S.
- DANSGAARD, W., JOHNSEN, S.J., CLAUSEN, H.B. & LANGWAY Jr., C.C. (1971): Climatic record revealed by the Camp Century ice core. In: *The Late Cenozoic Glacial Ages*, K.K. TUREKIAN (ed.), New Haven, S. 37-56.
- DENTON, G.H. (1974): Quaternary Glaciations of the White River Valley, Alaska, With a Regional Synthesis for the Northern St. Elias Mountains, Alaska and Yukon Territory. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 85, S. 871-892.
- DENTON, G.H. & HUGHES, T.J. (1981): The Arctic Ice Sheet: An Outrageous Hypothesis. In: *The Last Great Ice Sheets*, DENTON, G.H. & HUGHES, T.J. (ed.), New York, S. 437-467.
- DOUGLAS, I. (1980): Climatic geomorphology. Present-day processes and landform evolution. Problems of interpretation. *Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd. 36*, S. 27-47.
- DREIMANIS, A. (1975): Last Glaciation in Eastern and Central Canada. In: *Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere*, Project 73/1/24, Report No. 2 (10.-14. Sept. 1974), Prag 1975, S. 130-143.

- DREIMANIS, A. (1977): Late Wisconsin glacial retreat in the Great Lakes region, North America. *Ann. New York Acad. Sciences*, 288, S. 70-89.
- DREIMANIS, A. (1979): Problems of Mid-Wisconsin and Mid-Vistulian Interstadials. The Symp. Vistulian Stratigraphy, Poland, 4.-11.9.1979, Abstracts.
- DREIMANIS, A. (1980): Synchronism and diachronism of ice-marginal fluctuations during Late Wisconsin in North America. Abstract. 7th session of the IGCP Project 73/1/24 (20. Sept. 1980), "Quaternary glaciations in the Northern Hemisphere", Kiel, Germany.
- DREIMANIS, A. & RAUKAS, A. (1975): Did Middle Wisconsin, Middle Weichselian, and Their Equivalents Represent an Interglacial or an Interstadial Complex in the Northern Hemisphere? In: *Quaternary Studies*, R.P. SUGGATE & M.M. CRESSWELL (eds.) Roy. Soc. N.Z., Wellington, S. 109-120.
- DREWRY, D.J. (1980): Pleistocene bimodal response of Antarctic ice. *Nature* 287, S. 214-216.
- FILLON, R.H., MILLER, G.H. & ANDREWS, J.T. (1981): Terrigenous sand in Labrador Sea hemipelagic sediments and paleoglacial events on Baffin Island over the last 100.000 years. *Boreas* 10, S. 107-124.
- FLENLEY, J.R. (1979): The Late Quaternary vegetational history of the equatorial mountains. *Progress in Phys. Geogr.* 3, S. 488-509.
- FLOHN, H. (1979a): Climatic change, ice sheets and sea level. In: *Sea Level, Ice, and Climatic Change*, Proc. Canberra Symp., Dez. 1979, IAHS Publ. no 131, S. 431-440.
- FLOHN, H. (1979b): On Time Scales and Causes of Abrupt Paleoclimatic Events. *Quaternary Research* 12, S. 135-149.
- FLOHN, H. (1980): Possible Climatic Consequences of a Man-Made Global Warming. IIASA, RR-80-30, Laxenburg, S. 1-81.
- GALON, R. (1980): Die Würmvereisung in Polen. Vortrag DEUQUA, 11.9.1980, Aachen.
- GASSE, R. & DELIBRIAS, G. (1976): Les lacs de l'Afar central (Ethiopie et T.F.A.I.) au Pleistocene Superieur. In: *Paleolimnology of Lake Biwa and the Japanese Pleistocene*, S. HORIE (ed.), 4, S. 529-575.
- GASSE, F. & STREET, F.A. (1978): Late Quaternary Lake-Level Fluctuations and Environments of the Northern Rift Valley and Afar Region (Ethiopia and Djibouti). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 24, S. 279-325.
- GEYH, M.A., KUDRASS, H.-R. & STREIF, H. (1979): Sea-level changes during the late Pleistocene and Holocene in the Strait of Malacca. *Nature* 278, S. 441-443.
- GROVE, J.M. (1979): The glacial history of the Holocene. *Progress in Physical Geography* 3 (1), S. 1-54.
- HAGEDORN, J. & POSER, H. (1974): Räumliche Ordnung der rezenten geomorphologischen Prozesse und Prozeßkombinationen auf der Erde. *Abh. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl.*, III, Folge, Nr. 29, S. 426-439.
- HAMILTON, T.D. & PORTER, S.C. (1975): Itkillik Glaciation in the Brooks Range, Northern Alaska. *Quaternary Research* 5, S. 471-497.
- HARMON, R.S., LAND, L.S., MITTERER, R.M., GARRETT, P., SCHWARCZ, H.P. & LARSEN, G.J. (1981): Bermuda sea level during the last interglacial. *Nature* 289, S. 481-483.
- HECHT, A.D., BARRY, R., FRITTS, H., IMBRIE, J., KUTZBACH, J., MITCHELL, J.M. & SAVIN, S.M. (1979): Paleoclimatic Research: Status and Opportunities. *Quaternary Research* 12, S. 6-17.
- HEINE, K. (1975): Studien zur jungquartären Glazialmorphologie mexikanischer Vulkane mit einem Ausblick auf die Klimaentwicklung. *Das Mexiko-Projekt der DFG, Bd. II*, Steiner-Wiesbaden, 1-178 S.
- HEINE, K. (1976): Schneegrenzdepressionen, Klimaentwicklung, Bodenerosion und Mensch im zentralmexikanischen Hochland im jüngeren Pleistozän und Holozän. *Z. Geomorph. N.F., Suppl.*-Bd. 24, S. 160-176.
- HEINE, K. (1977): Beobachtungen und Überlegungen zur eiszeitlichen Depression von Schneegrenze und Strukturbodengrenze in den Tropen und Subtropen. *Erdkunde* 31, S. 161-178.

- HEINE, K. (1978): Mensch und geomorphodynamische Prozesse in Raum und Zeit im randtropischen Hochbecken von Puebla/Tlaxcala, Mexiko. Tagungsber. u. wiss. Abh., 41. Dt. Geogr. Tag Mainz, Wiesbaden, S. 390-406.
- HEINE, K. (1980): Quartäre Pluvialzeiten und klimamorphologischer Formenwandel in den Randtropen (Mexiko, Kalahari). Arb. Geogr. Inst. Univ. Saarland 29, S. 135-155.
- HEINE, K. (1982): Ein außergewöhnlicher Gletschervorstoß in Mexiko vor 12 000 Jahren. *Catena* 9 (im Druck).
- HIRAKAWA, K. (1977): Chronology and evolution of landforms during the Late Quaternary in the Tokachi Plain and adjacent areas, Hokkaido. Japan. *Catena* 4, S. 255-288.
- HJORT, C. (1981): A glacial chronology for northern East Greenland. *Boreas* 10, S. 259-274.
- HOLLIN, J.T. (1980): Climate and sea level in isotope stage 5: an East Antarctic ice surge at ~95,000 BP? *Nature* 283, S. 629-633.
- KIND, N.V. (1975): Glaciations in the Verkhojansk Mountains and Their Place in the Radiocarbon Geochronology of the Siberian Late Anthropocene. *Biuletyn Perigl.* 24, S. 41-54.
- LIEDTKE, H. (1975): Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa. *Forsch. dt. Landeskd.* 204, 1-160 S.
- LÖFFLER, E. (1972): Pleistocene glaciation in Papua and New Guinea. *Z. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd.* 13, S. 32-58.
- LOUIS, H. & FISCHER, K. (1979): *Allgemeine Geomorphologie*. Berlin, New York. 815 S.
- LUNDQUIST, J. (1981): Weichselian in Sweden before 15.000 B.P. *Boreas* 10, S. 395-402.
- MANGERUD, J. (1981): The Early and Middle Weichselian in Norway: a review. *Boreas* 10, S. 381-393.
- MANGERUD, J., GULLIKSEN, S., LARSEN, E., LONGVA, O., MILLER, G.H., SEJRUP, H.-P. & SØNSTEGAARD, E. (1981): A Middle Weichselian ice-free period in Western Norway: the Åresund Interstadial. *Boreas* 10, S. 447-462.
- MAYEWSKI, P.A., DENTON, G.H. & HUGHES, T.J. (1981): Late Wisconsin Ice Sheets in North America. In: *The Last Great Ice Sheets*, G.H. DENTON & T.J. HUGHES (eds.), New York, Chichester, Brisbane, Toronto, S. 67-178.
- MCCLURE, H.A. (1978): Ar Rub' Al Khali. - In: *Quaternary Period in Saudi Arabia*, S.S. AL-SAYARI & J.G. ZÖTL (eds.), Wien, S. 252-301.
- MCINTYRE, A., MOORE, T.C., ANDERSEN, B., BALSAM, W., BÉ, A., BRUNNER, C., COOLEY, J., CROWLEY, T., DENTON, G., GARDNER, J., GEITZENAUER, K., HAYS, J.D., HUTSON, W., IMBRIE, J., IRVING, G., KELLOGG, T., KENNETT, J., KIPP, N., KUKLA, G., KUKLA, H., LOZANO, J., LUZ, B., MANGION, S., MATTHEWS, R.K., MAYEWSKI, P., MOLFINO, B., NINKOVICH, D., OPDYKE, N., PRELL, W., ROBERTSON, J., RUDDIMAN, W.F., SACHS, H., SAITO, T., SHACKLETON, N., THIERSTEIN, H. & THOMPSON, P. (1976): The surface of the Ice-Age Earth. *Science* 191, S. 1131-1137.
- MERCER, J.H. (1978): Glacial development and temperature trends in the Antarctic and in South America. In: *Antarctic Glacial History and World Palaeoenvironments*, E.M. VAN ZINDEREN BAKKER (ed.), Rotterdam, S. 73-93.
- MERCER, J.H. & PALACIOS, M.O. (1977): Radiocarbon dating of the last glaciation in Peru. *Geology* 5, S. 600-604.
- NELSON, A.R. (1980): Chronology of Quaternary landforms, Qivitu peninsula, northern Cumberland peninsula, Baffin Island, N.W.T., Canada. *Arct. & Alp. Research* 12, S. 265-286.
- NORDDAHL, H. (1981): A prediction of minimum age for the Weichselian maximum glaciation in North Iceland. *Boreas* 10, S. 471-476.
- PASTOURET, L., AUZENDE, J.-M., LE LANN, A. & OLIVET, J.-L. (1980): Temoins des variations glacio-eustatiques du niveau marin et des mouvements tectoniques sur le banc de Gorringe (Atlantique du Nord-Est). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleocology* 32, S. 99-118.
- PETERSEN, G.M., WEBB III, I., KUTZBACH, J.E., VAN DER HAMMEN, T., WILMSTRA, T.A. & STREET, F.A. (1979): The Continental Record of Environmental Conditions at 18.000 yr B.P.: An Initial Evolution. *Quaternary Research* 12, S. 47-82.
- PETIT-MAIRE, N., DELIBRIAS, G. & GAVEN, C. (1980): Pleistocene Lakes in the Shati Area, Fezzan (27° 30' N). *Palaeoecology of Africa* 12, S. 289-295.

- PORTER, S.C. (1975): Equilibrium-Line Altitudes of Late Quaternary Glaciers in the Southern Alps, New Zealand. *Quaternary Research* 5, S. 27-47.
- PORTER, S.C. (1979): Quaternary stratigraphy and chronology of Mauna Kea, Hawaii: A 380.000 - yr record of mid-Pacific volcanism and ice-cap glaciation: Summary. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 90, 1, S. 604-611.
- PORTER, S.C. (1981a): Glaciological evidence of Holocene climatic Change. In: *Climate and History*, T.M.L. WIGLEY, M.J. INGRAM & G. FARMER (eds.), Cambridge, S. 82-110.
- PORTER, S.C. (1981b): Pleistocene Glaciation in the Southern Lake District of Chile. *Quaternary Research* 16, S. 263-292.
- RATHJENS, C. (1971): Grundzüge der klimatischen Geomorphologie. - In: *Klimatische Geomorphologie*, C. RATHJENS (ed.), Darmstadt, S. 1-29.
- READING, H.G. (1979): Facies. In: *READING, H.G. (ed.), Sedimentary Environments and Facies*. Blackwell-Oxford, S. 4-14.
- ROHDENBURG, H. (1970): Morphodynamische Aktivitäts- und Stabilitätszeiten statt Pluvial- und Interpluvialzeiten. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 21, S. 81-96.
- RUDDIMAN, W.F. & MCINTYRE, A. (1981): The North Atlantic Ocean. During the Last Deglaciation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 35, S. 145-214.
- SALVIGSEN, O. & NYDAL, R. (1981): The Weichselian glaciation in Svalbard before 15.000 B.P. *Boreas* 10, S. 433-446.
- SCHUMSKII, P.A. (1965): *Principles of structural glaciology*. New York.
- SHACKLETON, N.L. & OPDYKE, N.D. (1973): Oxygen Isotope and Palaeomagnetic Stratigraphy of Equatorial Pacific Core V 28-238: Oxygen Isotope Temperatures and Ice Volumes on a 10⁵ Year and 10⁶ Year Scale. *Quaternary Research* 3, S. 39-55.
- SHILTS, W.W., CUNNINGHAM, C.M. & KASZYCKI, C.A. (1979): Keewatin Ice Sheet — Re-evaluation of the traditional concept of the Laurentide Ice Sheet. *Geology* 7, S. 537-541.
- SIRKIN, L. & STUCKENRATH, R. (1980): The Portwashingtonian warm interval in the northern Atlantic coastal plain. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 91, S. 332-336.
- SONNTAG, C., THORWEIHE, U., RUDOLPH, J., LÖHNERT, E.P., JUNGHANS, CHR., MÜNNICH, K.O., KLITZSCH, E., EL SHAZLY, E.M. & SWAILEM, F.M. (1980): Isotopic Identification of Saharian Groundwaters, Groundwater Formation in the Past. *Palaeoecology of Africa* 12, S. 159-171.
- STREET, F.A. (1980): The Relative Importance of Climate and Local Hydrogeological Factors in Influencing Lake-Level Fluctuations. *Palaeoecology of Africa* 12, S. 137-158.
- STUIVER, M., DENTON, G.H., HUGHES, T.J. & FASTOOK, J.L. (1981): History of the Marine Ice Sheet in West Antarctica during the Last Glaciation: A Working Hypothesis. In: *The Last Great Ice Sheets*, DENTON, G.H. & HUGHES, T.J. (eds.), New York, S. 319-436.
- TERASMAE, J. (1973): Notes on the Late Wisconsin and Early Holocene history of Vegetation in Canada. *Arct. & Alp. Research* 5 (3,1), S. 201-222.
- TERASMAE, J. & DREIMANIS, A. (o.J.): Quaternary stratigraphy of Southern Ontario. In: *Quaternary Stratigraphy of North America*, C. MAHANEY (ed.), Stroudsburg, Penn., S. 51-63.
- THORSON, R.M., (1980): Ice-Sheet Glaciation of the Puget Lowland, Washington, during the Vashon Stade (Late Pleistocene). *Quaternary Research* 13, S. 303-321.
- TSERETELI, D.V. & MAISURADZE, G.M. (1976): Principal features of Georgia paleogeography in the Late Pleistocene. *Intern. Geogr. '76 (Geomorphology and Paleogeography)*, 1,S. 370-373, IGU Moskau.
- VAN DER HAMMEN, T., MAARLEVELD, G.C., VOGEL, J.C. & ZAGWIJN, W.H. (1967): Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the last glacial in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw* 46, S. 79-95.
- VAN DER HAMMEN, T., BARELDS, J., DE JUNG, H. & DE VEER, A.A. (1980/81): Glacial Sequence and Environmental History in the Sierra Nevada del Cocuy (Colombia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 32, S. 247-340.
- WANTI, D., QUINGYU, P. & XIHAO, W. (1980): Climatic Variations in China during the Quaternary. *Geojournal* 4 (6), S. 515-524.

- WILHELM, F. (1975): Schnee- und Gletscherkunde. Berlin-New York, 1-434 S.
- WILHELMY, H. (1974): Klimageomorphologie in Stichworten. Teil IV der Geomorphologie in Stichworten. Kiel, 375 S.
- WILLIAMS, L.D. (1978): Ice-Sheet Initiation and Climatic Influences of Expanded Snow Cover in Arctic Canada. Quaternary Research 10, S. 141-149.
- WOILLAND, G. (1979): Abrupt end of the last interglacial s.s. in north-east France. Nature 281, S. 558-562.
- ZUBAKOV, V.A. (1975): Chronologie des oscillations climatiques du Pleistocène en Sibérie occidentale. Builetyn Perigl. 24, S. 111-127.

DIE GEFÄHRDUNG DER NORDWESTKÜSTE MEXIKOS DURCH DIE TROPISCHEN ZYKLONEN DES NORDOSTPAZIFIKS

mit 1 Tabelle und 13 Abbildungen

ERNESTO JAUREGUI

1. Einleitung

Die Zyklonen des tropischen Nordostpazifiks sind vermutlich die den Meteorologen am wenigsten bekannten tropischen Wetterstörungen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß aus dem Ozeangebiet, in dem sich die tropischen Zyklonen bilden und fortentwickeln, weniger Beobachtungen zur Verfügung stehen als aus anderen Regionen wie etwa der Karibik. Normalerweise laufen die Bahnen dieser Zyklonen von Südosten nach Nordwesten, also parallel zur mexikanischen Pazifikküste. Nur gelegentlich folgt eine dieser Störungen einer nördlicheren Bahn oder schert in Richtung auf die mexikanische Küste zwischen dem Staat Chiapas und Niederkalifornien aus der üblichen Zugbahn aus.

Das von den tropischen Zyklonen des Nordostpazifiks (TZNOP) hauptsächlich betroffene Land ist Mexiko. Die potentiell betroffene Bevölkerung kann mit 19 Millionen Einwohnern der Anrainerstaaten des Pazifiks abgeschätzt werden. Ausnahmsweise haben TZNOP auch den Süden der amerikanischen Bundesstaaten Kalifornien und Arizona in Mitleidenschaft gezogen (z.B. 1939 und *Kathleen* 1976). Obwohl die TZNOP nutzbringenden Regen im pazifisch beeinflussten Teil Mexikos auslösen, verursachen die starken Winde und die Sturzregen zugleich auch zahlreiche Todesfälle und erhebliche materielle Schäden.

In dieser Arbeit werden die Eigenschaften der TZNOP im allgemeinen, besonders jedoch derjenigen beschrieben, die den Nordwesten Mexikos treffen. Außerdem wird die relative Gefährdung einiger Häfen der nord-westlichen Küste durch diese Störungen abgeschätzt. Schließlich wird die Stärke derjenigen Regenfälle analysiert, die durch die TZNOP ausgelöst werden und die im Nordwesten des Landes niedergehen.

2. Allgemeine Aspekte der tropischen Zyklonen des Nordostpazifiks

Der tropische Nordostpazifik ist ein weitläufiges Ozeangebiet, das sich von den Küsten Zentralamerikas und Mexikos bis etwa 160° westlicher Länge und zwischen dem Äquator und 23° nördlicher Breite erstreckt (Abb. 1). Wie andere

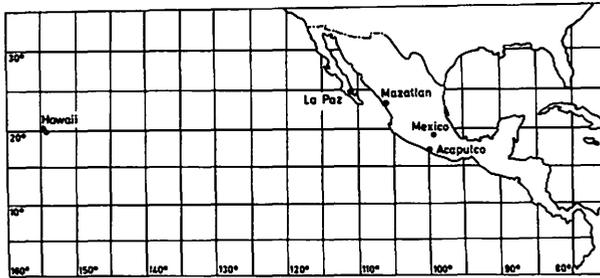


Abb. 1: Der tropische Nordostpazifik

Autoren gezeigt haben (SADLER, 1964), existieren im Bereich dieses riesigen Ozeangebotes fast keine meteorologischen Stationen. Nur der östliche Rand wird auf regelmäßigen Routen von Schiffen gekreuzt, die Wetterberichte erstellen. Aus diesem Grund wurden viele der Stürme und tropischen Zyklonen nicht entdeckt, die das Gebiet vor den siebziger Jahren durchquerten, da sie sich außerhalb der Schifffahrtsrouten und der Fischfangzonen befanden.

Mit der Verwendung von Wettersatelliten seit 1962 verbesserten sich die Möglichkeiten, Stürme in größerer Zahl festzustellen. So konnte für 1962 gezeigt werden, daß nur 5 der 22 von Satelliten beobachteten tropischen Stürme auch von Schiffen entdeckt wurden. Acht davon durchquerten Schifffahrtsrouten, ohne jedoch von Schiffen gemeldet worden zu sein (SADLER, 1964). Gegenwärtig decken die Satellitenbeobachtungen eine noch größere Fläche ab. Flugzeuge der nordamerikanischen Marine führen zusätzlich Flüge bis über das 300 mb-Niveau hinaus durch, um die Position und vertikale Entwicklung der tropischen Zyklonen genau zu bestimmen.

Dennoch sind die Angaben zu den Höchstwindgeschwindigkeiten der Stürme dieser Region wegen der Seltenheit der Messungen schwer nachzuprüfen. Ebenso sind die existierenden Informationen über die Bahnen und die Stärke der TZNOP als wenig gesichert einzustufen.

Eine der ersten Beschreibungen der tropischen Störungen in diesem Raum lieferte ROSENDAL (1962), der deren Haupteigenschaften untersuchte.

Im allgemeinen behalten die TZNOP ihre Bahnen über dem Meer bei. Nur etwa ein Drittel biegt zum Festland hin ab oder zieht sehr dicht an der Küste vorbei (ROSENDAL, 1962; RENARD und BOWMAN, 1976). Nach SADLER (1964) nimmt der tropische Nordostpazifik nach dem Taifungebiet des westlichen Pazi-

fiks den zweiten Platz in der Häufigkeit dieser Phänomene im pazifischen Raum ein. Nach RENARD und BOWMAN (1976) jedoch steht er mit durchschnittlich 9,1 tropischen Stürmen und 5,4 Orkanen (hurricanes) pro Jahr an erster Stelle.

Die Satellitenfotos zeigen, daß die TZNOP relativ klein und von mäßiger Stärke sind. Diese Eigenschaften sind teilweise auf die geringe Größe der nordostpazifischen Ozeanflächen mit Wassertemperaturen über 27° C zurückzuführen, über denen sich diese Störungen bilden. Auch die relative Nähe des kalten Kaliforniastromes im Westen der Halbinsel Niederkalifornien spielt eine Rolle.

Ein weiterer Faktor, den man für die rasche Auflösung bzw. schwache Entwicklung der TZNOP anführt, ist die starke vertikale Windscherung, die Folge der die tropische Ostströmung in der Höhe überlagernden außertropischen Westwindströmung ist.

3. Daten

Es wurden Daten über Bahnen von Zyklonen und tropischen Stürmen im tropischen Nordostpazifik herangezogen, die für den Zeitraum von 1962 bis 1979 jährlich in der Zeitschrift *Monthly Weather Review* veröffentlicht wurden. Um das Orkanrisiko für Pazifikhäfen zu bewerten, wurden diese Informationen durch die von ROSENDAL (1962) zusammengestellten Angaben über Sturmbahnen ergänzt. Für die Abschätzung der wahrscheinlichen maximalen Windgeschwindigkeiten wurden die Daten des Nationalen Wetterdienstes verwandt.

4. Die Häufigkeit tropischer Zyklonen an der mexikanischen Pazifikküste

Die Abb. 2 zeigt die Zahl der Zyklonen und tropischen Stürme, die die Küsten Mexikos beeinflußt haben. Es ist zu erkennen, daß in der berücksichtigten Zeit die Pazifikküste von mehr Störungen betroffen wurde als die entsprechenden Küsten entlang des Golfs von Mexiko. Das Untersuchungsgebiet, der Nordwesten des Landes, wurde von der Hälfte aller die Küste streifenden pazifischen Zyklonen berührt.

Insbesondere die Staaten Baja California Sur und Sinaloa fallen durch eine besonders große Häufigkeit dieser Wettererscheinungen auf (zusammen 39%).

Von allen Zyklonen, die innerhalb der betrachteten Zeit im nordöstlichen Pazifik entstanden (insgesamt 247), beeinflußten nur 96, d.h. 39%, die mexikanischen Küsten (Tab. 1).

Im allgemeinen wurden die Küsten in Jahren mit starker Zyklonenaktivität im Pazifik von einer höheren Zahl von Stürmen beeinträchtigt (Abb. 3). Durchschnittlich 5,3 Zyklonen und tropische Stürme — einschließlich jener, die weniger als 100 km von der Küste entfernt vorbeizogen (Tab. 1) — berührten jährlich die Pazifikküste des Landes. Dies bedeutet, daß an den mexikanischen Pazifik-

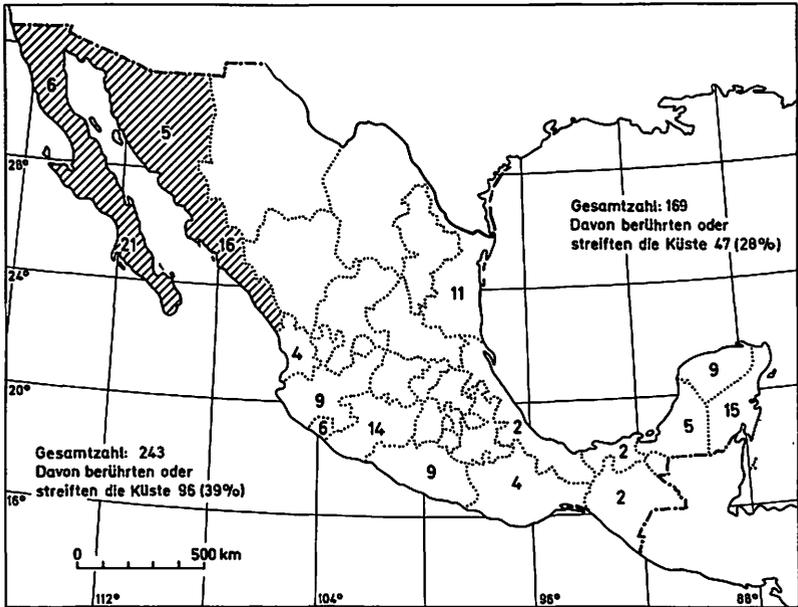


Abb. 2: Zahl der Zyklonen, die die Küste Mexikos von 1962-1976 beeinflussen

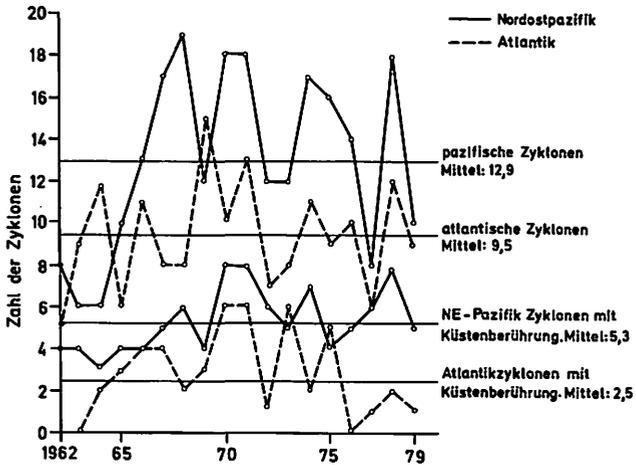


Abb. 3: Zahl der Zyklonen und tropischen Stürme, die jährlich im Atlantik und NE-Pazifik entstehen

küsten das Risiko des Eintreffens einer Zyklone im allgemeinen etwa doppelt so hoch ist wie an der Golfküste, wo der entsprechende Durchschnitt 2,5 Zyklonen pro Jahr beträgt.

Tab. 1: Gesamtzahl der im nordöstlichen Pazifik entstandenen Zyklonen und tropischen Stürme sowie derjenigen, die die Küsten Mexikos beeinflussten (Zeitraum 1962-79. In Klammern der Jahresdurchschnittswert)

	Gesamtzahl der Zyklonen und trop. Stürme	davon berührten oder streiften die mex. Küste
NE-Pazifik	247 (13,7)	96 (5,3) (= 39%)
Trop. Atlantik	169 (9,4)	47 (2,5) (= 28%)

Richtungsänderungen: Anders als die Zyklonen des tropischen Atlantiks oder des Westpazifiks berühren die TZNOP, die ihre Richtung ändern, im allgemeinen die mexikanischen Küsten, während diejenigen, die ihre Richtung WNW beibehalten, sich beim Antreffen ungünstiger Bedingungen über dem Ozean abschwächen und auflösen. Jene Zyklonen, die die Küste berührten, begannen ihre Richtungsänderung am häufigsten in der Nähe von 20° N. Von allen küstenberührenden Zyklonen waren 10 abgelenkt (10% der Gesamtzahl). Richtungsänderungen finden am häufigsten im September und Oktober statt (Abb. 4-8).

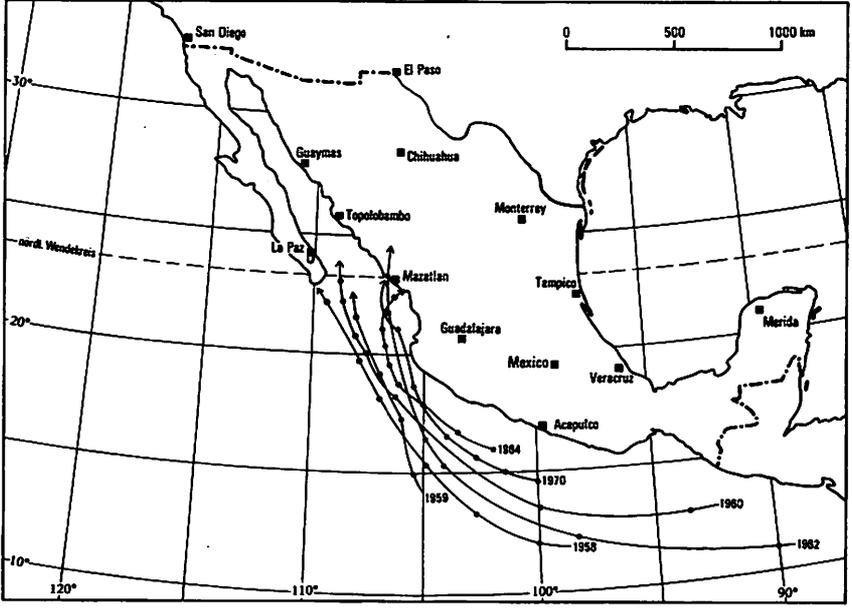


Abb. 4: Zugbahnen der tropischen Zyklonen, die den Golf von Niederkalifornien im Juni beeinträchtigten (1953-1978)

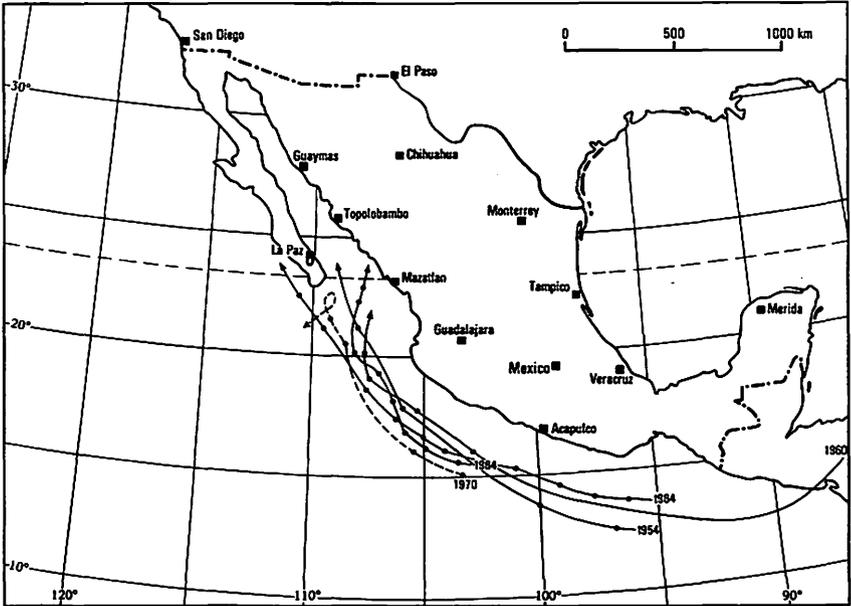


Abb. 5: Zugbahnen der tropischen Zyklone, die den Golf von Niederkalifornien im Juli beeinträchtigten (1953-1978)

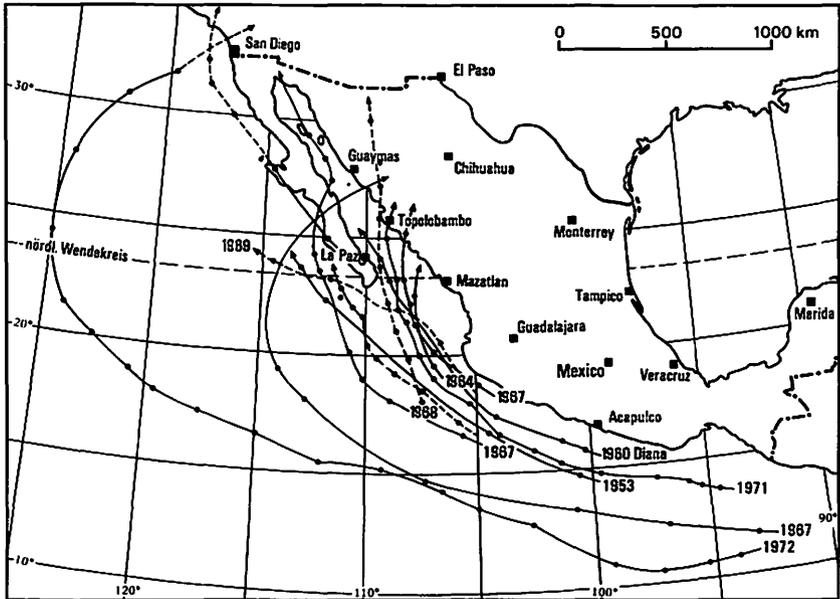


Abb. 6: Zugbahnen der tropischen Zyklone, die den Golf von Niederkalifornien im August beeinträchtigten (1953-1978)

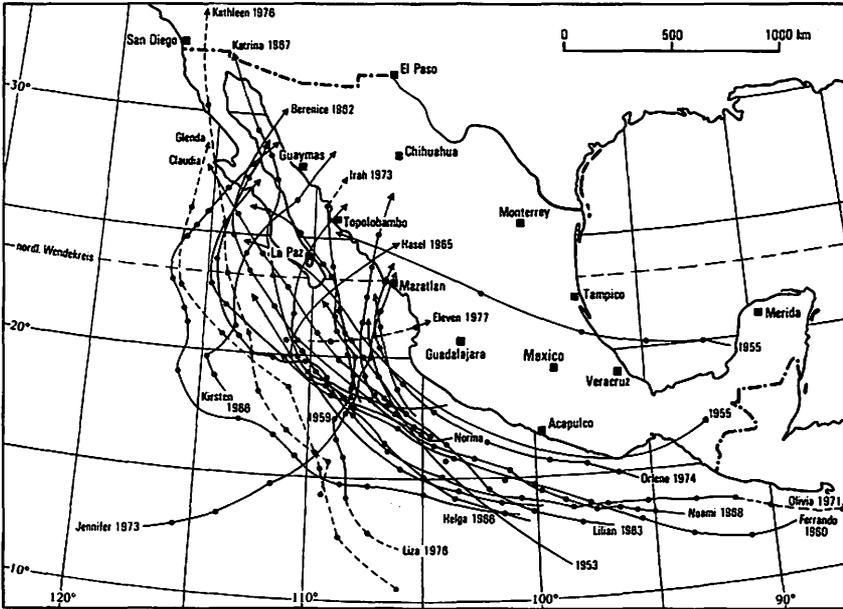


Abb. 7: Zugbahnen der tropischen Zyklonen, die den Golf von Niederkalifornien im September beinträchtigten (1953-1978)

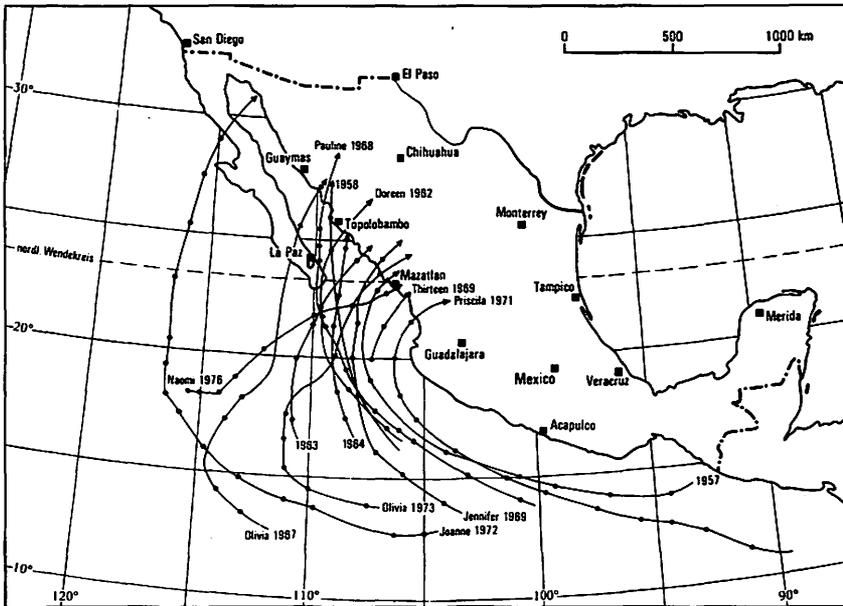


Abb. 8: Zugbahnen der tropischen Zyklonen, die den Golf von Niederkalifornien im Oktober beinträchtigten (1953-1978)

Nach dem Abbiegen vermindert sich die Wandergeschwindigkeit der tropischen Zyklonen um 7-8 Knoten (nach RENARD und BOWMAN, 1976).

In den Abbildungen 4-8 sind die Bahnen der Zyklonen dargestellt, die die nordwestliche Küste Mexikos beeinflussen haben. In dem Maße, in dem das Wasser im südlichen Golf von Kalifornien ab September wärmer wird, tendieren die Zyklonen dazu, in dieser Richtung abzubiegen (Abb. 9).

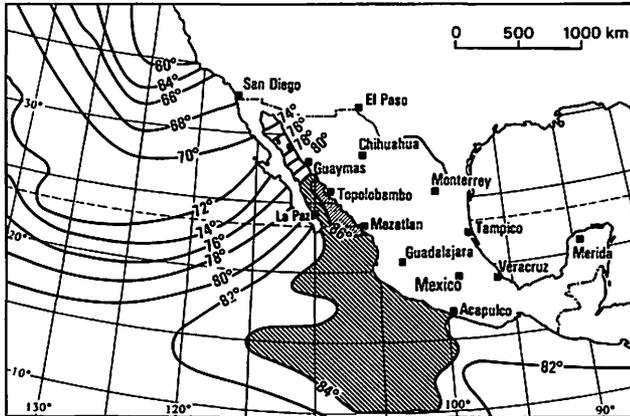


Abb. 9: Durchschnittstemperatur der Meeresoberfläche im September (°F) (U.S. Naval Office 1969)

5. Wahrscheinlichkeit der Gefährdung des Nordwestens von Mexiko durch eine tropische Zyklone.

Von allen den Nordwesten des Landes beeinflussenden Zyklonen trifft die Hälfte auf einen Küstenstreifen zwischen Topolobampo und Puerto Vallarta, (etwa 750 km) sowie auf den Südzipfel der Halbinsel Niederkalifornien (mit La Paz) (Abb. 10). Dies macht die relativ große Gefährdung dieser Küsten durch Sturmwinde und Überschwemmungen deutlich, die mit den Zyklonen einhergehen.

Den zweitgefährdetsten Platz (29%) in bezug auf Zyklonen nimmt die Küste zwischen Manzanillo und Acapulco (550 km) ein (RENARD und BOWMAN, 1976).

Wenn man statt ganzer Küstenstrecken das Zyklonenrisiko von begrenzten Küstenabschnitten betrachtet, wie etwa jene, die die wichtigen Häfen und ihre Umgebung umschließen, so vermindert sich im allgemeinen die Häufigkeit der besagten Phänomene. Innerhalb der oben erwähnten Küstenstreifen können Häfen ein unterschiedliches Gefährdungsrisiko aufweisen. Um zu erläutern, wie das Risiko der Bedrohung durch eine herannahende Zyklone abgeschätzt werden

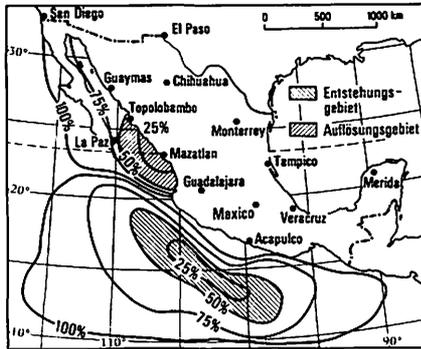


Abb. 10: Entstehungs- und Auflösungsgebiete der tropischen Zyklone, die den Golf von Niederkalifornien im September beeinträchtigen (1953-1977)

kann, wurde der Hafen von La Paz ausgewählt. Es wurde eine Umgebung von 180 Seemeilen betrachtet, da dieses die Entfernung ist, ab der eine Zyklone als eine Gefahr für einen Hafen betrachtet wird (BRAND et al. 1977).

Im Zeitraum von 1947-79 durchquerten 25 Zyklone und tropische Stürme das 180-Seemeilenareal von La Paz. In Abb. 11 erscheinen die prozentualen An-

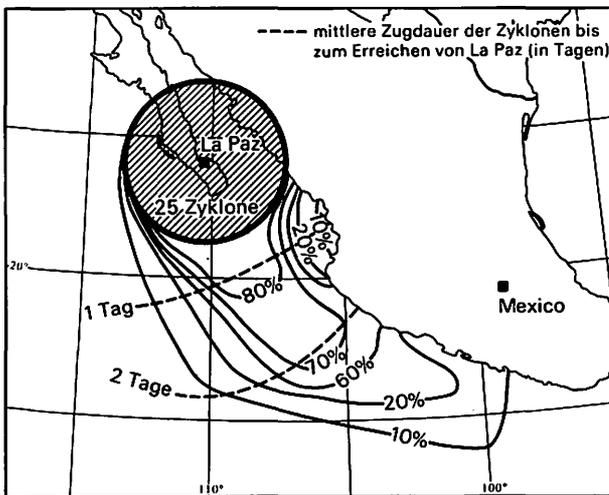


Abb. 11: Wahrscheinlichkeit für das Auftreten tropischer Zyklone im Umkreis von 180 Seemeilen um La Paz im September in Abhängigkeit von der jeweiligen Position der Zyklone (1947-1979)

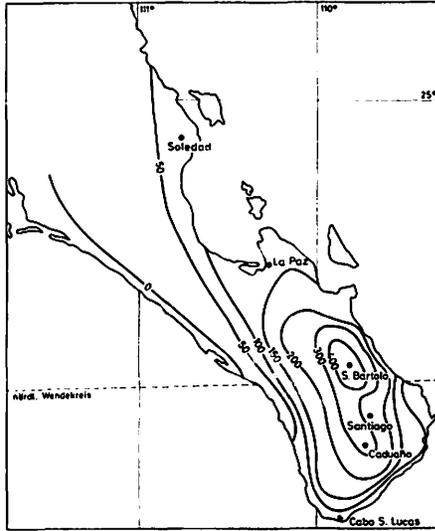
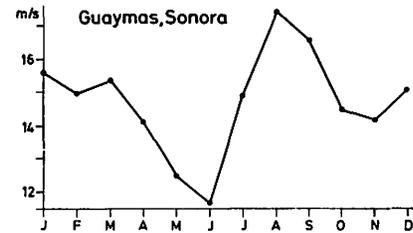
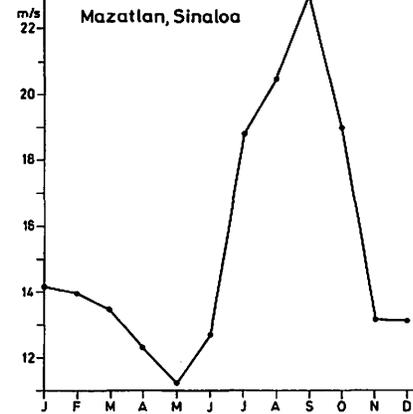
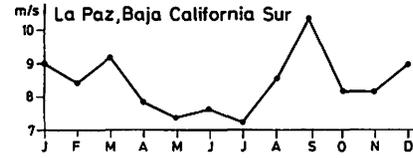


Abb. 13: Niederschlag in mm/24 Stunden am 1. Oktober 1976 beim Durchzug der Zyklone *Liza*

Abb. 12: Mittlere monatliche Maximalgeschwindigkeit des Windes (1921-1978)



teile der Zyklonen, die den Kreis kreuzten. Man kann diese Prozentlinien interpretieren als die Wahrscheinlichkeit, mit der eine nordostpazifische Zyklone auf ihrer Zugbahn tatsächlich den Hafen gefährdet, d.h. das betrachtete Gebiet berühren wird. Die unterbrochenen Linien geben die Zeit an, die eine Zyklone ungefähr benötigt, bis sie La Paz erreicht. Die mittlere Wanderungsgeschwindigkeit wurde nach Schätzungen von RENARD und BOWMAN mit 10 Knoten angenommen.

Wenn man die Zugbahnen der Zyklonen vergleicht, die La Paz berührt haben, so stellt man fest, daß diese am häufigsten von Südosten (38%) und Süden (38%), weniger häufig von Südwesten her La Paz erreichen. Die gefährlichste Achse im September und Oktober ist die Richtung SSE. Diese Achse wird auch in den Linien der Gefährdungswahrscheinlichkeit im Monat September (Abb. 11) deutlich.

Die für La Paz wahrscheinliche Höchstgeschwindigkeit, nach der Methode von GUMBEL geschätzt, beträgt für einen Rückkehrzeitraum von 50 Jahren 49 m/s (179 km/h). Die Orkanwinde sind nach Nordost oder Nord gerichtet, wenn sich die Zyklone von Süden nähert und sich im Osten von La Paz befindet. Die stärksten Winde, die den Nordwesten des Landes beeinträchtigen, treten am Ende der Saison, also in den Monaten September und Oktober auf (Abb. 12).

6. Niederschläge im Zusammenhang mit den tropischen Zyklonen des Nordostpazifiks

Es ist bekannt, daß die räumliche Verbreitung des Regens in dem Maße zunimmt, wie sich eine Zyklone verstärkt. Gleichzeitig nimmt die spiralförmige Krümmung der Regenbänder mit Annäherung an das Zyklonenzentrum zu. Es ist versucht worden, die Niederschlagsintensität in den westpazifischen Zyklonen zu schätzen (RODGERS und ADLER, 1981). Dies geschah mittels der beim Kondensationsprozeß freigesetzten latenten Energie, die radiometrisch vom Satelliten Nimbus-5 aus gemessen wurde. Die Autoren stellten fest, daß die höchste Regenmenge eines Taifuns 80 km vom Zentrum entfernt fällt und bis zu 5 mm/h (110 mm/Tag) beträgt. Die entsprechenden Werte für eine Zyklone des Nordostpazifiks liegen vermutlich wesentlich niedriger, da hier die freigesetzte latente Energie geringer ist und die Störungen insgesamt kompakter sind.

Die Zyklonen des Nordpazifiks können, obwohl sie kleiner sind als ihre Artgenossen im Westpazifik, bei ihrer Ankunft an den nordwestlichen Küsten Mexikos sehr starken Regen verursachen, der sich lokal als Folge der Topographie noch intensivieren kann.

Zur Illustration zeigt Abb. 13 die Verteilung der Regenfälle, die beim Durchzug der Zyklone *Liza* gemessen wurden. Diese Zyklone wanderte am 1. Oktober 1976 ca. 100 km östlich von La Paz in Richtung Topolobampo. Die intensivsten Regen wurden entlang der Sierra de la Victoria zwischen La Paz und Los Cabos beobachtet. Die höchsten Niederschlagsmengen wurden in San Bartolo südlich

von La Paz registriert (425 mm/24 h). Dieser Betrag ist höher als der dortige mittlere Jahresniederschlag von 317 mm. Diese extremen Niederschläge in den Bergen führen zu einer außergewöhnlichen Wasserführung der Flüsse, unter anderem auch desjenigen, der an La Paz vorbeiführt. Wie man weiß, kamen mehr als 400 Menschen um, als ein Hochwasserschutzdamm aus Erde brach.

7. Zusammenfassung

Mexiko ist das Land, das von den Wirkungen der Zyklonen des tropischen Nordostpazifiks in besonderem Maße betroffen ist. Ein Drittel aller Störungen, die sich in dieser Region bilden, beeinflussen die mexikanische Pazifikküste. Die Zyklonen sind relativ klein und mäßig stark. Die mexikanischen Küsten am Pazifik verzeichnen mehr Zyklonen und tropische Stürme als die des Golfs von Mexiko. Das Gebiet im Nordwesten des Landes wird von der Hälfte aller Zyklonen, die die Pazifikküsten berühren, beeinträchtigt. Deswegen ist dort das Risiko extremer Regen und Überschwemmungen erheblich größer als entlang dem übrigen Litoral. Wenn man die Wahrscheinlichkeit bestimmt, mit der sich eine Zyklone La Paz nähert, so zeigt sich, daß von 25 Zyklonen, die einen Umkreis von 180 Seemeilen um die Stadt berührten, die Mehrzahl (76%) aus S oder SE kam. Die Areale gleichen Gefährdungsrisikos verlängern sich in diese Richtung. Die Intensität der Niederschläge, die mit der Ankunft einer tropischen Zyklone des Nordostpazifiks einhergehen, kann in einer bergigen Küstengegend bis zu 400 mm/Tag betragen. Eine detailliertere Gefährdungsanalyse für die Bevölkerungszentren an der mexikanischen Westküste kann als erster Schritt zur Bewertung des Risikos von Überschwemmungskatastrophen an den Küsten Mexikos dienen.

Resumen

México es el país que recibe el mayor impacto de los ciclones del Pacífico Noreste Tropical. Un tercio del total de las perturbaciones que se generan en esta región afectan la costa mexicana del Pacífico. Los ciclones del Pacífico nororiental son relativamente pequeños y de intensidad moderada. Las costas del Pacífico mexicano registran un mayor número de ciclones y tormentas tropicales que las correspondientes del Golfo de México. La región del NW de México recibe la mitad del total de ciclones que tocan las costas del Pacífico, por lo que el riesgo de lluvias e inundaciones ahí, es considerablemente mayor que en el resto del litoral. El análisis de riesgo de aproximación de un ciclón para La Paz señala que de 25 ciclones que pasaron a menos de 180 millas, la mayoría (76%) provino del Sur y del SE, prolongándose las líneas de porcentaje de amenaza hacia dichas direcciones. Las intensidades de lluvia asociadas a la llegada de un ciclón tropical del Pacífico Nororiental a un área costera montañosa, pueden llegar a ser de hasta 400 mm/día. Un análisis de vulnerabilidad más detallado para los principales centros de población costera, podría servir como un primer paso para la evaluación de riesgos de emergencias por inundaciones en las costas de México.

Literatur

- BRAND, S., RUSSELL, G. y DE' ANGELIS D. (1977): Tokio Bay as a Typhoon Haven, Mariners Weather Log
- RENARD, R., W. BOWMAN (1976): The Climatology of Eastern North Pacific Tropical Cyclones. Naval Prediction Research Facility. Tech. Paper 7-76, Monterey, Ca.
- ROSENDAL, H. (1962): Eastern North Pacific Tropical Cyclones 1947-63; Mariners Weather Log 6; 195-201.
- SADLER, J. (1964): Tropical Cyclones of Eastern North Pacific as revealed by TIROS. J. Appl. Meteor. 3; 347-66.
- RODGERS, E. y ADLER, F. (1981): Tropical cyclone rainfall characteristics as determined by satellite radiometer; Mon. Wea. Rev. 109; 506-21.

LOKALWINDE IM BEREICH DER ALPINEN STUFE DER VULKANE ZENTRALMEXIKOS

mit 12 Abbildungen

DIETER KLAUS

Einleitung

Im Rahmen des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft hatte ich in den Jahren 1970 und 1974 Gelegenheit zu gemeinsamen Feldarbeiten mit Herrn Prof. Dr. W. Lauer in der alpinen Höhenstufe der Vulkane Pico de Orizaba, Popocatepetl und Ixtaccihuatl. Während der klima-ökologischen Feldstudien konnten erhebliche Unterschiede im Windregime dieser Vulkane beobachtet werden, die Anlaß zur vorliegenden Studie gaben, die ich dem Jubilar zu seinem 60. Geburtstag widmen möchte.

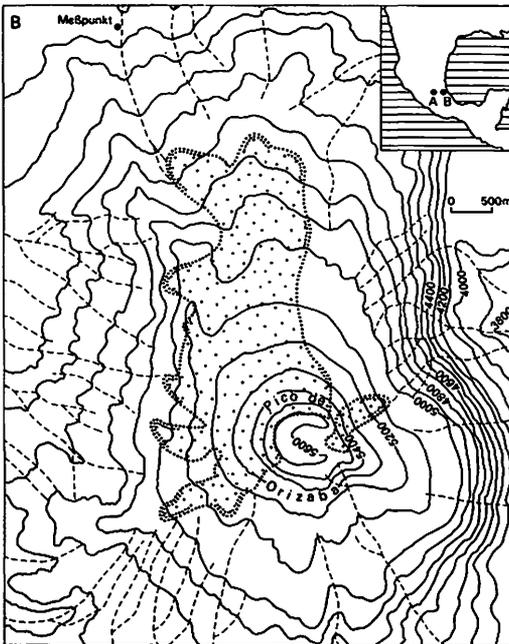


Abb. 1: Lage der Meßstation am
Pico de Orizaba, Mexiko

Lokalzirkulation im Bereich der Nordflanke des Pico de Orizaba

Zur quantitativen Erfassung der lokalen Zirkulation im Bereich der Nordflanke des Pico de Orizaba wurde in 4250 m Höhe (Abb. 1) eine Klimastation mit Windschreiber und Klimahütte eingerichtet. Der Standort wurde auf einer Hangverebnung in einer vom Jamapa-Gletscher ausgehenden Talung ausgewählt. Die registrierten Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten wurden über jeweils eine Stunde gemittelt von den Windschreiberstreifen abgelesen und in Zonal- und Meridionalenkomponenten zerlegt. Neben den kontinuierlichen Messungen wurden sporadische Windrichtungs- und Geschwindigkeitsmessungen mit Windfahnen sowie Handanemometern auf wechselnden Standorten durchgeführt.

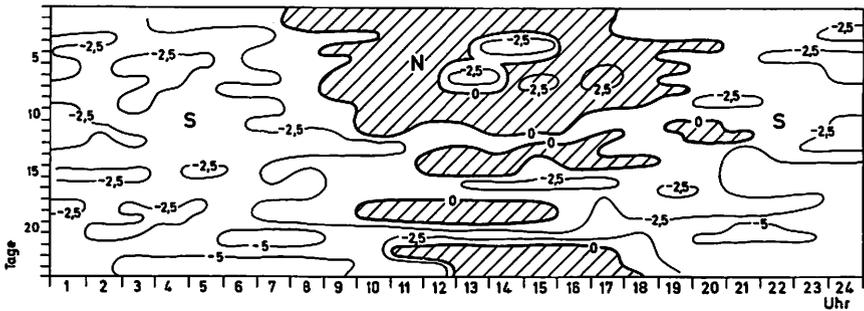


Abb. 2: Stündliche Werte der Meridionalenkomponente des Windes in m/s an der Nordflanke des Pico de Orizaba für den Zeitraum vom 1.3. - 24.3.1974 (negativ: südliche Richtungskomponente; positiv: nördliche Richtungskomponente).

In Abb. 2 ist beispielhaft die Meridionalenkomponente des Windes für den 1.-24.3.1974 stundenweise aufgetragen. Ein markanter tagesperiodischer Windwechsel tritt deutlich in Erscheinung: in den Nachtstunden herrschen Südwinde vor, die nur in den frühen Abendstunden und vor Sonnenaufgang 2,5 m/s überschreiten, in den Tagesstunden dominieren Winde aus dem nördlichen Quadranten mit Geschwindigkeiten kleiner 1,2 m/s.

Der topographischen Lage des Meßpunktes entsprechend ist der tageszeitliche Windrichtungswechsel Folge nächtlicher Hangab- und vergleichsweise schwächerer Hangaufwinde während der Tagesstunden (DEFANT, 1949; TYSON, 1968). Die Hangabwinde erreichen kurz nach Sonnenuntergang und kurz vor Sonnenaufgang im Mittel höchste Geschwindigkeiten, die nahezu regelhaft über den Geschwindigkeitswerten der Hangaufwinde liegen. Das ist ein Befund, der den gängigen Modellvorstellungen zur Hangwindzirkulation entgegensteht (YOSHINO, 1975; SMITH, 1975). Da an der Nordflanke des Pico de Orizaba nicht die vielbelegte Geschwindigkeitsreduktion der Hangab- gegenüber den Hangaufwinden zu beobachten ist, liegt die Vermutung nahe, daß die Gletscherwinde des

Jamapa-Gletschers eine Intensivierung der Abwinde auslösen. In den Alpen ist der Gletscherwind durch ein erstes Maximum kurz vor Sonnenaufgang, das durch maximalen nächtlichen Kaltluftabfluß bedingt ist, gekennzeichnet. Ein zweites Geschwindigkeitsmaximum kann kurz vor bzw. nach Sonnenuntergang beobachtet werden, wenn der Temperaturgegensatz zwischen der aufgeheizten Umgebung und dem Gletscherfeld maximal wird (TOLLNER, 1931; EKHART 1934; HOINKES, 1954). Ähnliche Geschwindigkeitsvariationen während der frühen und späten Nachtstunden sind auch in Abb. 2 deutlich erkennbar.

Zudem konnte durch sporadische Handanemometermessungen eine rhythmische Pulsation mit der Periodenlänge 5 Minuten \pm 1 Minute des nächtlichen Kaltluftabflusses bestimmt werden. Ähnliche Pulsationen sind von SCHMAUSS (1926) als sogenannte Luftlawinen aus den Alpen und von SCAETTA (1935) vom Karisimbi nordöstlich des Kiwu Sees beschrieben worden. Dieses rhythmische Kaltluftabtropfen ist nach GEIGER (1961) besonders für Gletscherwinde typisch. Während im nächtlichen Mittel am Pico de Orizaba die Hangabwinde unter 2,5 m/s bleiben, erreichen die rhythmischen Böen Geschwindigkeiten bis zu 10 m/s. Nach REIHER (1936) und YOSHINO (1975) kann die Geschwindigkeit abfließender Kaltluft gemäß folgender Gleichung berechnet werden :

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot (T' - T)}{T}}$$

Dabei bedeutet l die Länge des Hanges, über den die Kaltluft abfließt, g die Schwerebeschleunigung, α den Hangneigungswinkel, T' die absolute Temperatur in der Umgebung der Kaltluft und T die absolute Temperatur der Kaltluft selbst. Bei Temperaturdifferenzen um 1°K zwischen Umgebungs- und Kaltluft ergeben sich für die Stationsposition (Abb. 1) Abflußgeschwindigkeiten der Kaltluft um 10 m/s, bei 0,5°K sind es noch 7,5 m/s und bei 0,25 K 5,25 m/s. Alle diese Werte liegen über den im Mittel beobachteten Geschwindigkeiten, kommen aber den in Böen effektiv gemessenen Geschwindigkeiten recht nahe. Die Registrierung des Windweges durch den Windschreiber läßt infolge der zeitlichen Geschwindigkeitsintegration die Geschwindigkeitspulsationen kaum in Erscheinung treten.

In den Alpen weht der Gletscherwind im Sommer Tag und Nacht mit annähernd gleicher Stärke bei Schönwetterlagen. Dabei kann der Hangaufwind oder der Talwind den bodennahen Gletscherwind in einigen Dekametern Höhe überlagern (ECKHART, 1934). Am Pico de Orizaba ist der Gletscherwind während der Tagesstunden nur bis zu einer Entfernung von ca. 100m von der Gletscherzunge noch mit den Handanemometern meßbar. Bei Abschattung der Gipfelregion durch konvektive oder advektiv herangeführte Bewölkung steigt zeitweilig die Differenz zwischen Umgebungs- und Gletscherkaltluft stark an. Zugleich erfolgt eine kurzanhaltende Ausweitung des Einflußfeldes der Gletscherwinde, die nicht selten bis zur Meßstation (Abb. 1) wirksam ist. Der in Abb. 2 erkennbare frühzeitige Abbruch des Hangaufwindes am 18.3. und 19.3.1974 ist auf diese Effekte zurückzuführen. Am 17.3. und 22.3.1974 setzte sich hingegen der synoptisch be-

dingte Gradientwind bis ins Bodenniveau durch (LAUER, KLAUS, 1975) und verhinderte die Ausbildung der lokalen Zirkulation. Am 5.3. und 8.3.1974 setzte sich der Gletscherwind infolge konvektiver Bewölkung kurzfristig durch. Nach Wolkenauflösung wurde erneut der Hangaufwind bestimmend (Abb. 2).

Trotz dieser kurzfristigen Fluktuationen sind die tageszeitlichen Windwechsel in den Monaten der Trockenzeit von November bis April statistisch gesehen überaus dominant, wie das in Abb. 3 gegebene Varianzspektrum der Meridional Komponente des Windes zeigt. Hochsignifikant sind die maximalen erklärten Varianzanteile auf der Periodenlänge um 24 Stunden. Dies gilt sowohl im Hinblick auf Persistenzannahme — Vergleich mit Kontinuum des roten Rauschens —, als auch ohne Persistenzannahme — Vergleich mit Kontinuum des weißen Rauschens, d.h. Gleichverteilung der erklärten Varianzanteile — (MITCHELL, 1966).

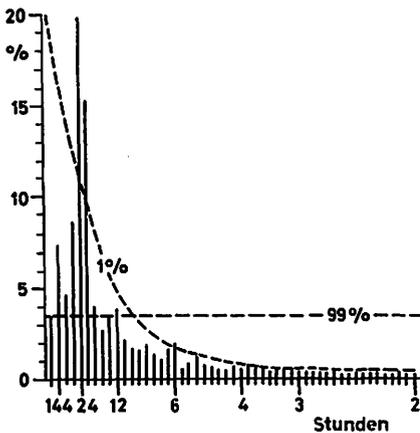


Abb. 3: Varianzspektrum der stündlichen Werte der Meridional Komponente des Windes für März/April 1974, Meßstation am Nordhang des Pico de Orizaba.

Im Bereich der vom Jamapagletscher ausgehenden Talung, in der diese Windmessungen durchgeführt wurden, ist eine deutliche Absenkung der Waldgrenze erkennbar (LAUER, KLAUS, 1975). Auf den angrenzenden Rücken dieser Talung reicht der Baumwuchs zum Teil 200-300 m höher als auf den Talhängen und der Talsohle. Inwieweit Bodentemperaturdepressionen, die durch den regelmäßigen nächtlichen Kaltluftabfluß bedingt sind (vergl. FRIEDEL, 1963) eine Rolle spielen, ist schwer abzuschätzen, da Viehtrieb und Feuereinwirkung im letzten Jahrhundert zu einer weitgehenden Zerstörung der natürlichen Vegetationsbestände geführt haben.

Rhythmischer Windwechsel am Paso Cortés

Vom Mai 1974 an wurden bis zum Oktober 1976 kontinuierliche Windregistrierungen am Paso Cortés, Station Caracol, durchgeführt. Diese Station liegt in 3880 m Höhe auf einer kleinen Erhebung, die den breiten Paß untergliedert, der die Vulkane Popocatepetl und Ixtaccihuatl verbindet (Abb. 4). Diese Gebirgsket-

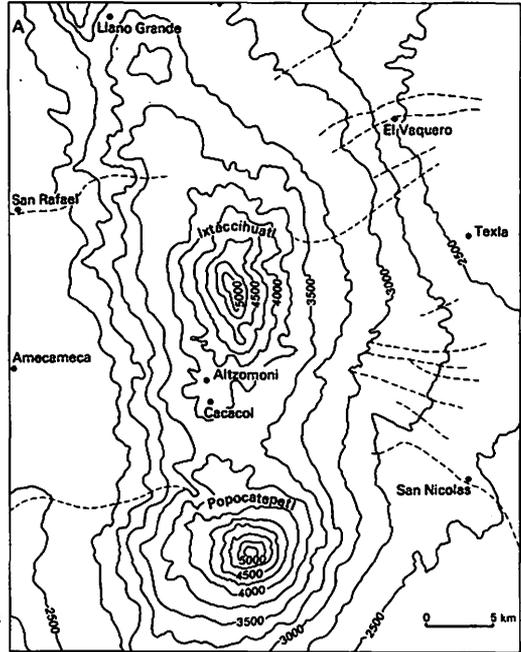


Abb. 4: Lage der Meßstationen im Bereich der Vulkane Popocatepetl und Ixtaccihuatl.

te ist als Sierra Nevada bekannt und trennt auf eine Distanz von etwa 60 km die östlich des Gebirgszuges in etwa 2200 - 2400 m Höhe gelegene Talung von Puebla-Tlaxcala vom westlich der Vulkane anschließenden, etwa in gleicher Höhe gelegenen Tal von Mexiko. Die Vulkane Popocatepetl und Ixtaccihuatl überragen demnach den Talgrund um mehr als 3000 m, der Paso Cortés um 1600 m (Abb. 4).

Sowohl die Hochtalung von Puebla-Tlaxcala als auch die Talung von Mexiko ist durch tagesperiodische Berg-Talwindssysteme ausgezeichnet (LAUER, KLAUS, 1975). Abb. 5 zeigt die mittleren Meridionalen Komponenten im Januar für beide Talungen. In der nach Süden zur Río Balsas Senke abfallenden Talung von Puebla dominieren im Mittel während der Tagesstunden Winde südlicher (Tal-

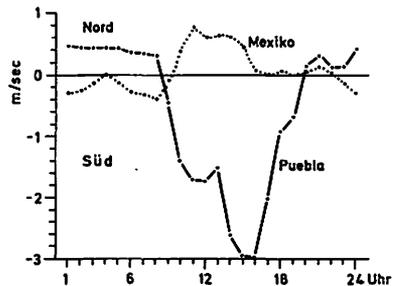


Abb. 5: Mittlere tageszeitliche Änderung der Meridionalen Komponente des Windes im Januar 1976 in den Talungen von Puebla-Tlaxcala und von Mexiko.

wind), in den Nachtstunden Winde nördlicher (Bergwind) Richtungskomponente (LAUER, 1970). In der nach Norden abfallenden Talung von Mexiko ist das Berg- Talwindphänomen undeutlicher ausgebildet. Im Mittel sind hier, der nordwärts gerichteten Talung folgend, Winde nördlicher Richtungskomponente (Talwind) während der Tagesstunden, Winde südlicher (Bergwind) Richtungskomponente während der Nacht ausgebildet. Es stellt sich die Frage, inwieweit die Paßregion der Sierra Nevada als Wasserscheide beider Talungen in diese Lokalzirkulationen eingebettet ist.

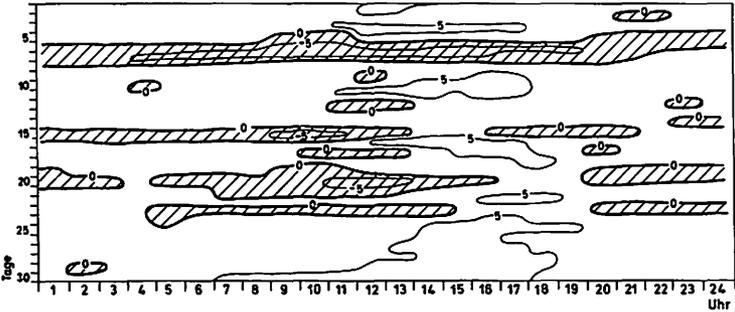


Abb. 6: Stündliche Werte der Meridional Komponente des Windes in m/s am Paso Cortés für den Zeitraum vom 1.3. - 31.3.1975 (negativ: südliche Richtungskomponente; positiv: nördliche Richtungskomponente)

In Abb. 6 sind für den März 1975 die Meridional Komponenten des auf dem Caracol gemessenen Windes in Abhängigkeit zur Uhrzeit angegeben. Regelmäßig können hohe Windgeschwindigkeiten aus nördlichen Richtungen — bevorzugt Nordwest — in den Nachmittagsstunden von 13 - 17 Uhr, zum Teil ebenfalls hohe Windgeschwindigkeiten aus südlichen Richtungen — bevorzugt Südost — in den Vormittags- und frühen Nachtstunden beobachtet werden. Gelegentlich bleiben auch synoptisch bedingte Südwinde ganztägig bestimmend.

Diese 12-Stundenperiodizität der Windrichtungen im Bereich des Paso Cortés bleibt auch im Mittel mehrerer Trockenzeitmonate signifikant bestimmend, wie das in Abb. 7 dargestellte Varianzspektrum der Meridional Komponenten des

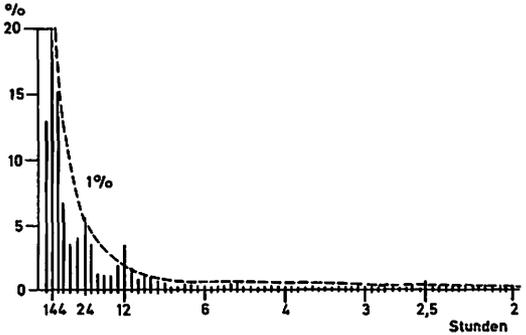


Abb. 7: Varianzspektrum der stündlichen Werte der Meridional Komponente des Windes für die Trockenzeitmonate März und April 1975.

Windes zeigt. Eine 24-stündige Welle, die durch die hohe nachmittägliche Nordwindkomponente ausgelöst wird, ist ebenfalls signifikant erkennbar. Die Zeitreihe der stündlichen Meridional Komponenten zeigt zudem hohe Persistenz, die den Vergleich des berechneten Varianzspektrums mit dem Kontinuum des roten Rauschens erfordert (Abb. 7). Eine 144-stündige Periode erklärt ebenfalls hohe und signifikante Varianzanteile. Diese 6-tägige Periodizität spiegelt recht gut die Windrichtungsänderungen wider, die mit den im 5-6tägigen Rhythmus für Mexiko belegten Kaltlufteinbrüchen (KLAUS, 1973) verbunden sind. Insgesamt kann der in Abb. 6 beschriebene Windwechsel demnach als typisch für die Trockenzeitmonate März und April angesehen werden.

Versucht man diese am Paso Cortés auftretenden tageszeitlichen Windänderungen mit den lokalen Zirkulationen der westlich und östlich des Passes zu beobachtenden Berg- Talwindzirkulationen in Verbindung zu bringen, so ergeben sich Schwierigkeiten. Gerade dann, wenn der Talwind (Südwind) in der Talung von Puebla maximale Werte erreicht, stellt sich auf dem Paso Cortés ziemlich regelmäßig ein NE-Wind ein, während dann, wenn der Talwind des Beckens von Mexiko (Nordwind) hohe Intensität aufweist, Südwind bestimmend wird (Vergleiche Abb. 5).

Da die beobachteten Winde einen paßüberquerenden Charakter haben, könnten sie als Malojawinde interpretiert werden, wie sie von DEFANT (1951) für den Raum zwischen Engadin und Bergell in der Schweiz und von SCHUEPP (et al., 1963) für Davos beschrieben wurden. Diese lokalklimatisch begründeten, paßüberschreitenden Winde werden dadurch erklärt, daß die regional höchsten, auf NN reduzierten Tagestemperaturen jenseits der Wasserscheide auftreten, der Talwind also nach Überquerung des Passes talabwärts strömt.

Thermische Asymmetrien dieser Art (KLAUS, LAUER, 1981) können an den Hängen der Sierra Nevada tatsächlich beobachtet werden, wie Abb. 8 zeigt.

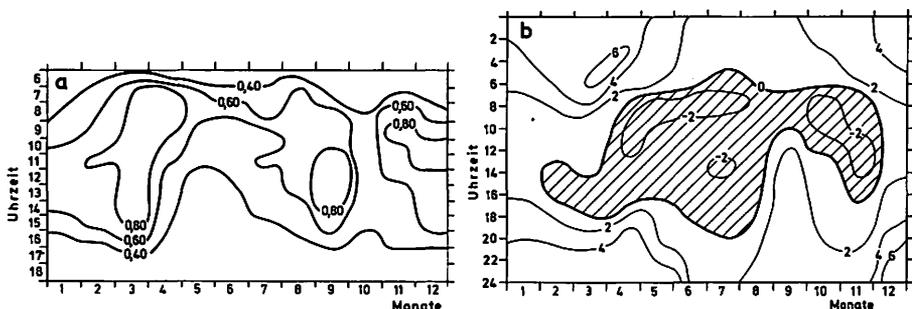


Abb. 8: a) Mittlerer monatlicher Reduktionsfaktor der stündlichen Sonneneinstrahlung im Ablauf des Geophysikalischen Jahres am Altzomoni (3975 m) nach GALINDO (1962).
 b) Mittlere stündliche Temperaturdifferenzen zwischen den West- (S. Rafael, 2640 m) und Osthängen (El Vaquero, 2680 m) der Sierra Nevada im Jahresablauf.
 Negative Werte: Osthänge wärmer als Westhänge - schraffiert-,
 positive Werte: Westhänge wärmer als Osthänge.

Während der Tagesstunden sind die Temperaturen an der Hangstation San Rafael (2640 m) geringer als an der in gleicher Höhe gelegenen Station El Vaquero (2680 m), deren Lage in Abb. 4 angegeben ist. Diese thermische Asymmetrie ist Folge des tageszeitlichen Bewölkungsganges: In den Vormittagsstunden erhält der Osthang (El Vaquero) volle Einstrahlung, in den Nachmittagsstunden bedingt die auch in den Trockenzeitmonaten gelegentlich aufkommende Bewölkung (vergleiche Abb. 8) eine Einstrahlungsreduktion bei dem nunmehr den Westhang thermisch begünstigenden Sonnenstand (vergl. TROLL, 1952). Als Folge des Bewölkungsganges, allerdings auch bedingt durch die unterschiedlichen Neigungswinkel der Ost- und Westhänge der Sierra Nevada, resultiert eine thermische Begünstigung der Osthänge, die in den Vormittagsstunden maximale Werte annimmt und bis vor Sonnenuntergang erhalten bleibt.

Auf der Grundlage dieser thermischen Gegebenheiten kann folgende Erklärung für das periodische Windphänomen am Paso Cortés versucht werden: Während der Vormittagsstunden wirken sich die starken Hang- und Talwinde des Beckens von Puebla-Tlaxcala in der Paßregion als Südostwinde aus. In den Nachmittagsstunden ist dann auch der Hangwind auf den Westhängen der Sierra Nevada kräftig ausgebildet und überschreitet infolge der thermischen Asymmetrie den Paß von Nordwesten aus in Richtung auf die Talung von Puebla-Tlaxcala. In den späten Nachmittags- und Abendstunden wandert die Hangüberwärmungszone von den Osthängen auf die Westhänge, wodurch die Nordostwinde unterdrückt werden. Der regelhaft in den frühen Nachtstunden zu beobachtende Südwind ist mit dieser Modellvorstellung allerdings nicht erklärt (Abb. 5).

Möglicherweise ist hier ein weiteres Phänomen überlagert. Bekanntlich zeichnet der Tagesgang des Luftdruckes in den Tropen eine Doppelwelle mit 12-stündiger Periodenlänge nach, da die thermisch ausgelöste Schwingung des Luftdruckes durch eine Resonanzschwingung abgeschwächt und zeitlich um etwa 12 Stunden versetzt wiederholt wird. Für den Monat März 1975 ist die mittlere Luftdruckwelle in Abb. 9 im Vergleich zu den mittleren Windgeschwindigkeiten, dargestellt als mittlere Abweichung vom Tagesmittel, angegeben. Wie bestimmend die Periodizität des Luftdruckes in den Trockenzeitmonaten in Puebla ausgebildet

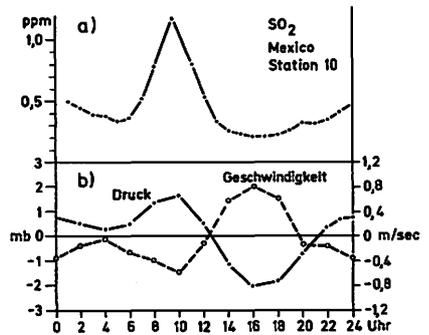


Abb. 9: a) Mittlere stündliche Werte der SO_2 -Konzentration im Zentrum der Stadt Mexiko für den Januar 1976.
 b) Abweichung des stündlichen Luftdruckes und der stündlichen Windgeschwindigkeiten im Mittel des Monats März vom monatlichen Tagesmittelwert in mb bzw. in m/s.

ist, zeigt das Varianzspektrum der stündlichen Luftdruckwerte nach Trendabzug in Abb. 10. Zum Vergleich ist ebenfalls in Abb. 9 die SO_2 -Konzentration für das Zentrum der Stadt Mexiko eingezeichnet. Es zeigt sich, daß die Windgeschwindigkeit auf dem Paso Cortes einen zum Luftdruck inversen Tagesgang aufweist, während zugleich die für Mexiko-Stadt in den Trockenzeitmonaten so bedeutsame SO_2 -Luftverunreinigung exakt die doppelte Luftdruckwelle nachzeichnet.

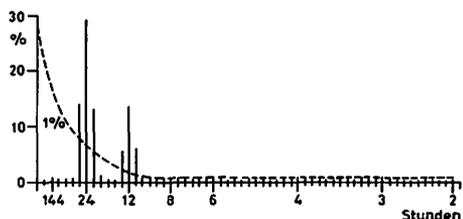


Abb. 10: Varianzspektrum der stündlichen Luftdruckwerte nach Trendabzug für Puebla und die Monate Oktober - Dezember 1970.

Einerseits nimmt mit zunehmender Höhe in der freien Atmosphäre die Intensität der Doppelwelle des Luftdruckes ab (YOSHINO, 1975), andererseits ist diese Doppelwelle aber im Bereich des Paso Cortés (Abb. 9) noch deutlich ausgebildet. Das bedeutet aber, daß zwischen der freien Atmosphäre und der Paßregion entsprechend der Doppelwelle des Luftdruckes Gradienten auf- bzw. abgebaut werden. Hoher Luftdruck in den Vormittagsstunden mit Zentrum über dem Paso Cortés (Abb. 9) begünstigt Winde mit SE - Richtungskomponente, tiefer Luftdruck am Nachmittag NE - Winde, während der relativ hohe Luftdruck in den frühen Nachtstunden erneut SE-Werte auslösen kann. Diese interessanten Zusammenhänge bedürfen noch weiterer Bestätigungen, gegebenenfalls aus anderen tropischen Gebirgsregionen. FUJIMURA (1971, zit. n. YOSHINO, 1975) kann für den 3776 m hohen Mt. Fuji zeigen, daß hier die Doppelwelle des Luftdruckes bis ins Gipfelniveau wirksam bleibt, während die Windgeschwindigkeit den Tagesgang der Windgeschwindigkeiten der freien Atmosphäre mit maximalen Windgeschwindigkeiten bei minimalem Austausch, also in den Nachtstunden, nachzeichnet. Am Paso Cortés bleibt die Doppelwelle des Luftdruckes im Vergleich zum Talboden fast ungeschwächt bestehen und auch die tageszeitlichen Windgeschwindigkeitsänderungen folgen dem Niederungstyp mit maximalen Windgeschwindigkeiten bei größtem Austauschkoefizienten, also maximalem Impulstransport aus der Höhe ins Bodenniveau während der Nachmittagsstunden. Das zeigt, daß die Strömungsbedingungen am Paso Cortés trotz seiner großen Höhe über dem Talboden stärker an die lokalklimatischen Gegebenheiten der Talungen angebunden sind als an die Strömungsbedingungen der freien Atmosphäre. Gestalt und Ausdehnung der Sierra Nevada spielen hier ganz sicher eine bedeutende Rolle.

Der jahreszeitliche Windwechsel am Paso Cortés

Für den Zeitraum von Oktober 1974 - September 1975 ist in Abb. 11 die

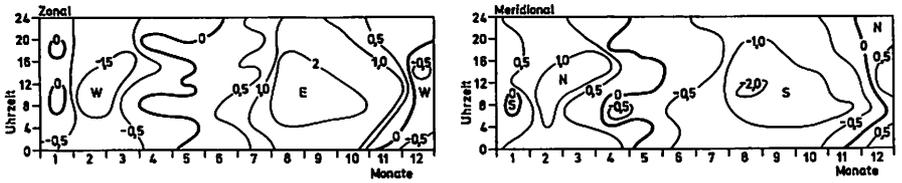


Abb. 11: Mittlere stündliche Zonal- und Meridional Komponente des Windes an der Station Caracol für den Zeitraum Oktober 1974 - September 1975 in m/s.

mittlere stündliche Ausprägung der Zonal- und Meridional Komponente für die Station am Paso Cortés angegeben. Ganzjährig treten die höchsten Windgeschwindigkeiten in den Mittag- und Nachmittagstunden auf. Der im vergangenen Abschnitt beschriebene tageszeitliche Windrichtungswechsel zeigt sich auch in Abb. 11 als ein Phänomen, welches ganz bevorzugt in den Monaten März und April, abgeschwächt allerdings auch in dem Betrachtungsjahr im Januar, ausgebildet ist. In den Regenzeitmonaten mit relativ hohen Windgeschwindigkeiten südlicher Richtungskomponente fehlt diese Erscheinung ebenso, wie in den Trockenzeitmonaten mit hohen NW-Windgeschwindigkeiten. Es handelt sich offenbar um ein tagesperiodisches Windphänomen, welches bevorzugt dann ausgebildet ist, wenn die synoptisch bedingten Winde gewisse Geschwindigkeitsschwellenwerte, die bei etwa 2-3 m/s anzunehmen sind, nicht überschreiten.

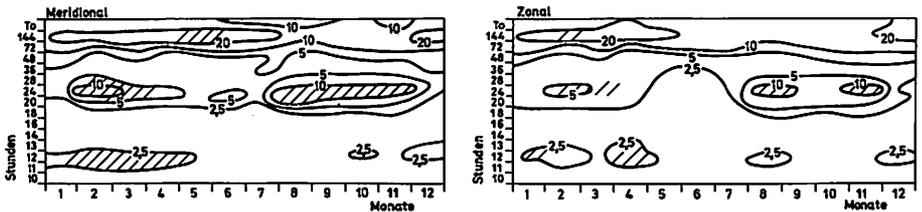


Abb. 12: Isolethen der periodenabhängigen Varianzerklärung (Varianzspektrum) in Prozent der Gesamtvarianz für die stündlichen Zonal- und Meridional Komponenten des Windes an der Station Caracol und den Zeitraum Okt. 1974 - Sept. 1975. Signifikante Varianzanteile sind schraffiert hervorgehoben. Im Falle einfacher Markovpersistenz wurde das berechnete Spektrum mit dem Kontinuum des roten Rauschens zur Signifikanzprüfung verglichen, sonst mit dem Kontinuum des weißen Rauschens.

Durch die in Abb. 12 in Isolethenform dargestellten erklärten Varianzanteile der verschiedenen Periodenlängen in Stunden in Abhängigkeit zum jeweiligen Monat wird diese Aussage gestützt. Die signifikanten erklärten Varianzanteile sind schraffiert hervorgehoben und belegen, daß die mit der täglichen Doppelwelle einhergehende 12-stündige Periodizität bevorzugt in den Trockenzeitmonaten von November/Oktober bis April/Mai bedeutsam ist, während diese Pe-

riodenlänge in den Regenzeitmonaten fehlt. In dieser Jahreszeit ist, abgesehen von der 144-stündigen Periode in den Monaten Mai und Juni, die durch wandernde außertropische Höhenträge bedingt ist, nur eine 24-stündige Periode bedeutsam. Die beschriebenen tagesperiodischen Lokalphänomene sind demnach auf die Jahreszeit begrenzt, in der Strahlungswetterlagen eine kräftige Ausbildung der lokalen Phänomene zulassen. Darüber hinaus sind die Jahresabschnitte ganz besonders begünstigt, in denen zusätzlich die Strömungsbedingungen der unteren und mittleren Troposphäre infolge des Übergangs vom winterlichen Westwindregime zum sommerlichen Ostwindregime (LAUER, 1975) durch geringe Windgeschwindigkeiten gekennzeichnet sind. Es darf vermutet werden, daß den hier beschriebenen tagesperiodischen Phänomenen ähnliche Strömungsvariationen in anderen tropischen Gebirgen unter ähnlichen Bedingungen entsprechen.

Summary

Local winds in the area of the alpine zone of the volcanoes of Central America.

It is possible to prove that there are periodic diurnal slope winds on the northern flank of the Pico de Orizaba, the effect of which is modified by the glacier winds of the Jamapa Glacier.

It was possible to demonstrate the close interaction of mountain valley wind circulations which form in the valleys of Puebla and Mexico with the slope winds of the Sierra Nevada. As a result of thermal asymmetries, which are characteristic for the eastern and western slopes of the Sierra Nevada, the slope winds traverse the watershed and take on the character of Maloja winds for a while. These pass winds experience change as a result of the double wave of air pressure typical of tropical areas, as well as the seasonal cloud cover regime.

Translation: Dr. Anthony Hellen

Literatur

- DEFANT, F. (1949): Zur Theorie der Hangwinde nebst Bemerkungen zur Theorie der Berg- und Talwinde. Arch. f. Meteorol. Biokl. Ser. A 1, 421-450.
- DEFANT, F. (1951): Local winds. Comp. Meteorol., 655-672.
- EKHART, E. (1934): Neuere Untersuchungen zur Aerologie der Talwinde. Beitr. Phys. d. fr. Atm. 21, 245-268.
- FRIEDEL, H. (1936): Wirkung der Gletscherwinde auf die Ufervegetation der Pasterze. Biokl. B 3, 21-25.
- GALINDO, E.I.G. (1962): Estudio de la radiación solar durante el año Geofísico Internacional. In: El año Geofísico Intern. en Mexico. Instituto Geofísica, 51-80.
- GEIGER, R. (1961): Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig.
- HOINKES, H. (1954): Beiträge zur Kenntnis des Gletscherwindes. Arch. f. Meteorol. Biokl. Ser. B 6, 36-53.
- KLAUS, D. (1973): Las invasiones de aire frío en los tropicos a sotavento de las montañas rocallosas. Geofísica Internacional 13, 99-143.
- KLAUS, D., LAUER, W. (1981): Zur thermischen Asymmetrie der West- und Osthänge der Sierra Nevada, Mexiko. Festschrift f. Prof. PALM, im Druck

- LAUER, W. (1970): Naturwissenschaftliche Arbeiten im Rahmen des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Deutsche Geographische Forschung in der Welt von heute. Festschrift f. E. GENTZ, Kiel 1970, 29-38.
- LAUER, W., STIEHL, E. (1973): Hygrothermische Klimatypen im Raume Puebla-Tlaxcala (Mexiko). - Erläuterungen zu einer Klimatypenkarte 1:500000. Erdk. 27, 230-234.
- LAUER, W., KLAUS, D. (1975): Geocological investigations on the timberline of Pico de Orizaba, Mexico. Arctic and Alpine Research 7, 315-330.
- LAUER, W., KLAUS, D. (1975): The thermal circulation of the central Mexican Meseta region within the influence of the trade winds. Arch. Met. Geophys. Biokl. Ser. B 23, 343-366.
- LAUER, W. (1975): Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. zu Mainz, No. 3, Wiesbaden.
- MITCHELL, J.M. (1966): Climatic Change. WMO-Techn. Note No. 79, Genf.
- REIHER, M. (1936): Nächtlicher Kaltluftabfluss an Hindernissen. Biokl. B 3, 152-163.
- SCAETTA, H. (1935): Les avalanches d'air dans les Alpes et dans les hautes montagnes de l'Afrique central. Ciel et Terre 51, 79-80.
- SCHMAUSS, A. (1926): Luftlawinen in Alpentälern. D. Meteorol. Jahrb. f. Bayern, Jg. 1926, Anhang F.
- SCHUEPP, M. et al. (1963): Die Windverhältnisse im Davoser Hochtal. Arch. Met. Geophys. Biokl. Ser. B 12, 337-349.
- SMITH, K. (1975): Principles of Applied Climatology. London.
- TOLLNER, H. (1931): Gletscherwinde in den Ostalpen. Met. Zeitschr. 48, 414-421.
- TROLL, C. (1952): Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation. Bonner Geogr. Abh. 9, 124-182.
- TYSON, P.D. (1968): Nocturnal local winds in a Drakensberg valley. S. African Geogr. Jl. 50, 15-32.
- YOSHINO, M.M. (1975): Climate in a small area. Tokyo.

KLIMAGEBIETE DER TÜRKEI NACH DER ANZAHL DER ARIDEN BZW. HUMIDEN MONATE UND IHRE BEZIEHUNGEN ZUR VEGETATION

mit 2 Abbildungen

AHMET NIŞANCI

a. Einleitung

In dieser Studie wird versucht, die Türkei klimatisch nach der Anzahl der ariden bzw. humiden Monate zu gliedern und die Beziehungen der Klimagebiete zur Vegetation des Landes aufzuzeigen. Wie in allen mediterranen Ländern kennzeichnet auch in der Türkei die Ariditätsabstufung die klimatischen Verhältnisse in besonderem Maße. Vor allem im Hinblick auf landwirtschaftliche Belange ist ihre räumliche und zeitliche Verteilung von großer Bedeutung.

Nach der Definition PENCK's wird ein Klima als "arid" bezeichnet, wenn die Verdunstung größer ist als die Niederschlagsmenge, als "humid", wenn die Niederschlagsmenge größer ist als die Verdunstung. In zeitlicher Hinsicht kennzeichnet die Anzahl der ariden Monate im Jahresgang die Andauer der Trockenheit, während die übrigen Monate als humid gelten. Der Unterschied zwischen der Anzahl arider bzw. humider Monate ist zugleich ein Maß für den Grad der Aridität bzw. Humidität. Neben einer zeitlichen Gliederung ergibt sich aus der Analyse der Zahl arider/humider Monate zugleich eine regionale Gliederung des Landes in aride bzw. humide Gebiete.

Die der Untersuchung zugrunde liegenden Verdunstungswerte von freien Wasseroberflächen (potentielle Evaporation) wurden in Anlehnung an LAUER (1968) um den Faktor 0,5 reduziert. Die so ermittelten Werte entsprechen weitgehend der natürlichen Landschaftsverdunstung und stehen in guter Übereinstimmung mit den nach der Methode PENMAN gewonnenen Werten. Durch die Reduzierung der gemessenen Verdunstungswerte können das Wasserspeichervermögen der Böden und die Transpiration der Pflanzen hinreichend berücksichtigt werden. Die Verdunstungswerte wurden überwiegend mit dem Wild'schen Evaporimeter gewonnen. Aus Homogenitätsgründen wurde die Meßperiode 1961-1970 gewählt, deren Meßwerte besonders zuverlässig sind. Um die Beziehungen zwischen den Klimagebieten und der Vegetation aufzeigen zu können, wurden auch die Kälteperioden in die Untersuchung einbezogen. Die Anzahl der Monate

mit einem mittleren Tagesminimum unter 0°C kennzeichnet die jeweilige "Kältezeit".

b. Klimagebiete der Türkei nach der Anzahl der ariden bzw. humiden Monate

1. Die ariden Gebiete der Türkei

In Anlehnung an vergleichbare klimatologische Studien wird die klimatische Trockengrenze auch in der Türkei durch die Isohygromene zwischen Gebieten mit 6 ariden bzw. humiden Monaten festgelegt.

Aridität mit mehr als 6 trockenen Monaten wird im Westen und Süden des Landes nur in schmalen Küstenstreifen registriert. Auch die Stationen in den nördlichen und westlichen Übergangsbereichen (wie zwischen Tokat - Corum, Burdur - Usak) sowie in den Hochebenen von Malatya und Iğdir in Ostanatolien liegen in trockenen Landschaften mit begrenzter Ausdehnung. In den Hochflächen Mittelanatoliens sowie Südostanatoliens liegen die größten und zusammenhängenden Trockengebiete des Landes (Abb. 1). Trotz langer Trockenperioden mit mehr als 6 ariden Monaten gibt es in der Türkei kein Wüstengebiet. Gemäß der TROLL'schen Definition wird die agronomische Trockengrenze mit mehr als 8 ariden Monaten nicht erreicht.

Das Sommerhalbjahr (April - September) ist überwiegend trocken, während das Winterhalbjahr (Oktober - März) als humid einzustufen ist. Die trockenste Zeit fällt in die Periode Juni - September. Im Juli und August kann extreme Dürre herrschen.

Abgesehen von den Küstenbereichen werden in der humiden und kalten Jahreszeit regelmäßig strenge Fröste registriert. Die Andauer der Winterkälte mit mittleren Minima unter 0°C beträgt in den randlichen Küstengebieten und im Südosten nur 1-2 Monate, während sie im Innern des Landes auf 3-4 Monate, im Raum Kayseri und Nigde sogar auf 5 Monate ansteigt. Man kann danach für diese zuletzt genannten Regionen zwei klimatisch sehr unterschiedliche Perioden im Jahr unterscheiden: das warm-trockene Sommerhalbjahr und das kalthumide Winterhalbjahr. In den Übergangsmontaten (April - Mai bzw. Okt. - Nov.) herrschen ausgeglichene Verhältnisse.

Im einzelnen unterscheiden sich die ariden Gebiete trotz der einheitlichen Trockenperiode durch die Intensität der Trockenheit. Die Aridität ist im westlichen und südlichen Küstenraum sowie im Südosten des Landes ausgeprägter als im Landesinneren. Auch die humide Periode tritt in den Küstengebieten mit ergiebigen Niederschlägen deutlicher in Erscheinung als in den anderen Räumen. Anders formuliert: Die Sommertrockenheit nimmt von der Küste zum Landesinneren hin ab. Dieses ist vor allem auf konvektive Vorgänge zurückzuführen, die in der inneren Türkei mit sommerlichen Gewitterregen verbunden sind und die hier somit wirksamer sind als in den Küstenbereichen. Diese Tatsache wird erst

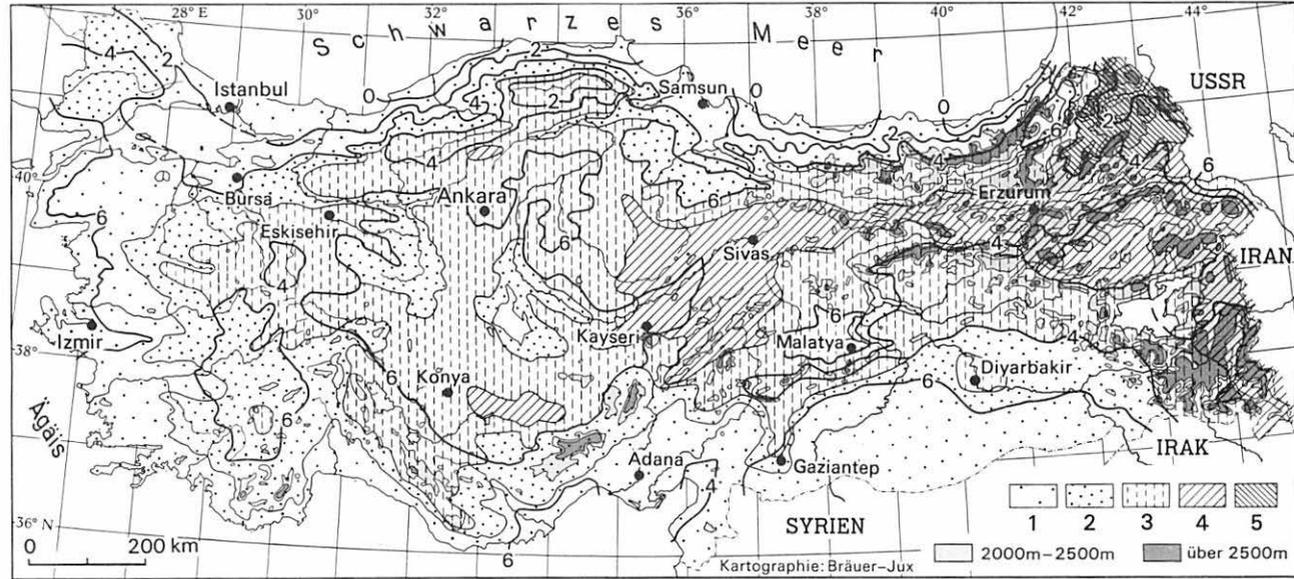


Abb. 1 : Klimagebiete der Türkei nach der Anzahl der trockenen und kalten Monate. Die Zahlen bzw. Linien geben die Zahl der trockenen Monate im Jahr an. 1. weniger als ein Monat; 2. ein bis zwei Monate; 3. drei bis vier Monate; 4. fünf bis sechs Monate ; 5. mehr als sechs Monate. Gebirgshöhen über 2.000 m (im W) und 2.500 m (im O).

unter Berücksichtigung der Wetterlagen und ihrer Niederschlagswirksamkeit verständlich (NISANCI 1973).

2. Die semihumiden Gebiete der Türkei

Die semihumiden Gebiete mit 5-6 trockenen Monaten im Jahr nehmen große Flächen des Landes ein. Hier sind mehr als die Hälfte der Monate des Jahres (6-7) humid. Als semihumide Gebiete sind zu nennen: das südliche Marmarameer-Gebiet, der größte Teil der Küste an der Ägäis und am Mittelmeer, das gebirgige Übergangsbereich sowie Ostanatolien (außer dem Raum zwischen Kars und Ardahan im Nordosten). Unterschiede in den Naturlandschaften dieser semihumiden Gebiete, in denen von Mai bzw. Juni bis Oktober Trockenheit herrscht, sind eher durch die Winterkälte bedingt. Während bei gleicher Anzahl arider Monate in den Küstenbereichen Winterkälte nur selten registriert wird, tritt sie im Landesinneren regelmäßig auf und nimmt nach Osten bis zu einer Zeitdauer von 5-6 Monaten zu (Sivas, Erzurum). Die Intensität der Winterkälte wächst in Richtung Osten ebenfalls.

Auch in den semihumiden Gebieten, besonders in den südlichen und westlichen Küstenbereichen, herrscht Sommertrockenheit (Juni - September). Im Landesinneren ist sie vergleichsweise abgeschwächt. Durch hohe Sommerniederschläge nimmt sie in Ostanatolien beträchtlich ab. So fallen z.B. in Erzurum die meisten Niederschläge im Frühjahr (Max. im Mai 67,9 mm) und — mit geringeren Mengen — im Sommer. Dennoch sind die Sommermonate durch die starke Verdunstung relativ trocken.

Außer der Trockenheit prägt auch die lang anhaltende Winterkälte die Naturlandschaft im Landesinneren, etwa ablesbar an der Entwicklung der Vegetation. In der Umgebung von Ankara wird z.B. Winterkälte regelmäßig in den Monaten Dezember bis März verzeichnet. Der Frost dringt in dieser Zeit tief in den Boden ein. Auch in den Übergangsmoaten besteht Frostgefahr. Die warm-trockene Periode ist daher auf die Sommermonate begrenzt. In Richtung Osten bzw. Nordosten nehmen Intensität und Andauer der Winterkälte zu, so daß sie fast während der gesamten humiden Periode herrscht.

3. Die humiden Gebiete der Türkei

Die humiden Gebiete mit höchstens 4 trockenen Monaten liegen überwiegend — abgesehen von dem Raum zwischen Dörtyol und Iskenderun an der Mittelmeerküste — im Norden der Türkei. Zum Landesinneren dehnen sich diese humiden Landschaften im nördlichen Marmarameer- und mittleren Schwarzmeergebiet aus, wo die Küstengebirge geringere Höhen erreichen. Hier kommt die Winterkälte noch nicht voll zur Wirkung. Erst südlich der Küstengebirge zwischen Bolu und Kastamonu im Nordwesten sowie im Raum von Kütahya tritt sie regelmäßig auf. Noch ausgeprägter ist sie auf den Hochflächen Ostanatoliens

zwischen Kars und Ardahan und in den Gebirgslandschaften. In Thrakien gehören die Nordhänge des Istranca-Gebirges zum humiden Bereich mit milden Wintern, während im Inneren Thrakiens Winterkälte mit strengen Frösten herrscht.

Wie oben bereits hervorgehoben, spielt in den humiden Gebieten die Länge der kalten Jahreszeit eine größere Rolle als die abnehmende Trockenheit. Andauer und Intensität der Trockenheit wirken jedoch auch hier modifizierend. Im Norden, an den Küstenstationen des Schwarzen Meeres, tritt die kurze Sommer-trockenheit kaum in Erscheinung. Winterkälte mit strengem Frost stellt sich hier nicht mehr ein. Nur episodisch kann die Temperatur weit unter den Gefrierpunkt sinken (abs. Minimum $-9,8^{\circ}\text{C}$ in Samsun). Im Gegensatz zu den nördlichen Küstenbereichen nehmen Intensität und Andauer der Trockenheit in Thrakien und im Landesinneren etwas zu (Juni - Sept.). In Thrakien wird zwar regelmäßige Winterkälte registriert (Jan. und Febr.), sie ist jedoch weniger streng und dauerhaft als in Inneranatolien. Auch die trockene Zeit ist deutlich kürzer als dort.

In der Periode 1961 - 1970 traten in den Küstenbereichen des westlichen und östlichen Schwarzmeer-Gebietes (einschl. des nördl. Marmarameer-Gebietes) höchstens zwei trockene Monate auf (Juli und August), so daß hier die Humidität sehr ausgeprägt ist. In den Küstenbereichen des Nordens mit sehr geringer Winterkälte dehnt sich das feucht-temperierte Klima an den nördlichen Gebirgs-hängen bis in Höhen von 700 - 800 m aus (INANDIK 1965). In den Niederungen tritt hier in den Monaten von November bis April nur episodisch Frost auf (wie in Trabzon).

Keinen trockenen Monat weisen einzelne Küstenabschnitte auf, so etwa die Umgebung von Ordu-Giresun, der Raum östlich von Rize und zwischen Zonguldak und Inebolu. Diese Gebiete sind als vollhumid im Jahresgang anzusprechen (Abb. 1). In diesen Bereichen sind die monatlichen Verdunstungsmengen ganzjährig relativ gering (Max. in Zonguldak mit 81,5 mm im August). Sie sind zudem gleichmäßig verteilt. Hier zeigen sich deutliche Unterschiede zu den übrigen Gebieten der Türkei. Die trotz hoher Temperaturen geringe Menge und gleichmäßige Verteilung der Verdunstung auf die einzelnen Monate ist eine Folge der starken Bewölkung und der ergiebigen Niederschläge während des ganzen Jahres.

Zusammenfassend kann folgendes Ergebnis herausgestellt werden:

1. Abgesehen von den vollhumiden Gebieten im nördlichen Küstenraum herrscht die Sommertrockenheit in großen Teilen des Landes mehr oder weniger stark vor.
2. Nach der Anzahl der trockenen Monate werden in der Türkei aride, semihumide und humide Gebiete unterschieden. Je nach Ariditätsgrad treten im Detail Unterschiede auf.
3. Abgesehen von den Küstengebieten wird Winterkälte im Landesinneren regelmäßig registriert. Intensität und Andauer der Winterkälte nehmen von den Küsten zum Landesinneren und von Westen nach Osten bzw. Nordosten zu.
4. Die Trockenheit unterliegt sowohl zeitlichen wie räumlichen Schwankungen. Dies gilt insbesondere für die Übergangsmo-nate. Weiterhin ist bemerkens-

wert, daß die Trockenheit nicht in allen Gebieten gleichzeitig auftritt: Aride und humide Verhältnisse können in räumlicher Differenzierung gleichzeitig beobachtet werden.

c. Die Trockenheit als Auswirkung bestimmter Wetterlagen

Da die Klima- bzw. Witterungsverhältnisse in einem Land wie der Türkei in einem engen Zusammenhang mit den typischen Wetterlagen stehen, können durch ihre Analyse die Genese und die Auswirkungen der Trockenheit in ihrer charakteristischen Erscheinung und Häufigkeitsverteilung untersucht werden. Zu diesem Zweck werden die für die Türkei typischen Wetterlagen und ihre Niederschlagsverhältnisse erneut in die Untersuchung einbezogen (vgl. NISANCI 1973, Diss. unter Anleitung von W. LAUER).

Bei der Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Trockenheit und Wetterlagen wurde geprüft, welche Wetterlagen die Trockenheit in der Türkei verursachen und welche Beziehungen zwischen ihnen und der räumlichen bzw. zeitlichen Verteilung der Aridität bestehen. Wie in der genannten Arbeit bereits nachgewiesen wurde, ist die Vielfalt der Wetterlagen in den extremen Jahreszeiten (Winter und Sommer) besonders groß. Dieser Befund dürfte für das gesamte Mittelmeergebiet typisch sein.

Die mit Tiefdruckgebieten der gemäßigten Breiten in Zusammenhang stehenden Wetterlagen beherrschen die Niederschlagsperiode und verursachen die humiden Klimaverhältnisse. So weist beispielsweise eine zentrale Tiefdrucklage mit regenreichem Wetter im Jahresdurchschnitt nur einen Anteil von 5,8% auf. In den Wintermonaten hingegen gewinnt sie an Bedeutung. In der gleichen Jahreszeit erweisen sich die Hochdrucklagen als wenig niederschlagsträchtig. Sie treten jedoch häufiger auf als die Tiefdrucklagen. So hat z.B. die zentrale Hochdrucklage einen Anteil von 17,0%. Bei dieser Hochdrucklage mit relativ langer Dauer (im Mittel 3 Tage) treten auch die typischen Witterungsverhältnisse des Winters auf (niedrige Temperaturen, strenge Fröste, Strahlungsnebel, sehr geringer Niederschlag, dieser meist als Schnee usw.). An diesen Tagen kann sogar von relativer Trockenheit des Winters gesprochen werden.

Die hochgradige Trockenheit im Sommerhalbjahr wird durch die sommerlichen Wetterlagen mit hohen Temperaturen und geringen Niederschlagsmengen verursacht. In diesem Zusammenhang ist besonders die "Meltem-Lage" zu nennen, die unter dem Einfluß des subtropischen Hochdruckgebietes entsteht und die sich in den unteren Atmosphärenschichten zwischen dem Azoren-Hoch und dem Basra-Tief entwickelt. Sie ist die sowohl im Jahresmittel (ca. 30%) als auch besonders in den Sommermonaten (rd. 80%) am häufigsten beobachtete Wetterlage und verursacht durch ihre jeweilige Andauer (im Mittel 5,3 Tage) die große Trockenheit.

Bei den Störungslagen mit Kaltluftinbrüchen aus Norden und frontalen Niederschlägen sowie bei Lagen mit Kaltlufttropfen fallen im Landesinneren

meist Gewitterregen, so daß trotz der hohen Temperaturen und Verdunstung die Trockenheit etwas abgeschwächt wird. Die mit Warmlufteinbrüchen verbundenen Wetterlagen treten im Jahresmittel mit einer Häufigkeit von 9,0% auf und bewirken besonders in den Übergangsmonaten eine Zunahme der Trockenheit.

In diesem Zusammenhang wurden weiterhin die in verschiedenen Modellen erfaßten Verhältnisse der atmosphärischen Zirkulation berücksichtigt, die als zonal, meridional und gemischt bezeichnet werden (KLAUS 1975). Auch hier zeigen sich deutlich Beziehungen zur Trockenheit. Im Winterhalbjahr verursachen jene niederschlagsträchtigen Wetterlagen, die in direkter Verbindung mit der Trogvorderseite des meridionalen Typs stehen, humide Perioden. Dagegen haben Konvergenzvorgänge auf der Trogrückseite auch im Winterhalbjahr relative Trockenperioden zur Folge.

Im Sommerhalbjahr (April - Sept.) treten vorwiegend Störungslagen des meridionalen Zirkulationstyps auf. Besonders in den unteren Luftschichten werden die Frontalvorgänge bei diesen Wetterlagen über dem Schwarzen Meer labilisiert und beeinflussen erheblich mit ihren feuchten Luftmassen die nördlichen Küstengebiete.

Der zonale Zirkulationstyp mit entsprechenden Wetterlagen (Ia, Ib) verursacht im Winterhalbjahr (Okt. - März) nur durchschnittliche Niederschlagsmengen, trägt allerdings zur Humidität bei. Im Sommer hingegen steht er unter dem Einfluß des Subtropenhochs und ist mit Trockenheit verbunden. Schließlich wurden die Warmlufteinbrüche und Kaltlufttropfen als gemischte Zirkulationstypen erfaßt. Die mit den Warmlufteinbrüchen verbundenen Wetterlagen liegen ebenfalls unter dem Einfluß des Subtropenhochs und verstärken die Sommertrockenheit. Wetterlagen mit Kaltlufttropfen verursachen hingegen ergiebige Niederschläge und humide Klimaverhältnisse.

Die jeweilige Häufigkeit und die Schwankungen dieser Zirkulationsverhältnisse bzw. Wetterlagen bestimmen sowohl im jahreszeitlichen als auch im jährlichen Verlauf die Andauer und Intensität der Trockenheit sowie ihre räumliche Verteilung. So ist es auch verständlich, daß die durch die atmosphärische Zirkulation und die Wetterlagen bedingte Trockenperiode zeitlichen und räumlichen Schwankungen unterworfen ist und von Jahr zu Jahr Unterschiede aufweist. Durch das häufigere Auftreten niederschlagsungünstiger Wetterlagen nehmen die Stärke und die Andauer der Trockenheit zu (wie z.B. 1964 und 1970), während in Jahren mit häufigeren niederschlagsgünstigen Wetterlagen die Trockenheit abgeschwächt ist (wie z.B. 1963, 1965 und 1969).

d. Die Klimagebiete und ihr Pflanzenkleid

Abgesehen von lokalen Verhältnissen und edaphischen Varianten besteht ein enger Zusammenhang zwischen den Klimagebieten der Türkei und ihrer Vegetation. Diesen Zusammenhang aufzuzeigen, ist insbesondere im Hinblick auf die Charakterisierung von Landschaften von großer Bedeutung. Die trockenen und

kalten Perioden sind als die wichtigsten Merkmale der Klimagebiete und zugleich als wesentliche Grundlagen der Pflanzenentwicklung anzusehen. Als Untersuchungen zu dieser Thematik, die sich vor allem mit dem Pflanzenkleid des Landes beschäftigt, sei u.a. auf die Arbeiten von LOUIS (1939), WALTER (1962, 1968, 1970). REGEL (1963), INANDIK (1965), ERINC (1953, 1965), IZBIRAK (1976), DÖNMEZ (1967, 1968, 1976) hingewiesen.

1. Die Steppengebiete der Türkei mit mehr als 6 trockenen Monaten

Wie bereits gezeigt, nehmen die ariden Gebiete der Türkei große Flächen ein. Die Hochflächen Anatoliens im Innern und im Südosten sowie der westliche Teil der Seenlandschaft im Südwesten stellen ausgedehnte, zusammenhängende aride bzw. semiaride Gebiete dar. Kleinräumig begrenzte aride Gebiete mit regelmäßiger Winterkälte finden sich einerseits im Raum von Malatya und Iğdir im Osten, andererseits im Übergangsraum der westlichen Türkei. In diesen ariden Gebieten bildet die Steppe das natürliche Pflanzenkleid, das heute zum größten Teil in Kulturland umgewandelt ist (Abb. 2).

Wie schon von LOUIS (1939) dargelegt, erstreckt sich die Trockensteppe in den gebirgigen Randgebieten bis zur unteren Waldgrenze, die im Norden in Höhen zwischen 1000 - 1100 m, im Süden in Höhen zwischen 1400 - 1500 m liegt. Die Pflanzenarten der Steppe bestehen meist aus Gräsern und Zwergsträuchern sowie ephemeren Blütenpflanzen. Wichtigster Faktor, der die Entwicklung der Steppenarten begrenzt, dürfte wohl die Sommertrockenheit sein. An zweiter Stelle sind anthropogene Einflüsse zu nennen, die die Artenzusammensetzung und Üppigkeit bestimmen. Aber auch die kalte Jahreszeit mit ihren Kältegraden und ihrer jeweiligen Andauer spielt eine gewisse Rolle.

In den Beckenlandschaften der nördlichen Binnenlandschaften (im Raum zwischen Ankara und Eskisehir) erstreckt sich die Steppe in Abhängigkeit von der unteren Waldgrenze in Höhenlagen zwischen 900 und 1200 m. In den Gebirgen dieses Raumes (Sündiken Dagi 1768 m, Sivrihisa Dagi 1820 m) liegen die Waldreste in einer bestimmten Höhenstufe. Die westliche Grenze der Steppe liegt im Raum zwischen Eskisehir und A. Karahisar in einer Höhe von rd. 1000 m. Die Hochflächen von A. Karahisar und Aksehir gehören zur Trockensteppe, die im Süden (südlich der Salzseen Mittelanatoliens) extreme Verhältnisse aufweist. Die untere Waldgrenze im Süden bzw. an den Nordhängen des mittleren Taurusgebirges liegt in einer Höhe von 1400 - 1500 m, wo die Flächen auch im Osten Mittelanatoliens sowie die Beckenlandschaften von der Trockensteppe eingenommen werden. Im nördlichen Übergangsgebiet stehen die Beckenlandschaften als begrenzte Trockengebiete in Verbindung mit der großen mittelanatolischen Trockensteppe. Allgemein wird angenommen, daß sich die charakteristischen Pflanzenarten dieser großen Flächen ursprünglich u.a. aus *Stipa*- und *Brumus*-Arten zusammensetzten, die infolge anthropogener Einflüsse und insbesondere

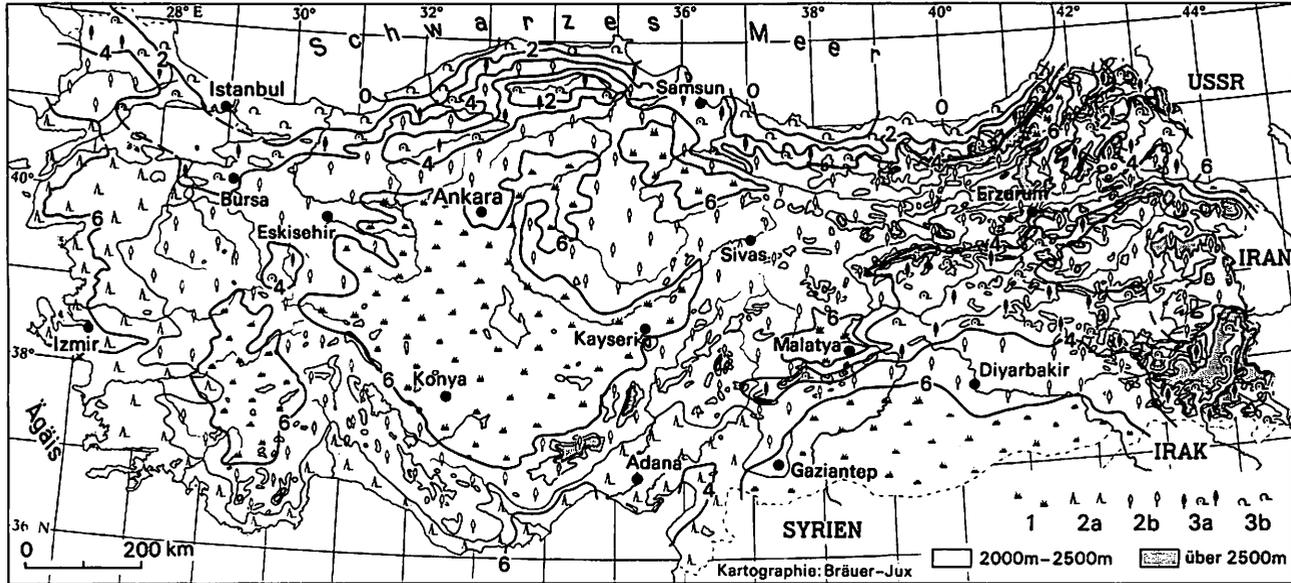


Abb. 2: Die natürliche Pflanzendecke der Türkei im Zusammenhang mit den aufgrund der Anzahl von ariden bzw. humiden Monaten entstandenen Klimagebieten:

1. Das Steppengebiet mit mehr als 6 Trockenmonaten.
2. Die Trockenwälder der semihumiden Gebiete mit 5-6 Trockenmonaten.
 - 2a. Immergrüne Hartlaubgehölze des Mittelmeergebietes (einschließlich Macchie).
 - 2b. Sommergrüne Trockenwälder des Binnenlandes.
3. Laubwälder der humiden Gebiete mit höchstens 4 Trockenmonaten.
 - 3a. Mischwälder des Inneren.
 - 3b. Kolchische Flora bzw. Feuchtwälder der gemäßigt-humiden Gebiete.

durch die Überweidung von krautigen und dornigen Gewächsen (*Artemisia*, *Astragalus* usw.) verdrängt wurden, von Gewächsen also, die als Unterwuchs der Trockenwälder in den gebirgigen Randgebieten existiert hatten. Die wichtigsten Arten der heutigen Steppe sind: *Artemisia f.*, *Festuca s.*, *Alhagi c.*, *Capsella b.p.*, *Astragalus g.* und *Peganum h.* Nach KRAUSE benennt IZBIRAK (1976, S. 84) für den Raum von Ankara folgende charakteristische Arten: *Stipa l.*, *Delphinium o.*, *Alyssum t.*, *Isati t.*, *Linium a.*, *Alcanna o.*, *Artemisia f.*, *Astragalus*- und *Acantholiman*-Arten.

Auch die westlichen Beckenlandschaften des Seengebietes unterscheiden sich durch ähnliche Klimaverhältnisse wie im Landesinneren von den Waldflächen der gebirgigen Umgebung.

Das zweitgrößte Steppengebiet der Türkei liegt in Südostanatolien. Hier im Vorland der östlichen Tauruskette herrscht die Trockenheit länger als ein halbes Jahr. Aufgrund der extremen Sommertrockenheit unterscheidet sich die Steppe Südostanatoliens nach Genese und Artenzusammensetzung von der Steppe im Zentrum. An den nördlichen Gebirgshängen finden sich noch heute lokal Baumbestände von *Quercus*- und *Juniperus*-Arten. Anthropogene Einflüsse und starke Bodenerosion haben zu einer starken Reduzierung der Waldbestände geführt, deren Untergrenze bei 700 - 800 m liegt.

Die spärliche Vegetation des Steppengebietes Südostanatoliens wird verständlich, wenn man daran denkt, daß die natürlichen Wiesen- und Grasflächen nicht für das Winterregengebiet, sondern mehr für das Sommerregengebiet charakteristisch sind. Daher ist die Steppe hier im Südosten der Türkei mehr durch xerophytische Arten von Kräutern, Gräsern und Sträuchern gekennzeichnet. Die Hauptvertreter sind: *Acanthophyllum v.*, *Achilla s.*, *Alhagi m.*, *Astragalus g.*, *Avena b.*, *Bromus m.* usw.

Orographisch ist Ostanatolien als ganzes als ein Hochland mit großen Höhenunterschieden auf kleinem Raum anzusprechen. So ist das Klima hier im Osten, besonders in den Beckenlandschaften, stärker kontinental geprägt als im Westen. Während die Sommertrockenheit hier nicht so extrem ist wie z.B. in Südostanatolien, so ist die Winterkälte doch strenger als in den übrigen Gebieten. Durch die mehr oder weniger ergiebigen Frühjahrsniederschläge verkürzt sich die Trockenphase erheblich, so daß die Trockensteppe auf einige Beckenlandschaften beschränkt bleibt, wie etwa auf den Raum von Malatya und Iğdir.

In anderen Landschaften, wie etwa im oberen Murat- und Coruh-Becken, ist der Steppencharakter eher auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen, da hier die aride Jahreszeit kürzer als 6 Monate ist. Ähnlich sind die Verhältnisse auch im Inneren Thrakiens (Ergene-Becken), wo die Steppe anthropogen bedingt ist und wo die größten Flächen inzwischen durch Anbau genutzt werden (DÖNMEZ 1968). Die charakteristischen Pflanzenarten sind: *Asparagus a.*, *Astragalus t.*, *Euphorbia*, *Pistacia t.*, *Rosa s.*, *Rubus f.*, *Trifolium*, *Verbascum* usw.

2. Die Trockenwälder der Türkei

In den semihumiden Gebieten der Türkei mit 5-6 ariden Monaten bilden die Trockenwälder das natürliche Pflanzenkleid, das im Westen und Osten große Flächen einnimmt. Dabei sind grundlegende Unterschiede zwischen den Küstenflächen der Ägäis und des Mittelmeeres einerseits und den übrigen Bereichen im Übergangsbereich sowie in Ostanatolien andererseits festzustellen. In den Küstenflächen, wo sich die Vegetationsperiode unter den subtropisch-mediterranen Klimaverhältnissen über das ganze Jahr erstreckt, ist das natürliche Pflanzenkleid durch immergrüne Hartlaubgehölze gekennzeichnet. Im Landesinneren hingegen, wo Sommertrockenheit und Winterkälte herrschen, wachsen sommergrüne bzw. laubwerfende Trockenwälder, die im Osten vor allem aus *Quercus*- und *Juniperus*-Arten bestehen.

Auch in vertikaler Richtung ist das Pflanzenkleid in Höhenstufen differenziert, wobei wiederum Unterschiede zwischen den Nord- und Südhängen der Gebirge zu beobachten sind. So sind die dem Meer zugewandten Hänge der nördlichen Küstengebirge feuchter und vegetationsreicher als die dem Binnenland zugewandten Hänge. Entsprechendes gilt für die Gebirgshänge der Tauruskette.

2.1. Die immergrüne Hartlaubvegetation der westlichen und südlichen Küstenregion

Abgesehen von der Macchie-Formation der Küstenbereiche (bis in Höhen von 500 - 600 m) bilden immergrüne Hartlaubgehölze das Pflanzenkleid des Mittelmeer- und Ägäisgebietes. Sie sind gut an die Sommertrockenheit angepaßt. Die wichtigsten Arten der Macchie, die auch zur immergrünen Hartlaub-Formation zu rechnen ist, sind folgende: *Pistacia l.*, *P. terebinthus*, *Myrtus c.*, *Laurus n.*, *Olea s.*, *Cistus a.*, *Lavandula v.*, *Thymus v.* usw.

Zu den Hauptvertretern im Pflanzenkleid des Mittelmeergebietes gehören bekanntlich die *Quercus*-Arten, die sich zur Höhe hin mit Nadelbäumen mischen. Die *Quercus*-Arten sind: *Quercus cerris*, *Q. syrica*, *Q. libani*, *Q. aegylops*, *Q. infectoria*, *Q. Haas* und *Q. Fenzli*.

In den unteren Höhenstufen treten neben den *Quercus*-Arten auch noch seltene Pflanzen wie *Cerotina* und *Pinus pinea* auf. Außerdem sind Laubbäume wie *Populus*, *Ulmus campestris*, *Alnus* und — als Reliktart — *Liquidambar orientalis* zu finden, diese überwiegend in den Küstenebenen und an den Flußufern, wo auch in der Trockenzeit Wasseraufnahme aus dem Grundwasser möglich ist.

Mit abnehmender Sommertrockenheit und Temperatur verkürzt sich in vertikaler Richtung die Vegetationsperiode. Infolge der Trockenheit in der Höhe und aufgrund des Fehlens einer luftfeuchten Wolkendecke — wie sie im Schwarzmeergebiet zu beobachten ist — werden die Laubbäume in der Höhe durch Nadelbäume ersetzt.

Die Landschaft zwischen Dörtyol und Iskenderun an der Mittelmeerküste, wo im Jahresgang durchschnittlich 3 - 4 Monate trocken sind, unterscheidet sich deutlich aufgrund ihrer Humiditätsverhältnisse von den benachbarten Regionen. Vor allem an den Westhängen des Amanos-Gebirges zeigen die Höhenstufen der Vegetation dadurch besondere Merkmale, daß die Intensität und die Andauer der Trockenheit geringer ist. Aufgrund der Zirkulationsverhältnisse ist hier durch Sommerniederschläge die Humidität gesteigert, so daß die Waldformation mit vorwiegend Nadelbaumarten vor allem in Höhen über ca. 1500 m mit *Fagus orientalis* durchsetzt ist.

An den nördlichen Hängen des Taurus-Gebirges fallen insgesamt weniger Niederschläge (mit Wintermaxima) als an den südlichen. Dadurch ist der Humiditätsgrad geringer als im Mittelmeerraum. Diese Tatsache ist insbesondere für die Gebirgsfußregion von großer Bedeutung, wo im Übergang vom Gebirge zum Binnenland bzw. von der Waldformation zur Steppe der Grundwasservorrat eine Rolle spielt. Daher fehlt auch die untere Vegetationsstufe des Mittelmeergebietes an den nördlichen Hängen. In diesem nördlichen Bereich wirkt sich ferner die ziemlich lange Kälteperiode mit Frösten aus, so daß sich unmittelbar ein Übergang von der Steppe des ariden Binnenlandes zum Trockenwald des Gebirgsrandes ergibt.

2.2. Sommergrüne bzw. laubwerfende Trockenwälder des westlichen Übergangsbereiches sowie Ostanatoliens

Im Übergangsbereich von den westlichen und südlichen Küstenräumen zum Landesinneren, aber auch besonders in Ostanatolien wandeln sich die Temperaturverhältnisse in dem Sinne, daß die kalte Jahreszeit mit Frost regelmäßig eintritt. Daher fehlen hier die immergrünen Hartlaubgehölze des Mittelmeergebietes, die kalte- und frostempfindlich sind. An ihre Stelle treten die sommergrünen Laubbäume, die gut an die Winterkälte angepaßt sind und die ihr Laub bereits zum Ende der Trockenzeit abwerfen. Auch hier im Übergangsbereich und in Ostanatolien haben Nadelbäume einen großen Anteil an der Waldformation, die heute zum größten Teil vernichtet ist und nur noch in der Höhenstufe in Restbeständen zu finden ist. In Richtung auf das innere Steppengebiet kommt im westlichen Übergangsbereich regional (wie im Raum von Bursa und Balikesir) neben den Nadelbaumarten (*Pinetum*) auch *Fagus orientalis* vor. Ferner sind folgende Arten bestandsbildend: *Alnus g.*, *Fraxinus a.*, *Tilia p.*, *Carpinus b.*, *Populus t.*, *Quercus c.* usw.

In diesem Übergangsbereich mit semihumiden Klimaverhältnissen ist die Sommertrockenheit nicht so stark ausgeprägt wie im Küstenbereich, während andererseits die kalte Jahreszeit mit regelmäßigen Frösten in Richtung Osten bzw. Nordosten immer stärker zur Geltung kommt. Die extremen Kälteverhältnisse (nach Intensität und Andauer) begrenzen offenbar im Osten die Pflanzenentwicklung (insb. der Bäume). Sie haben zumindest eine auslesende Wirkung auf

die Pflanzenarten. Die Vegetationszeit des Waldes beschränkt sich hier im Osten auf wenige Monate (April bis Juni). An den Gebirgshängen und auf den Hochflächen ist die Trockenheit durch die Temperaturabnahme und Niederschlagszunahme abgeschwächt. Hier lassen Reste von Baumbeständen auf die natürliche Vegetation (sommergrüner Trockenwald mit *Quercus*- und *Juniperus*-Arten im Süden, mit *Pinus silvestris* im Norden) schließen.

3. Die Feuchtwälder der Türkei

3.1. Die Feuchtwälder des vollhumiden Küstengebietes im Norden

In den Küstenbereichen des Schwarzmeergebietes treten im allgemeinen höchstens zwei aride Monate im Jahr auf. Im Raum von Zonguldak, zwischen Ordu-Giresun und Rize-Hopa fehlen sogar die ariden Monate und die Kälteperioden. Die Pflanzenwelt in diesen vollhumiden Küstenbereichen wird als "kolchische Flora" bezeichnet. Sie stellt gewissermaßen den immergrünen Regenwald der gemäßigten Breiten dar. Diese Wälder steigen bis zu Höhen von 600 - 700 m auf, wo die Flächen teilweise in Kultur genommen worden sind. An den Flachhängen haben insbesondere Haselnuß- und Teepflanzungen eine große wirtschaftliche Bedeutung. Wo die Flächen bewirtschaftet werden oder die Vegetation durch menschliche Eingriffe teilweise degradiert ist, entwickelt sich meist eine der Macchie ähnliche immergrüne Baum- und Strauchformation. Einige charakteristische Pflanzenarten sind: *Laurus n.*, *Arbutus a.*, *A. unedo*, *Pistacia l.*, *Phillyrea media* usw.

Vom Pflanzenkleid des Mittelmeergebietes unterscheidet sich diese Vegetation vor allem dadurch grundsätzlich, daß hier eine üppigere (kolchische) Flora mit charakteristischen Arten wie *Rhododendron ponticum* entwickelt ist und daß unter den Waldelementen mitteleuropäische Arten zahlreich vertreten sind. Die wichtigsten unter ihnen sind: *Alnus b.*, *Quercus p.*, *Castanea s.*, *Tilia*, *Acer*, *Fraxinus*, *Populus*, *Salix*, *Carpinus b.*, *Fagus o.*, *Corylus a.*

In vertikaler Richtung unterscheidet sich die untere Waldstufe von der darüberliegenden Laub- und Mischwaldstufe, die bis zu 1600 - 1800 m aufsteigt. Darüber folgt die Nadelwaldstufe mit vorwiegend *Picea orientalis* und *Pinus silvestris* im Osten des Schwarzmeergebietes. In ihr ist auch *Abies nordmannia* vertreten. Im Westen hingegen herrschen *Fagus orientalis* und *Abies*-Arten an den nördlichen Gebirgshängen vor.

3.2. Laub- und Mischwälder des humiden Binnenlandes

Die Laubwaldformation der Küstenbereiche verändert sich mit der Höhe und besonders zum Landesinneren hin allmählich, wo regelmäßig Winterkälte eintritt. In die Laubwälder dringen Nadelbäume ein, die in den Höhenstufen die

vorherrschenden Arten des Waldes darstellen. Allgemein ist das Eindringen xeromorpher Arten zum Inneren hin deutlich zu beobachten, während in den Höhenstufen Nadelbäume (wie *Abies o.*, *Pinus nigra* und *P. silvestris*) die Vorherrschaft erlangen. Im Landesinneren herrschen insgesamt die Laubbäume vor. Sie sind überwiegend sommergrün (z.B. *Fagus*-, *Carpinus*-, *Castanea*-, *Tilia*-, *Quercus*-, *Fraxinus*-Arten) und kommen auch in Mischwäldern vor. In einigen Gebieten dringen xeromorphe Arten in die Wälder ein, wie etwa in Thrakien, wo in *Quercus*-Beständen u.a. auch *Pauliurus* und *Carpinus b.* vorkommen. Ähnliche Veränderungen vollziehen sich mit der Höhe, besonders im Raum zwischen Bolu und Kastamonu im Nordwesten sowie zwischen Kars und Ardahan im Nordosten, wo die Nadelbäume zur Vorherrschaft gelangen. In den Landschaften zwischen Samsun und Sinop sowie Dörtyol und Iskenderun, wo nur selten Winterkälte herrscht, sind die Laub- und Mischwälder gut erhalten. Auch hier gewinnen mit der Höhe die gegen Kälte resistenteren Nadelbäume zunehmend an Bedeutung.

Summary

The climatic regions of Turkey are analysed by using the sums of evaporation and precipitation on the basis of the number of arid (or humid) months. Further it was attempted to point out the relations between the climatic regions and their vegetation. In the analysis of the climatic conditions the cold season was also considered (the months with average minimum temperature below 0°C) because of its basic importance for the vegetation period.

The vegetation consists of steppe in the arid regions of Turkey with more than six dry months, where the cold season regularly appears particularly in the inner parts of the country. In the semi-humid regions with 5-6 dry months vegetation can be divided into two formations: the evergreen hardleaf vegetation (of the coastal regions in the West and East) and the summergreen dry forest (of the transition area and especially in Eastern Anatolia). In the humid regions with maximum 4 dry months there are two recognized vegetation types: the first is the ever humid rainy forest (Kolchic - flora) in the full-humid coastal regions in the North, and the second is the mixed forest in the inner parts of the country, where the cold season appears regularly.

Literatur

- BLÜTHGEN, J.: Allgemeine Klimageographie. Berlin 1966 (2. Aufl.).
DÖNMEZ, Y.: Trakyanin Bitki Coğrafyası. İstanbul 1968.
DÖNMEZ, Y.: Trakya Stepi Problemi. İst. Üniv. Coğr. Enst. Dergisi Sayı 16. İstanbul 1967.
ERİNÇ, S.: Doğu Anadolu Coğrafyası. İstanbul 1953.
ERİNÇ, S.: Yağış Mütessiriyeti Üzerine Bir Deneme ve Yeni Bir İndis. İst. Coğr. Enst. Yayl. No. 41, İstanbul 1965.
ERİNÇ, S.: Vejetasyon Coğrafyası. İst. Üniv. Coğr. Enst. Yayl. No. 92, İstanbul 1977 (2. Aufl.).
GANSSSEN, R.: Trockengebiete. Boden, Bodennutzung, Bodenkultivierung, Bodengefährdung. B.I. Institut Mannheim 1968.
GÖKMEN, H.: Türkiye'de Orman Ağaç ve Ağaçcıklarının Yayılışı. Harita Gn. Md. İlüğü. Ankara 1962.
İNANDIK, H.: Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş. İst. Üniv. Coğr. Enst. Yayl. No. 42. İstanbul 1965.

- IZBIRAK, R.: Bitki Coğrafyası (2. Bsk.). Ank. Üniv. D.T.C.Fak. Yayl. No. 266. Ankara 1976.
- JÄTZOLD, R.: Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres als Kriterium für Klimaklassifikationen. H. von Wissman Festschrift. Tüb. Geogr. Stud. Sd.-bd. 1, 1962, S. 89-108
- KLAUS, D.: Periodische und statistische Beziehungen zwischen den jährlichen Häufigkeiten der Großwetterlagen Europas und der räumlichen Verteilung der jährlichen Niederschlagssummen in Teilen Westafrikas. Erdkunde 29, 4, Bonn 1975. S. 248-267.
- LAUER, W.: Die humiden und ariden Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehungen zu den Vegetationsgürteln. Bonner Geogr. Abhl. 9. Bonn 1952.
- LAUER, W.: Die Pampa. Ein Klimagebiet beiderseits der Trockengrenze? Erdkunde XXII, 2, Bonn 1968. S. 155 - 159
- LAUER, W.: Zusammenhänge zwischen Klima und Vegetation am Ostabfall der mexikanischen Meseta. Erdkunde XXVII, 3, Bonn 1973, S. 192 - 213
- LAUER, W., P. FRANKENBERG: Zum Problem der Trockengrenze in der Sahara. Erdkunde 31, 1, Bonn 1977. S. 1 - 15
- LAUTENSACH H., E. MAYER: Humidität und Aridität insbesondere auf der Iberischen Halbinsel. Pet. Mitt. 1960. S. 249 - 260
- LEMBKE, H.: Klima und Höhenstufen im nordanatolischen Randgebirge. Zeitschrift d. Ges. f. Erdk. zu Berlin 1939. S. 171 - 183.
- LESER, H.: Landschaftsökologische Grundlagenforschung in Trockengebieten. Erdkunde H. XXV,3, Bonn 1971. S. 209 - 223.
- LOUIS, H.: Das natürliche Pflanzenkleid Anatoliens. Stuttgart 1939.
- MENSCHING, H., E. WIRTH: Nordafrika-Vorderasien. Fischer Länderkunde Bd. 4. Frankfurt 1973.
- NISANCI, A.: Studien zu den Niederschlagsverhältnissen in der Türkei unter besonderer Berücksichtigung ihrer Häufigkeitsverteilung und ihrer Wetterlagenabhängigkeit (Diss.) Bonn 1973.
- REGEL, C.v.: Türkiye'nin Flora ve Vejetasyonuna Genel Bir Bakış. (çev.: Baytop/Denizci). Ege Üniv. Fen Fak. Monoğ. Seri No. 1. Izmir 1963.
- SCHMIDT, G.: Zur Bedeutung des Klimafaktors bei der Naturraumgliederung. Pet. Mitt. H. 3, 1975, S. 192 - 196.
- SCHLÜTER, H.: Zur Bedeutung der Vegetationskunde für die naturräumliche Gliederung. Pet. Mitt. H. 4, 1975, S. 184 - 191
- SPÄTH, H.J.: Bodenerosion und Bodenfeuchtebilanz in Zentralanatolien. Erdkunde 29, 2, 1975, S. 81 - 92.
- STRATIL-SAUER, G.: Klima und Vegetation des Coruh-Raumes. Scheidl-Festschr. Wien 1967. S. 175 - 193.
- TÖMERTEKİN, E.: Türkiye'de Kurak Aylar. Türk Coğr. Dergisi Ankara 1956, S. 145
- TÖMERTEKİN CONTÜRK: Kuraklık ve İlgili Faktörler. İst. Üniv. Coğr. Enst. Dergisi. İstanbul 1961. S. 188 - 191.
- WALTER, H.: Anadolunun Vejetasyon Yapısı (çev.: S. Uslu). İst. Üniv. Orman Fak. Yayl. No. 79. İstanbul 1962.
- WALTER, H.: Die Vegetation der Erde. Bd. II. Stuttgart 1968.
- WALTER, H.: Vegetationszonen und Klima. Stuttgart 1970.

WALD UND WASSERHAUSHALT

Klimatologische und hydrologische Untersuchungen in der Rureifel

mit 15 Abbildungen und 7 Tabellen

WOLFGANG SCHMIEDECKEN und ECKART STIEHL

Vorbemerkung

Im März 1975 begründeten die Verfasser im Bereich der Olefalsperre (Rureifel) ein Projekt, das sowohl der praktischen Ausbildung der Studierenden des Faches Geographie dienen, als auch von der Wissenschaft her Möglichkeiten zum Studium der den Wasserhaushalt eines eng begrenzten, überschaubaren Gebietes bestimmenden Einflußgrößen quantitativ und qualitativ zu erfassen geben sollte - liegen zu diesem Problemkreis in der überwiegenden Zahl der Publikation doch im wesentlichen Beiträge zu Bilanzierungen im globalen Maßstab bzw. von größeren Landschaftsräumen vor. Das im folgenden in seiner Zielsetzung und seinen ersten wissenschaftlichen Ergebnissen näher zu beschreibende Projekt wurde nach 3½-jährigen Geländearbeiten im September 1978 abgeschlossen. Ca. 200 Studenten der Geographischen Institute der Universität Bonn wurden in dieser Zeit einerseits mit Arbeitspraktiken- und methoden der Physischen Geographie vertraut gemacht, andererseits trugen sie durch ihre Mitarbeit und die Erstellung z.T. umfangreicher Protokolle, die die Auswertung der von ihnen in den jeweiligen Praktika gemessenen Daten und beobachteten Phänome beinhalteten, wesentlich zu den hier publizierten und auch in näherer Zukunft zu erwartenden wissenschaftlichen Ergebnissen bei. (Vgl. auch KLINK, SCHMIEDECKEN, STIEHL, 1976). Ihnen allen sei an dieser Stelle sehr herzlich gedankt. Mittlerweile konnten auch zwei Examensarbeiten von Frau Eva FLATAU und Herrn Michael ALEX, die sich mit Teilproblemen aus dem Bereich der Wasserhaushaltsuntersuchungen auseinandersetzen hatten, erfolgreich abgeschlossen werden. Beiden verdanken wir neben den wissenschaftlichen Ergebnissen umfangreiche Auswertungsarbeiten des Datenmaterials, wofür wir ebenfalls zu danken haben.

In zunehmendem Maße hat in den letzten Jahren die Beschäftigung mit dem Wasser und seiner Bilanzierung an Bedeutung gewonnen, steht doch außer Frage, welches Gewicht dem Wasserhaushalt für die ökologische Ausstattung der Erde zukommt. So findet seine wissenschaftliche Ergründung und damit die qualitative und quantitative Erfassung der ihn bestimmenden und modifizierenden Faktoren einen nicht mehr fortzudenkenden Platz im Lehrgebäude landschafts-ökologischer Forschungen innerhalb der Geographie. Die verstärkte Auseinandersetzung mit unserer Umwelt, und die immer größer werdende Notwendigkeit, vor weiteren Eingriffen in den Naturhaushalt wissenschaftlich fundierte Aussagen über das Ausmaß der zu erwartenden Veränderungen zu erhalten und vor allem im Bereich der Planung möglicherweise irreparable Schäden zu vermeiden, lassen die Auseinandersetzung mit dem Problemkreis Wasser aus der rein wissen-

schaftlich-akademischen Ebene in den Bereich der speziellen und angewandten erdwissenschaftlichen Forschung rücken. Nach unserer Auffassung erschien es zweckdienlich — und zwar nicht nur wegen des zuletzt genannten Aspektes — für die geplanten Forschungen, die das Entwirren des komplexen Ineinandergreifens der unterschiedlichsten Geofaktoren und die Bestimmung deren Quantität zum Inhalt haben sollten, ein überschaubares Untersuchungsgebiet auszuwählen, um großmaßstäblich arbeiten zu können.

Da die Untersuchung nicht nur rein modellhaften Charakter haben sollte, mußte das Relief in sich differenziert genug sein: Mittelgebirgscharakter haben. Dies hatte den Vorteil, daß die den Wasserhaushalt bestimmenden Geofaktoren durch die Komponente Relief in sich noch vielseitig variiert werden und so Gelegenheit gegeben wurde, die zu erwartenden Ergebnisse zumindest größenordnungsmäßig auf andere Gebiete übertragen und in ihrer quantitativen Bedeutung relativ exakt abschätzen zu können. Zudem war davon auszugehen, daß sowohl die geländeklimatische Differenzierung im Hinblick auf Temperatur-, Wind-, Feuchte-, Verdunstungs- und Niederschlagsverhältnisse wie auch die Differenzierung des Abflusses und die unterschiedliche Ausbildung verschiedener Bodenarten von ausschlaggebender Bedeutung sind.

Das Gebiet sollte auch hinsichtlich der Nutzung vielgestaltig genug sein, d.h. Waldgebieten, die nach Möglichkeit unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Baumart sein sollten, sollten Freiflächen in Form von Schneisen, Rodungen und landwirtschaftlich genutzten Arealen (Grünland/-Ackerland) gegenüberstehen, um einerseits den Einfluß der verschiedenen Waldarten auf das Abflußverhalten untersuchen zu können wie auch andererseits die Möglichkeit für spätere Forschungen offen zu halten, um die Auswirkung landwirtschaftlicher Aktivitäten auf Wasserhaushalt und -güte untersuchen zu können.

Dies waren einige Forderungen an das wünschenswerte Untersuchungsgebiet, das schließlich in einem Forstbereich der Arenbergschen Forstverwaltung nördlich der Olefalsperre gefunden wurde und bis auf wenige Ausnahmen unseren Wünschen entsprach.

Das Untersuchungsgebiet

Das Projektgebiet (Abb. 1) liegt westlich von Schleiden im südlichen Teil der Rureifel am Rande der Dreiborner Hochfläche, einer tertiären Rumpffläche im R-2-Niveau (nach STICKEL). Es hat Anteil sowohl an der flachwelligen, fast ausschließlich agrarisch genutzten Einebnungsfläche wie im besonderen am Abfall dieser Verebnung zur südlich davon gelegenen Olefalsperre, die gleichzeitig die Südbegrenzung des Gebietes darstellt. Dieser Abfall ist durch zahlreiche kleine Bäche und Gerinne gegliedert, von denen der Jüngselbach mit seinen Nebenbächen das eigentliche Untersuchungsgebiet darstellte. Die Arbeitsgrenzen waren durch die Hauptwasserscheide des Jüngselbaches gegeben. Mit einer Gesamtfläche von 2.66 qkm, einer Nord-Süd-Ausdehnung von 1.7 km und einer Ost-West-Erstreckung von 2.5 km war damit ein überschaubares Gebiet gewonnen, das trotz seiner vergleichsweise geringen Fläche eine Vielfalt sowohl an geomorphologischen Einheiten wie auch hinsichtlich der Nutzung durch den Menschen bot und damit nicht zuletzt die Ausbildung sehr unterschiedlicher Geländeklimate erwarten ließ. Damit schien auch von vornherein eine ausreichende Differen-

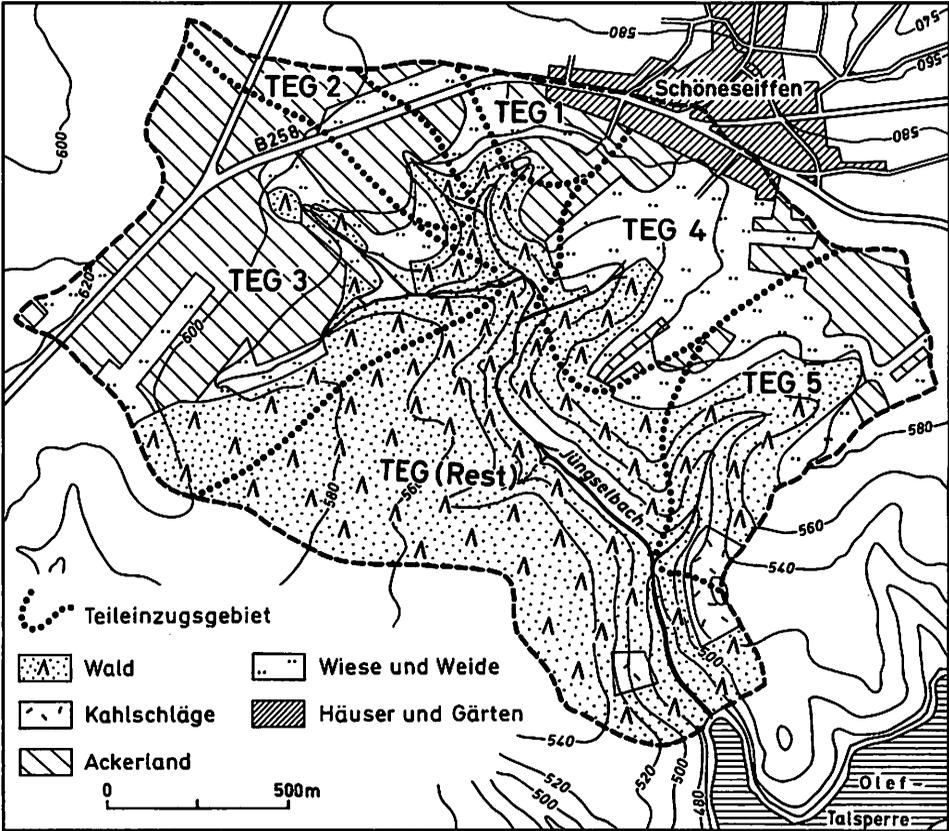


Abb. 1: Das Einzugsgebiet des Jungselsbaches mit seinen Teileinzugsgebieten (TEG) und seiner Flächennutzung

zierung der den Wasserhaushalt eines Landschaftsausschnittes bestimmenden Geofaktoren sichergestellt zu sein.

Der Untergrund des Gebietes besteht ausschließlich aus unterdevonischen Tonschiefern und Grauwacken der Ems-Stufe und kann — soweit es die Bodenbildung betrifft — als homogen angesehen werden. Das Gestein selbst steht nur an den tief eingeschnittenen Talflanken und im Talsperrenbereich an und ist ansonsten von mittelgründigen (Verebnungslagen) und teilweise flachgründigen (Talhanglagen), oft steinigen Verwitterungsböden bedeckt. Die mittlere Mächtigkeit dieser Böden kann mit ca. 80 cm angesetzt werden. Nach MÜCKENHAUSEN und WORTMANN (1953) handelt es sich um schwach entwickelte Braunerden geringer, z.T. mittlerer Basensättigung, die als steiniger feinsandiger bis schluffiger Lehm anzusprechen sind. Lediglich in der eigentlichen Talniederung des Jüngselbaches werden Gleye angetroffen. Die Oberflächenformen lassen im wesentlichen eine Dreigliederung erkennen: Der nördliche Teil des Projektgebietes wird von der südlichen, flachwelligen Dreiborner Hochfläche (Hangneigungen $0^{\circ}50'$ bis $3^{\circ}50'$) mit mittleren Höhen um 600 - 610 m N.N. eingenommen. In diese sind die — zunächst mit flachen Quellmulden beginnenden — dann aber bemerkenswert tief eingeschnittenen Täler der zur Rur und im Untersuchungsgebiet zur Olef entwässernden Bäche eingelagert. Der Jüngselbach erreicht bei seiner Mündung in die Talsperre ein Niveau von ca. 460 m N.N. Als dritte Einheit sind schließlich die Talhänge zu nennen, bei denen Hangneigungen bis zu 25° auftreten. Mit einer Höhendifferenz von 163 m zeigt das Untersuchungsgebiet damit typischen Mittelgebirgscharakter (Abb. 2). Die Nutzung durch den Menschen ist den natürlichen Bedingungen entsprechend angepaßt: Die Hochfläche wird im wesentlichen agrarisch genutzt, die steilen Täler sind mit Wäldern — teilweise Bauernwald, zum überwiegenden Teil aber mit Wirtschaftswald der Arenbergischen Forstbetriebe — bestanden. Insgesamt entfallen auf eine Gesamtfläche von 266 ha 48.2% (= 128.2 ha) auf Wald und Waldwege und 51.8% (= 137.8 ha) auf Freiland (Ackerland 68 ha, Wiesen- und Weideflächen 53.5 ha, Häuser und Gärten 2.7 ha, Verkehrswege 9.1 ha, Kahlschläge z.Zt. der Untersuchung 4.5 ha) (Abb. 1). Die Waldbedeckung selbst ist hinsichtlich der Baumarten leider recht artenarm, handelt es sich doch im wesentlichen um einen Wirtschaftswald. Bei weitem überwiegen Fichten, allerdings unterschiedlichen Alters. Die jüngsten Aufforstungen finden sich vor allem in den Talungen, die bis zu 80-jährigen Fichtenbestände an den Talhängen und Hangschultern; lediglich an einem Teilstück des NW-Hanges des Jüngselbachtals stockt ein kleiner ca. 50-jähriger Eichenwald.

Einordnung in die makroklimatischen Verhältnisse

Die makroklimatischen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes werden im wesentlichen durch zwei Faktoren bestimmt: Zum einen durch die Höhenlage um

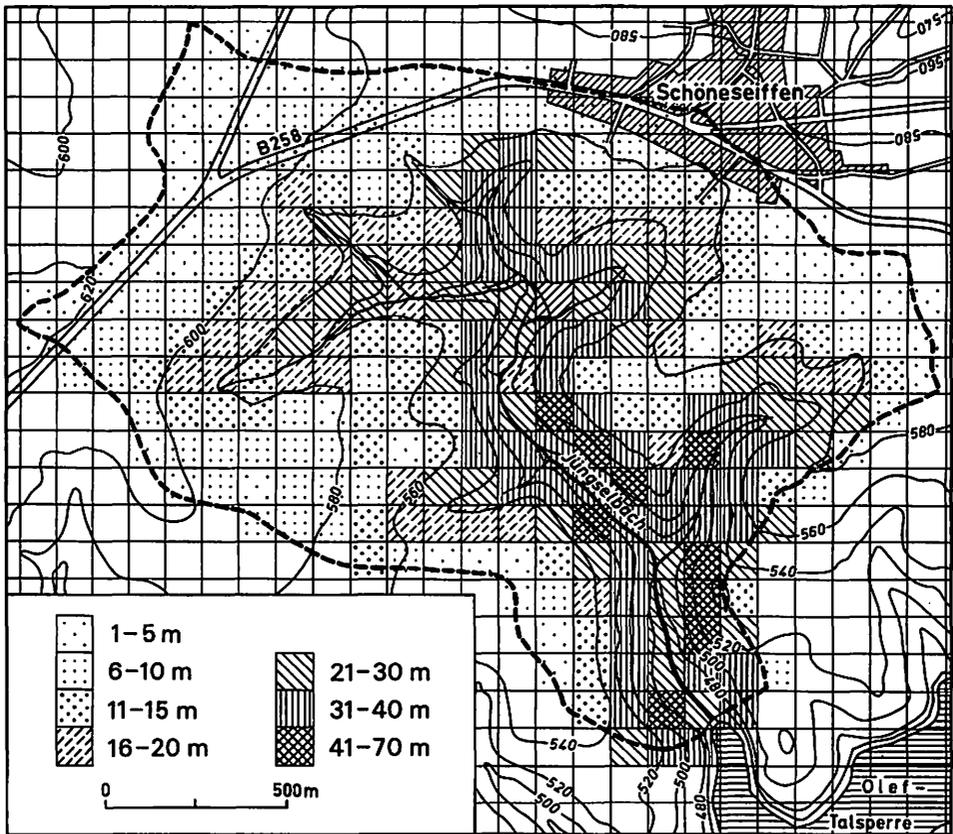


Abb. 2: Reliefenergie

ca. 600 m, die u.a. eine Dämpfung der Temperaturen sowohl im Hinblick auf die absoluten Temperaturwerte als auch hinsichtlich der Jahresamplituden mit sich bringt, zum anderen durch die Lage im Lee des Hohen Venns, was sich vor allem an den Niederschlagsdaten erkennen läßt. Diesen Ausgangsgrößen entsprechend ist das Klima des Projektgebietes als ozeanisch geprägtes Berglandklima mit mäßig ausgebildeten Jahresschwankungen der Temperatur (15.5°C) und einem Überwiegen der Winterniederschläge zu kennzeichnen (vgl. dazu Tab. 1, ebenso BÖHM, 1964). Die Witterung läßt sich durch den häufigen Durchzug von Zyklonen charakterisieren, an die die unterschiedlichsten Luftmassen gebunden sind. Im Jahresablauf überwiegen westliche Strömungslagen (52.9%), die selbst in den Monaten Juni, Juli, August bemerkenswert hohe Prozentanteile (51.1, 62.1, 64.2%) aufweisen. Die Zahl der Calmen ist auf der frei exponierten Hochfläche mit 8.4% im Jahresmittel als niedrig zu bezeichnen; Werte über 10% werden nur im September erreicht (11.2%).

Tab. 1: Vergleichende Klimadaten

	Schneifelforsthaus (657 m N.N.)	Untersuchungsgebiet (ca. 610 m N.N.)
Jahresniederschlag (mm)	1049	ca. 1000
Zahl der Tage mit mehr als 0.1 mm Niederschlag	203.3	?
Zahl der Tage mit mehr als 0.1 mm Schnee	60.5	50-55
mittlere Jahrestemperatur	5.8°	6.5°
mittlere Januartemperatur	-1.7°	-1.0°
mittlere Julitemperatur	13.9°	14.5°
mittlere Zahl der Sommertage	10.6	?
mittlere Zahl der Frosttage	127.4	100-120

Quelle: Klimakunde des Deutschen Reiches (1939) und SCHWICKERATH (1966)

Werden im Bereich des Hohen Venn noch Niederschlagswerte über 1300 mm gemessen, sinken diese im Projektgebiet auf ca. 1000 mm ab, um schließlich in der Zülpicher Börde auf ca. 550 mm zu fallen. Ähnliche Zusammenhänge lassen sich bei der Temperatur aufzeigen: Die Jahresmitteltemperaturwerte steigen von 5.8°C (Schneifelforsthaus) über ca. 6.5°C (Projektgebiet) auf über 9°C in der Börde an.

Selbst recht hoch gelegen, stellt daher das Untersuchungsgebiet den Übergang zwischen den Rahmenhöhen des Hohen Venn und der Bördenlandschaft dar. Hieraus ergeben sich insbesondere für die räumliche Struktur der Niederschläge wegen der Überlagerung von Lee- und Höhenlage interessante Aspekte (vgl. hierzu P. HERMANN, 1949 und E. STIEHL, 1970), die jedoch im Rahmen dieser Arbeit keine Berücksichtigung finden können.

Fragestellung

Das zuvor beschriebene Gebiet, seine makroklimatische Stellung im Mittelgebirgsbereich, seine geländeklimatische Differenzierung wie auch die Freiland-Wald-Verteilung ließen die folgenden Fragestellungen als sinnvoll und zugleich bearbeitbar erscheinen:

Erfassung, Quantifizierung und Qualifizierung aller den Wasserhaushalt beeinflussenden Faktoren mit dem Ziel, neben den Aussagen über die örtlichen Verhältnisse zu modellhaften Vorstellungen zu kommen.

Hierzu war es erforderlich, Einzeluntersuchungen zu folgenden Teilgliedern der Wasserhaushaltsgleichung vorzunehmen, von denen in diesem Rahmen nicht alle vorgestellt werden können:

- a) Niederschlag: — Niederschlagsverteilung in einem kleingekammerten Relief
— Einfluß der Vegetation (hier: unterschiedlicher Waldbestände auf die Niederschlagsspende am Boden im Vergleich zum Freiland = Interzeption)
- b) Rücklage und
Aufbrauch: — Einfluß der Bodenarten auf die Speicherkapazität
- c) Verdunstung: — Ausmaß von Transpiration, Interzeptionsverdunstung und Evaporation
- d) Abfluß: — Abflußverhalten des Bachsystems unter dem Einfluß der Speicherkapazitäten der Böden
— Einfluß unterschiedlicher Waldbestände auf den Abfluß
— zeitliche und räumliche Zusammenhänge zwischen Niederschlagsereignis und Abfluß

Geräteausstattung und Lage der Stationen

Fragestellung und Anspruch an die Untersuchung machten es erforderlich, feste Klimastationen einzurichten, die hinsichtlich ihrer räumlichen Anordnung den unterschiedlichen Standortqualitäten gerecht werden mußten. Insgesamt wurden 5 Klimahauptstationen (A-E) eingerichtet, ausgestattet jeweils mit Wetterhütte, Maximum-Minimum-Thermometer, Thermohygrograph bzw. Meteorograph (Station A), Piche-Evaporimeter und Regenschreiber. (Abb. 3)

Die Basisstation A wurde zusätzlich mit Bodentiefenthermometern (5 cm, 10 cm, 70 cm) und je 1 Regenschreiber in 1 m Höhe und in Bodenhöhe ausgerüstet. Zur Verdichtung der Niederschlagsmeßstellen wurden insgesamt 15 weitere Regenmeßstationen (a-p) eingerichtet, von denen die Stationen a-c im April 1975, f-o im März 1976 und p im Mai 1976 in Betrieb genommen wurden. Damit konnte eine mittlere Stationsdichte von 1 Meßstelle/0,18 qkm erreicht werden. Während der Geländepraktika im Frühjahr und Herbst wurden zusätzlich 26 Kleinstregenschreiber (Auffangfläche 50 qcm) in zwei E-W-Profilen aufgestellt.

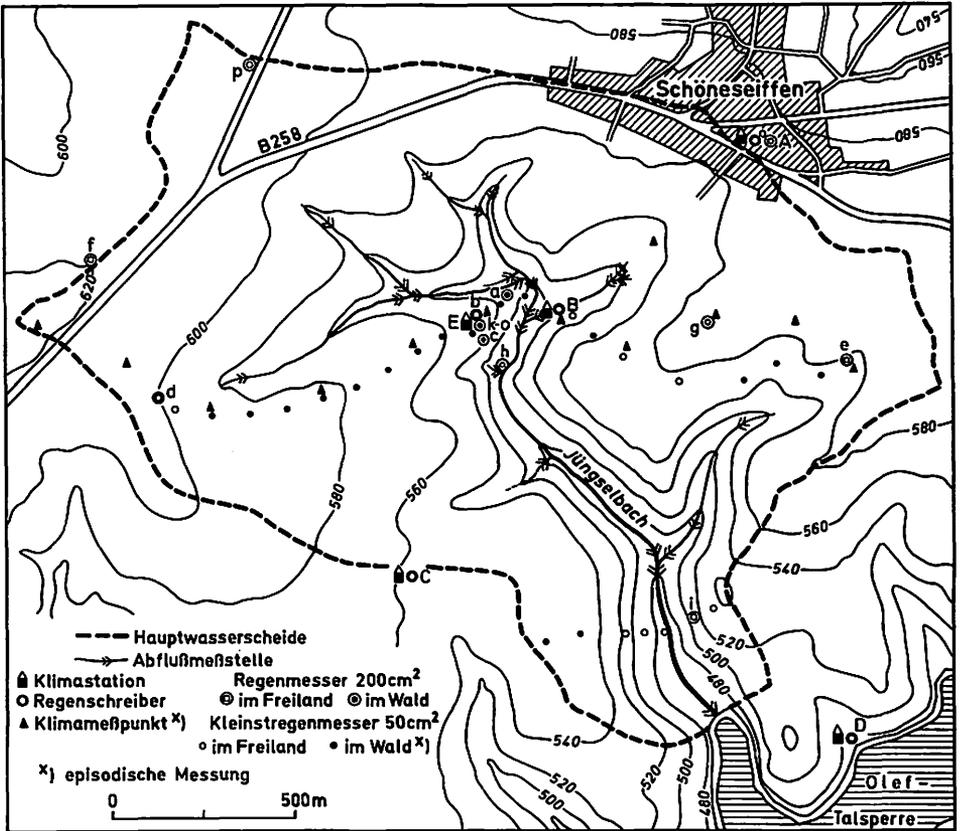


Abb. 3: Lage der Stationen und Meßstellen im Untersuchungsgebiet

Abb. 3 läßt erkennen, daß mit der räumlichen Anordnung der Klimastationen wie der Regenmeßstellen versucht wurde, sowohl den topographischen Gegebenheiten wie auch den unterschiedlichen Freiland-Wald-Verhältnissen gerecht zu werden. Hierzu seien einige Besonderheiten der Aufstellung mitgeteilt.

Station A diene als Basisstation, die — gelegen auf einer freien Wiese im Garten eines Forstbeamten in Schöneiseiffen am Rande der Hochfläche (588 m N.N.) — eine spätere Einhängung der im Untersuchungsgebiet gewonnenen Meßergebnisse in das offizielle Meßnetz des Deutschen Wetterdienstes ermöglichen sollte.

Station C, auf einer ca. 40 m breiten Schneise gelegen (566 m N.N.) wie auch Meßstelle h im Tal des Jüngselbaches (510 m N.N.) dienen u.a. als Vergleichsstationen für die in einem 80-jährigen Fichtenbestand eingerichteten Meßstellen b und k-o (560 m N.N.) wie auch der im unmittelbar daneben unter einem

50-jährigen Eichenbestand gelegenen Meßstelle c (554 m N.N.) (Interzeptionsmessungen). Zu einer differenzierten Untersuchung über den Kronendurchlaß bei älteren Fichtenbeständen wurden die Meßstellen b und k-o in unmittelbarer Nähe von Station E kreisförmig unter 5 ca. 80-jährigen Fichten aufgestellt. (Näheres vgl. S. 171).

Die Stationen wurden — soweit dies die winterlichen Witterungsverhältnisse zuließen — wöchentlich von den Verfassern abwechselnd aufgesucht. Am kontinuierlichsten konnten selbst bei hohem Schnee die Stationen A, B, D und p, notfalls mit Schlitten und Ersatz-Regenmeßtöpfen (gefrorenes Niederschlagswasser), betreut werden, während die übrigen Stationen hin und wieder nicht erreicht werden konnten. Von Januar bis März 1978 mußte die Betreuung der Stationen vorübergehend eingestellt werden. Während der Geländepraktika wurden alle Stationen täglich betreut und zusätzliche Meßpunkte für die Messung von Temperatur und Wind sowie Wetterbeobachtungen eingerichtet. Mutwillige Störungen an den Stationen durch Spaziergänger traten äußerst selten auf, was nicht zuletzt auf das Entgegenkommen und das Interesse der Arenbergischen Forstverwaltung und seiner Forstbediensteten zurückzuführen ist, wodurch eine gewisse Aufsicht gegeben war.

Die Abflußmessungen am Jüngselbach und seinen Nebenbächen erfolgten teilweise an den unter Mithilfe von Studenten von den Verfassern installierten THOMPSON-Wehren, während der Geländepraktika zusätzlich an festgelegten Stellen mit Hilfe von Überlaufrohren und provisorischen Überlaufwehren (vgl. Abb. 3).

Datenlage

Einen generellen Überblick über die mittlerweile zur Verfügung stehenden Daten vermittelt die von M. ALEX (1979) erstellte Grafik (Abb. 4), d.h. für die dort wiedergegebenen Zeiten liegen von den Klimastationen die wöchentlichen Meßstreifen von Temperatur, rel. Feuchte, Niederschlag und für A zusätzlich vom Luftdruck vor. Bis auf die Zeiten der Geländepraktika (hier tägliche Abmessungen) stehen von den Niederschlagsmeßstellen Wochenwerte zur Verfügung.

Im Rahmen der o.g. Zulassungsarbeiten von FLATAU und ALEX wurden insbesondere von ALEX sämtliche Niederschlagsdaten überprüft und soweit nötig homogenisiert, ergänzt und in tabellarischer Form auf der Basis von Wochenwerten aufgelistet. E. FLATAU hat in entsprechender Weise die wöchentlichen Abflußdaten der hydrologischen Sommerhalbjahre 1977 und 1978 aufgearbeitet.

Die räumliche Struktur der Niederschläge im Untersuchungsgebiet

Stellt die reine Niederschlagsmessung an sich schon ein Problem dar, das

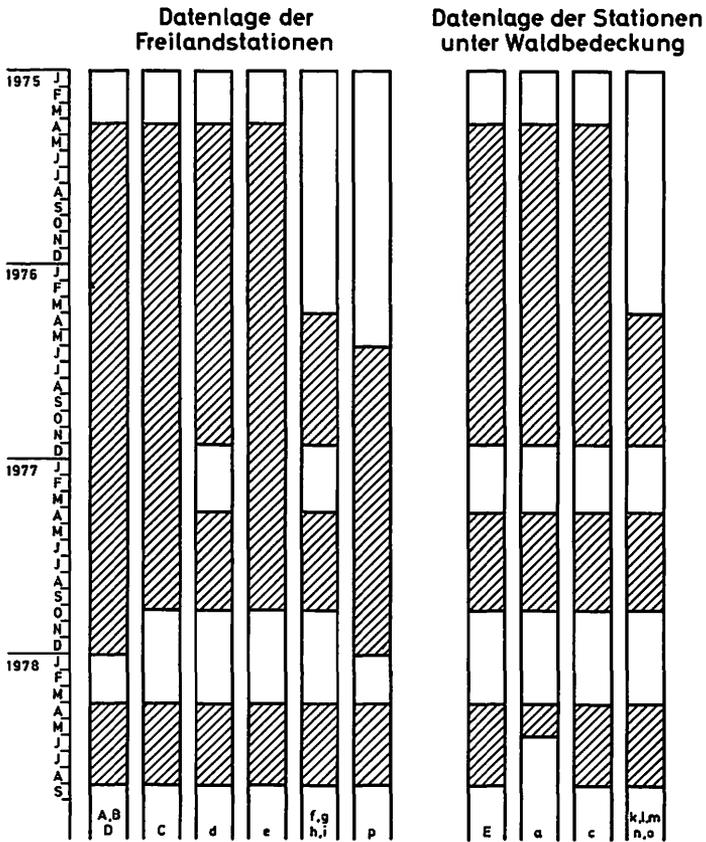


Abb. 4: Datenlage (nach M. ALEX, 1979)

letztendlich noch immer nicht befriedigend gelöst ist, erweist sich die räumliche Verteilung der Niederschläge in einem kleinreliefierten Gebiet, also die Frage nach Luv- und Lee-Effekten, als noch komplizierter. Ursachen hierfür sind einmal in der Definition (die Niederschlagsmessung bezieht sich auf eine horizontale Fläche von 1 qm) begründet, zum anderen wirken sich ganz offensichtlich eine große Zahl von weiteren Einflußgrößen auf die Niederschlagsmessung aus wie z.B. Windstärke, Windrichtung mehr noch im bodennahen Bereich als in der Höhe, Windwirbel, Höhe des Kondensationsniveaus, Dauer und Art der Niederschläge, Tropfengröße und Aufstellungsort der Meßgeräte. (vgl. hierzu u.a. ERIKSEN, 1975; GRUNOW, 1953; KREUTZ, 1952; MALSCHE, 1952; SCHIRMER, 1951, 1966; UTINGER, 1950; STIEHL, 1970).

Verkompliziert werden die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet noch dadurch, daß als weitere Einflußgröße die Lage im Lee des Hohen Venn in Betracht

zu ziehen ist, die nach P. HERMANN (1949) zu einer Überlagerung der kleinräumigen Luv- und Lee-Verhältnisse durch großräumige durch die Höhenzüge des Venn angeregte Wellen führen kann. Ferner werden die nicht auszuschließenden und aus den vorliegenden Daten immer wieder erkennbaren Einflüsse des Reliefs auf die Niederschlagsverteilung durch die modifizierenden Auswirkungen des Waldes (Interzeptionsverlust) überlagert.

Da die hier vorgelegte Untersuchung jedoch Fragen des Wasserhaushalts und dessen Bilanzierung nachgeht, kann dem Problem der tatsächlichen Reliefbeeinflussung nicht vertieft nachgegangen werden und muß einer späteren Studie vorbehalten bleiben.

Werden die in Tab. 2 mitgeteilten Werte mit den Jahresmittelwerten der Station Hollerath (614 m N.N.) verglichen (= 1047 mm/a), so ergibt sich für A 1976 eine Abweichung von 39.3%, 1977 von 3.4%. Das Jahr 1976 erweist sich demnach als ein außergewöhnlich trockenes Jahr, während 1977 in etwa den Normalverhältnissen entsprechen dürfte.

Läßt sich an einem Vergleich der Plateau-Station A mit der Talstation B zunächst der Schluß einer reliefbedingten Gesetzmäßigkeit ableiten, so zeigt sich bei einer Analyse aller vorliegenden Monatsdaten für 1976, daß sich die am nördlichen Waldrand gelegene Meßstelle d am häufigsten regenreich erwies, während dieser Rang 1977 und 1978 der im südlichen Projektgebiet gelegenen Luv-Meßstelle i (540 m N.N.), aber auch der Tal-Meßstelle h (510 m N.N.) zukam. Einer von ALEX durchgeführten Rangfolgeauszählung der Stationen A-D und Meßstellen d-i für die Jahre 1976-1978 ist darüber hinaus zu entnehmen, daß in allen Jahren die Meßstelle g (freie Exposition, SW-Hang) und Station D (Südhang) als regenarm zu bezeichnen sind. Luv- und Lee-Effekte werden demnach an einzelnen Meßstellen bestätigt, an anderen werden sie teilweise umgekehrt. Diese Ergebnisse, die in abgewandelter Form auch in der Marburger Landschaft

Tab. 2: Monatliche Niederschlagsmengen 1976 und 1977
(nach einer Zusammenstellung von M. ALEX, 1979)

Station:	1976		1977	
	A	B	A	B
Jan.	150.0	117.9	70.6	80.4
Feb.	32.2	32.2	123.2	131.7
März	29.6	27.2	69.1	61.7
April	13.6	13.8	98.8	85.4
Mai	29.6	29.9	81.3	71.2
Juni	21.2	21.9	74.8	70.5
Juli	97.8	94.2	75.3	71.4
August	15.2	15.8	111.5	107.7
Sept.	46.9	54.2	25.5	27.5
Okt.	44.2	48.0	36.6	41.5
Nov.	90.7	93.1	197.8	201.7
Dez.	64.4	62.6	47.3	51.8
Jahr	635.4	610.8	1011.8	1002.5

beobachtet werden konnten (STIEHL, 1970) lassen den Schluß zu, daß der Schutzlage, insbesondere der Lee-Stationen, eine besondere Funktion zukommt, mit anderen Worten, daß die Brechung des Windströmungsfeldes (Schutz durch steile Talflanken: Meßstelle h, Schutz durch nahe luvseitige Wald- oder Baumbestände: d, C) zu einer erhöhten Niederschlagsaufnahme des Meßgerätes führt; umgekehrt kann eine zu starke Windexposition zu einer verringerten Niederschlagsmessung führen (z.B. g).

Ohne Zweifel bleiben auch die Hauptströmungsrichtungen und Windstärken nicht ohne Auswirkungen auf die Niederschlagsverteilung, werden durch die Veränderung der Hauptwindrichtung doch Lee- und insbesondere Luv-Effekte abgewandelt und sogar umgekehrt. Dies sei an zwei Beispielen an Hand der Häufigkeitsauszählungen dokumentiert:

Tab. 3: Ranghäufigkeiten der Niederschlagshöhen an ausgewählten Meßstellen

Wetterlage	Meßstelle	Rang	Häufigkeit
West	i (Westhang)	1-3	9
	i	4-6	4
	i	7-11	1
Ost	i	1-3	0
	i	4-6	1
	i	7-11	3
West	h (Tallage)	1-3	12
	h	4-6	5
	h	7-11	1
Nordwest	h	1-3	2
	h	4-6	6
	h	7-11	2

Mit dieser Aufstellung soll nicht der Eindruck der Lösung eines Problems erweckt werden, vielmehr soll das komplexe Ineinandergreifen und Überlagern der die Messung beeinflussenden Faktoren angerissen werden. Für eine ausreichende statistische Aufbereitung der Zusammenhänge zwischen Niederschlag und Relief ist das vorliegende Datenmaterial noch nicht umfangreich genug.

Bisher sind die Stationen unter Waldbedeckung nicht berücksichtigt worden. Dies soll im folgenden unter Verwendung einer räumlichen Darstellung geschehen.

Trotz der hohen Stations- und Meßstellendichte im Projektgebiet erweist sich eine Darstellung der Niederschlagsverteilung mittels Isohyeten als kaum durchführbar oder zumindest problematisch, da die Geräte im wesentlichen profillinienartig aufgestellt wurden. Zudem lassen Isohyetendarstellungen nur die Dokumentation eines momentanen Zustandes zu. Zeitliche Veränderungen lassen sich nicht darstellen. Einfache Niederschlagsdiagramme eignen sich zwar entweder zur zeitlichen oder zur räumlichen Darstellung, werden aber leicht unübersichtlich, wenn in das gleiche Diagramm die Werte mehrerer Stationen eingetragen werden, um eine zeitliche wie auch räumliche Aussage zuzulassen. Der Verfasser bedient sich zur Verdeutlichung der Niederschlagsverteilung entlang einer Profillinie (Stationen d-A) wie auch ihrer zeitlichen Veränderungen des "Topopluiogramms" (vgl. hierzu STIEHL, 1970, S. 52 ff) (Abb. 5).

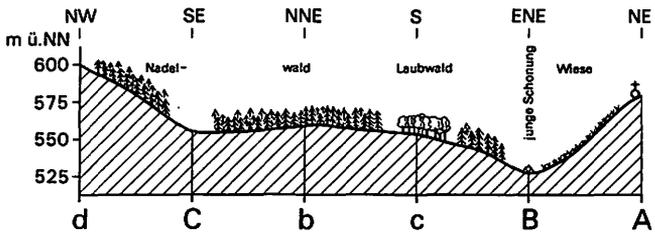
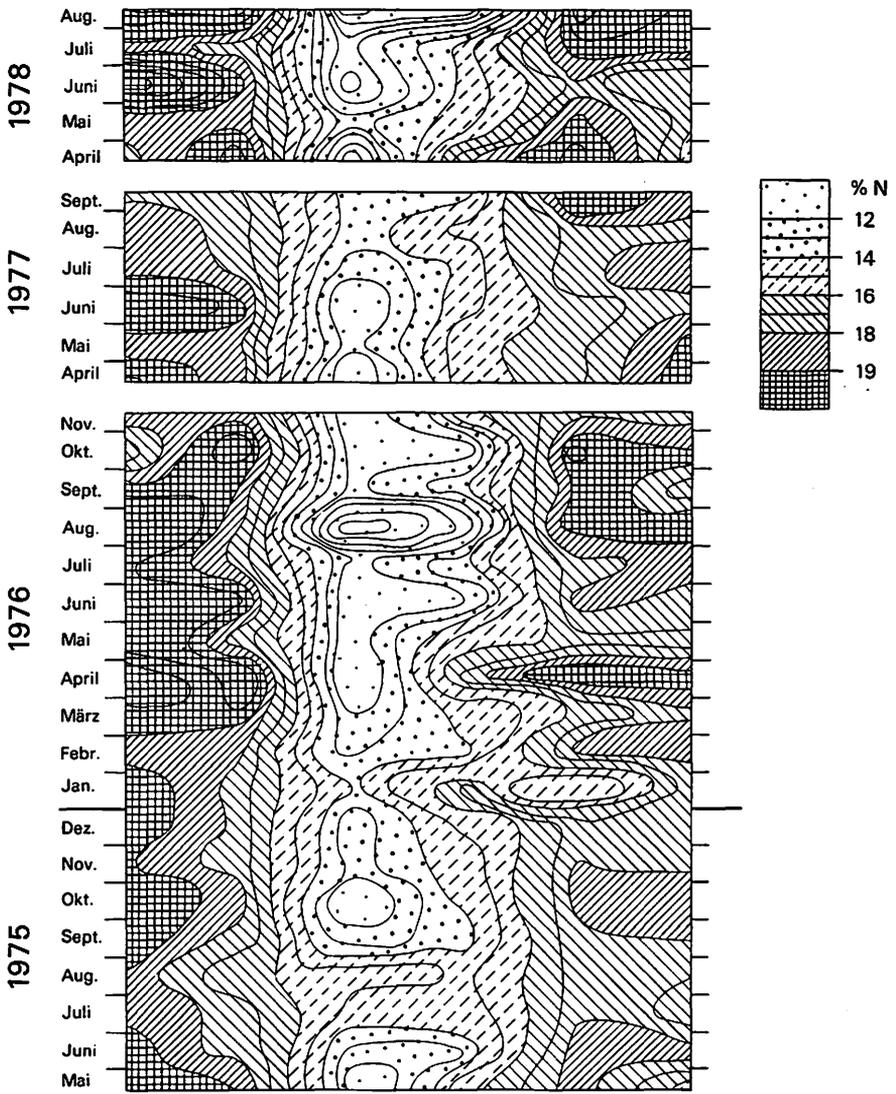


Abb. 5: Topopluviogramm

Dargestellt ist die Niederschlagsverteilung während der gesamten Beobachtungszeit. Die Meßlücken in den Wintern 1976/77 und 1977/78 mußten in Kauf genommen werden. Dennoch zeigt das Diagramm sehr deutlich den Einfluß des 80-jährigen Fichtenbestandes (Station b) auf die Niederschlagsverteilung, der sich beständig über alle Monate der Jahre 1975-1978 erkennen läßt. Zwar bleibt auch die Meßstelle c (Eichenwald) gegenüber den Freiland-Stationen hinsichtlich der Niederschlagssummen zurück, dies jedoch nicht in der gleichen Regelmäßigkeit wie bei b. Während in den Sommermonaten eher eine Angleichung der Niederschlagssummen der beiden Waldstationen zu beobachten ist, werden die Unterschiede zwischen beiden in der kühlen und kalten Jahreszeit größer, wenn gleich bis auf Januar und April 1976 auch die Eichenwald-Station mit ihren Niederschlagswerten hinter den Freiland-Stationen zurückbleibt.

Was die gesamte Niederschlagsverteilung betrifft, kann festgehalten werden, daß der Einfluß des Waldes im Projektgebiet offensichtlich deutlicher und konsequenter als die Luv- und Lee-Effekte an den übrigen Stationen in Erscheinung tritt.

Daraus ergab sich für die beabsichtigten Wasserhaushaltsuntersuchungen und -bilanzierungen die Notwendigkeit, die Interzeption, ihr Ausmaß und ihre Veränderlichkeit bei der Auswertung der Daten besonders zu berücksichtigen. Dieser Aufgabe hat sich M. ALEX in seiner Zulassungsarbeit unterzogen.

Untersuchungen zur Interzeption

Als Basis für die Ermittlung der Interzeptionswerte wurde der Vergleich zwischen Freilandstation C und Waldmeßstelle bei b gewählt; damit war eine gleiche Höhenlage gegeben und Niederschlagsunterschiede, die sich aus Reliefgründen hätten ergeben können, ausgeschaltet. Wie schon Abb. 5 zu entnehmen ist, ist der Interzeptionswert keineswegs konstant, sondern weist im Jahresgang, aber auch in den verschiedenen Jahren bemerkenswerte Schwankungen sowohl innerhalb eines gleichartigen Baumbestandes als auch zwischen Waldbeständen unterschiedlicher Baumarten (hier: Fichten-/Eichenwald) auf. Bei der Auswertung der Daten auf Monatsbasis konnte ALEX zwar keinen typischen Jahresgang der Höhe der Interzeption feststellen, dafür aber die Beobachtungen von EIDMANN (1959) und MITCHERLICH (1971) bestätigen, wonach der Kronendurchlaß im Winter bei Fichte wie bei Eiche größer ist als im Sommer (vgl. Abb. 6).

Dieser jahreszeitliche Unterschied ist bei der Eiche naturgemäß höher als bei der Fichte; bemerkenswert sind jedoch die größeren Abweichungen bei jüngeren Fichtenbeständen.

Die aus Abb. 5 grob abschätzbaren Interzeptionswerte stellen eine Summierung aller Niederschlagsereignisse des jeweiligen Monats im jeweiligen Jahr dar. Eine Analyse der einzelnen Niederschlagsereignisse jedoch läßt deutlich werden, daß der jeweils erreichte Interzeptionswert in signifikanter Weise u.a. abhängig ist von der Niederschlagsintensität.

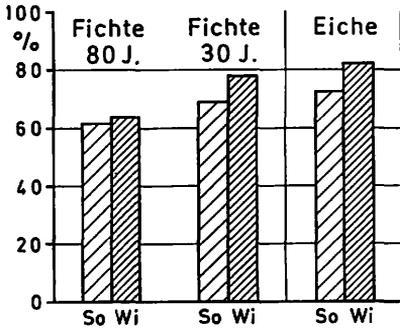


Abb. 6: Kronendurchlaß unterschiedlicher Baumarten im Sommer und im Winter (nach ALEX, 1979)

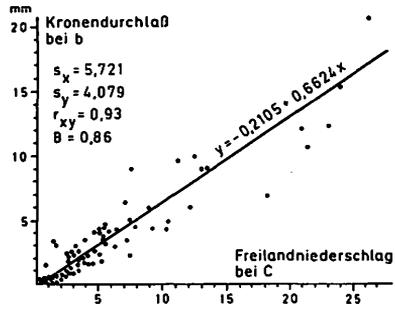


Abb. 7: Beziehungen zwischen Kronendurchlaß und Freilandniederschlag (nach ALEX, 1979)

Bei einem Niederschlag von 3.5 mm und einer Niederschlagsintensität von 2 mm/h ergab sich beim Vergleich der Stationsmessungen von C und b ein Kronendurchschlag von 71.4%, d.h. ein Interzeptionsverlust von 28.6%. Ein anderes Niederschlagsereignis, ebenfalls mit 3.5 mm, jedoch auf 12 Stunden verteilt, erbrachte bei einer Intensität von 0.3 mm/h einen Interzeptionsverlust von 68.6%.

Diese Einzelbeobachtungen wurden durch eine systematische Erfassung der in den Jahren 1977 und 78 aufgetretenen Niederschlagsintensitäten unter Zuordnung der jeweiligen Interzeptionswerte überprüft und bestätigt. Daraus läßt sich der Schluß ableiten, daß angesichts des in den einzelnen Jahren sehr unterschiedlichen dynamischen Wetter- und Witterungsablaufs und den damit in Zusammenhang stehenden unterschiedlichen Niederschlagsintensitäten bei zu kurzen Beobachtungsreihen keine allgemeinen Rückschlüsse auf den Interzeptionsverlust gezogen werden sollten. Da nicht nur die Niederschlagsintensitäten, sondern auch die absoluten Niederschlagswerte eines Regens die Niederschlagsstruktur bestimmen und zu erwarten war, daß zu geringfügige Niederschläge wegen der Speicherkapazität der Blattoberfläche den Boden nicht erreichen, sondern über die Interzeptionsverdunstung unproduktiv verloren gehen, wurden 55 Niederschlagsereignisse der Jahre 1977/78, die jeweils mehr als 4 Stunden andauerten, nach Niederschlagshöhen geordnet und diesen die entsprechende Interzeptionsverdunstung zugeordnet (vgl. Tab. 4). Danach verringert sich zunächst mit zunehmender Niederschlagshöhe das Interzeptionsprozent, um sich ab ca. 4 mm Niederschlag auf Werte um 40% des fallenden Niederschlags einzupendeln.

Tab. 4: Kronendurchlaß und Interzeptionsprozent in Abhängigkeit von Niederschlagshöhen bei Einzelereignissen 1977/78 (nach ALEX)

Niederschlagshöhe	Kronendurchlaß	Interzeptionsprozent
1 mm:	17.3%	82.7%
1- 2 mm:	26.2%	73.8%
2- 4 mm:	51.3%	48.7%
4- 8 mm:	59.7%	40.3%
8- 16 mm:	61.0%	39.0%
6- 32 mm:	58.2%	41.8%

Die aufgezeigten Zusammenhänge zwischen Niederschlagshöhen und Kronendurchlaß bzw. Interzeption wurden mittels einer Regressionsrechnung überprüft (Abb. 7). Aus der Tatsache, daß die Regressionsgerade nach Erreichen der Sättigungsmenge keinen Knick vollzieht, sondern nach wie vor mit einem Winkel unter 45° ansteigt, wird in Übereinstimmung mit ALEX der Schluß gezogen, daß die Interzeptionsverdunstung schon während des Niederschlagsereignisses — insbesondere bei nachlassenden Niederschlagsintensitäten — wirksam wird und in kürzeren oder längeren Regenspauzen bis zu einer Abtrocknung des Blattes führen kann, so daß dieses erst wieder von neuem benetzt werden muß, ehe Teile des Niederschlags, vom Blatt tropfend, den Boden erreichen.

Werden die Niederschläge nach Regenmengen geordnet und werden diesen Mengen dann die ermittelten Interzeptionswerte zugeordnet, ergeben sich die in Abb. 8 und 9 dargestellten Verhältnisse.

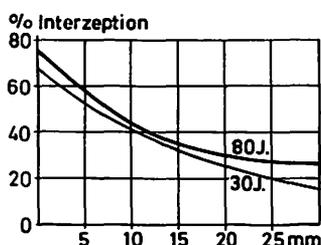


Abb. 8: Interzeption in Fichtenbeständen in Abhängigkeit von Niederschlagshöhen (nach ALEX, 1979)

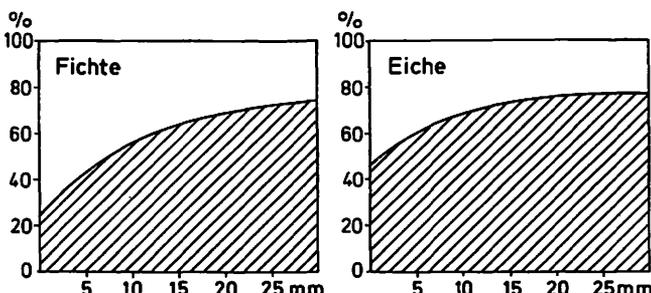


Abb. 9: Kronendurchlaß in % des Freilandniederschlags bei Laub- und Nadelbaum in Abhängigkeit von der Niederschlagshöhe (nach ALEX, 1979)

Es zeigt sich demnach, daß jüngere Fichtenbestände im wesentlichen wohl auf Grund der geringeren Kronenlänge und der weniger dichten Benadelung geringere Interzeptionswerte erbringen. Es läßt sich weiterhin erkennen, daß die Fichte im Vergleich zur Eiche bei zunehmender Niederschlagshöhe erst allmählich größere Kronendurchlaßwerte erreicht (bis 25 mm ca. 70%, bei 10mm ca. 58%) der Menge. Wenn MITSCHERLICH (1971, S. 205) daraus schließt, "Wasserwirtschaftlich ist der Anbau der Fichte in unseren niederschlagsreichen Mittelgebirgen daher bei weitem nicht so ungünstig zu beurteilen wie in den niederschlagsarmen Tieflandlagen" (zitiert bei ALEX), so kann dieser Auffassung in der Kenntnis der Niederschlagsstruktur unserer Mittelgebirge durchaus widersprochen werden.

Schließlich sei kurz auf eine spezielle Versuchsanordnung der Meßstellen bei b zur Ermittlung des Kronendurchlasses und die Ergebnisse der Auswertung ein-

gegangen. Wie oben bereits erwähnt, wurden um die Station b kreisförmig 5 Regenmesser, die unterschiedlich stark von den Kronen der in ihrer unmittelbaren Nähe stehenden Fichten überdeckt waren, aufgestellt (vgl. Abb. 10 und 11).

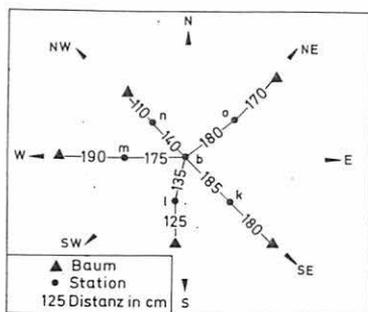


Abb. 10: Anordnung der Regenmesser bei Meßstelle b

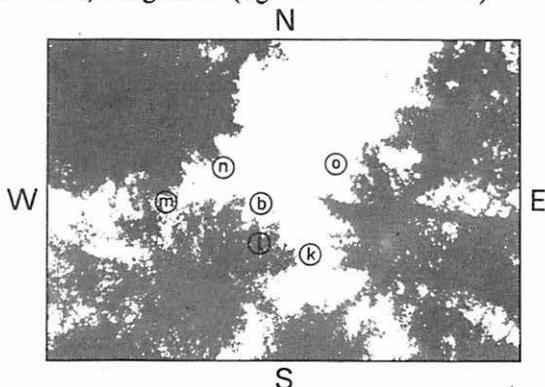


Abb. 11: Kronenüberdeckung der Regenmessstellen um b (Nach einer Aufnahme von W. SCHMIEDECKEN (Herbst 1976))

Die Ergebnisse waren — wie Abb. 12 zu entnehmen ist — sehr unterschiedlich, wobei allerdings durchaus Zusammenhänge zwischen den höheren Werten

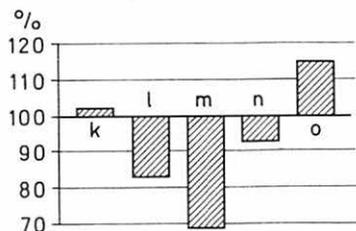


Abb. 12: Abweichungen des Kronendurchlasses an den Meßstellen k - o in % von b

von k und o auf Grund der geringeren bzw. nicht vorhandenen Kronenüberdeckung und der starken Bedeckung bei den übrigen Stationen (insbesondere l) zu sehen sind.

Viel wichtiger erscheint die Feststellung, daß für die Niederschlagsmessung unter Wald äußerst geringe Standortverschiebungen der Meßgeräte zu stark modifizierten Ergebnissen führen können.

Wald — ein Wasserspeicher?

In den vor knapp dreißig Jahren veröffentlichten Ausführungen zu den Wechselwirkungen zwischen Wald und Wasserhaushalt hegt R. KELLER (1953)

bereits erhebliche Zweifel an der noch heute häufig vertretenen Meinung, daß der Wald bzw. der Waldboden ein Wasserspeicher sei, der in regenarmen Zeiten das Niedrigwasser der Bäche und Flüsse erhöhen könne und der deshalb "vielfach zu Wassergewinnungs- und Wasserschutzgebieten" (BAUMANN u.a. 1974) erklärt würde. Diese Vorstellung wird vornehmlich aus der Tatsache abgeleitet, daß das Regenwasser im Wald wegen der intensiven Lockerung des Bodens durch das Wurzelwerk weit besser einsickern kann als z.B. unter Gras, was auch durch entsprechende Infiltrationsraten — Buchenwald: 1.4 mm/min., Fichtenwald: 1.2 mm/min., Wiese: 0.3 mm/min. (BRECHTEL 1969) — belegt wird.

Vergessen wird bei dieser Argumentation jedoch, daß der Wald einmal wie jede Pflanze über seine Blätter und Nadeln Wasser transpiriert; diese Verdunstung, die sowohl zum Aufbau der pflanzlichen Substanz erforderlich ist als auch eine zu starke Überhitzung der Blätter verhindert, belüftet sich nach den Angaben verschiedener Autoren (KELLER, 1962, S. 428) für die verschiedenen Baumarten auf Werte zwischen 2.0 und 5.3 mm tägliche Bestandstranspiration. Dagegen erreicht die Transpiration des Grünlandes nur Werte von 1.5 bis 2.0 mm (KELLER, 1948).

Neben dieser häufig auch als 'produktive' Verdunstung bezeichneten Transpiration findet im Wald auch eine 'unproduktive' statt, die sich aus der Interzeptionsverdunstung und der Evaporation zusammensetzt. Nach BAUMGARTNER (1967) beträgt das Verhältnis von Transpiration zu Interzeptionsverdunstung zu Evaporation beim Fichtenwald etwa 60:30:10. Vergleichszahlen des Interzeptionsbetrages zwischen Wald und Grünland existieren in der Literatur leider kaum und gelten insbesondere für Gräser und Kulturpflanzen als ungesichert. Trotzdem seien hier zwei Zahlen gegenübergestellt, die einen Hinweis auf die angesprochene Problematik liefern können. Nach DELFS (1955) wie nach eigenen Ermittlungen (siehe oben) beträgt der Interzeptionsverlust bei Fichtenaltholz im Sommer im Mittel um 40% des gefallenen Niederschlags, während für Getreide nur ein Wert von ca. 20% (KELLER, 1962, S. 419) angesetzt werden kann.

Diese gegensätzliche Auffassung in bezug auf die Wasserhaushaltsleistung des Waldes bewog KELLER in dem oben zitierten Aufsatz zu nachstehenden grundlegenden Fragen, denen im folgenden weiter nachgegangen werden soll:

- "Rührt der niedrige Wasserstand der Flüsse und des Grundwassers von der Entwaldung her? Ist Wald ein Wasserspeicher? Ersetzt er durch sein Rückhaltevermögen Talsperrenraum?"
- "Verbraucht ein Waldbestand mehr oder weniger Wasser als Acker oder Grünland? Vermehrt der Wald die Gesamtverdunstung durch seine größere Oberfläche oder vermindert er sie infolge seines besonderen windgeschützten, relativ feuchten und ausgeglichenen Bestandsklimas?" (KELLER, 1953, S. 53).

Zur Beantwortung dieses Fragenkomplexes erschien uns das Untersuchungsgebiet "Jüngselbach" aus mehreren Gründen als geeignet:

- Einmal liegt es im Einzugsgebiet der Olef-Talsperre, deren Wasser in Mangelzeiten auch zur Trinkwasserversorgung herangezogen wird; aus diesem Grund

ist von wasserwirtschaftlicher Seite unbedingt darauf zu achten, daß auch in Trockenjahren ausreichend Oberflächenwasser zur Verfügung steht.

- Zum zweiten ist der Untersuchungsraum zu 48.2% mit Wald bestanden (Abb. 1) und zwar, wie bereits geschildert, fast ausschließlich mit Fichten, was uns aus methodischen Gründen die Behandlung des Problems sehr vereinfachte.
- Schließlich ließ das Bachgebiet des Jüngselbaches es zu, neben dem Gesamteinzugsgebiet fünf Teileinzugsgebiete mit sehr unterschiedlichen Waldanteilen auszugliedern, die es uns ermöglichen sollten, eventuell bestehende Zusammenhänge zwischen Abflußmenge und Waldfläche aufzuzeigen.

Mit diesem letzten Punkt ist gleichzeitig der Ansatz des methodischen Vorgehens angedeutet. Ziel der Untersuchung sollte es sein, eine Beziehung zwischen Abflußmenge und Waldanteil herzuleiten. Dazu war von der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung

$$Z + N = A + V + (R - B)$$

mit Z	—	Zufluß ins Untersuchungsgebiet
N	—	Niederschlag
A	—	Abfluß
V	—	Verdunstung, die sich aus Transpiration (T), Interzeptionsverdunstung (I) und Evaporation (E) zusammensetzt
R	—	Rücklage, in der Regel Wasserspeicherung in Boden und Untergrund
B	—	Aufbrauch

auszugehen. Da der Untersuchungsraum als Bacheinzugsgebiet durch die zugehörigen Wasserscheiden abgegrenzt wird, entfällt per definitionem der Term Z.

Die Wasserhaushaltsglieder V, R und B konnten von uns nicht oder nur unzureichend meßtechnisch erfaßt werden; für die hier vorgesehene Vorgehensweise werden sie aber auch als Einzelgröße nicht benötigt, da sie unter der Bezeichnung "Wasserumsatz Pflanzenbestand, gewichtet durch den Waldanteil (U)" ersetzt werden. Somit erhält man die recht einfache Ausgangsgleichung

$$N = A + U,$$

die im folgenden auf ihre Einzelbestandteile hin untersucht werden soll.

Gebietsniederschlag

Wie bereits oben angegeben, waren im Untersuchungsgebiet in den Sommern 1977 und 1978 — und nur auf diesen Zeitraum beziehen sich die weiteren Ausführungen — insgesamt 19 Niederschlagsmeßgeräte installiert, von denen 11 den Freilandniederschlag und 8 den Niederschlag unter Wald erfaßten. Da insgesamt nur 5 Schreibgeräte zur Verfügung standen und das Gebiet nur einmal in der Woche aufgesucht werden konnte, müssen sich die nachstehenden Überlegungen zwangsläufig auf die entsprechenden Wochenwerte beziehen.

Für hydrologische Fragestellungen ist es notwendig, die Verteilung des Niederschlags über die Fläche, d.h. den Gebietsniederschlag zu bestimmen. Dazu ist

es erforderlich, für jede Niederschlagsstation ein repräsentatives Areal zu bestimmen, für das der jeweilige Meßwert flächendeckend anzusetzen ist. Von den sich hierfür anbietenden Methoden wurde die nach THIESSEN (1911), (siehe auch SCHMIEDECKEN, 1980) angewendet, da sich auf der Grundlage von Wochenwerten keine eindeutigen Isohyetenkarten konstruieren ließen. Die dabei gewonnenen Polygone (Abb. 13) konnten jedoch nicht in ihrer Gesamtheit belassen wer-

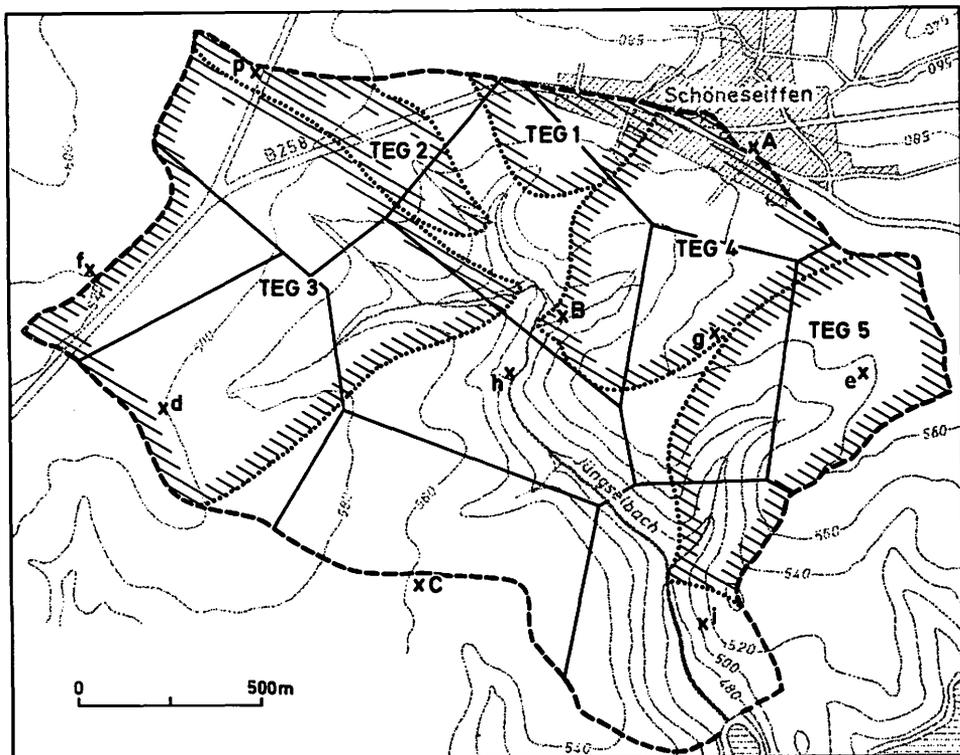


Abb. 13: Die sich aus dem Schnitt der THIESSEN-Polygone mit den Teileinzugsgebieten ergebenden Teilflächen (nach FLATAU, 1980)

den, sondern mußten gemäß den fünf später zu betrachtenden Teileinzugsgebieten (TEG) und dem Restgebiet (TEG Rest) weiter unterteilt werden, damit auch für diese der entsprechende Gebietsniederschlag bestimmt werden konnte. Wie Tab. 5 zeigt, liegen die jeweiligen Summenwerte der Teileinzugsgebiete im Sommer 1977 zwischen 96.3% (TEG 1) und 101.8% (TEG Rest) und im Sommer 1978 zwischen 90.6% (TEG 2) und 106.6% (TEG Rest) der Werte des Gesamteinzugsgebietes.

Vergleicht man nun die so gebildeten Gebietsniederschläge über das gesamte Gebiet mit den arithmetischen Mitteln aus allen Meßdaten der jeweiligen Sommer-

Tab. 5: Kennwerte der Einzugsgebiete, bezogen auf die beiden Untersuchungsräume

(1) Teilein- zugs- gebiet	(2) Größe (ha)	(3) Gebietsniederschlag				(4) Oberflächenabfluß				(5) Abflußverhältnis (A/N)		(6) Wald- anteil
		V-X.1977		V-VIII.1978		V-X.1977		V-VIII.1978		V-X.	V-VIII.	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	1977	1978	
1	9.3	399.3	96.3	235.7	98.0	259.5	205.8	131.1	207.4	0.65	0.56	8.6
2	17.3	408.1	98.4	217.6	90.5	158.0	125.3	77.6	122.8	0.39	0.36	6.4
3	75.5	417.6	100.7	232.5	96.7	107.3	85.1	52.8	83.5	0.26	0.23	28.9
4	33.6	396.2	95.5	226.7	94.3	145.8	115.6	74.0	117.1	0.37	0.33	16.7
5	37.5	414.8	100.0	240.5	100.0	90.4	71.7	45.7	72.3	0.22	0.19	41.6
Gesamt	266.0	414.8	100.0	240.4	100.0	126.1	100.0	63.2	100.0	0.30	0.26	48.2

halbjahre, so erhält man mit 416.2 mm (arith. Mittel) zu 414.8 m (THIESSEN) für die Sommermonate 1977 und mit 233.6 mm zu 240.4 mm für 1978 Differenzen, die weit unterhalb der bei der Niederschlagsmessung anzusetzenden 5% - Fehlergrenze liegen. Wäre nur das Gesamteinzugsgebiet Gegenstand der Untersuchung gewesen, wäre man demnach ebenso gut mit der einfachen Mittelbildung ausgekommen. Auf der anderen Seite sei daran erinnert, daß die absolute Differenz von 6.8 mm, die sich für die vier Monate des Sommers ergibt, schon für das kleine Einzugsgebiet des Jüngselbaches einem Volumenbetrag von 18.08 Millionen Litern gleichzusetzen ist, was etwa dem Wasserbedarf der Stadt Bonn für acht Stunden entspricht.

Oberflächenabfluß

Entsprechend den Niederschlagsdaten lagen uns auch für den Abfluß meist nur einmal pro Woche gemessene Werte vor; ein Schreibpegel stand uns leider nicht zur Verfügung. Das methodische Problem der Auffüllung der Meßwertreihen geschah über eine Analogieberechnung zu den täglich vorliegenden Abflußwerten des in unmittelbarer Nähe gelegenen Olefbaches.

Die wöchentlichen Werte des Gebietsniederschlages und des Abflusses sind in Tab. 6 zusammengestellt.

Ergebnisse

Vergleicht man in Tab. 5 die Daten für die jeweiligen Sommerhalbjahre, so muß man feststellen, daß die Schwankungsbreite des Abflusses erheblich ist: Im Sommer 1977 liegt diese zwischen 71.7% (TEG 5) und 205.8% (TEG 1) des Wertes des Gesamteinzugsgebietes, im Sommer 1978 zwischen 72.3% (TEG 5) und 207.4% (TEG 1). Der Grund für diese Unterschiede kann, wie bereits oben gezeigt, nicht in den verschiedenen Gebietsniederschlagsmengen gefunden werden, da diese nur um ca. 5% bzw. 10% schwanken. Spalte 5 der Tab. 5 belegt dieses für beide Bezugsräume.

Es bleiben damit nur noch zwei weitere Erklärungsmöglichkeiten zu diskutieren:

Tab. 6: Wöchentlicher Gebietsniederschlag (a) und Abfluß (b) im Jüngselbachgebiet und ausgewählten Teileinzugsgebieten (Als Datum ist jeweils der letzte Tag der Woche angegeben) (mm) (nach FLATAU 1980)

Datum	TEG 1		TEG 3		TEG 5		EG Gesamt	
	a	b	a	b	a	b	a	b
3. 5.77	13,4	34,7	9,7	14,3	12,3	12,1	11,9	16,8
10. 5.77	18,9	15,3	19,9	6,3	19,0	5,3	19,4	7,4
17. 5.77	20,5	21,5	24,3	8,9	22,8	7,5	23,0	10,4
24. 5.77	23,7	19,1	21,3	7,9	22,5	6,6	22,3	9,3
31. 5.77	0,0	14,7	0,0	6,1	0,0	5,2	0,0	7,2
7. 6.77	28,2	12,8	27,7	5,3	30,4	4,4	29,3	6,2
14. 6.77	16,5	8,1	16,4	3,3	21,0	8,8	18,1	3,9
21. 6.77	15,4	6,9	19,2	2,8	15,5	2,4	17,0	3,3
28. 6.77	12,6	5,8	17,8	2,4	17,5	2,0	16,7	2,8
5. 7.77	5,3	5,7	5,8	2,4	5,1	2,0	5,4	2,8
12. 7.77	1,0	3,2	0,5	1,3	0,8	1,0	0,7	1,5
19. 7.77	19,0	2,4	19,5	1,0	17,2	0,9	18,7	1,2
26. 7.77	47,0	4,1	50,9	1,6	47,6	1,4	49,2	2,0
2. 8.77	14,8	6,0	17,3	2,5	21,4	2,1	18,0	2,9
9. 8.77	3,4	3,9	2,0	1,6	2,3	1,3	2,6	1,9
16. 8.77	34,5	7,2	37,7	2,9	33,6	2,5	35,1	3,5
23. 8.77	25,6	6,8	27,4	2,7	25,4	2,4	26,3	3,2
30. 8.77	31,0	24,1	30,1	9,9	29,1	2,3	29,7	11,7
6. 9.77	3,0	16,9	4,4	7,0	3,8	5,9	4,0	8,2
13. 9.77	4,6	9,0	5,5	3,6	6,1	3,0	5,8	4,2
20. 9.77	0,6	4,4	0,2	2,1	0,2	1,6	0,3	2,4
27. 9.77	15,8	5,9	14,4	2,4	13,6	2,0	14,4	2,8
4.10.77	24,4	3,8	25,5	1,5	27,1	1,3	26,3	1,8
11.10.77	8,8	4,4	8,9	1,8	9,2	1,5	9,5	2,1
18.10.77	0,3	4,5	0,4	1,8	0,3	1,5	0,4	2,1
25.10.77	4,0	3,8	3,8	1,5	4,1	1,2	4,0	1,8
1.11.77	5,7	3,3	5,9	1,3	5,5	1,1	5,7	1,6
2. 5.78	42,4	15,9	34,1	6,5	39,8	5,5	35,7	7,7
9. 5.78	17,1	17,7	22,6	6,6	21,7	6,0	21,6	8,0
16. 5.78	21,9	17,5	21,2	7,2	22,7	6,1	22,1	8,5
23. 5.78	4,1	16,6	3,9	6,0	3,7	5,6	3,9	7,8
30. 5.78	2,8	9,1	2,7	3,9	2,9	3,6	2,7	4,6
6. 6.78	7,9	5,3	19,2	2,4	6,2	2,1	12,8	2,9
13. 6.78	1,4	4,7	1,4	2,0	1,2	1,6	1,4	2,3
20. 6.78	9,5	2,9	8,0	1,2	9,9	1,0	9,4	1,3
27. 6.78	35,5	4,4	35,1	1,8	37,1	1,5	36,6	2,1
4. 7.78	28,9	3,8	28,5	1,5	30,1	1,2	29,6	1,8
11. 7.78	28,5	7,0	23,2	2,5	31,7	2,4	27,4	3,3
18. 7.78	0,4	7,9	0,2	3,3	0,2	2,7	0,3	3,8
25. 7.78	10,9	5,2	8,6	2,1	9,7	1,7	10,6	2,4
1. 8.78	5,9	3,2	5,7	1,3	7,1	1,0	6,3	1,5
8. 8.78	4,3	2,9	4,3	1,2	3,6	1,0	4,2	1,4
15. 8.78	4,7	2,6	4,7	1,0	5,6	0,8	7,1	1,2
22. 8.78	6,4	1,9	5,9	0,8	4,0	0,6	5,3	0,9
29. 8.78	2,3	1,7	2,4	0,6	2,3	0,6	2,4	0,7

- Der geologische Untergrund könnte in den einzelnen Einzugsgebieten völlig verschieden sein und so zu einem unterschiedlichen unterirdischen Abflußverhalten führen. Nach den zu Beginn gemachten Ausführungen trifft dieses jedoch nicht zu; der Gesteinsuntergrund ist als relativ homogen anzusehen; anthropogene Eingriffe in Form von Stollen oder Brunnen sind nicht bekannt.
- Somit bleibt nur noch die Auswirkung der Pflanzenwelt als mögliche Begründung, die durch unterschiedliche Dichte, Alter und Zusammensetzung auch unterschiedlichen Wasserbedarf und -verbrauch (besser: -gebrauch) bewirken könnte.

Einen ersten Anhalt für diese Annahme liefert der Vergleich der Spalte 5 mit der Spalte 6 der Tab. 5. Man erkennt deutlich, daß das Abflußverhältnis A/N mit dem Anwachsen des Waldanteils abnimmt. Allerdings fallen bei dieser Zuordnung die Werte des TEG 2 heraus; der Grund hierfür liegt offensichtlich darin, daß (siehe Abb. 3) quer durch dieses Einzugsgebiet zwei größere Straßen verlaufen, die das aus dem nördlichen Teil des Einzugsgebietes abfließende Boden- und Grundwasser über ihre randlichen Gräben aus dem Gesamteinzugsgebiet herausleiten. Da eine 'Reparatur' dieser Daten nicht sinnvoll erschien, wurden sie aus den weiteren Betrachtungen herausgenommen.

Da, wie leicht aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich ist, die Beziehung zwischen A/N und Waldanteil nicht linear ist, wurde von FLATAU (1980) versucht, den vorhandenen Zusammenhang zwischen Abflußverhältnis - y - und Waldanteil - x - durch entsprechende Funktionen $y = f(x)$ auf Monatsbasis zu präzisieren. Es stellte sich heraus, daß mit einer Ausnahme alle Kurven die angenäherte Darstellung von Potenzfunktionen sind. Lediglich für Juni 1977 wurde als beste Annäherung eine logarithmische Funktion gefunden:

Mai 1977	: $y = 5.60 x^{-0.67}$	$r = 0.99$
Juni 1977	: $y = 0.79 - 0.17 \ln x$	$r = 0.91$
Juli 1977	: $y = 0.92 x^{-0.69}$	$r = 0.97$
August 1977	: $y = 2.98 x^{-0.89}$	$r = 0.99$
September 1977	: $y = 6.25 x^{-0.68}$	$r = 0.99$
Oktober 1977	: $y = 2.12 x^{-0.72}$	$r = 0.99$
Sommer 1977	: $y = 2.76 x^{-0.69}$	$r = 0.99$
Mai 1978	: $y = 3.72 x^{-0.68}$	$r = 1.00$
Juni 1978	: $y = 1.27 x^{-0.66}$	$r = 0.97$
Juli 1978	: $y = 2.53 x^{-0.78}$	$r = 0.88$
August 1978	: $y = 2.11 x^{-0.67}$	$r = 0.99$

Die Korrelationskoeffizienten r zwischen 0.88 und 1.00 als Maß für die Qualität dieser Gleichungen beweisen, wie gut die Anpassung an die vorgegebenen Daten erfolgt ist.

Aus den Graphen der Gleichungen (Abb. 14) wird deutlich, daß der Einfluß des Waldes auf den Abfluß mit steigendem Waldanteil immer geringer wird. Andererseits nimmt mit abnehmender Waldfläche die Abflußhöhe überproportional zu. Sähe man die Verhältnisse des Sommers 1977 als repräsentativ an, so würde dies bedeuten, daß eine Steigerung des Waldanteils von 50% auf 70% nur eine Verminderung des Abflußverhältnisses um 0,04 zur Folge haben, dagegen eine

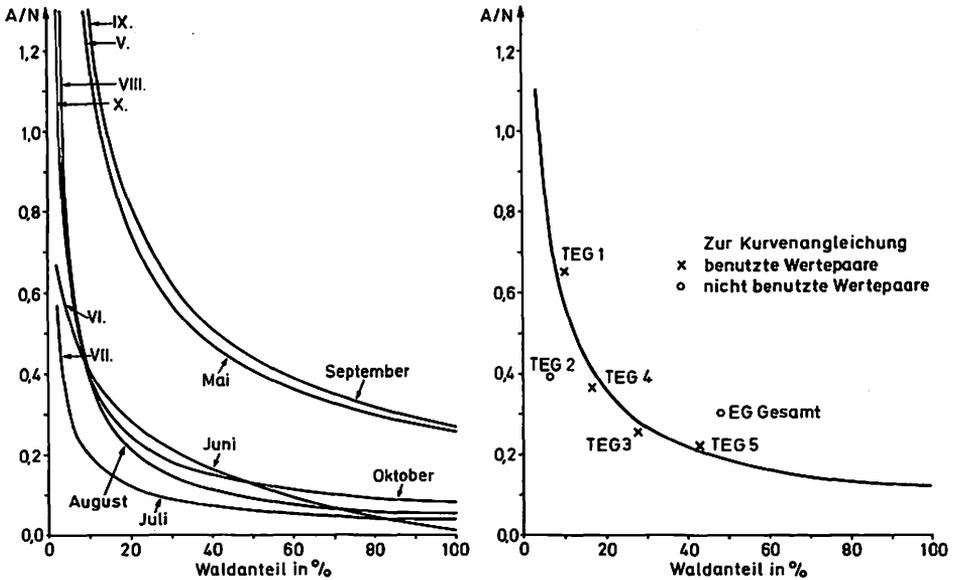


Abb. 14: Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Waldanteil und Abflußverhältnis in den Monaten des Sommerhalbjahres 1977

Abnahme des Waldanteils von 50% auf 30% eine Steigung des Abflußverhältnisses um 0,07 bewirken würde.

Mit diesen Ergebnissen ist eindeutig gezeigt, daß aus einem reinen Fichtenwaldgebiet weniger Wasser abfließt als aus einem Gebiet, das nicht oder nur teilweise mit Wald bestanden ist. Der Wald bzw. der Boden, auf dem er wächst, mag zwar gute Speichereigenschaften besitzen; wegen des Interzeptionsverlustes erreicht ihn jedoch ein erheblicher Teil des Niederschlagswassers überhaupt nie — und von dem Wasser, das ihn noch erreicht und das er somit speichern kann, gebraucht er den größten Teil selbst und gibt ihn über die Transpiration an die Atmosphäre zurück.

Wasserbilanz des Untersuchungsraumes

Ein Mangel vieler bisherigen Wasserhaushaltsuntersuchungen in kleinen Einzugsgebieten ist es, daß der Versuch einer detaillierten Wasserbilanzierung möglichst auf Pentaden-, Wochen- oder Dekadenwerten selten oder nur unvollständig unternommen wurde. Auf der Grundlage der in unserem Untersuchungsraum während der Sommermonate 1977 und 1978 gewonnenen Daten und unter Zuhilfenahme eines Modells, das bereits anderweitig zu Abschätzungen der Wasserhaushaltsgrößen benutzt wurde (SCHMIEDECKEN 1978, 1979 und 1981), wird

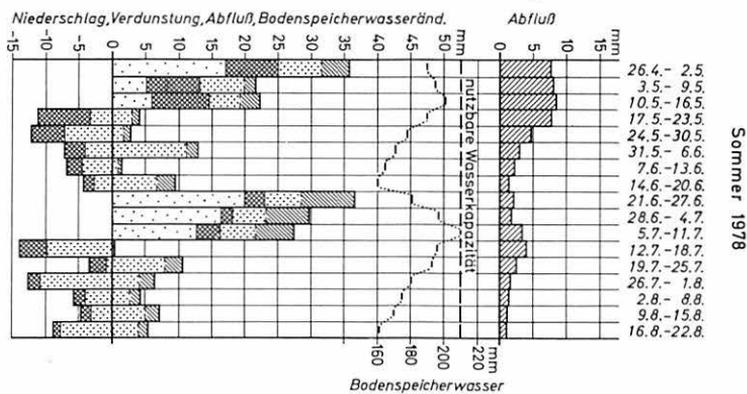
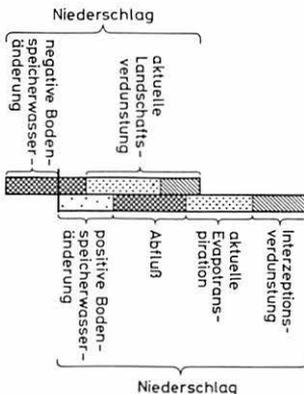
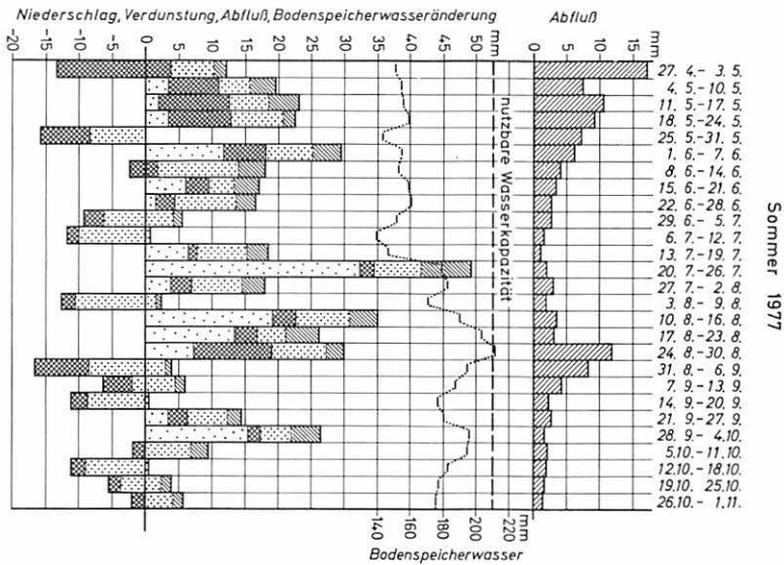


Abb. 15: Wasserbilanz Jüngselbach/Eifel — Sommer 1977

Tab. 7: Wasserbilanz Einzugsgebiet Jüngelsbach

Sommer 1977

	27.4. - 3.5.	4.5. - 10.5.	11.5. - 17.5.	18.5. - 24.5.	25.5. - 31.5.	1.6. - 7.6.	8.6. - 14.6.
(1) Niederschlag (N)	12,0	19,4	23,0	22,4		29,3	18,1
(2) pot. Verdunstung (pV)	9,2	6,6	8,6	11,4	16,3	10,3	17,5
(3) pV x 0,7	6,5	4,6	6,0	8,0	11,4	7,2	12,2
(4) Bodenspeicherwasser (Sp)	150,0	153,4	155,3	158,6	143,0	154,7	152,5
(5) Veränderung Speicherw. (Δ Sp)	-13,1	+3,4	+1,9	+3,3	-15,6	+11,7	-2,2
(6) akt. Verdunstung (aV)	6,5	4,6	6,0	8,0	8,4	7,2	12,2
(7) Interzeptionsverdunstung (I)	1,7	4,0	4,6	1,8	0,0	4,2	4,1
(8) akt. Landschaftsverdunstung (aLV)	8,2	8,6	10,6	9,8	8,4	11,4	16,3
(9) Abfluß (A)	16,9	7,4	10,5	9,3	7,2	6,2	4,0

	15.6. - 21.6.	22.6. - 28.6.	29.6. - 5.7.	6.7. - 12.7.	13.7. - 19.7.	20.7. - 26.7.	27.7. - 2.8.	3.8. - 9.8.	10.8. - 16.8.	17.8. - 23.8.	24.8. - 30.8.	31.8. - 6.9.
(2)	17,0	16,7	5,4	0,7	18,7	49,2	18,0	2,6	35,2	26,3	29,8	4,1
(3)	5,4	13,2	17,5	21,1	10,8	10,2	10,8	19,6	11,5	6,3	11,9	16,5
(4)	3,8	9,2	12,3	14,8	7,6	7,2	7,6	13,8	8,1	4,4	8,3	11,6
(5)	158,6	160,4	151,2	139,5	146,1	178,7	182,5	170,3	189,7	203,4	210,6	194,0
(6)	+6,1	+1,8	-9,2	-11,7	+6,6	+32,6	+3,8	-12,2	+19,4	+13,7	+7,2	-16,6
(7)	3,8	9,2	10,6	10,5	7,6	7,2	7,6	12,1	8,1	4,4	8,3	11,5
(8)	3,7	2,9	1,2	0,3	3,3	7,4	3,6	0,8	4,2	4,9	2,6	1,0
(9)	7,5	12,1	11,8	10,8	10,9	14,6	11,2	12,9	12,3	9,3	10,9	12,5
(9)	3,4	2,8	2,8	1,6	1,2	2,0	3,0	1,9	3,5	3,3	11,7	8,2

	7.9. - 13.9.	14.9. - 20.9.	21.9. - 27.9.	28.9. - 4.10.	5.10. - 11.10.	12.10. - 18.10.	19.10. - 25.10.	26.10. - 1.11.	Summe
(1)	5,9	0,4	14,5	26,4	9,5	0,4	4,0	5,7	414,7
(2)	9,2	10,3	8,5	6,7	9,1	14,8	9,3	6,5	309,1
(3)	6,5	7,2	6,0	4,7	6,4	10,4	6,5	4,5	216,4
(4)	187,7	176,5	180,1	195,6	193,9	182,6	177,1	175,3	
(5)	-6,3	-11,2	+3,6	+15,5	-1,7	-11,3	-5,5	-1,8	
(6)	6,5	9,0	6,0	4,7	6,4	9,4	6,2	4,5	206,5
(7)	1,4	0,2	2,1	4,4	2,6	0,2	1,5	1,4	70,1
(8)	7,9	9,2	8,1	9,1	9,0	9,8	7,7	5,9	276,6
(9)	4,3	2,4	2,8	1,8	2,2	2,1	1,8	1,6	125,9

Sommer 1978

	26.4. - 2.5.	3.5. - 9.5.	10.5. - 16.5.	17.5. - 23.5.	24.5. - 30.5.	31.5. - 6.6.	7.6. - 13.6.
(1) Niederschlag (N)	35,8	21,6	22,2	4,0	2,8	12,9	1,4
(2) pot. Verdunstung (pV)	9,4	9,6	6,7	9,3	13,9	22,5	9,0
(3) pV x 0,7	6,6	6,7	4,7	6,5	9,7	15,8	6,3
(4) Bodenspeicherwasser (Sp)	190,0	195,2	201,2	190,0	178,1	171,0	164,2
(5) Veränderung Speicherw. (Δ Sp)	+17,2	+5,2	+6,0	-11,2	-11,9	-7,1	-6,8
(6) akt. Verdunstung (aV)	6,6	6,7	4,7	6,4	8,9	15,3	5,3
(7) Interzeptionsverdunstung (I)	4,3	1,7	3,0	1,0	1,1	1,7	0,6
(8) akt. Landschaftsverdunstung (aLV)	10,9	8,4	7,7	7,4	10,0	17,0	5,9
(9) Abfluß (A)	7,7	8,0	8,5	7,8	4,7	3,0	2,3

Forts.

	14.6.	21.6.	28.6.	5.7.	12.7.	19.7.	26.7.	2.8.	9.8.	16.8.	
	20.6.	27.6.	4.7	11.7.	18.7.	25.7.	1.8.	8.8.	15.8.	22.8	Summe
(1)	9,5	36,6	29,7	27,4	0,3	10,6	6,4	4,2	7,1	5,4	237,9
(2)	13,4	7,9	7,8	7,7	14,5	12,5	23,0	10,2	12,1	19,3	208,8
(3)	9,4	5,5	5,5	5,4	10,2	8,8	16,1	7,1	8,5	13,5	146,2
(4)	160,1	181,0	196,9	209,7	196,0	192,5	180,0	174,5	169,9	161,1	
(5)	-4,1	+20,9	+15,9	+12,8	-13,7	-3,5	-12,5	-5,5	-4,6	-8,8	
(6)	9,4	5,5	5,5	5,4	10,0	8,8	15,1	6,7	8,3	11,8	140,4
(7)	2,8	8,0	6,5	5,8	0,1	2,8	2,2	1,6	2,1	1,4	46,7
(8)	12,2	13,5	12,0	11,2	10,1	11,6	17,3	8,3	10,4	13,2	187,1
(9)	1,4	2,2	1,8	3,4	3,9	2,5	1,6	1,4	1,3	1,0	62,5

hier eine solche Bilanz auf Wochenbasis vorgestellt (Tab. 7 und Abb. 15). Sie soll insbesondere die Veränderung von Niederschlag, Transpiration, Interzeption, Abfluß und Bodenwasser im Zusammenhang zahlenmäßig verdeutlichen, den Beweis für die Übertragbarkeit des oben erwähnten Modells auch auf kleine Einzugsgebiete und kürzere Zeiträume liefern und Hinweise auf einige Besonderheiten geben, die abschließend zu erörtern sind.

Zur Erläuterung der Tabellen seien die folgenden Angaben gemacht:

- Als "Niederschlag (N)" geht der wöchentliche Gebietsniederschlag des Gesamtuntersuchungsraumes ein.
- Die "potentielle Verdunstung (pV)" wird nach PAPADAKIS (1966) aus den täglichen Minimum- und Maximumtemperaturen der Station C berechnet und zu den entsprechenden Wochenwerten aufaddiert.
- Gemäß den früher gemachten Ausführungen (SCHMIEDECKEN 1978, S. 145) werden die pV-Werte mit 0,7 reduziert.
- Mit "Bodenspeicherwasser (Sp)" ist das Bodenwasser gemeint, das den Pflanzen verfügbar ist. Als maximale Größe wird, über das Untersuchungsgebiet gemittelt, eine Menge von 210 mm angesetzt, wobei bei der vorherrschenden Bodenart "Schluffiger Lehm" von einer durchschnittlichen Bodenmächtigkeit von 80 cm ausgegangen wird. Die Anfangswerte von 150,0 mm bzw. 190,0 mm ergeben sich nach mehreren "Schleifen" gemäß dem von PFAU (1966) angegebenen Berechnungsverfahren unter zusätzlicher Berücksichtigung der Interzeptionsverdunstung und des Abflusses.
- Die "Veränderung des Speicherwassers (ΔSp)" errechnet sich als Differenz aus dem jeweiligen Wochenwert des Bodenspeicherwassers und dem der Vorwoche und ist identisch mit dem Wasserhaushaltsterm "Rücklage minus Verbrauch" (R - B).
- Die "aktuelle Verdunstung (aV)" wird nach den Angaben von PFAU (1966) berechnet und ist in Wochen, in denen der Niederschlag höher ist als der mit 0,7 reduzierte Wert der potentiellen Verdunstung, gleich diesem; in den Wochen, in denen $N < 0,7 \cdot pV$ ist, setzt er sich aus der Niederschlagsmenge und einer Aufbrauchmenge ($\Delta Sp - I - A$) zusammen, die dem Bodenwasser entzogen wird.
- Die "Interzeptionsverdunstung (I)" basiert auf dem im Untersuchungsgebiet

mit 8 Regenmessern erfaßten Niederschlag unter Wald und wird als gewichtetes Mittel aus den Interzeptionsverlusten und den im Einzugsgebiet des Jüngselbaches anzutreffenden Einzelflächen — 48,2% Wald, 25,5% Ackerfläche, 20,1% Grünland und 6,2% Siedlungen, Verkehrsflächen u.a. — berechnet.

— Als "aktuelle Landschaftsverdunstung (aLV)" ist die im Sinne von LAUER (1952) bereits von LAUER/FRANKENBERG (1978, 1981) und SCHMIEDECKEN (1978) benutzte Verdunstungsart gemeint, die im Gegensatz zur aktuellen Evapotranspiration auf den geschlossenen Pflanzenbestand als Voraussetzung verzichtet und die tatsächliche Pflanzendichte als Grundlage heranzieht. Sie ist rechnerisch als Summe aus aktueller und Interzeptionsverdunstung zu ermitteln.

— Die Werte der Zeile "Abfluß (A)" setzen sich jeweils aus den sieben gemessenen bzw. errechneten Tagesabflußmengen des an der Mündung des Jüngselbaches in die Olef-Talsperre installierten THOMPSON-Wehres zusammen.

Der Auswertung dieses Bilanzierungsversuches ist voranzustellen, daß jede Woche der allgemeinen Wasserhaushaltgleichung

$$N = (aV + I) + A + \Delta Sp$$

folgt.

Dazu sind einige Besonderheiten, die bei der Durchsicht der einzelnen Zeitreihen vielleicht verwunderlich sein könnten, im Zusammenhang aber ihre Begründung finden.

Nach der vorgelegten Wasserbilanz übersteigt in insgesamt 15 Wochen die aktuelle Landschaftsverdunstung (Zeile 8) die potentielle Verdunstung (Zeile 2) um teilweise erhebliche Beträge. Meist sind dies Wochen, in denen die Niederschlagsmengen überdurchschnittlich hoch sind. Hierfür könnten mehrere Gründe verantwortlich sein. Einmal wäre es möglich, daß die PAPADAKIS-Formel in Wochen mit hoher relativer Luftfeuchte die Verdunstungswerte drückt; ein Hinweis hierauf ergab sich bereits bei Verdunstungsberechnungen von an Küsten gelegenen Stationen der wechselfeuchten Tropen, aber auch aus den obigen Überlegungen zu den Interzeptionsprozenten. Zum anderen ist es möglich, daß die in 2 m Höhe gemessenen Klimawerte für die Beurteilung der Verdunstungsleistung eines mit Wald bestandenen Raumes ungeeignet sind und daß Werte oberhalb des Kronenraumes der Bäume notwendig wären, um den Austauschmechanismus von feuchteren zu trockneren Luftkörpern exakt beschreiben zu können. Schließlich sei noch erwähnt, daß bereits andere Autoren (KELLER (1962), BALEK (1977) — nach LAUER/FRANKENBERG (1981)) die aktuelle Evapotranspiration von Waldland bei entsprechenden Klimavoraussetzungen höher ansetzen als die potentielle Evaporation.

Diese Überlegungen machen deutlich, daß die zukünftige Verdunstungsforschung dieser grundsätzlichen Frage eine besondere Beachtung schenken sollte.

Ein zweites wesentliches Moment dieses Bilanzierungsversuches ist die Veränderung im Bodenspeicherwasser. Bei der Berechnung war das Problem zu lösen, passende 'Einstiegswerte' zu finden. Diese ergaben sich schließlich unter der

Voraussetzung, daß der Auffüllvorgang im Boden die abgeleitete maximale Speicherkapazität von 210 mm erreichen, aber nicht — oder nur unwesentlich — überschreiten sollte. Daß sich dieses bei 150 mm bzw. 190 mm einstellte, mag zufällig oder manipuliert erscheinen; zwei Erwägungen machen diesen Vorgang jedoch begründbar. Zum einen geht dem Jahr 1977 ein extremes Trockenjahr voraus, so daß es durchaus wahrscheinlich erscheint, daß am Ende des hydrologischen Winterhalbjahres 1976/77 erst 70% der maximalen Bodenwassermenge erreicht sind. Zum anderen wird durch die auf diese Ausgangswerte begründete Zeitreihe des Speicherwassers die in den Wochen ab dem 24.8.1977 bzw. dem 5.7.1978 erhöhte Abflußmenge erklärbar: genau zu dem Zeitpunkt, zu dem die maximale Bodenwassermenge erreicht ist, steigt die Abflußmenge um mehr als das Dreifache — 1977 — bzw. das Doppelte — 1978 — an; der Niederschlag dieser Wochen kann hierfür nicht als Begründung herangezogen werden, da in beiden Jahren die Zunahme des Niederschlages bereits zwei Wochen vorher beginnt und bei den geschilderten Untergrundverhältnissen die unmittelbare Abflußswelle nur ein bis zwei Tage hinter dem Niederschlagsereignis 'herlaufen' dürfte.

Zusammenfassend kann somit festgestellt werden, daß das zur Zeit existierende Intrumentarium sowohl im Bereich der Meßmethoden als auch in dem der Modellbildung durchaus ausreicht, um eine Wasserbilanz für kleine Einzugsgebiete auf der Basis von kurzen Zeiträumen zufriedenstellend zu erstellen. Dies bedeutet auf der anderen Seite nicht, daß das benutzte Modell nicht verbesserungsfähig wäre und daß insbesondere im Bereich der Messungen nicht noch eine höhere Zuverlässigkeit erreicht werden könnte.

Zum Schluß sei angemerkt, daß beabsichtigt ist, die im September 1978 unterbrochenen Untersuchungen im Einzugsgebiet des Jüngselbaches im Frühjahr 1983 wieder aufzunehmen, um den Fragen des hier erörterten Problemkreises weiter nachzugehen.

Summary

This paper presents information on the preliminary results of the evaluation of a series of observations of climatic and run-off measurements which were run in a small stream catchment area in the Hohe Eifel over a period of three and half years. It was confirmed in respect of the spatial distribution of precipitation that the luff and lee effects, though present, could not be clearly systematized. On the other hand it was possible to prove with the aid of a spatial-temporal representation of precipitation (Topopluviogramm) that the influence of the interception evaporation distinctly overlaps the effects of the relief. In mature spruce forests the interception loss in summer shows in percentage terms a homogeneous decrease up to quantities of 4 mm per precipitation event, and remains constant at about 40 per cent of the amount of recorded precipitation at values above 4 mm. In the case of the area under investigation it has been found that an area of spruce monoculture experiences less run-off than an area only partly or not at all planted with timber. The relationship between the proportion of run-off and quota of timber is not a linear one, but behaves in accordance with power functions mentioned above. In conclusion it is shown that the measurement data obtained, together with a theoretical, hydro-ecological model, on the basis of weekly values, permit a detailed water-balance to be achieved satisfactorily, even in small catchment areas.

Translation: Dr. Anthony Hellen

Literatur

- ALEX, M. (1979): Auswertung von Niederschlagsmessungen im Freiland und unter Waldbedeckung — dargestellt am Beispiel des Untersuchungsgebietes "Jüngselbach" (Rureifel), Wiss. Arbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt am Gymnasium, Bonn (unveröff.)
- BAITSCH, B./RADERMACHE, H./MERTENS, V. (1976): Untersuchung der hydrologischen Verhältnisse in den gewässerkundlichen Versuchsgebieten der Eifel, Düsseldorf
- BALEK, J. (1977): Hydrology and water resources in tropical Africa, Amsterdam, Oxford, New York
- BAUMANN, H./SCHENDEL, U./MANN, G. (1974): Wasserwirtschaft in Stichworten, Kiel
- BAUMGARTNER, A. (1967): Entwicklungslinien der forstlichen Meteorologie, in: Forstwiss. Centralbl. 67, S. 156-175, 201-220
- BENECKE, P./MAYER, R. (1970): Wasserhaushaltsuntersuchungen im Solling, in: Mitt. Arbeitskreis 'Wald und Wasser' 5, S. 71-78
- BÖHM, H. (1964): Eine Klimakarte der Rheinlande, in: Erdkunde 18, S. 202-206
- BRECHTEL, H.M. (1969): Wald und Abfluß, in: Sonderh. Dt. Gewässerk. Mitt. S. 24-31
- BRECHTEL, H.M. (1971): Die Bedeutung der forstlichen Bodennutzung bei der Erwirtschaftung eines optimalen Wasserertrages, in: Z. Dt. Geol. Ges. 122, S. 57-70
- DELF, J. (1955): Die Niederschlagszurückhaltung im Walde (Interception), in: Mitt. Arbeitskreis 'Wald und Wasser' 2,
- ERIKSEN, W. (1975): Probleme der Stadt- und Geländeklimatologie, Darmstadt
- EIDMANN, F.E. (1954): Zum Wasserhaushalt von Fichten- und Buchenbeständen, in: Mitt. Arbeitskreis 'Wald und Wasser' 1, S. 48
- FLATAU, E. (1980): Niederschlag - Abfluß - Wald, Wasserhaushaltsstudien im Einzugsgebiet eines Eifelbaches, Wiss. Arbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt am Gymnasium, Bonn (unveröff.)
- GRUNOW, J. (1953): Niederschlagsmessungen am Hang, in: Met. Rdsch., S. 85-91
- HERRMANN, P. (1949): Die Niederschläge im Rheinischen Schiefergebirge in Beziehung zu Einzelwetterlagen, Diss., Bonn
- KELLER, R. (1948): Zum Wasserverbrauch von Vegetation und Wirtschaft, in: Erdkunde 2, S. 93-100
- KELLER, R. (1953): Wald und Wasserhaushalt, in: Erdkunde 7, S. 52-57
- KELLER, R. (1962): Gewässer und Wasserhaushalt des Festlandes, Leipzig
- KLINK, H.J./SCHMIEDECKEN, W./STIEHL, E. (1976): Wasserhaushaltsuntersuchungen — ein hochschuldidaktisches Modell, in: Beiheft z. Geogr. Rdschau 3/76, S. 22-34, Braunschweig
- KREUTZ, W. (1952): Niederschlagsmessungen in verschiedenen Höhen über dem Erdboden unter Berücksichtigung der Windverhältnisse, in: Berichte d. Dt. Wetterdienstes (US) 6
- LAUER, W. (1952): Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln, Bonner Geogr. Abh. 9, S. 15-98
- LAUER, W./FRANKENBERG, P. (1978): Untersuchungen zur Ökoklimatologie des östlichen Mexiko, in: Coll. Geogr. 13, S. 1-134
- LAUER, W./FRANKENBERG, P. (1981): Untersuchungen zur Humidität und Aridität von Afrika, Bonner Geogr. Abh. 66
- LIEBSCHER, H.-J. (1976): Wasserhaushaltsuntersuchungen in den Oberharzer Versuchsgebieten, in: Beitr. z. Hydrologie 3, S. 1-34
- MALSCH, W. (1952): Vergleich von Niederschlagsmessungen mit einem freistehenden und einem in die Erde versenkten Regenmesser, in: Berichte d. Dt. Wetterdienstes (US) 5
- MEYER, E. (1974): Teilergebnisse der Niederschlags- und Abflußmessungen von 1957 bis 1968 im vorderen Kaufunger Wald, in: Mitt. Arbeitskreis 'Wald und Wasser' 6, S. 121-135
- MITSCHERLICH, G. (1971): Waldklima und Wasserhaushalt, S. 173-331, Bd. 2
- MÜCKENHAUSEN, E./WORTMANN, H. (1953): Bodenübersichtskarte von NRW 1 : 300000, hrg. vom Amt f. Bodenforschung i.d. Landesstelle Nordrhein-Westf., Krefeld, Hannover
- PAPADAKIS, J. (1966): Climates of the world and their agricultural potentialities, Buenos Aires

- PFAU, R. (1966): Ein Beitrag zur Frage des Wasserhaushalts und der Beregnungsbedürftigkeit landwirtschaftlich genutzter Böden im Raume der EWG, in: Meteorol. Rdsch. 19, S. 33-46
- Reichsamt für Wetterdienst (1939): Klimakunde des Deutschen Reiches, Bd. II, Tabellen, Berlin
- SCHIRMER, H. (1951): Umstrittene Niederschlagsmessungen im Hochgebirge, in: Mitt. d. Dt. Wetterdienstes (US) 11
- SCHIRMER, H. (1966): Methodischer Beitrag zur Erfassung der räumlichen Niederschlagsstruktur im Mittelgebirgsraum, in: Der Einfluß der Karpaten auf die Witterungserscheinungen, Belgrad
- SCHMIEDECKEN, W. (1978): Die Bestimmung der Humidität und ihrer Abstufungen mit Hilfe von Wasserhaushaltsuntersuchungen — ein Modell, in: Coll. Geogr. 13, S. 135-159
- SCHMIEDECKEN, W. (1979): Humidität und Kulturpflanzen — ein Versuch zur Parallelisierung von Feuchtzonen und optimalen Standorten ausgewählter Kulturpflanzen in den Tropen, in: Erdkunde 33, S. 266-274
- SCHMIEDECKEN, W. (1980): Schulgeographisch relevante Arbeitsweisen der Landschaftsökologie, erläutert an einer Fragestellung des Komplexes 'Wasser und Wald', in: Geographie und Schule 2, H. 8, S. 19-33
- SCHMIEDECKEN, W. (1981): Humidity and cultivated plants - an attempt at parallelizing zones of humidity and optimal locations of selected cultivated plants in the Tropics, in: Applied Geography and Development 17, S. 45-57
- SCHWICKERATH, M. (1966): Hohes Venn - Nordeifel - ganzheitliches Erfassen der Landschaft, in: Schriftenreihe d. Landesstelle f. Naturschutz d. Landschaftspflege in NRW, Bd. 2, Recklinghausen
- STIEHL, E. (1970): Niederschlagsanalysen im Raum Marburg/L. unter besonderer Berücksichtigung der Witterungs- und Reliefeinflüsse, Diss., Marburg/L.
- STRASSER, M. (1981): Wald und Wasser - eine Unterrichtseinheit für die Oberstufe der S I, in: Geographie im Unterricht 6, S. 56-60
- THIESSEN, A.H. (1911): Precipitation for large areas, in: Monthly weather review 39
- UTTINGER, H. (1950): Statistische Untersuchungen über den Einfluß der Orographie auf die Niederschlagsverteilung, in: Verh. Schweiz. Naturforsch. Ges. 134
- WEIHE, J. (1970): Warum noch immer Interzeptionsuntersuchungen im Wald?, in: Mitt. Arbeitskreis 'Wald und Wasser' 5, S. 10-26

DIE JÜNGERE BEVÖLKERUNGSENTWICKLUNG IN DER FARMZONE SÜDWESTAFRIKAS/NAMIBIAS¹⁾

mit 4 Tabellen, 7 Abbildungen und 3 Bildern

JÜRGEN BÄHR

Südwestafrrika (SWA)/Namibia gehört zu den am dünnsten besiedelten Ländern der Erde. Nach neueren Schätzungen leben auf einer Fläche von 823 000 km² — mehr als der dreifachen Ausdehnung der Bundesrepublik — nur 1-1,2 Mill. Ew.²⁾. Daraus errechnet sich eine mittlere Bevölkerungsdichte von 1,2-1,4 Ew./km²; weltweit werden ähnlich niedrige Werte nur in Mauretanien, Libyen, Botswana und der Mongolei registriert.

Im größten Teil des Landes ist die durchschnittliche Einwohnerdichte sogar noch wesentlich geringer, denn die Bevölkerung verteilt sich höchst ungleich über das Staatsgebiet. Mehr als die Hälfte der Bewohner lebt im "nördlichen Sektor"³⁾ entlang der Grenze zu Angola auf nur 19% der Fläche. Hier liegt der mittlere Dichtewert bei 3,8 Ew./km², im "südlichen Sektor" dagegen nur bei 0,6 Ew./km².

Der südliche Landesteil entspricht weitgehend der "Farmzone", die seit Ende des vorigen Jahrhunderts von Farmern europäischer Abstammung besiedelt worden ist. Die hier lebenden eingeborenen Bevölkerungsgruppen (insbesonde-

1) Es ist mir eine besondere Freude, meinem verehrten Lehrer, Wilhelm Lauer, zu seinem 60. Geburtstag einen Aufsatz über Südwestafrrika widmen zu können. Mit großer Dankbarkeit erinnere ich mich daran, daß er mir vor nunmehr 17 Jahren die Möglichkeit eröffnete, in diesem Lande meine ersten wissenschaftlichen Untersuchungen durchzuführen.

2) Zu den Bevölkerungsangaben für die Zeit nach 1970 vgl. Anm. 4 in Tab. 1. Nach offiziellen Schätzungen und ersten Ergebnissen der Volkszählung von 1981 liegt die gegenwärtige Einwohnerzahl bei etwas über 1 Mill.; in anderen Quellen werden meist höhere Zahlen genannt, so hält z.B. THOMAS 1,12 Mill. (1981) für wahrscheinlicher (Allgemeine Zeitung, Windhoek, vom 12.08.81), und das "United Nations Institute for Namibia" nennt bereits für 1977 eine Zahl von 1,25 Mill. (GREEN u.a. 1981, S. 26). Die zuletzt angeführte Zahl rechnet GREEN (1980, S. 452) auf 1,325 Mill. (1979) hoch. Daß es sich dabei um eine "politisch gefärbte" Überschätzung handelt, wird u.a. daraus deutlich, daß an gleicher Stelle für Windhoek eine Einwohnerzahl von 175-200 000 angegeben wird. Dieser Wert entspricht etwa dem doppelten der offiziellen Schätzung (vgl. Tab. 4) und muß selbst bei Annahme einer unvollständigen Registrierung der Bevölkerung in den Wohngebieten der Eingeborenen und Farbigen als unrealistisch angesehen werden.

3) Zur Abgrenzung vgl. Anm. 2 in Tab. 1.

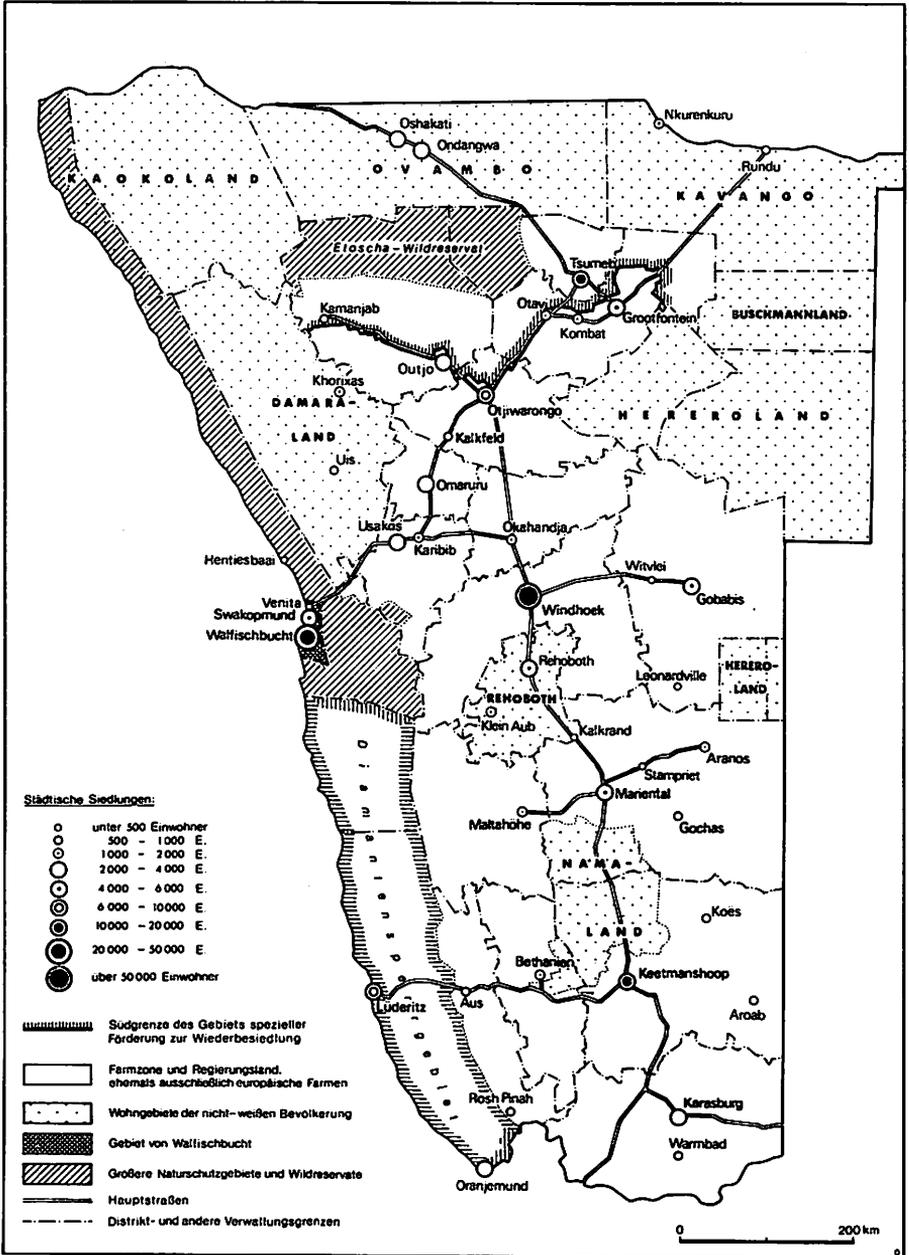


Abb. 1: Übersichtskarte von Südwestafrika/Namibia
 (Einwohnerzahlen nach Population Census 1970)
 (Quelle: Amtliche Farmkarte 1979; Amtliche Straßenkarte 1980)

re Herero, Damara, Nama) wurden schon früh in einzelne Reservate zurückgedrängt, aus denen in den 60er Jahren nach Arrondierung und Vergrößerung gemäß den Prinzipien der Apartheid-Politik "Heimatländer" für die nicht-weiße Bevölkerung hervorgingen (Abb. 1)¹⁾. Abgesehen vom nördlichen Sektor (Kaokoland, Ovambo, Kavango und Ost-Caprivi) wohnt der größte Teil der nicht-weißen Bevölkerung jedoch nicht in den jeweiligen Heimatländern, sondern innerhalb der Farmzone und geht hier in den größeren Städten, den Minen oder auf Farmen einer Beschäftigung nach²⁾.

Mit der Aufhebung wesentlicher Elemente der Apartheid-Politik seit Ende der 70er Jahre erhielten alle Bevölkerungsgruppen das Recht, Farmland im ehemals den Europäern vorbehaltenen Gebiet zu erwerben. Daher befindet sich heute die in Abb. 1 ausgewiesene Farmzone nicht mehr ausschließlich im Besitz von Weißen. Dagegen sind die ehemaligen Heimatländer nach wie vor Gemeinschaftsland der jeweiligen Volksstämme, und ein Landkauf von Einzelpersonen ist nicht möglich.

Hauptphasen der farmwirtschaftlichen Erschließung und ihre Auswirkungen auf die Bevölkerungsentwicklung

Über die Bevölkerungsverteilung und -dichte im vorkolonialen SWA wissen wir nur wenig, selbst die Herkunft vieler Volksstämme liegt weitgehend im dunkeln. Fest steht lediglich, daß zu Beginn der Kolonialzeit große Teile des Landes nur locker oder partiell gar nicht besiedelt waren³⁾. Schon damals hob sich das von den Ackerbau treibenden Ovambo bewohnte Gebiete an der Grenze zu Angola (in erster Linie zwischen Kunene, Etoscha-Pfanne und Kubango) durch seine höhere Bevölkerungsdichte von den übrigen Landschaften ab, in denen ausschließlich nomadische oder halbnomadische Volksstämme lebten: im Norden der späteren Farmzone vor allem Herero, im Süden überwiegend Nama (Hotten-

-
- 1) Unter den Heimatländern nimmt das Siedlungsgebiet der "Rehobother Bastards", einer in den 60er und 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts aus dem Kapland eingewanderten Mischlingsgruppe eine Sonderstellung ein, da sich das Land hier nicht im Stammeseigentum befindet, sondern seit jeher in einzelne Farmen aufgeteilt ist.
 - 2) Nach dem vorläufigen Ergebnis der Volkszählung von 1981 entfallen auf die verschiedenen ethnischen Gruppen die folgenden Anteile an der Gesamtbevölkerung von 1 009 900: Ovambo 51,2%, Kavango 9,7%, Herero (einschl. Bewohner des Kaokolandes) 7,7%, Damara 7,6%, Weiße 7,5%, Mischlinge (einschl. Rehobother Bastards) 6,8%, Nama 4,9%, übrige 4,6%.
 - 3) Für die Zeit zwischen 1875 und 1900 wird die Gesamtbevölkerung von SWA auf 220 000 bis 250 000 Ew. geschätzt (VOGEL 1980, S. 24). Diese Zahl unterscheidet sich nur unwesentlich von der im Zensus von 1921 gemachten Angabe (Tab. 1). Von Schätzfehlern abgesehen, ist das auf die erhebliche Dezimierung der Herero (und z.T. auch der Nama) während der Kolonialzeit und insbesondere bei der Niederwerfung verschiedener Aufstände zurückzuführen. Nach BLEY (1968, S. 191) starben etwa 75% der Herero und ca. 45% der Nama in den Eingeborenenkriegen der Jahre 1904-07.

totten). Auf Druck der Herero und Nama zogen sich die Damara (Bergdama), Wildbeuter und später auch Kleintierhalter, in die Bergmassive Erongo, Brandberg, Waterberg und Teile des Khomashochlandes zurück, die Buschmänner als Jäger und Sammler in die oberflächenwasserlose Kalahari und Teile der Randnamib (LESER 1976, S. 111).

Während des ganzen 19. Jh. änderte sich an den Siedlungsverhältnissen nur wenig. Zwar begann ab 1850 eine intensivere Erkundung des Landes durch Europäer, dauerhaft ließen sich aber zunächst nur einige wenige Missionare in SWA nieder. Lediglich im äußersten Südosten siedelten burische Familien, die infolge der Ausdehnung britischer Besitzansprüche die Kapkolonie verlassen und den Oranje überquert hatten. Einige burische Gruppen zogen von hier aus nach Norden weiter und gründeten 1885 in der Nähe von Grootfontein die Republik "Upingtonia". Später stellten sich die Buren fast ausnahmslos unter den Schutz des Deutschen Reiches, so daß daraus keine territorialen Probleme erwuchsen (LESER 1976, S. 113).

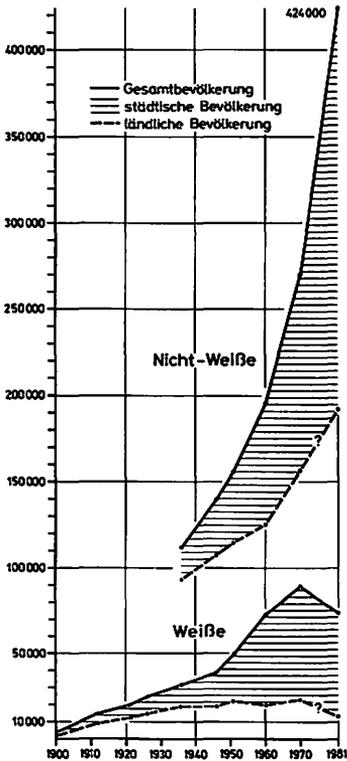


Abb. 2: Entwicklung der ländlichen und städtischen Bevölkerung im südlichen Sektor von Südwestafrika/Namibia 1900-1981

(Quelle: Population Census 1921-1970, ergänzt nach Unterlagen des Archivs von Windhoek (für 1900 u. 1912) sowie vorläufige Ergebnisse des Zensus von 1981.

Diese durch eine spontane und unregelmäßige Landnahme gekennzeichnete "Vorphase der Agrarkolonisation" dauerte auch in den ersten Jahren der deutschen Herrschaft (ab 1884) noch an. Die deutsche Regierung glaubte zunächst, die weitere Erschließung des Landes und die Ansiedlung von Kolonisten großen Land- und Minengesellschaften überlassen zu können. Diese waren jedoch an einer flächenhaften Besiedlung wenig interessiert und brachten nur vereinzelt europäische Farmer nach SWA. Noch um die Jahrhundertwende lebten von den 3 400 weißen Bewohnern lediglich 1 300 auf dem Lande, die übrigen 2 100 vorwiegend als Verwaltungsbeamte, Angehörige der Schutztruppe, Handwerker und Händler in den wenigen größeren Siedlungen, allein fast 1 000 in der Hauptstadt Windhoek, das 1901 einschließlich Klein-Windhoek 529 weiße Bewohner zählte, und im Küstenort Swakopmund (442 weiße Ew.).

Erst nach der Unterwerfung der Herero und Nama um die Jahrhundertwende griff die deutsche Kolonialverwaltung lenkend in den Siedlungsprozeß ein. Der größte Teil der bisherigen Stammesgebiete wurde jetzt zu Kronland erklärt und stand damit für Ansiedlungszwecke zur Verfügung. Da gleichzeitig die großen Kolonialgesellschaften veranlaßt wurden, einen Teil ihrer Besitzungen siedlungswilligen Interessenten zum Verkauf anzubieten oder an die Regierung zurückzugeben, nahm die Vergabe von Farmen in den Jahren bis zum Ersten Weltkrieg sprunghaft zu. Während das Farmland 1904 nur gut 4% der Oberfläche ausmachte (347 Farmen), waren es 1911 schon 13% (1 250 Farmen; GAD 1915, S. 60 u. 69). Entsprechend schnell stieg die Zahl der Landbewohner an, während die in größeren Orten lebenden Menschen vergleichsweise weniger stark zunahm (Abb. 2). Betrug der Anteil der städtischen Bevölkerung¹⁾ bei den Weißen Anfang 1901 noch mehr als 60%, so sank er bis 1912 auf 40%. Insgesamt lebten in diesem Jahr ungefähr 14 800 Weiße in der Polizeizone, davon waren 82% Deutsche (OELHAFEN VON SCHÖLLENBACH 1926, S. 112/113). Ihnen standen etwa 80 000 Nicht-Weiße gegenüber (Tab. 1)²⁾.

Das Ende der deutschen Herrschaft bedeutete gleichzeitig den Abschluß der "älteren Kolonisationsphase", die durch eine ausgeprägte räumliche Isolierung des neugeschaffenen Siedlungsraumes gekennzeichnet war. Schon 1915 wurde SWA an das südafrikanische Eisenbahnnetz angebunden, und in der Folgezeit entwickelten sich die bis heute bestehenden engen wirtschaftlichen Verflechtungen mit der Union und späteren Republik von Südafrika (RSA). Auch die weitere Besiedlung des Landes durch weiße Farmer erfolgte nun nicht mehr von Europa, sondern vom benachbarten Südafrika aus. Damit ging der Anteil der Deut-

-
- 1) Erstmals wird im Zensus von 1921 zwischen städtischer und ländlicher Bevölkerung unterschieden, ohne daß jedoch eine genaue Begriffsdefinition vorgenommen wird. Auch in späteren Erhebungen werden keine präzisen Abgrenzungskriterien genannt (vgl. dazu auch Anm. 2 in Tab. 3). Für die deutsche Zeit wurden alle in größeren geschlossenen Siedlungen lebenden Bewohner zur städtischen Bevölkerung gerechnet. Diese entsprechen weitgehend den im Zensus von 1921 aufgeführten städtischen Gebieten, so daß ein ungefährender Vergleich der Zahlenwerte möglich ist.
- 2) Diese und auch spätere Angaben für die nicht-weiße Bevölkerung sind nicht sehr zuverlässig und können lediglich gewisse Anhaltspunkte bieten (vgl. dazu im einzelnen THOMAS 1978, S. 19).

Tab. 1: Bevölkerungsentwicklung in Südwestafrika/Namibia 1908 - 1981

Jahr	SWA insgesamt ¹⁾		Weiße ³⁾	südlicher Sektor ²⁾		
	Einwohner	jährl. Wachstumsrate		jährl. Wachstumsrate	Nicht-Weiße	jährl. Wachstumsrate
1900			3 388	-		
1908			8 213	11,7	59 213	
1912			14 816	15,9	80 514	8,0
1921	228 916	-	19 714	3,2		
1936	320 457	2,3	31 102	3,1	112 173	-
1946	362 464	1,2	38 412	2,1	139 962	2,2
1951	434 081	3,7	49 794	5,3	156 298	2,2
1960	526 004	2,1	73 106	4,4	194 676	2,5
1970	746 328	3,7	89 026	2,0	269 609	3,3
1981 ⁴⁾	1 009 900	3,0	74 000	-0,9	350 000	2,8

- 1) Von 1921 - 1970 ist das Gebiet von Walfischbucht eingeschlossen.
- 2) Bis 1960 gehörten nur das Ovamboland, das Kavango-Gebiet sowie das Kaokoland und der Caprivi-Zipfel nicht zum südl. Sektor (früher auch als Polizeizone bezeichnet). 1970 wurden auch die ehemaligen, z.T. vergrößerten Eingeborenenreservate Buschmannland, Damaraland und Hereroland ausgegliedert und zusammen mit den z.T. ebenfalls vergrößerten Bezirken des nördl. Sektors zu den "Heimatländern" für die nicht-weiße Bevölkerung gezählt (vgl. Abb. 1). Zum besseren Vergleich wurden hier jedoch die für 1970 und 1981 genannten Zahlen auf die Verwaltungsgrenzen des Jahres 1960 umgerechnet (1981 Schätzungen nach Angaben für die einzelnen Volksstämme).
- 3) Zwischen 1946 und 1960 wurde im Bevölkerungszensus zwischen vier Rassengruppen unterschieden (Weiße/Whites, Eingeborene/Natives, Asiaten/Asiatics, Farbige/Coloureds), zuvor zählte man die Farbigen zu den Eingeborenen. Genaue Einordnungskriterien werden nicht angegeben. — Die für 1970 und 1981 genannten Zahlen beziehen sich auf einzelne Volksstämme, die weiße Bevölkerung des Landes wird als einer davon aufgefaßt. — Die im Zensus gewählten Bezeichnungen für die verschiedenen rassischen Gruppierungen wurden auch im Text beibehalten.
- 4) Für die Zeit nach 1970 liegen nur Schätzungen und erste vorläufige Auszählungen des Zensus von 1981 vor. Auch die nach Abschluß des Manuskripts erschienene Studie von SIMON (1982) basiert im wesentlichen auf der Auswertung der bis 1970 durchgeführten Bevölkerungszählungen. — Die hier angeführten Angaben auf der Basis der im Haushaltsplan für 1982/83 genannten Volkszählungsdaten (Allg. Zeitung, Windhoek, vom 26.05.82) unterscheiden sich z.T. erheblich von anderen Quellen (vgl. dazu auch Fußnote 2 und THOMAS 1978, S. 19). — Als überraschendstes Ergebnis des Zensus von 1981 ist die erhebliche Abnahme der weißen Bevölkerung anzusehen. Nach offiziellen Schätzungen ging man noch 1979 von 109 600 im Lande lebenden Weißen aus; die Volkszählung ergab lediglich eine Zahl von 75 600, von denen der überwiegende Teil im südl. Sektor lebt. Allerdings ist in den Volkszählungsergebnissen das Gebiet von Walfischbucht nicht mehr eingeschlossen; deshalb wurden bei der Berechnung der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten für die Zeit von 1970-1981 die Einwohnerzahlen von 1970 ohne Walfischbucht (s. Tab. 4) zugrunde gelegt (analog in Tab. 3).

Quelle: OELHAFEN VON SCHÖLLENBACH (1926); Berichte der deutschen Kolonialverwaltung (Archiv Windhoek); Population Census 1921, 1936, 1946, 1951, 1960, 1970, 1981; LEISTNER u.a. (1980).

schen an der weißen Bevölkerung auf heute nur gut 20% zurück, während der Anteil der Buren auf knapp 70% anstieg (VOGEL 1980, S. 47).

Mit der nach dem Friedensschluß einsetzenden Einwanderungswelle begann die "jüngere Kolonisationsphase", die zu einer erheblichen quantitativen Ausdehnung der Farmwirtschaft führte. Jetzt wurden die noch ungenutzten Flächen

zwischen den schon zur deutschen Zeit kolonisierten Räumen besetzt und insbesondere der Osten des Landes stärker besiedelt. An der extensiven Wirtschaftsweise und der Zusammensetzung des Viehstocks änderte sich nur wenig: Im Norden betrieben die Farmer überwiegend Rinderzucht, im Süden gewann die 1908 eingeführte Karakulhaltung mehr und mehr an Bedeutung.

Der Fortgang der Agrarkolonisation führte dazu, daß zwischen 1921 und 1936 die ländliche weiße Bevölkerung absolut gesehen stärker als die städtische anwuchs und sich auch die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten im städtischen und ländlichen Raum nicht wesentlich unterschieden (Abb. 2).

Während des Zweiten Weltkrieges kam die Ausgabe von Farmen fast vollständig zum Erliegen, gleichzeitig wurden viele deutsche Landwirte vorübergehend interniert. Im Jahrzehnt zwischen 1936 und 1946 stagnierte daher die Zahl der auf dem Lande lebenden Weißen, und die Wachstumskurven für die städtische und ländliche Bevölkerung wiesen erstmals größere Unterschiede auf (Abb. 2). Nach Kriegsende wurde diese Entwicklung nochmals kurzfristig unterbrochen, da die Neulanderschließung einen letzten Höhepunkt erreichte und die Farmsiedlung bis an die Grenze des weidewirtschaftlich nutzbaren Landes vorrang. Die Regierung vergab zu diesem Zeitpunkt die letzten noch in ihrem Besitz befindlichen Landstücke und verschob 1950 sogar die Polizeizone weiter nach Norden, um neues Farmland zu gewinnen (BÄHR 1968, S. 34/35). Allein zwischen 1946 und 1955 erhöhte sich die Zahl der Farmeinheiten von 3 980 auf 5 214, und damit stieg auch die ländliche Bevölkerung Ende der 40er und zu Beginn der 50er Jahre deutlich an. Das gilt gleichermaßen für den weißen wie den nicht-weißen Bevölkerungsteil (Abb. 2).

Mitte der 50er Jahre ging die äußere Erweiterung des Farmlandes und damit die Entwicklungsetappe der jüngeren Agrarkolonisation endgültig zu Ende. Die Zahl der Farmeinheiten blieb von nun an mit ca. 5 200 annähernd konstant bzw. ging in den 60er Jahren leicht zurück (1974: 5 133), da die damals vorgenommene Vergrößerung der Eingeborenenreservate wenigstens z.T. auf Kosten des "weißen Farmlandes" erfolgte (vgl. LESER 1970). Dadurch wuchs auch die Zahl der auf dem Lande lebenden Weißen nicht mehr an.

Der jetzt einsetzende Entwicklungsabschnitt in der Farmwirtschaft kann als "Phase des inneren Ausbaus" bezeichnet werden und ist durch den allmählichen Übergang zur Umtriebsweide, verbunden mit einer Vermehrung der Wasserstellen und der Unterteilung der Farmen in einzelne Weidekoppeln (Kamps), gekennzeichnet (Abb. 3)¹⁾. Dieser Strukturwandel hat sich bis in die jüngste Zeit fortgesetzt; im ganzen Land konnten bemerkenswerte Fortschritte beim inneren Ausbau der Betriebe erzielt und fast überall eine geregelte Umtriebsweide eingeführt werden.

1) Auf die Veränderungen in der Farmwirtschaft während der letzten beiden Jahrzehnte ist an anderer Stelle ausführlicher eingegangen worden (BÄHR 1981). Dort finden sich auch weitere Beispiele für den inneren Ausbau der Betriebe.

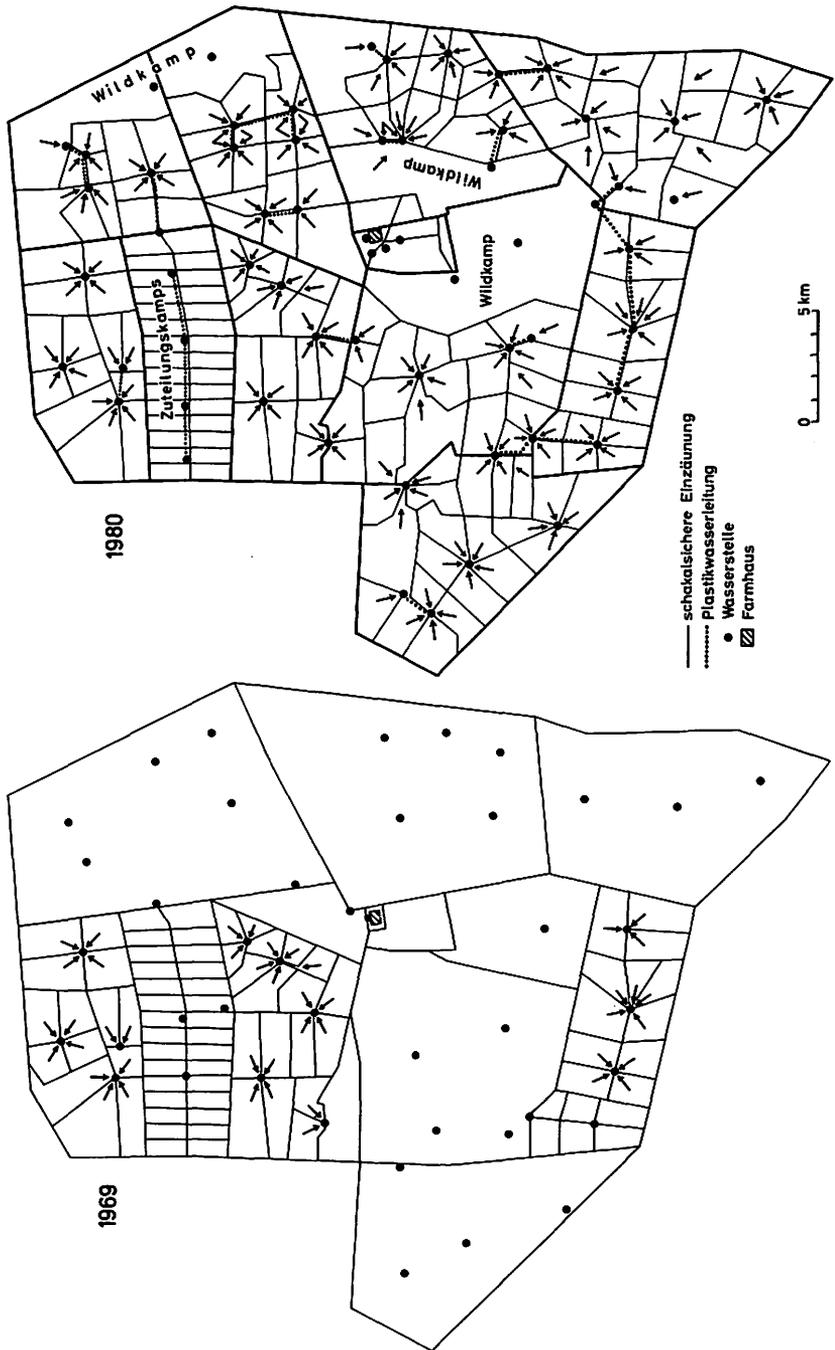


Abb. 3: Innerer Ausbau einer Karakulfarm zwischen 1969 und 1980
(Quelle: VOLK (1980) und eigene Erhebung)

Die Auswirkungen des Farmausbaus auf die Beschäftigungssituation

Aus dem von ANDREAE (1976) idealtypisch dargestellten Schema "Stufen des Futterausgleichs in Ranchbetrieben semiarider Klimate" ist abzuleiten, daß mit einer Verfeinerung der Kamptechnik weitere Maßnahmen zur Überwindung der Trockenzeit einhergehen, die nicht nur einen vermehrten Kapital-, sondern auch einen zusätzlichen Arbeitseinsatz erfordern. Insbesondere sind in diesem Zusammenhang die Naturheugewinnung auf dafür geeigneten Flächen und der Feldfutterbau für Weidezwecke auf künstlich bewässerten Arealen zu nennen. Bisher finden sich jedoch in SWA nirgends Hinweise für eine stärkere Hinwendung zu derartigen Ausbaumaßnahmen; es ist sogar eher eine rückläufige als eine ansteigende Tendenz zu erkennen. Als Beleg dafür kann mangels anderer geeigneter Daten nur auf die jüngere Entwicklung des Maisanbaus verwiesen werden. Schon zur deutschen Zeit bestellte man auf den Farmen des Nordostens kleinere Felder mit Mais, der zur Versorgung der eingeborenen Arbeitskräfte und als Zutfutter verwendet wurde. Im ganzen Land stiegen die davon eingenommenen Flächen von knapp 8 000 ha (1921) auf etwas weniger als 25 000 ha (1960). Seitdem ist jedoch ein Rückgang auf lediglich 17 000 ha im Jahre 1974 zu verzeichnen. Regional aufgeschlüsselte Zahlenwerte zeigen, daß der Mais nur noch in wenigen vergleichsweise begünstigten Gebieten angebaut wird. Aber selbst dort ist die Rentabilitätsschwelle längst nicht erreicht. Ähnliches gilt bei hohen Rodungs- und laufenden Kosten und gleichzeitig stark wechselnden und unsicheren Erträgen auch für die Naturheugewinnung.

Daraus läßt sich folgern, daß bei der gegenwärtigen Preis-Kostenrelation von der Farmwirtschaft kaum ein nennenswerter Beitrag zur Lösung des schon jetzt besorgniserregenden Arbeitslosenproblems innerhalb der nicht-weißen Bevölkerung zu erwarten ist¹⁾. Die Initiative müßte hier — wie zuvor schon bei den Kapitalinvestitionen — von der Regierung ausgehen. Es wäre zu überlegen, inwieweit in Zukunft vor allem solche betrieblichen Verbesserungen finanziell unterstützt werden sollten, die eine zusätzliche Einstellung von Arbeitskräften erfordern.

Die aus Kostengründen und einem stärkeren Kostenbewußtsein resultierende Neigung der Farmerschaft, möglichst arbeitsextensiv zu wirtschaften, wird durch die gegenwärtige politische Situation und die zeitweilige Terroristentätigkeit im nördlichen Teil der Farmzone noch verstärkt. Viele Farmer bemühen sich heute darum, ihren Betrieb so zu organisieren, daß sie mit zwei oder drei Arbeitskräften auskommen können.

Das hatte zur Folge, daß sich die Beschäftigungssituation auf den Farmen in

1) Nach Angaben von THOMAS (1978, S. 310) errechnete sich schon 1975 für die nicht-weiße Bevölkerung eine Arbeitslosenquote von fast 13% (29 000 Arbeitslose bei 227 000 Erwerbspersonen). Für 1981 schätzt THOMAS (Allgemeine Zeitung, Windhoek, 12.08.1981) die Arbeitslosenquote sogar auf 18 - 19% (jeweils für SWA insgesamt).

Tab. 2: Entwicklung der Beschäftigungszahlen auf den Farmen Südwestafrikas/Namibias 1960-1974

	1960	1974
Dauerarbeitskräfte		
(ohne Hausbedienstete)	25 112	25 959
Weiße	246	486
Farbige	2 704	2 289
Eingeborene	22 162	23 184
Hausbedienstete	4 748	3 647
Weiße	11	—
Farbige	614	462
Eingeborene	4 123	3 185
Dauerarbeitskräfte		
(insgesamt)	29 860	29 606
Weiße	257	486
Farbige	3 318	2 751
Eingeborene	26 285	26 369
vorübergehend Beschäftigte	5 831	16 787
Weiße	51	46
Farbige	2 149	4 961
Eingeborene	3 631	11 780

Quelle: Agricultural Census

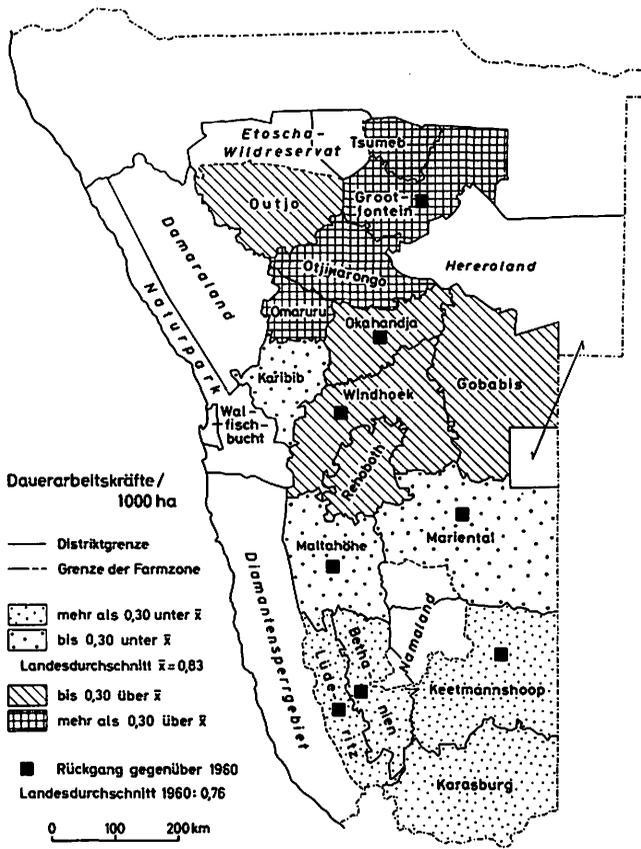
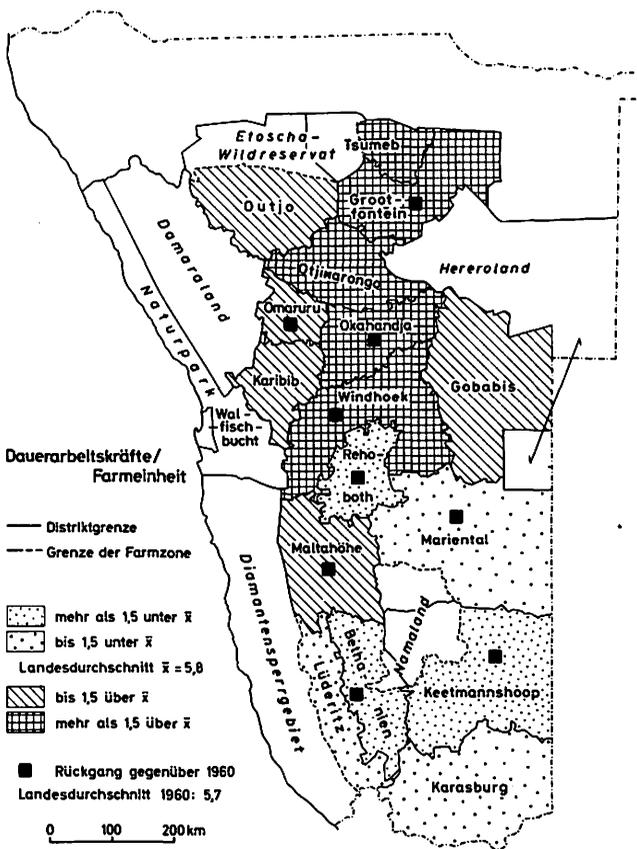
den letzten beiden Jahrzehnten nicht wesentlich veränderte. Die Zahl der Dauerarbeitskräfte stagniert seit 1960, unter Einschluß der Hausbediensteten ist sogar ein leichter Rückgang festzustellen (Tab. 2)¹⁾. Besonders stark rückläufig ist die Zahl der in der Landwirtschaft beschäftigten "Kontraktarbeiter"²⁾ aus den dichtbesiedelten Regionen an der Grenze zu Angola und aus Angola selbst (TÖTEMEYER 1978). Dagegen wurden im Zuge des Farmausbaus und der damit verbundenen Vergabe zahlreicher Auftragsarbeiten (z.B. Zäunen, Anlage von Wasserstellen etc.) sehr viel mehr Menschen als bisher nur vorübergehend beschäftigt. Mit großer Wahrscheinlichkeit liegt ihre Zahl heute jedoch wieder niedriger, da die meisten Ausbauarbeiten abgeschlossen sind oder aus politischen und wirtschaftlichen Gründen unterbrochen wurden. Auch die Zahl der Dauerarbeitskräfte dürfte nach eigenen Beobachtungen in den letzten Jahren allenfalls konstant geblieben bzw. als Folge der seit 1979/1980 anhaltenden landesweiten Dürre, jedenfalls vorübergehend, nochmals zurückgegangen sein.

Für den im Nordosten der Farmzone gelegenen Distrikt Outjo wird geschätzt, daß sich die Zahl der Farmarbeiter, die 1976 noch ca. 2 000 Personen betrug, bis 1979 auf etwa die Hälfte reduziert hat (Allgemeine Zeitung, Windhoek, vom 28.08.1981). Ein derartig hoher Rückgang kann allerdings nicht als repräsentativ für das ganze Land angesehen werden, da Dürre und fortschreitende

1) Die in Tab. 2 genannten Zahlen decken sich ziemlich gut mit anderen neueren Schätzungen, die bei GREEN u.a. (1981, S. 236) angeführt sind.

2) Zum Kontraktarbeitersystem vgl. u.a. BÄHR (1968, S. 23 ff.); MOORSOM (1977); GORDON (1978).

Abb. 4: Dauerarbeitskräfte pro 1000 ha und pro Farmeinheit in den Distrikten der Farmzone (einschl. Rehoboth) 1974 und Veränderungen gegenüber 1960 (Quelle: Agricultural Census 1959/60 und unveröffentlichte Erhebung 1974)



Verbuschung im Bezirk Outjo zu einer überdurchschnittlichen Abnahme des Viehstocks und damit auch des Arbeitskräftebedarfs geführt haben¹⁾. Zudem hat hier die völlige Aufgabe von Farmen, über die im folgenden noch berichtet wird, teilweise schon erhebliche Ausmaße angenommen.

Besonders niedrig ist der Arbeitskräftebesatz auf allen Karakulfarmen der vollariden Landesteile; das gilt nicht nur, wenn man als Bezugsgröße eine Flächeneinheit wählt, sondern auch wenn man von der Zahl der Beschäftigten pro Farm ausgeht (Abb. 4). Darüber hinaus zeichnet sich hier wie in vielen altbesiedelten Landesteilen sogar ein Rückgang der Beschäftigten ab. Das dürfte dadurch bedingt sein, daß in den früh erschlossenen Gebieten die Ausbauarbeiten besonders weit fortgeschritten sind und man auf Karakulfarmen nach Fertigstellung der schakalsicheren Einzäunung zu einer freien Beweidung der Flächen übergehen und auf Hirten zur Beaufsichtigung der Tiere verzichten kann. Ohnehin war es in den letzten Jahren außerordentlich schwierig geworden, Kräfte für diese zwar nicht anstrengende, aber wenig abwechslungsreiche Tätigkeit zu finden, zumal sich die heute schon weit verbreitete geregelte Arbeitszeit mit freiem Wochenende auf diesen Personenkreis nicht anwenden ließ.

Trotz stagnierender Beschäftigungsentwicklung auf den Farmen hat die ländliche Bevölkerung im südlichen Sektor (vgl. Abb. 1 u. Tab. 1) zwischen 1960 und 1970 noch deutlich zugenommen (Tab. 3)²⁾. Durch eine Verwaltungsneugliederung läßt sich allerdings nicht feststellen, welcher Anteil davon auf die ausschließlich von eingeborenen Volksgruppen besiedelten Gebiete entfällt. Nach allen Beobachtungen ist jedoch zu vermuten, daß sich der Bevölkerungsdruck in diesen Räumen erheblich verstärkt hat.

Die Zuwachsrate der im ländlichen Teil des südlichen Sektors lebenden weißen Bevölkerung war mit 1,8% / Jahr zwar deutlich niedriger als die der übrigen Bevölkerungsgruppen (2,4%), aber auch daraus könnte man noch auf eine Zunahme der im Agrarsektor tätigen Personen schließen. Eine regional aufgeschlüsselte Analyse widerlegt jedoch diese Vermutung, denn die Bevölkerungsentwicklung ist nicht in allen Distrikten gleichartig verlaufen. Eine Zunahme verzeichneten — von Ausnahmen wie der Neuanlage von Bewässerungsflächen (z.B. am Hardap-Stausee) abgesehen — überwiegend diejenigen Bezirke, in denen die größeren Städte des Landes liegen. In diesen Fällen dürfte nur ein Teil der ländlichen Bevölkerung völlig von einer landwirtschaftlichen Tätigkeit abhängig sein. Das gilt mit Sicherheit für die Umgebung der Küstenstädte Walfischbucht und

1) Ein Vergleich der in der Landwirtschaftszählung von 1974 und in einer Erhebung des Veterinärdienstes von 1981 genannten Viehzahlen ergibt für den Bezirk Outjo einen Rückgang der Bestockung um 56% (94 000 GVE) im Vergleich zu 16% (368 000 GVE) in der Farmzone insgesamt. Eine Großvieheinheit (GVE) entspricht dabei 6 Kleinvieheinheiten (Schafe oder Ziegen).

2) Neuere Zahlenangaben liegen nicht vor. Auch die amtlichen Bevölkerungsschätzungen werden nur für einzelne Volksgruppen, nicht jedoch für räumliche Einheiten durchgeführt (vgl. dazu auch Anm. 4 in Tab. 1).

Tab. 3: Bevölkerungsentwicklung in ländlichen und städtischen Gebieten Südwestafrikas/Namibias 1960-1981¹⁾

SWA insgesamt	Einwohner				jährl. Wachstumsrate		
	1960	%	1970	%	1981	1960-70	1970-81
Gesamtbevölkerung	526 004		746 328		1 009 900	3,7	3,0
Weiße	73 464		90 658		75 600	2,2	-0,9
südl. Sektor							
Gesamtbevölkerung	267 782	100	358 635	100	424 000	3,1	2,1
Weiße	73 106	100	89 026	100	74 000	2,1	-0,9
ländl. Bev. insgesamt	144 425	54	179 651	50		2,3	
ländl. Bev. Weiße	19 426	27	23 045	26		1,8	
städt. Bev. ²⁾ insgesamt	123 357	46	178 984	50		3,9	
städt. Bev. Weiße	53 680	73	66 051	74		2,2	
Bev. in Städten unter 5 000							
Ew. (1970) insgesamt	41 405	15	47 660	13		1,5	
Bev. in Städten unter 5 000							
Ew. (1970) Weiße	16 037	22	16 655	19		0,4	
Bev. in Städten über 5 000					(1979)		(1970-79)
Ew. (1970) insgesamt	81 952	31	131 698	37	182 000	5,0	3,7
Bev. in Städten über 5 000							
Ew. (1970) Weiße	37 401	51	49 746	56	66 000	3,0	3,2

1) Zu den Begriffsdefinitionen vgl. auch Fußnoten zu Tab. 1

2) Eine genaue Definition der städt. Bevölkerung wird im Zensus nicht gegeben. 1960 zählte man dazu alle Orte, in denen mehr als 100 Weiße lebten. Diese Definition wurde 1970 nur z.T. beibehalten. So rechneten z.B. im südl. Sektor einige Orte, deren weiße Einwohnerzahl inzwischen unter 100 gefallen war, nach wie vor zu den städtischen Siedlungen.

Quelle: Population Census 1960, 1970 u. 1981; LEISTNER u.a. 1980; Official South Afr. Municipal Yearbook 1980.

Swakopmund, ist aber auch im Falle von Windhoek, Tsumeb und Grootfontein aufgrund der hier besonders hohen Zahl von nicht lebensfähigen Kleinfarmen wahrscheinlich (vgl. BÄHR 1981, S. 288). Dagegen zeichnet sich der rein agrarisch geprägte Süden durch einen deutlichen Rückgang der Einwohnerzahlen aus. Die vier südlichen Bezirke Bethanien, Keetmanshoop, Lüderitz und Warmbad verloren zwischen 1960 und 1970 immerhin 15% ihrer ländlichen weißen Bewohner, und auch die nicht-weiße Bevölkerung nahm nur unwesentlich zu (2% im Vergleich zu 25% für den ländlichen Teil des südlichen Sektors insgesamt). Damit ging jedoch wenigstens z.T. eine Flächenvergrößerung der einzelnen Betriebe einher, so daß der Abwanderungsprozeß zu einer Konsolidierung der Farmwirtschaft beigetragen hat (BÄHR 1981, S. 287).

Betriebsaufgabe und Entvölkerung in der nördlichen Farmzone

In jüngster Zeit ist es weniger der Süden, sondern der Norden gewesen, dessen negative Bevölkerungsbilanz landesweite Besorgnis hervorgerufen und Ge-

genmaßnahmen der Regierung ausgelöst hat, denn hier geht der Rückgang der Einwohnerzahlen einzelner Gebiete mit einer vollständigen Aufgabe von Farmen einher. ¹⁾ Vor allem an der äußersten Nordgrenze der Farmzone hat die Entvölkerung in den letzten Jahren erschreckend zugenommen. Eine solche Entwicklung war in den 60er Jahren noch nicht zu erkennen und wurde erst durch die gegenwärtige politische Unsicherheit und die Zunahme terroristischer Aktivitäten ausgelöst²⁾.

Eine im Mai 1979 vom Generaladministrator eingesetzte Untersuchungskommission ermittelte, daß von den 2 033 Farmen in den vier nördlichen Distrikten Grootfontein, Tsumeb, Otjiwarongo und Outjo nur 906 (45%) bewohnt waren, während 534 (26%) von anderen Farmen aus bewirtschaftet wurden, mit denen sie zusammen eine betriebswirtschaftliche Einheit bildeten, und 593 (29%) vollständig leer standen und einem Eigentümer gehörten, der auch auf keiner anderen Farm in den vier Bezirken lebte (Dep. van Landbou en Natuurbewaring 1981).

Die mit der Terroristentätigkeit verbundenen Gefahren und Schwierigkeiten waren für viele Farmer jedoch nur der letzte Anstoß, ihren Betrieb nicht mehr hauptberuflich zu bewirtschaften und ihn entweder zu verpachten oder notdürftig von der nächsten Stadt aus zu führen. Wirtschaftliche Probleme kamen in den meisten Fällen hinzu oder waren sogar in erster Linie ausschlaggebend. Schon zur deutschen Zeit wurden gerade im Norden sehr viele kleine Farmeinheiten aufgegeben, weil man die ackerbaulichen Möglichkeiten damals noch recht hoch einschätzte. So betrug die durchschnittliche Farmgröße im Bezirk Grootfontein 1912 nur 1 868 ha gegenüber 4 988 ha im Jahre 1974. Auch heute ist hier der Anteil von Farmen unter 2 000 ha mit gut 20% höher als in anderen Landesteilen (BÄHR 1981, S. 288). Absatzschwierigkeiten und stagnierende Preise für Rindfleisch ließen aber gerade die kleineren Betriebe in den 70er Jahren in eine Krise geraten. In dieser Situation bedurfte es nur noch eines äußeren Anlasses, um die "Farmerei" ganz aufzugeben. Aufgrund der ungünstigen Altersstruktur innerhalb der Farmerschaft — die Mehrzahl der Betriebsleiter dürfte über 50 Jahre alt sein — besteht die Gefahr, daß sich das Problem der verlassenen Farmen weiter verschärfen wird, wenn es nicht gelingt, junge Menschen zur Übernahme eines landwirtschaftlichen Betriebes zu ermutigen.

Deshalb versucht die Regierung, nicht zuletzt auch aus Sicherheitsgründen, diese Entwicklung durch Hilfsmaßnahmen aufzuhalten. So wurde schon 1979

1) Wenn auch regional aufgeschlüsselte neuere Bevölkerungszahlen fehlen, so belegt die zwischen 1970 und 1981 eingetretene Abnahme der weißen Gesamtbevölkerung bei gleichzeitiger Zunahme der in den größeren Städten lebenden Weißen (vgl. Tab. 3), eine erhebliche Abwanderung aus dem ländlichen Raum. Die Zielgebiete dieser Wanderungsströme dürften nicht nur in den Städten des Landes, sondern vor allem auch in der RSA liegen.

2) Die terroristischen Übergriffe konnten zwar bis heute nicht vollständig unter Kontrolle gebracht werden, sie beschränken sich aber nach wie vor auf den äußersten Norden der Farmzone. Die in GREEN u.a. (1981, S. 162) veröffentlichte Karte zur gegenwärtigen militärischen Situation entspricht nicht der Wirklichkeit.

auf Vorschlag der oben erwähnten Kommission der nördliche Teil der Distrikte Grootfontein, Tsumeb, Otjiwarongo und Outjo mit insgesamt 888 Farmen zu einem "Prioritätsgebiet" für staatliche Unterstützungen erklärt (vgl. Abb. 1). Die in dieser Zone ansässigen Farmer und insbesondere Neusiedler erhalten unter bestimmten Bedingungen u.a. Zinsermäßigungen für laufende Darlehen, verbunden mit einer Streckung der Rückzahlungsverpflichtungen, sowie zusätzliche zinsgünstige oder zinslose Anleihen zum Ankauf von Land oder Vieh, aber auch zur Tilgung alter Schulden. Daneben wird eine Wohnzulage in Höhe von R 2 000 (ca. 4 600 DM) jährlich gewährt und die Sicherung der Farmgebäude (z.B. Installation von Radio-Warnsystemen, Sicherheitszäunen und Beleuchtungsanlagen) durch weitere Beihilfen unterstützt. Schon heute sind die meisten Farmen in diesem Raum mit hohen Zäunen und z.T. auch mit Lichtstrahlern gegen nächtliche Überfälle abgesichert, und der Nachbar oder die nächste Polizeistation können jederzeit per Funk erreicht werden. Noch vor wenigen Jahren erschien ein solcher Zustand kaum vorstellbar; selbst bei längerer Abwesenheit wurden keine besonderen Vorsichtsmaßnahmen getroffen, und gewöhnlich schloß man über Nacht noch nicht einmal die Haustür ab.

Seit Inkrafttreten des Unterstützungsprogramms am 01.01.1980 sind insgesamt 554 Anträge auf Gewährung von Krediten gestellt worden, davon wurden 231 bis zum 31.03.1981 positiv beschieden, und es kam eine Summe von 14 Mill. R (ca. 32 Mill. DM) zur Auszahlung. Dieser Betrag diente vorwiegend zum Erwerb von Grund und Boden (84%) und nur zu einem geringen Teil zum Kauf von Vieh (15%) sowie zum inneren Ausbau der Betriebe (1%; Dep. van Landbou en Natuurbewaring 1981). Da alle Vergünstigungen sowohl von weißen wie nicht-weißen Farmern in Anspruch genommen werden können, besteht gerade für schwarze Landwirte, die in der Regel die normalerweise zu zahlenden Farmpreise nicht aufbringen können, dadurch eine günstige Möglichkeit zum Landerwerb. Daß davon in zunehmendem Maße Gebrauch gemacht wird, ist aus den für den Outjo-Distrikt vorliegenden Zahlen ersichtlich (Allgemeine Zeitung, Windhoek, vom 28.08.1981): Von den 63 bis Mitte 1981 neu angesiedelten Farmern waren bereits 17 (27%) nicht-weiße.

Trotz des hohen finanziellen Aufwandes konnten die mit dem Wiederansiedlungsprogramm verfolgten Ziele nur teilweise erreicht werden. Zum einen wurden noch längst nicht alle leerstehenden Farmen von Interessenten aufgekauft¹⁾, zum anderen werden die mit der staatlichen Unterstützung verbundenen Auflagen häufig nicht erfüllt. So gibt es eine ganze Reihe von weißen und schwarzen Landwirten, die nicht auf ihrer neu erworbenen Farm wohnen oder sogar das Land wieder verpachtet haben. Die an sich notwendige stärkere Kontrolle ist je-

1) Der von der Administration für Weiße vorgesehene Ankauf von Farmen im Bezirk Outjo und ihre Ausweisung als Notweidegebiete (Allgemeine Zeitung, Windhoek, vom 11.12.1981) stellt ebenfalls keine Lösung dar, weil dadurch allenfalls eine vorübergehende Besetzung der Farmen erreicht werden kann.

doch nicht leicht durchführbar, so daß sich auch in Zukunft ein Mißbrauch nicht ausschließen läßt.

Der Bevölkerungsrückgang in kleinen ländlichen Zentralorten

Während die völlige Aufgabe von Farmen bisher auf den äußersten Norden und Westen des Landes beschränkt blieb, ist der Bevölkerungsverlust der kleineren ländlichen Zentralorte eine landesweite Erscheinung. Viele dieser Orte, die in der amtlichen Statistik z.T. schon zu den Städten gezählt werden¹⁾, verloren bereits seit den 60er Jahren an Bedeutung und nahmen an Einwohnern ab. Zwar ging die Zahl der in städtischen Siedlungen unter 2 000 Ew. lebenden Menschen zwischen 1960 und 1970 insgesamt nur geringfügig von 16 066 auf 15 994 zurück (-0,4%), bei den weißen Bewohnern war der Bevölkerungsverlust mit einer Abnahme von 12,6% jedoch erheblich höher. Aber auch die etwas größeren Orte (zwischen 2 000 und 5 000 Ew.) wuchsen im betrachteten Jahrzehnt vor allem dann nur noch sehr langsam, wenn sie ausschließlich der Umlandversorgung dienten. Beispielhaft sei hier auf die Entwicklung von Mariental hingewiesen, das auf halbem Wege zwischen Windhoek und Keetmanshoop an der Bahnlinie und Hauptstraße liegt²⁾.

Seit seiner Gründung im Jahre 1912 nahm Mariental kontinuierlich an Einwohnern zu. Erst in den 60er Jahren verlangsamte sich diese Aufwärtsentwicklung und führte bei den weißen Bewohnern bis 1970 erstmals zu einem leichten Rückgang von 1 399 auf 1 312. Die darin zum Ausdruck kommende Stagnation wird durch einen Vergleich der funktionalen Kartierungen aus den Jahren 1966 und 1980 noch deutlicher (Abb. 5; Bild 1). Wesentliche Veränderungen im Angebot von Waren und Dienstleistungen haben nicht stattgefunden, wenn man einmal von der auffälligen Vermehrung der Tankstellen und der Übernahme einiger Geschäfte durch Handelsketten aus der RSA absieht. Auch die Neubautätigkeit hielt sich in den überwiegend von Weißen bewohnten Vierteln³⁾ in engen Grenzen; die Zahl der neuerrichteten Häuser entspricht ungefähr den leerstehenden Bauten.

In anderen Orten (z.B. Bethanien, Karibib, Omaruru, Outjo) ging der Entwicklungsstillstand bereits in einen sichtbaren Niedergang über, so daß die Regierung schon Hilfsmaßnahmen erwogen hat. Als augenfälligstes Beispiel kann das zwischen Omaruru und Otjiwarongo an der Eisenbahn gelegene Kalkfeld gelten (Abb. 6; Bild 2). Zwei Faktoren haben den vollständigen Bedeutungsverlust des Ortes bewirkt:

1) Zur Definition vgl. Anm. 2 in Tab. 3.

2) Die eng mit dem Bahnbau zusammenhängende Aufwärtsentwicklung von Mariental bei gleichzeitigem Niedergang des älteren Distrikthauptortes Gibeon ist ausführlich in BÄHR (1968, S. 95 ff.) dargestellt.

3) Mit Wirkung vom 11.08.1979 wurde in SWA die Trennung der Wohngebiete und der öffentlichen Einrichtungen nach Rassengruppen aufgehoben.

1. Die Besitzkonzentration im Farmland der näheren Umgebung nahm im Laufe der Zeit immer stärker zu und die Umlandbevölkerung damit immer mehr ab. Eine 1982 durchgeführte Auszählung ergab, daß sich im Kalkfelder Raum 22 Eigentümer insgesamt 61 Farmen teilen.
2. Durch die Fertigstellung der Teerstraßenverbindung zwischen Omaruru und Otjiwarongo Mitte der 70er Jahre reduzierte sich die Fahrzeit in die nächstgelegenen größeren Orte erheblich. Sowohl Omaruru als auch Otjiwarongo sind heute in einer guten halben Stunde mit dem Auto zu erreichen.

Das bedeutete, daß sich für die in Kalkfeld ansässigen Geschäfte nicht nur die Zahl möglicher Kunden reduzierte, sondern auch viele Einkäufe nicht mehr am Ort erledigt wurden. Nach und nach mußten daher fast alle Läden und anderen Verkaufsstellen schließen. Im März 1982 bestanden nur noch ein "Bottlestore", eine Tankstelle und die Niederlassung einer Genossenschaft (Abb. 6). Auch die meisten Bankfilialen sind schon seit längerem nicht mehr täglich geöffnet; z.Z. sind sie nur einmal in der Woche für zwei Stunden besetzt.

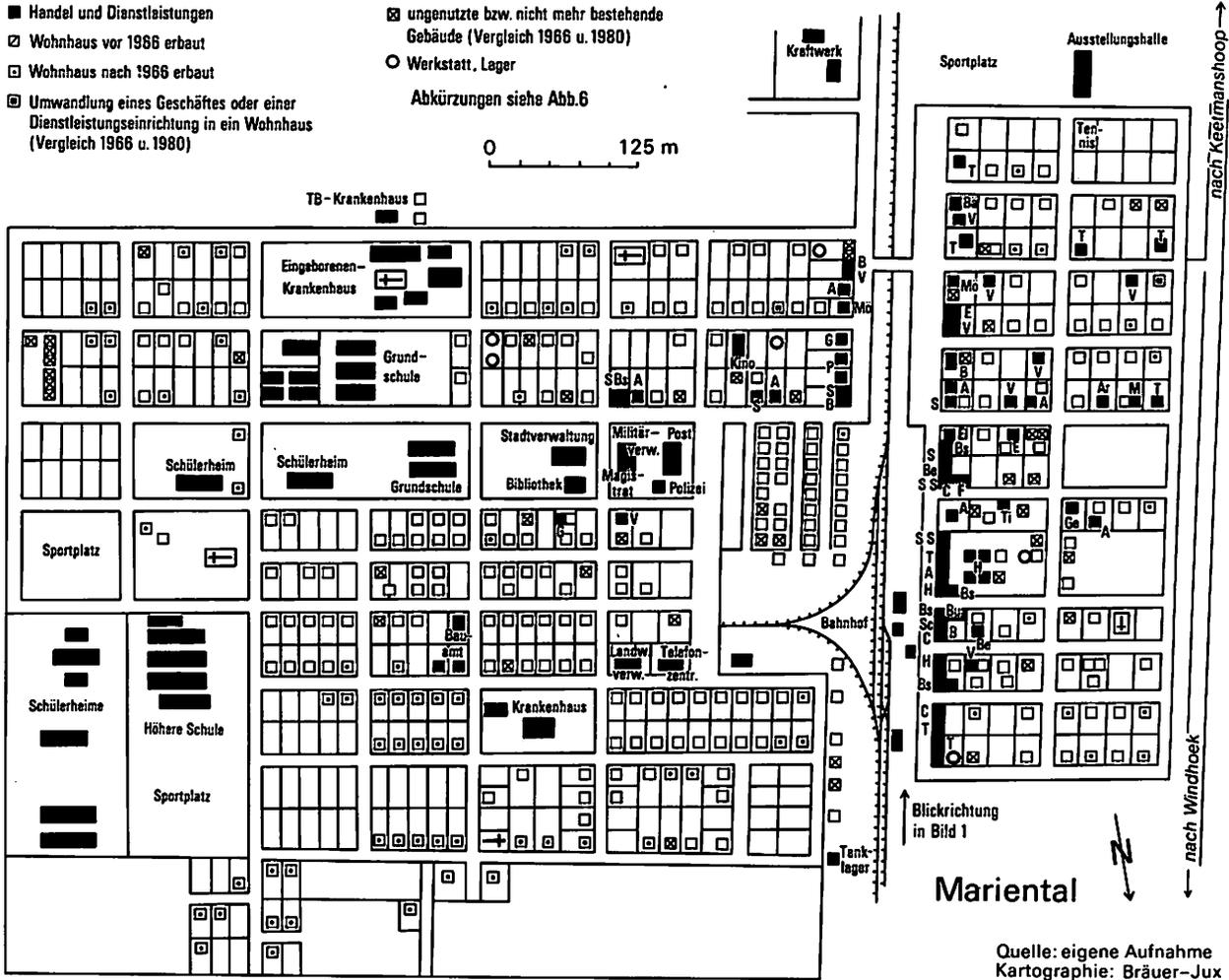
Durch die fortschreitende Überalterung der Farmerschaft nahm die Zahl der in Kalkfeld zur Schule gehenden Kinder so schnell ab, daß die (weiße) Schule schon 1968/69 nicht mehr weitergeführt wurde. Damit verlor der Ort für die Bewohner des Umlandes zusätzlich an Bedeutung. Einzelne Schulgebäude dienten vorübergehend als Motel (Abb. 6), das jedoch ebenfalls nach kurzer Zeit geschlossen wurde. Nach einem erneuten Umbau wird es nun in Zukunft der farbigen Bevölkerung als Schule zur Verfügung stehen.

Endgültig als Europäersiedlung aufgegeben wurde Kalkfeld Anfang 1981, als sich die Administration für Weiße¹⁾ dazu entschloß, allen Haus- und Grundstücksbesitzern ein Übernahmeangebot zu unterbreiten. Da ein anderweitiger Verkauf kaum möglich erschien, wurde das Angebot von allen Betroffenen akzeptiert. Sofern die Häuser nicht vollständig leerstehen, werden sie heute — abgesehen von Post und Polizei — von Farbigen bewohnt, für die hier eine Möglichkeit besteht, verhältnismäßig billig ein Haus zu mieten und später evtl. auch zu erwerben. Die Mehrzahl der neuen Bewohner arbeitet allerdings nicht in Kalkfeld selbst, da es am Ort fast keine Arbeitsplätze mehr gibt, sondern z.T. in weit entfernten größeren Städten und verbringt nur das Wochenende zu Hause.

Von den am Beispiel Kalkfeld angesprochenen Gründen für die Stagnation bzw. den Bevölkerungsrückgang in fast allen kleinen und mittleren ländlichen Zentralorten kommt landesweit dem veränderten Einkaufsverhalten der meisten

1) Gegenwärtig besteht in SWA eine dreistufige Verwaltungsgliederung, die z.T. nach ethnischen Gesichtspunkten organisiert ist. An der Spitze der "ersten Ebene" steht ein von der RSA ernannter Generaladministrator, der von einem Ministerrat als vorläufiger Zentralregierung beraten wird. Der Ministerrat ist gleichzeitig der Nationalversammlung, in der alle Bevölkerungsgruppen vertreten sind, verantwortlich. Die "zweite Ebene" ist nicht für einzelne Teilräume des Landes, sondern für die verschiedenen ethnischen Gruppen zuständig; die "dritte Ebene" schließlich bezieht sich auf die Verwaltung der einzelnen Städte und Dörfer.

Abb. 5.: Funktionale Kartierung von Mariental 1960 und 1980, ohne Wohngebiete der nicht-weißen Bevölkerung (Quelle: eigene Aufnahme)



Quelle: eigene Aufnahme
Kartographie: Brüer-Jux



Bild 1: Hauptgeschäftsstraße in Mariental (Blickrichtung siehe Abb. 5)

Farmerfamilien¹⁾ die größte Bedeutung zu. Dagegen ist die Besitzkonzentration nicht in allen Teilen der Farmzone so weit fortgeschritten wie im Kalkfelder Raum. Daß es heute keine besondere Mühe mehr bereitet, das breitere und vielfältigere Warenangebot der Städte und größeren Zentralorte verstärkt zu nutzen, ist auf den raschen Ausbau des Straßennetzes und die Zunahme der Motorisierung zurückzuführen²⁾. Alle wichtigen Verbindungsstraßen sind mit einer Teerdecke versehen³⁾, und auch die übrigen Hauptstraßen werden regelmäßig mit "Straßenhobeln" bearbeitet und befinden sich meistens in gutem Zustand. Bei dem insgesamt geringen Verkehrsaufkommen wird daher die für eine bestimmte Strecke benötigte Zeit eher von der allgemeinen Geschwindigkeitsbeschränkung auf zeitweilig 90 km/h und z.Z. 100 km/h als vom Straßenzustand bestimmt. Inwieweit sich die in jüngster Zeit stark gestiegenen Benzinpreise und die Fahrbe-

- 1) Die auf den Farmen lebenden nicht-weißen Bewohner decken ihren Bedarf größtenteils in den dort meist vorhandenen "Stores" oder in kleineren Orten der näheren Umgebung. Früher war es zudem üblich, einen Teil des Lohns in Naturalien auszuzahlen; davon kommt man jedoch mehr und mehr ab. Zudem ist die Kaufkraft der nicht-weißen Bevölkerung vergleichsweise gering, während die Farmer nicht nur für den Eigenbedarf, sondern teilweise auch für den Farmstore einkaufen.
- 2) Die Länge des Teerstraßennetzes stieg von 661 km (1964) auf 3 252 km (1978); der Bestand an Kraftfahrzeugen erhöhte sich von 38 866 (1965) auf 71 272 (1974).
- 3) Die in Abb. 1 eingetragenen Hauptstraßen sind bis auf den Abschnitt zwischen Aus und dem Abzweig nach Bethanien der Straße von Lüderitz nach Keetmanshoop geteert, bzw. die Arbeiten an der Teerdecke werden z.Z. durchgeführt.

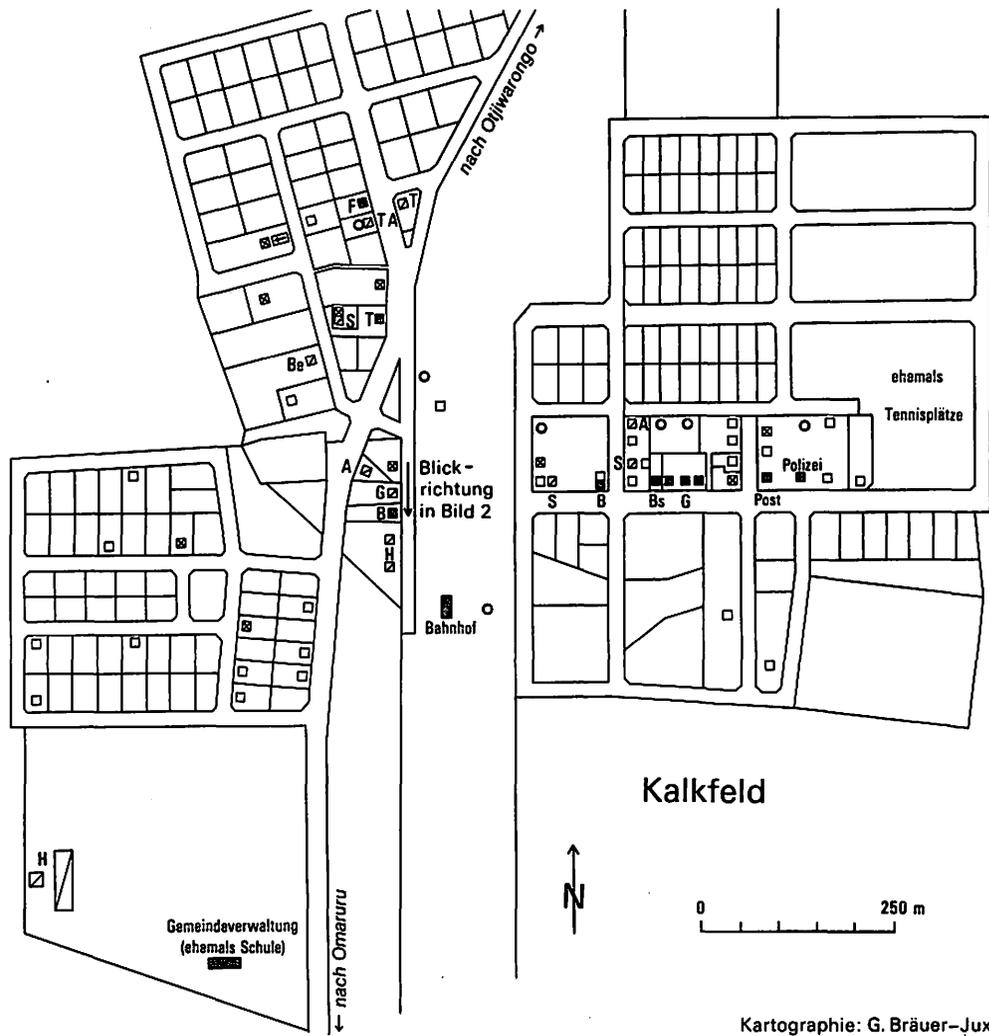
Abb. 6: Funktionale Kartierung von Kalkfeld 1982
(Quelle: eigene Aufnahme)

- Handel und Dienstleistungen
- ▣ Handel u. Dienstleistungen (geschlossen)
- Wohnhaus
- ▣ leerstehendes Wohnhaus
- Lager

Abkürzungen für Abb.5 und Abb.6

- S Allg. Händler (General Store)
- Bs Getränkeverkauf (Bottle Store)
- Bä Bäckerei
- M Metzgerei
- Fr Friseur
- Be Bekleidung, Schneiderei
- Sc Schuhe
- Bu Buchhandlung, Zeitungen
- Ge Geschenkartikel
- El Elektroartikel
- E Eisenwaren, Schlosserei, Baubedarf
- Mö Möbel
- Ti Tischlerei, Schreinerei
- A Autoverkauf, Autoreparatur
- T Tankstelle
- Ar Arzt
- B Bank
- V Versicherung, Agentur
- G Genossenschaft, Ankaufsstelle f. landw. Produkte
- F Futtermischbetrieb
- P Parteibüro
- H Hotel
- C Café, Restaurant

Quelle: eigene Aufnahme



Kartographie: G. Bräuer-Jux



Bild 2: Bahnhofstraße in Kalkfeld (Blickrichtung siehe Abb. 6)

beschränkungen am Wochenende auf das Einkaufsverhalten der Landwirte auswirken, bleibt zunächst anzuwarten. Es ist jedoch nicht damit zu rechnen, daß sich die inzwischen eingetretene Umorientierung dadurch grundlegend ändert.

Die Bevölkerungsentwicklung in den größeren Städten

Seit Beginn der 60er Jahre haben vor allem die Städte über 5 000 Ew. und insbesondere die Hauptstadt Windhoek überproportional an Bewohnern zugenommen (Tab. 4). Während 1936 erst 6% der Landesbevölkerung in den fünf größten Orten lebten, waren es 1960 schon 13% und 1979 16% (im südlichen Sektor ca. 35%). Vom weißen Bevölkerungsteil wohnen heute etwa drei Viertel (gegenüber 1936 noch 27%) in Siedlungen dieser Größengruppe. In den nächsten Jahren dürfte sich dieser Trend weiter verstärken, da gerade die größeren Städte nach Aufhebung aller Zuzugsbeschränkungen mit steigenden Wanderungsgewinnen rechnen müssen.

Tab. 4 macht allerdings deutlich, daß das Bevölkerungswachstum in den größeren Orten wenig einheitlich verlaufen ist und sich hinter den angeführten Durchschnittszahlen ausgeprägte Sonderentwicklungen verbergen. Das trifft vor allem für diejenigen Orte zu, die nicht ausschließlich der Umlandversorgung dienen. Dazu zählen in erster Linie die Küstenstädte Walfischbucht, Swakopmund und Lüderitz sowie die im Norden der Farmzone gelegene Minensiedlung Tsumeb.

Tab. 4: Bevölkerungsentwicklung in den größten Orten¹⁾ Südwestafrikas/Namibias 1951-1979

Ort	1951		1960		1970		1979		jährl. Wachstumsrate 1970 - 1979	
	gesamt	Weiße	gesamt	Weiße	gesamt	Weiße	gesamt	Weiße	gesamt	Weiße
Windhoek	20 598	10 310	36 051	19 378	61 260	27 420	86 016	35 578	3,8	2,9
Walfischbucht	3 329	1 008	12 235	4 782	21 725	7353	22 897	8 000	0,6	0,9
Tsumeb	5 821	2 126	7 823	3 008	12 338	4 588	14 000	6 000	1,4	3,0
Keetmanshoop	5 245	2 164	8 064	3 427	10 297	3 260	12 200	5 000	1,9	4,9
Otjiwarongo	3 546	1 40	6 369	3 056	8 018	2 554	8 590	3 170	9,8	2,4
Lüderitz	3 950	1 154	3 633	1 131	6 642	1 716	5 021	796	-3,2	-8,9
Swakopmund	2 974	1 644	4 804	2 514	6 055	2 754	16 800	7 600	12,0	11,9
Rehoboth	2 203	107	2 973	105	5 363	101	16 500	... ³⁾	13,3	--

1) Orte mit mehr als 5 000 Ew. (1970).

2) Für Mitte 1980 geben die Stadtverwaltungen von Windhoek 88 711 Ew. (36 320 Weiße) und von Swakopmund 18 000 Ew. (8 000 Weiße) an (pers. Information).

3) Keine Angaben zu erhalten.

Quelle: Population Census 1951, 1960 u. 1970; Official South Afr. Municipal Yearbook 1980 (Schätzungen für Mitte 1979, ergänzt nach pers. Informationen für Lüderitz und Rehoboth).

Von den genannten Orten erlebte nach dem Zweiten Weltkrieg zunächst Tsumeb eine Zeit stärkeren Wachstums und entwickelte sich bis 1951 zur zweitgrößten Stadt des Landes mit 5 800 Ew., nachdem es 1946 noch weniger als 1 000 Bewohner gezählt hatte. Der schnelle Aufschwung von Tsumeb ist darauf zurückzuführen, daß der während des Krieges eingestellte Abbau von Kupfer wieder aufgenommen und die 1947 als Nachfolgerin der "Otavi-Minen- und Eisenbahngesellschaft" (OMEG) gegründete "Tsumeb Corporation" seit 1950 große Erweiterungsvorhaben durchführte und ihren Personalbestand erheblich erhöhte. Die Beschäftigtenzahl der Mine, die 1948 nur bei etwa 2 400 Personen gelegen hatte, stieg bis 1957 auf knapp 4 200 Personen an (SÖHNKE 1967, S. 79).

Nur wenig später setzte auch in den Küstenstädten Walfischbucht und Lüderitz eine wirtschaftliche Aufwärtsentwicklung ein. Damals begann man, den gewaltigen Fischreichtum in den Küstengewässern systematisch zu nutzen, und es entstanden insgesamt neun Fabriken (8 in Walfischbucht, 1 in Lüderitz), die Ende der 60er Jahre jährlich bis zu knapp 1 Mill. t Fisch vorwiegend zu Fischmehl und -öl verarbeiteten. Ergänzend trat in Lüderitz der schon wesentlich ältere Langustenfang mit fünf Verarbeitungsanlagen hinzu (vgl. BÄHR 1972). Der plötzliche, z.T. durch eine Überfischung bedingte Rückgang der Fangmengen seit Beginn der 70er Jahre brachte die südwestafrikanische Fischindustrie in eine Krise. Während 1974 noch 837 000 t angelandet wurden, waren es 1982 nur noch 195 000 t, und viele Betriebe mußten ganz oder vorübergehend stillgelegt werden. 1980 arbeiteten in Walfischbucht nur noch vier Fischfabriken (JESKE 1981, S. 86) und in Lüderitz lediglich ein Unternehmen zur Langustenverarbeitung.

Weitere Faktoren beschleunigten den Niedergang beider Orte. In Walfischbucht hatten sich im Zuge des Ausbaus zum Zentrum der Fischindustrie beson-

ders viele Zuliefererbetriebe, Reparaturwerkstätten und Dienstleistungsfirmen niedergelassen, die heute ebenfalls unter dem Rückgang der Fänge und der damit verbundenen mangelhaften Auslastung des Hafens leiden¹⁾. Aber auch in anderen Wirtschaftsbereichen werden weitere Investitionen zunächst zurückgestellt, da über die zukünftigen Beziehungen zwischen dem zur RSA gehörenden und seit 1977 wieder der direkten Kontrolle der Kapprovinz unterstellten Walfischbucht und einem unabhängigen Namibia große Unsicherheit besteht (vgl. JESKE 1981, S. 78 ff.). Es ist nicht auszuschließen, daß die Regierung Namibias nach der Unabhängigkeit das bereits in den 60er Jahren diskutierte Projekt eines Nordhafens (BÄHR 1972, S. 101/102) wieder aufgreift, falls sich mit der RSA keine befriedigenden Regelungen über die Inanspruchnahme der Hafenanlagen von Walfischbucht erreichen lassen.

Nach Angaben des Bürgermeisters von Walfischbucht reduzierte sich die Zahl der Arbeitskräfte allein zwischen 1976 und 1979 um etwa 7 500. Davon waren allerdings vorwiegend nicht ständig in der Stadt ansässige Kontraktarbeiter betroffen. Als Folge davon ging die Einwohnerzahl von 25 600 im Jahre 1975 auf weniger als 23 000 im Jahre 1979 zurück (Tab. 4)²⁾.

Noch augenfälliger ist der Bedeutungsverlust von Lüderitz. Aufgrund der großen Zahl völlig leerstehender Gebäude wird schon von einer "sterbenden Stadt" gesprochen. Die Krise der Fischindustrie kam hier zu der bereits in den 60er Jahren begonnenen Krise des Hafens. Damals wurde im äußersten Südwesten von SWA eine Brücke über den Oranje gebaut, und die Versorgung der Minenstadt Oranjemund (mit 1980 ca. 9 000 Ew.) erfolgt seitdem nicht mehr über Lüderitz, sondern über das jetzt günstiger gelegene Port Nolloth. Da etwa zur gleichen Zeit auch die Überseereedereien beschlossen, für sie unrentable Häfen, zu denen auch Lüderitz gehörte, nicht mehr anzulaufen, und die off-shore Diamantenförderung in Küstennähe bei Lüderitz eingestellt wurde, sank zwischen 1965/66 und 1976/77 der Umschlag des Hafens von 81 395 t auf 23 875 t. Der dadurch eingeleitete Fortzug vor allem der weißen Bevölkerung (Tab. 4), hatte zur Folge, daß nicht nur Geschäfte und Handwerksbetriebe geschlossen wurden, sondern auch die meisten öffentlichen Einrichtungen nicht mehr ausgelastet waren und daher ihr Angebot einschränkten und ihren Personalbestand reduzierten. Das wiederum beschleunigte die Abwanderung. Beispielsweise führt die zuvor bis zum Matrik (Abschluß der Höheren Schule nach 12 Schuljahren) ausgebaute Deutsche Schule heute nur noch bis zum Abschluß nach dem 10. Schuljahr, und ein erst 1959 eingeweihtes Schülerheim steht vollständig leer.

Der Niedergang von Lüderitz fand seinen sichtbarsten Ausdruck darin, daß

1) Zur Entwicklung und heutigen Bedeutung des Walfischbuchter Hafens vgl. WIESE (1981, S. 140 ff.). — Einer Meldung der Allgemeinen Zeitung, Windhoek, vom 19.03.1981, ist zu entnehmen, daß der Hafen derzeit nur zu etwa 60% ausgelastet ist. Nach WIESE (1981, S. 143) sank der Umschlag zwischen 1975 und 1980 von 1,70 auf 0,45 Mill. t.

2) Ein noch größerer Bevölkerungsverlust wurde dadurch verhindert, daß viele weiße Bewohner in der neu eröffneten Rössing-Uranmine (s. nächste Seite) keinen neuen Arbeitsplatz fanden.

die seit 1909 bestehenden Stadtrechte im Jahre 1978 wieder aberkannt wurden und der hochverschuldete Ort heute von Windhoek aus verwaltet wird.

Im Gegensatz dazu erlebte Swakopmund in den letzten Jahren einen ausgesprochenen "Boom". Swakopmund hatte auch nach dem Verlust der Hafenfunktion im Ersten Weltkrieg eine gewisse Bedeutung als Ferien- und Schulort behalten können, und seine Einwohnerzahl stieg langsam, aber kontinuierlich von knapp 2 000 im Jahre 1936 auf 6 000 im Jahre 1970 (Tab. 4). Die Verdreifachung der Bewohnerzahl im Jahrzehnt zwischen 1970 und 1980 ist auf die Eröffnung einer der größten Uranminen der Welt im Hinterland der Stadt zurückzuführen. Die Rössing-Mine zählt heute mehr als 3 000 Beschäftigte und hat darüber hinaus einen bedeutenden indirekten Einfluß auf den Arbeitsmarkt, da auch viele andere Unternehmen von ihren Aufträgen leben.

Die Planung und Anlage neuer Wohnsiedlungen für die in der Mine tätigen Arbeitskräfte erfolgte noch nach den Prinzipien der Apartheid-Politik, d.h. man sah eine nach Rassen getrennte Ansiedlung in räumlich z.T. weit auseinander liegenden Wohnbereichen vor. Nur die alleinstehenden Arbeitnehmer (überwiegend Schwarze) sind in unmittelbarer Nähe der Mine untergebracht, alle anderen Bevölkerungsgruppen leben verhältnismäßig weit von der Abbaustätte entfernt. So entstand für die Damara-Bevölkerung in einer Distanz von 14 km die völlig neue Stadt "Arandis". 1981 waren hier bereits 520 Häuser fertiggestellt und weitere 70 im Bau. Zum Ort gehören auch ein Geschäftszentrum, mehrere Schulen sowie ein Krankenhaus, und es werden zahlreiche Möglichkeiten zur Freizeitgestaltung angeboten (z.B. Schwimmbad, Sporthalle, Bibliothek). Die Entscheidung der Mine, als Standort für die Wohnsiedlungen der Mischlinge und Weißen das 70 km entfernte Swakopmund vorzusehen, hat die Aufwärtsentwicklung der Stadt besonders begünstigt¹⁾. Durch Neubaumaßnahmen kam es hier in jüngster Zeit zu einem erheblichen räumlichen Wachstum der Vororte Tamariskia (Mischlinge) und Vineta (Weiße). Seit 1979 stehen zwar die verschiedenen Wohnviertel allen Bevölkerungsgruppen offen, größere Verschiebungen in der Bevölkerungszusammensetzung sind jedoch bisher nicht eingetreten.

Durch den Niedergang von Walfischbucht ist die eindeutige Vorrangstellung Windhoeks unter den größeren Siedlungen des Landes heute stärker ausgeprägt als in den 50er und 60er Jahren (Tab. 4). Die anhaltende rasche Bevölkerungszunahme der Landeshauptstadt hatte eine erhebliche räumliche Ausdehnung der bebauten Flächen zur Folge²⁾. Aus Abb. 7 wird deutlich, daß die Stadt in der jüngeren Vergangenheit ihren kompakten Charakter mehr und mehr verlor, da die neuen Wohnvororte in verhältnismäßig weiter Entfernung vom alten Kern entstanden, wobei z.T. der unmittelbare räumliche Zusammenhang mit den älteren Stadtteilen verloren ging.

1) Die Fahrten zwischen Wohnort und Arbeitsplatz werden von ca. 40 mineneigenen Bussen durchgeführt.

2) Zur Stadtentwicklung bis Mitte der 60er Jahre vgl. BÄHR (1970).

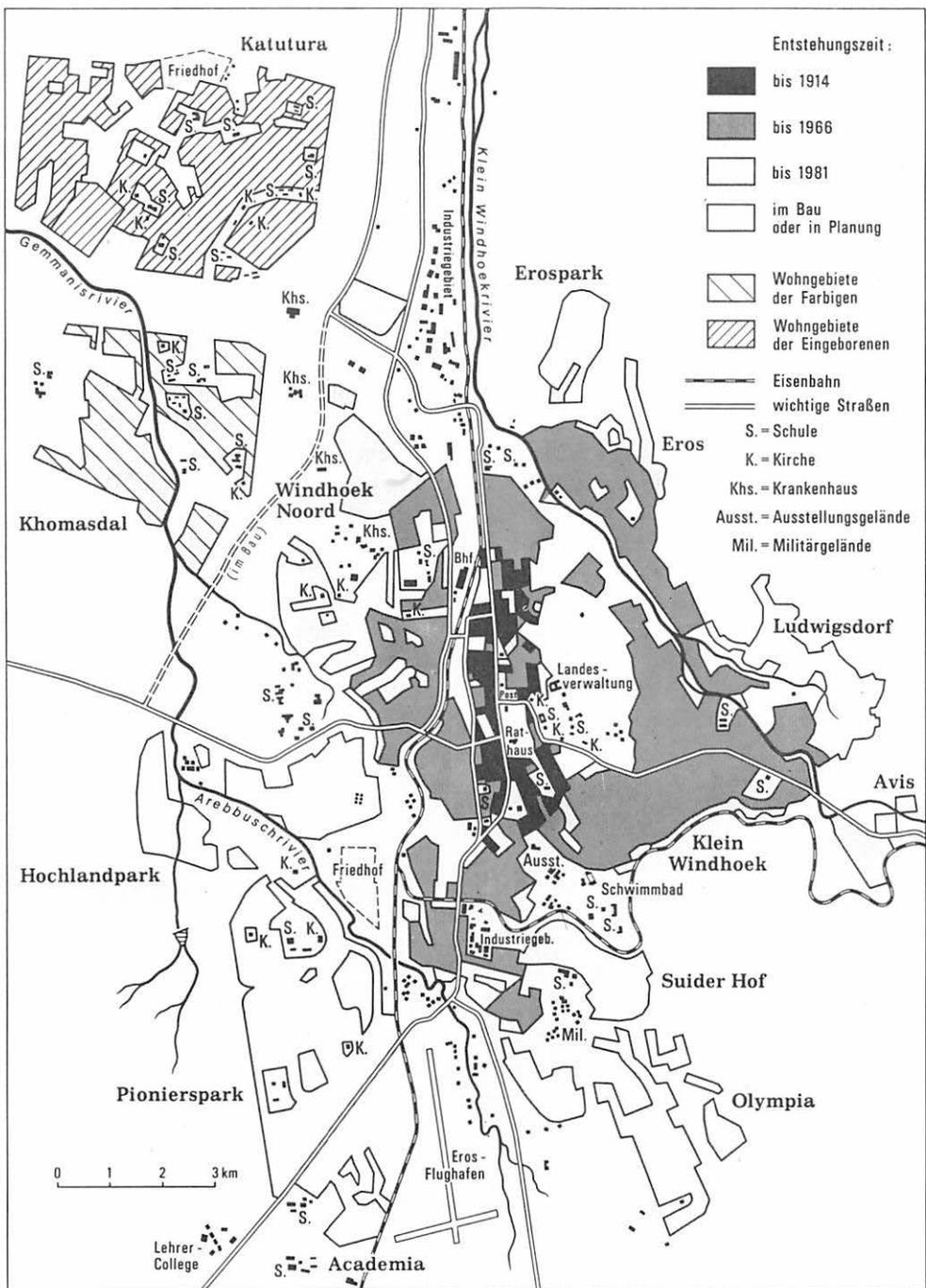


Abb. 7: Die räumliche Entwicklung von Windhoek
 (Quelle: BÄHR 1970, topographische Karte 1:50 000 Blatt Windhoek,
 Information der Stadtverwaltung und eigene Aufnahme)

Noch bis in die 60er Jahre lehnten sich die neu erschlossenen Wohnviertel eng an die schon zur deutschen Zeit bebauten Bereiche an und griffen nur im Osten weiter nach außen über. Hier in Klein-Windhoek hatten sich schon während der Kolonialzeit einzelne Siedler an den damals vorhandenen Wasserquellen niedergelassen, und bereits im Jahre 1912 schuf man durch Sprengungen im Bergsattel, der Klein-Windhoek vom eigentlichen Windhoek trennt, eine bessere Verbindung zum Stadtzentrum (BÄHR 1970, S. 44/45).

Die jüngere Wohnvortortbildung steht in engem Zusammenhang mit der planmäßigen, räumlich getrennten Ansiedlung der verschiedenen ethnischen Gruppen gemäß den Vorstellungen der Apartheid-Politik. Eingeleitet wurde diese Entwicklung im Jahre 1968 mit der Auflösung der alten, überwiegend aus selbsterbauten, primitiven Wellblechhütten bestehenden "Location" (Wohngebiet der Eingeborenen und Farbigen), die sich in unmittelbarer Nähe der Innenstadt (nördlich des Friedhofs) befand. Die Bewohner wurden damals, z.T. zwangsweise, in neu erbaute Stadtviertel im Nordwesten (Khomasdal und Katutura) umgesiedelt (PENDLETON 1979, S. 297). Die in der Mehrzahl aus zwei bis vier Räumen bestehenden Häuser dieser Stadtteile verfügen zwar über Licht-, Wasser- und Kanalisationsanschluß, sind jedoch heute im allgemeinen stark überbelegt, da die nicht-weiße Bevölkerung — mitbedingt durch die Aufhebung aller Zuzugsbeschränkungen — gerade in den letzten Jahren außerordentlich schnell zugenommen hat¹⁾ und die Erweiterungsbauten damit nicht Schritt halten konnten.



Bild 3: Hauptgeschäftsstraße (Kaiserstraße) in Windhoek (Blick in südliche Richtung)

1) Aus den Angaben der Stadtverwaltung errechnet sich für die Zeit von 1970 bis 1980 eine Zunahme von etwa 55% (im Vergleich zu 32% bei den Weißen). Aufgrund einer nur schwer abschätzbaren Zahl nicht registrierter Bewohner dürfte die Wachstumsrate in Wirklichkeit noch darüber liegen.

In auffälligem Kontrast zu den einförmigen, eng bebauten Reihensiedlungen für Eingeborene und Farbige stehen die weitläufig angelegten Wohnviertel der Weißen, die heute ebenfalls überwiegend am Stadtrand liegen (z.B. Pionierspark, Olympia). Die Bevölkerungsverlagerung in die Außenbereiche wird auch dadurch gefördert, daß der Wohnraum in der Innenstadt immer mehr zurückgeht. Parallel dazu werden insbesondere im Hauptgeschäftszentrum um die Kaiserstraße viele noch aus deutscher Zeit stammende Bauten durch moderne Büro- und Geschäftshochhäuser ersetzt, so daß Windhoek heute — trotz seiner nach wie vor verhältnismäßig geringen Einwohnerzahl von etwa 90 000 — durchaus eine großstädtische Silhouette aufweist (Bild 3).

Zusammenfassung

Die planmäßige Besiedlung des südlichen Teiles von SWA durch Farmer europäischer Abstammung beginnt um die Jahrhundertwende. Nach dem Ersten Weltkrieg setzt die Mandatsverwaltung die Neuausgabe von Farmen, jetzt vorwiegend an burische Siedler, fort. Mit der Ausdehnung der Farmzone geht ein kontinuierlicher Anstieg der auf dem Lande lebenden weißen Bevölkerung einher, und auch viele Eingeborene und Farbige finden auf den Farmen eine Beschäftigung. Erst die Beendigung der Neulanderschließung nach dem Zweiten Weltkrieg führt dazu, daß sich von nun an die Wachstumsraten im städtischen und ländlichen Bereich stärker unterscheiden.

Der in den 50er Jahren einsetzende innere Ausbau der Farmen ist durch einen vermehrten Kapitaleinsatz bei den Bemühungen um einen Futterausgleich während der jährlichen Trockenzeit und insbesondere während längerer Dürreperioden gekennzeichnet. Dagegen wird auf alle Ausbaumaßnahmen, die mit einem vermehrten Einsatz von Arbeitskräften verbunden sind, nach wie vor verzichtet. Kostengründe, aber auch politische Faktoren sprechen z.Z. gegen eine Erhöhung der Beschäftigtenzahlen.

Die dadurch bedingte insgesamt stagnierende Bevölkerungsentwicklung im ländlichen Raum geht im äußersten Norden der Farmzone bereits in eine Entvölkerung größerer Gebiete über. Hier werden immer mehr Betriebe aufgegeben oder nur notdürftig von anderer Stelle aus bewirtschaftet. Aus der in den letzten Jahren abnehmenden Zahl der weißen Gesamtbevölkerung ist zu schließen, daß die Abwanderung der Farmer nicht nur in die größeren Städte, sondern auch in die RSA erfolgt.

Die darin zum Ausdruck kommende Krise der Farmwirtschaft erklärt sich aus dem Zusammenwirken mehrerer Einflußgrößen. Zu den wirtschaftlichen Schwierigkeiten der 70er Jahre aufgrund einer unbefriedigenden Preis- und Absatzentwicklung sind in jüngster Zeit eine bereits mehrere Jahre anhaltende Dürreperiode sowie die wachsende Unsicherheit über die weitere politische Entwicklung und die Gefahr terroristischer Aktivitäten getreten.

Aber nicht nur die Zahl der auf den Farmen lebenden Menschen nimmt gegenwärtig nicht mehr zu und geht regional sogar zurück, auch zahlreiche kleinere ländliche Zentralorte verlieren schon seit längerem an Einwohnern, und in vielen Mittelzentren stagniert die Entwicklung. Nur die Landeshauptstadt und einzelne Küsten- und Minenorte sowie die wenigen größeren Versorgungszentren wachsen überproportional schnell an. Angesichts einer schon jetzt sehr hohen Arbeitslosigkeit unter der nicht-weißen Bevölkerung im städtisch-industriellen Sektor und einer rasch zunehmenden Zahl neu ins Erwerbsleben tretender Menschen müßte versucht werden, die Beschäftigungssituation im ländlichen Raum durch staatliche Hilfsmaßnahmen zu verbessern, um damit einer weiteren Abwanderung entgegenzuwirken.

Summary

The recent development of population in the farming zone of South West Africa/Namibia

After a historical survey of the principal phases in the opening up of a farming economy in South West Africa and their consequences on the distribution and the growth of population in urban and rural areas, the region population changes during the two last decades are discussed in detail. Mainly four aspects are emphasized:

1. the consequences of the development of farms and the introduction of a rotational grazing system on the employment situation,
2. the abandonment of farms and the depopulation in the northern farming zone,
3. the population decrease of smaller central places in rural areas,
4. the development of population in larger towns (Tsumeb, Swakopmund, Walvis Bay, Windhoek).

Literatur

Agricultural Census 1959/60. Pretoria 1962

ANDREAE, B.: Entwicklungsstufen der Ranchbetriebe in den Trockenzonen der Kontinente. Der Tropenlandwirt. Zeitschrift für die Landwirtschaft in den Tropen und Subtropen 77, 1976, S. 7-24

BÄHR, J.: Kulturgeographische Wandlungen in der Farmzone Südwestafrikas. Bonner Geogr. Abh. 40, Bonn 1968

BÄHR, J.: Windhoek — eine stadtgeographische Skizze. Erdk. 24, 1970, S. 39 - 59

BÄHR, J.: Zum gegenwärtigen Stand der Fischereiwirtschaft in Südwestafrika. Mitt. d. Österr. Geogr. Ges. 114, 1972, S. 86 - 104

BÄHR, J.: Veränderungen in der Farmwirtschaft Südwestafrikas/Namibias zwischen 1965 und 1980. Erdk. 35, 1981, S. 274 - 289

BLEY, H.: Kolonialherrschaft und Sozialstruktur in Deutsch-Südwestafrika 1894 - 1914. Hamburg 1968

Departement van Landbou en Natuurbewaring: Jaarverslag 1980. Windhoek 1981

GAD, J.: Die Betriebsverhältnisse der Farmen des mittleren Hererolandes. Abh. d. Hamburgischen Kolonialinstituts 28, Hamburg 1915

GORDON, R.J.: Variations in Migration Rates. The Ovambo Case. Journal of Southern African Affairs 3, 1978, S. 261 - 294

GREEN, R.H.: Transition to What? Some Issues of Freedom and Necessity in Namibia. Development and Change 11, 1980, S. 419 - 453

- GREEN, R.; KILJUNEN, M.-L. & KILJUNEN, K. (Hrsg.): *Namibia. The Last Colony*. Harlow, Essex 1981
- JESKE, J.: *Verkehrsgeographische Strukturwandlungen im südlichen Afrika 1975 - 1980*. Arbeiten aus dem Inst. f. Afrika-Kunde 28, Hamburg 1981
- LEISTNER, E.; ESTERHUYSEN, P. & MALAN, T.: *Namibia/SWA Prospectus*. Pretoria 1980
- LESER, H.: *Wandlungen der bevölkerungs- und wirtschaftsgeographischen Verhältnisse in Südwestafrika im Lichte der historischen und politischen Entwicklung im südlichen Afrika*. Geogr. Zeitschr. 59, 1970, S. 198 - 213
- LESER, H.: *Südwestafrika. Eine geographische Landeskunde*. Wissenschaftliche Forschung in Südwestafrika, 14. Folge, Windhoek 1976
- MOORSOM, R.: *Underdevelopment, Contract Labour and Worker Consciousness in Namibia, 1915 - 1972*. *Journal of Southern African Studies* 4, 1977, S. 52 - 87
- OELHAFEN VON SCHÖLLENBACH, H.: *Die Besiedlung Deutsch-Südwestafrika bis zum Weltkriege*. Berlin 1926
- PENDLETON, W.C.: *Urbanization and Development in Namibia (South West Africa)*. In: OBUDHO, R.A. & EL-SHAKHS, S. (Hrsg.): *Development of Urban Systems in Africa*. New York 1979, S. 293 -302
- Population Census 1921, 1936, 1946, 1951 u. 1960*. Pretoria versch. Jahre
- Republiek van Suid-Afrika: Bevolkingsensus 6 Mei 1970*. Suidwes-Afrika. Geografiese Verspreiding van die Bevolking. Statistiese Nuusberig. Dep. van Statistiek 64, Pretoria 1971
- SIMON, D.: *Recent Trends in Namibian Urbanization*. *Tijdschrift voor Econ. en Soc. Geogr.* 73, 1982, S. 237-249
- SÖHNGE, G.: *Tsumeb. A Historical Sketch*. Windhoek 1967
- THOMAS, W.H.: *Economic Development in Namibia. Towards Acceptable Development Strategies for Independent Namibia*. *Entwicklung und Frieden*. Wiss. Reihe 18, München/Mainz 1978
- TÖTEMAYER, G.: *Namibia Old and New. Traditional and Modern Leaders in Ovamboland*. London 1978
- VOGEL, C.: *Bevölkerungsentwicklung und Bevölkerungsverteilung in Namibia/SWA seit dem Ende des 19. Jahrhunderts*. Staatsexamensarbeit. Bonn 1980
- VOLK, O.H.: *Botanische Grundlagen der Karakulhaltung in Südwestafrika*. *Journal SWA Wiss. Ges.* 24, Windhoek 1970, S. 59 - 68
- WIESE, B.: *Seaports and Port Cities of Southern Africa*. *Kölner Geogr. Arbeiten*. Sonderfolge: Beiträge zur Länderkunde Afrikas 11, Wiesbaden 1981

PROZESSTYPEN ALS ERGEBNIS RAUMWIRKSAMER
UNTERNEHMENSENTSCHEIDUNGEN.
EINE FALLSTUDIE AUS DER SPANISCHEN
NAHRUNGSMITTELINDUSTRIE.¹⁾

mit 4 Abbildungen

TONI BREUER

1. Einleitung

In der industriegeographischen Forschung wurde bisher vorwiegend die eher statische Standortlehre bemüht, um strukturelle oder sektorale Veränderungen im Industrieraum zu erklären. Seit den siebziger Jahren gewinnt aber auch der verhaltenstheoretische Ansatz zunehmend an Bedeutung. In diesem Zusammenhang gilt das geographische Interesse solchen Entscheidungsprozessen in den Unternehmen, die in ein raumwirksames Handeln münden. (Eine ausführliche Literaturübersicht zu diesem Ansatz gibt SCHAMP 1980.)

Soweit Untersuchungen zum industriellen Strukturwandel in entwickelten Industrieländern vorgenommen wurden, haben sie meist Verlagerungs- und Schrumpfungsvorgänge zum Inhalt, d.h. nicht selten einen industriellen Strukturwandel "im Sinne einer Entindustrialisierung" (BREUER, H. 1980, S. 233). Die im folgenden vorgestellte Fallstudie aus der Nahrungsmittelindustrie analysiert hingegen das Verhalten von Industriebetrieben in einer Phase wirtschaftlichen Wachstums.

Am Beispiel der Speiseöl-Erzeugung in Spanien²⁾ wird aufgezeigt, wie Industrieunternehmen auf eine veränderte Marktlage reagieren (im Sinne von "challenge and response") und inwieweit die dabei entwickelten "Wachstums- und

-
- 1) Dieser Beitrag wurde in gekürzter Form als Vortrag unter dem Titel "Typen von ölverarbeitenden Industrieunternehmen in Spanien und ihre unterschiedliche Bedeutung für die Ausweitung der nationalen Sonnenblumenproduktion" auf dem 43. Deutschen Geographentag in Mannheim 1981 gehalten. Der entsprechende Verhandlungsband enthält eine Zusammenfassung des Vortrags. (im Druck)
 - 2) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Consejo Superior de Investigaciones Científicas danke ich für die finanzielle Unterstützung zweier Forschungsreisen nach Andalusien im Sommer 1978 und 1979.

Überlebensstrategien" (SCHAMP 1979, S. 102) räumlich wirksam werden. Die Untersuchung ist vom Ansatz her qualitativ empirisch und verfolgt in erster Linie den "prozessualen Aspekt" (STEWIG 1974, S. 16). Sie beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Verhaltensweisen eines Teilzweiges der Nahrungsmittelindustrie, dessen Rahmenbedingungen für die Produktionsumstellung relativ einfach strukturiert sind. Dominant ist die Frage des Rohstoffes, der überwiegend von der inländischen Landwirtschaft produziert wird und dessen Bezugs- bzw. Lieferbedingungen im ganzen Land weitgehend ähnlich sind. Die einzelnen Verarbeitungsschritte sind unkompliziert und erfordern keine aufwendigen technischen Neuentwicklungen. Die Produkte werden in der Regel über bereits etablierte Verteilersisteme vermarktet.

Bei allen vorgestellten Beispielen handelt es sich nicht um Eigentümer-, sondern um Management-Unternehmen. Quantitative Parameter der Industrieunternehmen wie z.B. die Betriebsgröße waren für die verschiedenen Unternehmensstrategien von untergeordneter Bedeutung. Für die Umstellungsentscheidung hatten sie nur modifizierende Wirkung und sollen deshalb hier unberücksichtigt bleiben. Für eine befriedigende Erklärung der unterschiedlichen Unternehmensreaktionen sind vielmehr eher qualitative Merkmale und Rahmenbedingungen heranzuziehen. Auf der Basis solcher Kriterien lassen sich Typen von ölverarbeitenden Industrieunternehmen ausgliedern. Die unterschiedlichen Entscheidungen der verschiedenen Unternehmenstypen werden auch in unterschiedlichem Maße räumlich wirksam, d.h. die einzelnen Strategien münden in verschiedene Prozeßtypen. Indem die Prozeßtypen als räumlicher Ausdruck der Unternehmensentscheidungen von den Unternehmenstypen abgeleitet werden, behandelt dieser Beitrag eine kausal-genetische Fragestellung, in deren Mittelpunkt das "räumlich-ökonomische Verhalten der Unternehmer" steht. Das sind zwei Forderungen, die von OTREMBÀ und HOTTES auf dem Innsbrucker Geographentag erhoben worden sind.

2. Voraussetzungen für Umstellungen in der ölverarbeitenden Nahrungsmittelindustrie

Die maßgebende Voraussetzung für Umstellungen in der ölverarbeitenden Nahrungsmittelindustrie Spaniens war eine veränderte Nachfragestruktur bei Speiseölen.

Zum Verständnis sei darauf verwiesen, daß aus Oliven gepreßtes Öl ohne irgendwelche chemotechnischen Veredelungsprozesse unmittelbar verzehrt werden kann, während alle anderen pflanzlichen Öle aus Saaten gewonnen und raffiniert werden müssen, um genießbar zu sein.

1960 entfielen 70% des gesamten Speiseölkonzsums in Spanien auf Olivenöl aus nationaler Produktion. Die restlichen 30% waren Saatöle, die zum überwiegenden Teil aus importierten Soja-Bohnen gewonnen wurden und allgemein als

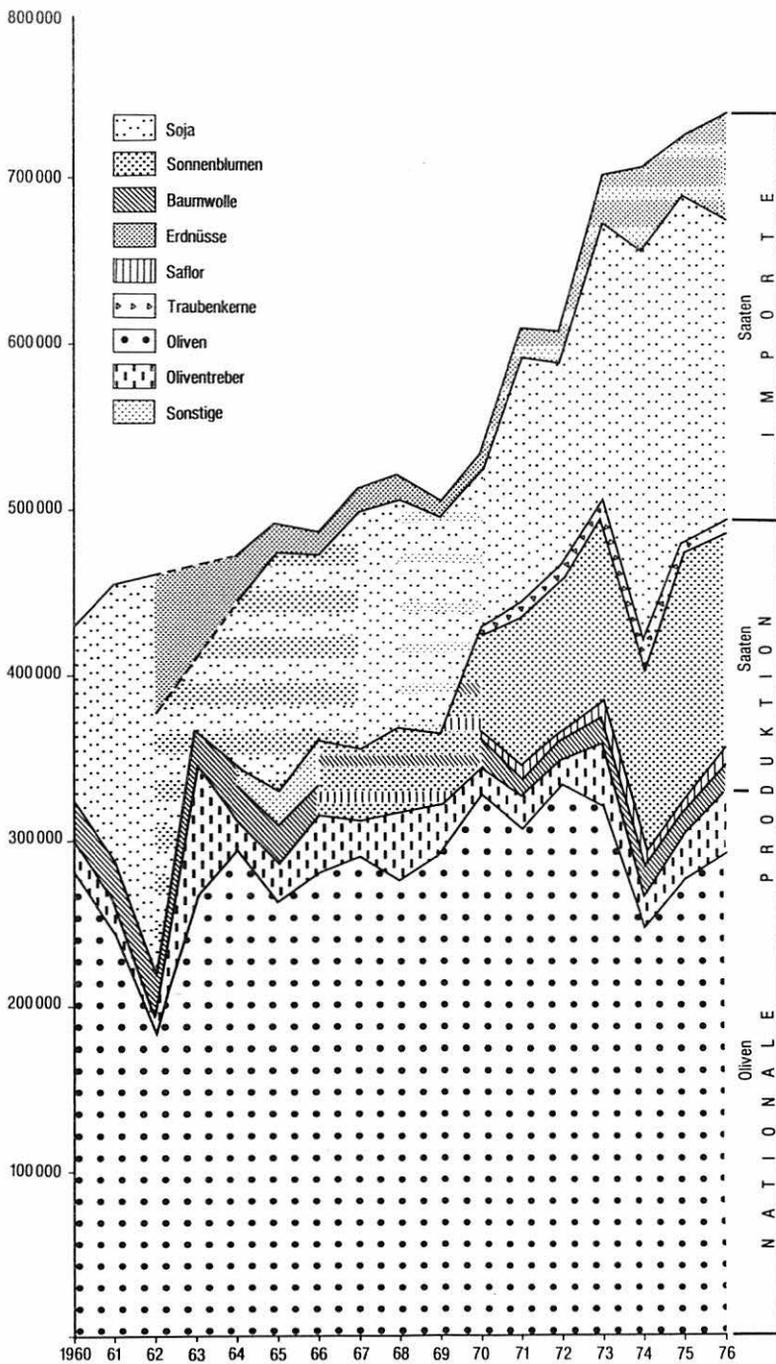


Abb. 1: Die Entwicklung des Speiseölkonsums in Spanien

minderwertig galten. Durch die Steigerung des Pro-Kopf-Verbrauchs von rd. 14,4 kg (1960) auf 20,6 kg (1976) blieb der Anteil des Olivenöls am Gesamtkonsum zwar absolut betrachtet konstant, ging aber relativ erheblich zurück (von 70% auf 45%) und verlor damit seine absolute Vormachtstellung (Abb. 1). Der gestiegene Verbrauch von Saatölen wurde in Spanien nur zum geringen Teil durch wachsende Importe gedeckt. Vielmehr konnte der Anteil der Saatöle aus nationaler Produktion erheblich gesteigert werden, und zwar von 5,6% im Jahre 1960 auf rd. 33% 1976. Den Beginn dieser Entwicklung markiert etwa das Jahr 1964. Bis dahin basierte die nationale Erzeugung von Saatölen ausschließlich auf Baumwoll-Kernen, die als Nebenprodukt der Faser-Produktion verwertet wurden. Inzwischen ist der Anteil solcher Baumwollkern-Öle absolut wie relativ unbedeutend geworden. Stattdessen weist die Aufschlüsselung der Verbrauchsstatistik für die siebziger Jahre bei den Saatölen aus nationaler Produktion zwei neue Ölpflanzen aus, nämlich Saflor (*carthamus spec.*) und Sonnenblumen (*helianthus annuus*). Davon stellten die letzteren 1975 bereits rd. 17,5% des gesamten spanischen Verbrauchs. Somit beruht der wachsende Konsum von Saatölen nahezu ausschließlich auf Sonnenblumenvarietäten, deren Anbau vor 1964 in Spanien praktisch unbekannt war (BREUER, T. 1980a).

Die politischen Rahmenbedingungen — und damit ist eine weitere Voraussetzung für die Umstellung in der Industrie angesprochen — förderten die einheimische Sonnenblumenproduktion, weil auf diese Weise Importe, die die Zahlungsbilanz des Staates belasten, vermieden werden konnten.

Als dritte Voraussetzung für die aktive Einflußnahme der ölverarbeitenden Industrieunternehmen auf die Rohstoffproduktion ist das Mittel der *Anbaukontrakte* zu nennen; denn die Sonnenblumen werden in Spanien im Rahmen eines Kontraktsystems angebaut. Vertragsanbau dieser Art wurde von MIKUS (1972) als räumliches Interaktionssystem begriffen und unter diesem Aspekt an drei Beispielen aus der "Nahrungswirtschaft" der Bundesrepublik analysiert. Der Sonnenblumen-Vertragsanbau ist in Spanien allerdings nicht primär aus einem gemeinsamen wirtschaftlichen Interesse von Industrie und Landwirtschaft entstanden. Vielmehr lag es im Interesse der ölverarbeitenden Industrie, in der Reaktion auf geänderte Konsumgewohnheiten eine sichere Rohstoff-Produktion im eigenen Land aufzubauen. In diesem Zusammenhang wurde der Vertragsanbau bewußt als wirtschaftlicher Anreiz für die landwirtschaftlichen Betriebe eingesetzt, um diesen die Entscheidung für eine neue Kultur zu erleichtern. Inzwischen umwirbt eine Vielzahl konkurrierender Industrieunternehmen die einzelnen landwirtschaftlichen Betriebe bei der Vergabe von Anbaukontrakten, so daß das wirtschaftliche Verhalten der Landwirtschaft im wesentlichen als Re-Aktion bewertet werden muß. Vertragspartner des jeweiligen Industrieunternehmens ist dabei nicht eine Produzenten-Genossenschaft oder eine ähnliche Organisation, sondern der landwirtschaftliche Einzelbetrieb.

Die Grundzüge der vertraglichen Bindungen der beiden ungleichen Partner sind im folgenden Deskriptionsschema dargelegt (Abb. 2).

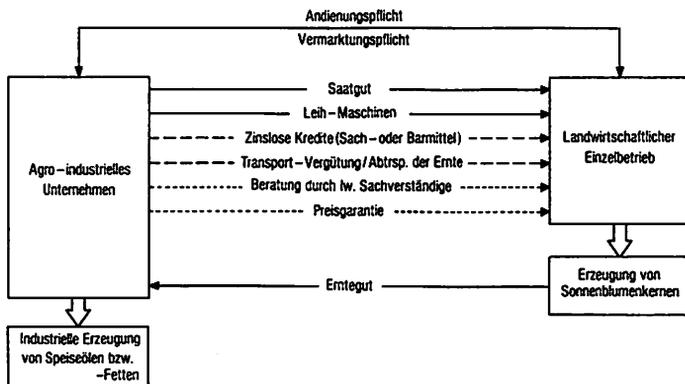


Abb. 2: Grundzüge vertraglicher Sonnenblumenproduktion in Spanien

3. Typen der an der Speiseöl-Erzeugung beteiligten Industrieunternehmen

Für eine Typisierung der an der Speiseöl-Erzeugung beteiligten Industrieunternehmen wurden folgende Merkmale herangezogen:

- die Art der ursprünglich verarbeiteten Rohstoffe
- die Herkunft der ursprünglich verarbeiteten Rohstoffe
- der bisherige Verarbeitungsgrad der ursprünglichen Produkte
- der Standort
- die rechtliche Form der Unternehmensorganisation.

Mit Hilfe dieser Kriterien lassen sich für Spanien drei Typen von ölverarbeitenden Industrieunternehmen unterscheiden:

Typ 1: Agro-industrielle Unternehmen, die traditionell einheimische Rohstoffe veredeln. Der Standort solcher Industrieanlagen liegt immer im Erzeugergebiet.

Es handelt sich um:

- a) Olivenöl-Hersteller (mit/ohne eigene(r) Abfüllung und Vermarktung des Endprodukts)
- b) baumwoll-verarbeitende Unternehmen, die neben der Faser-Produktion die Baumwoll-Kerne zur Ölgewinnung nutzen.

Nach der spanischen Unternehmungsverfassung gibt es dabei:

- b₁) Aktiengesellschaften mit überwiegend privaten Kapitalgebern, die bis 1962 ein staatlich konzessioniertes Monopol auf die Baumwoll-Verarbeitung besaßen
- b₂) genossenschaftlich organisierte, nach 1962 entstandene Unternehmen (ursprünglich Baumwoll-Erzeugergenossenschaften, die die Weiterverarbeitung ihrer Produkte selbst betrieben).

- Typ 2:** Agro-industrielle Unternehmen, die ursprünglich nur importierte Saaten verarbeitet haben. Firmenstandort ist in aller Regel eine der großen spanischen Metropolen, die ja gleichzeitig Konsumzentren und (mit Ausnahme von Madrid) sämtlich Hafenstandorte sind. (Die Typen 1 und 2 können, müssen aber nicht über eigene Raffinerien verfügen.)
- Typ 3:** Raffinerie-Unternehmen ohne eigene Öl-Gewinnungsanlagen, die verschiedene Pflanzenöle verarbeiten. Ihr Standort ist weitgehend unabhängig von der Herkunft der Roh-Öle. Sie verfügen in der Regel über eine eigene Abfüllung und vermarkten das Endprodukt unter ihrem Firmennamen.

Alle aufgeführten Unternehmenstypen verarbeiten inzwischen Sonnenblumen-Saaten zu Speiseölen, die Typen 1 und 2 schließen darüber hinaus Anbauverträge für Sonnenblumen mit den einzelnen Erzeugern ab.

Diese Kontakte sind ein wichtiges Instrument, um die Rohstoffversorgung von kurzfristigen Schwankungen befreien und darüber hinaus die optimale Auslastung der eigenen Verarbeitungskapazitäten vorausschauend steuern zu können. Vor allem aber versuchen die beteiligten Industrieunternehmen, auf diese Weise gleichzeitig ihre Produktions- bzw. Marktanteile bei der ständig expandierenden Nachfrage nach raffinierten Saatölen zu sichern bzw. zu steigern. Aufgrund ihrer verschiedenen unternehmensspezifischen Interessenlage haben die einzelnen Firmen-Typen bzw. -Untertypen dabei freilich sehr unterschiedliche Strategien verfolgt. Dies soll an vier Beispielen belegt werden.

4. Typen-spezifische Entscheidungsprozesse

Das erste Beispiel ist dem Typ 1a zuzuordnen. Die Firma KOIPE S.A., eine Aktiengesellschaft mit Sitz in der Provinz Jaén, dem bedeutendsten Olivenanbaugebiet Spaniens, besitzt in der Olivenöl-Herstellung eine lange Tradition; der Firmenname ist auf dem Konsumentenmarkt für Olivenöl eingeführt. Die Firmenleitung erkannte sehr früh den sich abzeichnenden Umschwung im Konsumverhalten. Um keine Marktanteile zu verlieren, entschloß man sich daher zur Verarbeitung von Saatölen. Zu diesem Zweck wurde unter geschickter Ausnutzung des bereits bekannten Markennamens für das eigene Olivenöl 1966 die Tochterfirma KOIPESOL S.A. gegründet. Noch im gleichen Jahr begann man mit dem Bau einer eigenen Raffinerie, der später eine weitere (ebenfalls am Firmensitz in Andujar) hinzugefügt wurde. Die Firma KOIPESOL baute anschließend ein Netz von Agenturen auf, die sich um Anbaukontrakte mit den landwirtschaftlichen Betrieben bemühten und gleichzeitig Silos anlegten, um das Erntegut im Erzeugergebiet zwischenlagern zu können, bis der Transport zu den zentralen Verarbeitungsanlagen in Andujar gewährleistet war. Mit Hilfe der Errichtungsdaten dieser Silos läßt sich die regionale Ausbreitung von KOIPESOL nachweisen (Abb. 3):

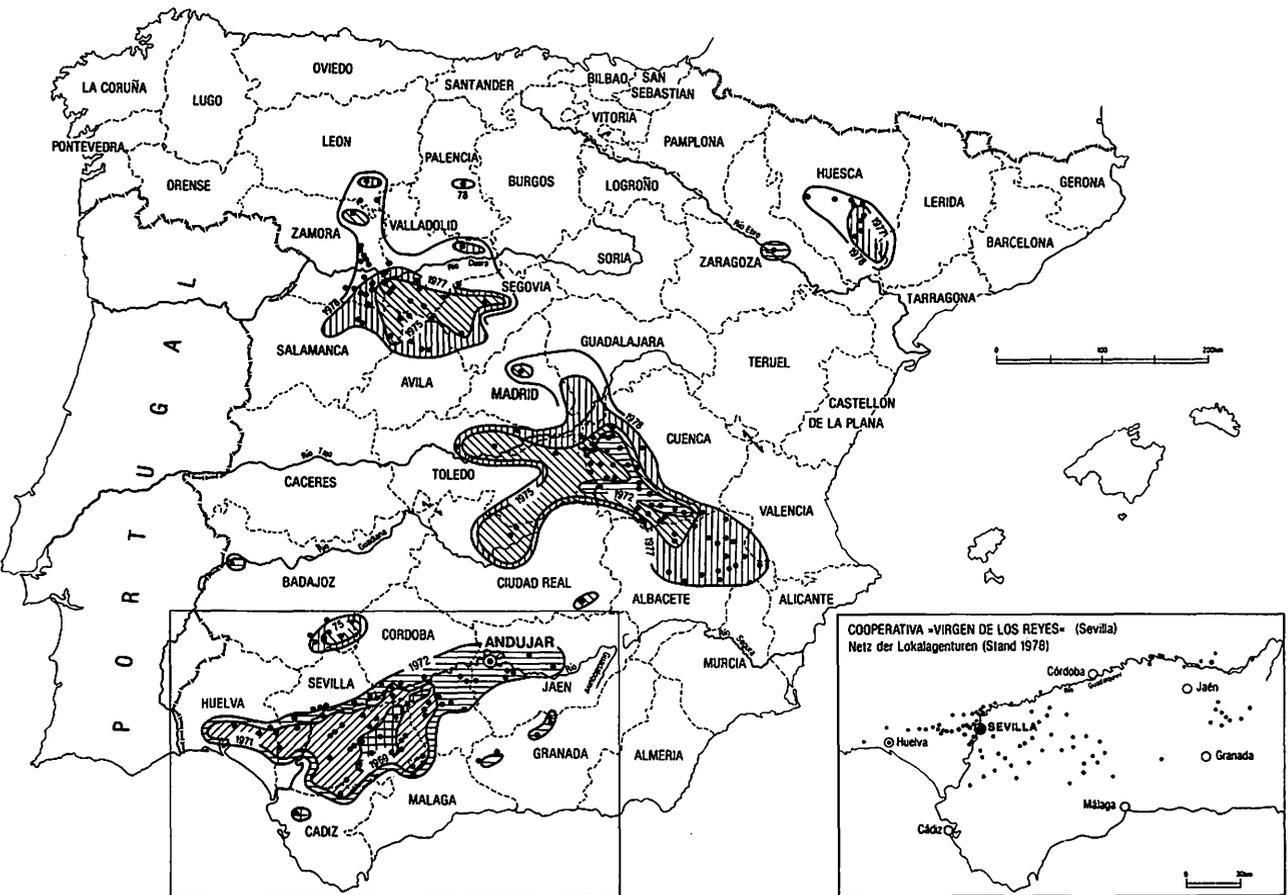


Abb. 3: Diffusion der Lokalgenturen der KOIPESOL S.A. mit Speichermöglichkeiten für Ölsaaten (Stand 1978)

Sie erfolgte prinzipiell von Süden nach Norden, aber mit unterschiedlichen regionalen Schwerpunkten. Weil mit dem Vertragsabschluß für Sonnenblumen auch die Belieferung der Produzenten mit Saatgut verbunden war, wickelte die Firma KOIPESOL zunächst ihre Kontrakte über Agenturen eines Saatgut-erzeugenden Unternehmens ab. Darüber hinaus nutzte man Geschäftsverbindungen aus dem Olivenölverkauf des Mutterunternehmens KOIPE zum Aufbau eines eigenen Agentennetzes. Auf diese Weise kommt die disperse regionale Verteilung der einzelnen Aktivitätszentren von KOIPESOL zustande.

Das nächste Beispiel bezieht sich auf ein Unternehmen des Typs 1b. Die Baumwollgenossenschaft "Virgen de los Reyes" wurde 1962 von Baumwollerezeugern in Sevilla gegründet, als das Monopol der Baumwollverarbeitung in der Region einiger weniger großer Unternehmen ausgelaufen war. Später konstituierten sich in den benachbarten Provinzen Córdoba und Cádiz ebenfalls entsprechende Genossenschaften. Die Startbedingungen der jungen Genossenschaft in Sevilla waren jedoch durch den raschen Preisverfall für Baumwolle beeinträchtigt, der 1963/64 einsetzte. Er mündete schließlich in die sog. "Baumwollkrise" und ließ den Baumwollanbau im Trockenfelddbau defizitär werden (vgl. BREUER, T. 1980b). Infolgedessen waren auch die beiden mechanischen Ölpresen, die man 1962 für die Ölerzeugung aus Baumwoll-Kernen installiert hatte, bald nicht mehr ausgelastet. In dieser Situation bot die Genossenschaft 1967 ihren Mitgliedern ersatzweise den Anbau von Sonnenblumen an, nachdem ein entsprechender Versuch mit Saflor im Jahr vorher mißlungen war. Der Sonnenblumenanbau erwies sich agrartechnisch als sehr einfach und fügte sich in die vorherrschende Anbaurotation ebenfalls problemlos ein. Infolgedessen konnte die Genossenschaft bereits 1969 zum ersten Mal und 1971 zum zweiten Mal ihre Verarbeitungskapazitäten um je eine zusätzliche Presse und eine chemotechnische Extraktionsanlage erweitern. Trotz dieser Maßnahmen war die Menge der angelieferten Öl-Saaten bis 1976 immer höher als die Kapazität der ölverarbeitenden Anlagen, so daß zusätzlich Silos auf dem Unternehmensgelände installiert werden mußten. Gleichzeitig erweiterte die Genossenschaft ihr Netz lokaler Beratungsagenturen und schloß Anbaukontrakte über Sonnenblumen auch mit Nicht-Mitgliedern ab. Schließlich beteiligte sie sich an einer kleinen Raffinerie, die sie heute in gemeinsamer Trägerschaft mit den bereits erwähnten Nachbar-Genossenschaften von Córdoba und Cádiz als Aktiengesellschaft betreibt (COREYSA). Das Endprodukt wird ebenfalls abgefüllt und unter dem Markennamen COREYSOL in den Handel gebracht. Der Produktionsumfang der Genossenschaft "Virgen de los Reyes" in Sevilla geht aber seit 1976 leicht zurück, eine Folge des Konkurrenzdrucks durch die anderen ölverarbeitenden Unternehmen.

Die unternehmensspezifischen Entscheidungen zur Steigerung der Sonnenblumen-Produktion bestanden also in der Umstellung auf die Verarbeitung von Sonnenblumen, um die Kapazität der bestehenden Maschinenanlagen auszulasten; ferner in einer sukzessiven Ausweitung der Kapazität der Anlagen einschließlich kurzfristiger Lagerhaltung sowie in der Beteiligung an einer kleineren

Raffinerie.

Das dritte Beispiel ist dem Unternehmenstyp 2 zuzurechnen. Die heutige Unternehmensgruppe SAFLOR hat ihre Wurzeln in der Firma EXIMTRADE mit Sitz in Madrid, die sich in erster Linie auf den Import von ölhaltigen Saaten und den späteren Export bzw. die Vermarktung der entsprechenden Fertigprodukte konzentriert. Das Interesse, gewisse importierte Ölsaaten wie z.B. Erdnußkerne in eigener Regie zu pressen, veranlaßte das Unternehmen, 1960 einen kleinen Familienbetrieb aufzukaufen, der in Herrera (Provinz Córdoba) eine Ölmühle betrieb. Wenig später bekam dieses erste Tochterunternehmen den werbewirksamen Namen PROGRASA. Etwa gleichzeitig erhielt die Firmenleitung in Madrid über eine Beteiligung an SEMILLAS PACIFICO, einem amerikanischen Unternehmen zur Züchtung von Sämereien, Zugang zu verschiedenen neu entwickelten Samenvarietäten von Ölsaaten, darunter auch Saflor und Sonnenblumen. Über die Firma PROGRASA in Córdoba wurden Proben dieses Saatgutes an verschiedene Großbetriebe der Region verteilt. Die überraschenden Erfolge vor allem mit Sonnenblumen ermutigten die PROGRASA in einer gezielten Kampagne den Erzeugern Sonnenblumen-Saatgut anzubieten. Zu diesem Zweck gründete man im März 1965 eine Zweigniederlassung (Verwaltungssitz) in Córdoba. Von dort aus wurden den Erzeugern im Umland Kontrakte für den Anbau von Sonnenblumen und Saflor angeboten. Der große wirtschaftliche Erfolg, den die PROGRASA mit Sonnenblumen hatte, ermöglichten der zentralen Firmenleitung in Madrid anschließend, in relativ rascher Folge weitere Firmen der ölverarbeitenden Branche aufzukaufen. Dazu zählte z.B. auch die Firma AGRISA aus Badajoz, die ursprünglich vorwiegend Baumwolle verarbeitete, durch die Baumwollkrise aber in Schwierigkeiten geraten war. In ähnlicher Weise wurde die Firma SAFFLOR S.A. aus Sevilla übernommen. Mit der Übernahme von Unternehmen konnte sich die Firmenzentrale in Madrid gleichzeitig auch der intakten, regional fixierten Geschäftsverbindungen der aufgekauften Unternehmen bedienen. Auf diese Weise erhielt EXIMTRADE schlagartig eine bedeutende Marktstellung in der Extremadura durch die Firma AGRISA (Badajoz), im südwestlichen Teil Niederandalusiens durch die Firma SAFFLOR S.A. (Sevilla) und im oberen Bereich der Guadalquivir-Niederung durch die PROGRASA (Córdoba). Als Fortsetzung dieser Strategie ist die Beteiligung an der Firma CECOSA anzusehen, die von Valladolid aus über gute Geschäftsbeziehungen in ganz Altkastilien verfügt (Abb. 4).

Damit erschöpft sich die Firmenstrategie jedoch keineswegs; denn gleichzeitig wurde die ehemalige Import-/Export-Handelsfirma auch strukturell umgestaltet. Aus der Beteiligung an SEMILLAS PACIFICO erwuchs das eigene Tochterunternehmen SEPASA, das heute Samenvarietäten ins In- und Ausland verkauft. In einem anderen, neu gegründeten Tochterunternehmen, wegen der Führungsvorteile ebenfalls in Sevilla angesiedelt (IPEASA), setzte das Unternehmen mit der Inbetriebnahme einer eigenen Raffinerie im Jahre 1978 den vorläufigen Schlußstein der strukturellen Firmenentwicklung.

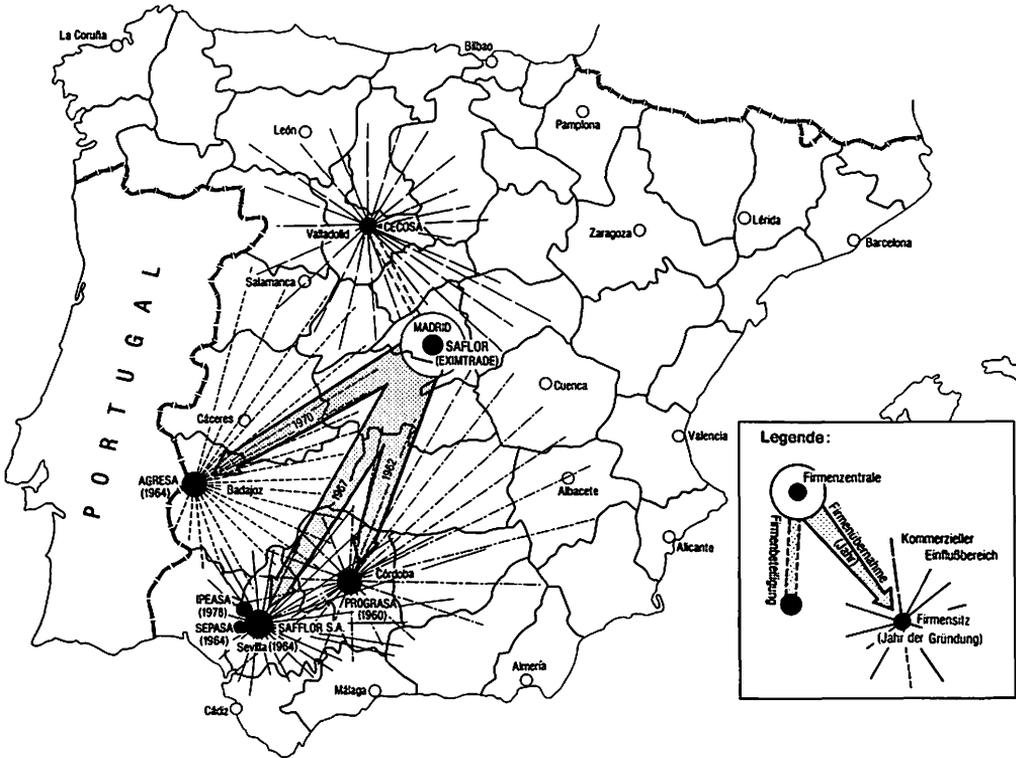


Abb. 4: Entwicklung der Firmengruppe "SAFLOR"

Die Unternehmensgruppe SAFLOR hat sich also im Unterschied zu den vorangegangenen Beispielen für die Strategie von Firmenaufkäufen entschieden, deren geographische Relevanz zuletzt von LEIGH/NORTH (1980) zusammenfassend dargestellt worden ist. Die Übernahmen waren wohlgedacht und verfolgten das Ziel, unter gleichzeitiger Erweiterung der eigenen Produktionstiefe regional zu expandieren.

Aus dem Spektrum der eingangs aufgeführten Firmen-Typen fehlt noch ein Beispiel für den Typ 3. Da die Raffinerien traditionell keine direkten Geschäftsverbindungen zu den Erzeugern im Inland hatten, unternahmen sie auch bislang keine Anstrengungen, über ein Netz eigener Agenturen mit Beratungsfachleuten direkten Einfluß auf die Erzeuger von Ölsaaten zu nehmen. Andererseits konnten ihnen die Umschichtungen im Bereich der ehemals nur ölpressenden Unternehmen nicht gleichgültig bleiben: weil sich nahezu alle Firmen entschlossen, ih-

re Rohöl auch selbst zu raffinieren und somit die Produktionskette bis zur eigenen Abfüllung und Vermarktung zu erweitern (vgl. die Beispiele 1-3), drohte die boom-artige Konsumzunahme von raffinierten Saat-Ölen an den traditionellen Raffinerien vorbeizugehen. Deshalb entschlossen sich zwei Raffinerien 1978 zu einer bemerkenswert aggressiven Strategie: Die Firmen ELOSUA und SALGADO, deren Markenname in Spanien gut bekannt ist, kauften über die eigens gegründete Tochtergesellschaft SEMOSA Sonnenblumen-Saaten zur Zeit der Ernte o h n e vorherige Abnahmeverträge direkt vom Feld auf, indem sie die ursprünglich vertraglich zwischen Erzeuger und einem anderen Unternehmen ausgehandelten Preise überboten. Das auf diese Weise aufgekaufte Saatgut ließ SEMOSA in zahlreichen kleineren Ölmühlen zu Rohöl pressen und anschließend in den Raffinerien von ELOSUA und SALGADO weiterverarbeiten. Insgesamt ist die Entwicklung aber noch zu jung, um schon räumliche Auswirkungen zeigen zu können.

5. Prozeßtypen als Ergebnis raumwirksamer Entscheidungen

An vier ausgewählten Beispielen habe ich zu zeigen versucht, daß verschiedene Typen ölverarbeitender Industrieunternehmen auf die veränderte Nachfragestruktur bei Speiseölen jeweils unterschiedlich reagiert haben. Mit einer Ausnahme sind diese Reaktionen auch bereits unmittelbar räumlich faßbar: Indem die einzelnen Unternehmenstypen sich bemühen, auf die Erzeugung der im Inland produzierten Rohstoffe (d.h. in unserem Falle: der Sonnenblumenkerne) Einfluß zu nehmen, stellt sich für das jeweilige Unternehmen die Frage einer regionalen Ausdehnung seiner Aktivitäten. Es bietet sich deshalb an, diese räumlichen Manifestationen der verschiedenen Firmenstrategien als "Prozeßtypen" zu bezeichnen.

Beginnen wir mit dem zweiten Beispiel, der Baumwollgenossenschaft in Sevilla: Die aus der Not geborene Verarbeitung von Sonnenblumen-Saatgut widersprach der ursprünglichen Intention der Firmengründung, die auf die Erzeugung und Verarbeitung von Baumwolle ausgerichtet war. Die Beteiligung an einer Raffinerie ermöglichte die Verarbeitung vom Rohstoff bis zum Endprodukt. Dies alles waren tiefgreifende strukturelle Veränderungen, die jedoch im Hinblick auf eine regionale Ausdehnung der Firmenaktivitäten keine Entsprechung gefunden haben. Vielmehr belegt das Netz der Beratungsagenturen der Genossenschaft (Abb. 3; Nebenkarte) den authochthonen Charakter und die relativ starre lokale Bindung der Genossenschaft an die Provinz Sevilla bzw. deren unmittelbare Nachbargebiete. Aufgrund der Unternehmensverfassung wurde eine regionale Ausweitung der Firmenaktivitäten entweder nicht angestrebt oder aber durch genossenschaftsspezifische Entscheidungsmechanismen verhindert (Schwerfälligkeit der Entscheidungsgremien, großes Gewicht einiger Einzelpersonlichkeiten unter den Mitgliedern, relativ geringe Kapitaldecke). Die Strategie der Genossenschaft

hat vielmehr darin bestanden, das bestehende Unternehmen strukturell den neuen Erfordernissen anzupassen, ohne gleichzeitig die eigenen Aktivitäten auch regional auszudehnen (z.B. um sich langfristig eine ausreichende Versorgung mit Rohstoffen zu sichern). Ich möchte diesen Prozeßtyp deshalb als *M u t a t i o n* bezeichnen. Die bisher vor allem in der angelsächsischen industriegeographischen Literatur verwendeten Bezeichnungen treffen diesen Bedeutungsinhalt nicht. Der Begriff der "internal expansion" ist z.B. nicht anwendbar, weil er ein Firmenwachstum voraussetzt ("internal expansion refers to growth", LLOYD/DICKEN 1977, S. 359). Das ist im vorliegenden Beispiel aber nicht gegeben.

Die Erweiterung des Produktionsprozesses bis zur Raffinerie und Flaschenabfüllung bedeutet eine strukturelle Umgestaltung, die durch den Begriff der "forward integration" wiedergegeben werden könnte. Die Umstrukturierung ist dabei aber nicht Ergebnis einer Wachstums-, sondern Ausdruck einer Überlebensstrategie, mit deren Hilfe das Unternehmen veränderten, d.h. hier ungünstigeren Marktverhältnissen zu begegnen sucht. Dies bringt der Begriff der *M u t a t i o n* treffender zum Ausdruck.

Im Gegensatz dazu steht das Verhalten der Firma KOIPE (Abb. 3). Aufbauend auf langjährigen Erfahrungen in der Speiseölverarbeitung und -vermarktung wurde über eine neugegründete Tochterfirma (KOIPESOL) unter Nutzung gewachsener Geschäftsverbindungen systematisch ein Netz von Agenturen aufgebaut, um die Erzeugung von Rohmaterial für die eigenen Verarbeitungsanlagen steuern zu können. Dabei ist der Aktions- bzw. Interessenbereich des Unternehmens offensichtlich nicht regional gebunden wie im vorhergehenden Beispiel, sondern erstreckt sich auf alle jene Teile des Landes, wo z.Z. Sonnenblumen angebaut werden. Aufgrund verschiedenster Geschäftsbedingungen haben sich dabei disperse regionale Schwerpunkte der Firmenaktivitäten entwickelt, die jedoch insgesamt auf eine räumliche Ausweitung zielen. Das Unternehmen hat es also nicht bei einer strukturellen Anpassung an die veränderte Nachfrage bewenden lassen, indem es für die Verarbeitung von Saatölen eine Tochtergesellschaft gründete und die Produktionskette um eine eigene Raffinerie erweiterte (also wiederum eine "forward integration"). Vielmehr hat es gleichzeitig regional expandiert, um bereits die Rohstoffherzeugung vor Ort beeinflussen und so die Auslastung der eigenen Verarbeitungsanlagen langfristig sichern zu können. Dieser Versuch einer zielgerichteten, flächenhaften Einflußnahme auf die landwirtschaftliche Produktion veranlaßt mich, den entsprechenden Prozeßtyp *I n f i l t r a t i o n* zu nennen.

Der Terminus der "external expansion" ist sehr viel unschärfer. Er setzt weder eine flächenhafte, räumliche Ausdehnung der Firmenaktivitäten voraus, noch kennzeichnet er die Art der unternehmerischen Expansion eindeutig. Meist wird er als Oberbegriff für Fusionen bzw. Firmenaufkäufe (-Übernahmen) benutzt ("merger"; "acquisition"). Dieser Sachverhalt ist aber im Falle der Fa. KOIPE nicht gegeben. Hier entschied man sich im Gegenteil für den beharrlichen Aufbau eines Kundenstammes von der Basis her, wobei die regionale Expansion

der Unternehmensaktivitäten ein entscheidendes Element darstellt. Deshalb ist der Begriff der Infiltration als Bezeichnung eines raumbezogenen Prozeßtyps den angelsächsischen Termini überlegen, weil er nicht nur die regionale Expansion, sondern auch die Art und Weise dieser Ausbreitung charakterisiert.

Ein weiterer Prozeßtyp läßt sich am Verhalten der Firmengruppe SAFLOR aufzeigen (= drittes Beispiel; vgl. Abb. 4). Dieses Unternehmen reagierte ebenfalls mit einer doppelten Strategie auf die zunehmende Nachfrage nach raffinierten Saatölen. Zum einen finden wir auch hier wieder eine strukturelle Unternehmensumgestaltung, indem durch branchenverwandte, ergänzende Neugründungen von Tochterfirmen die Voraussetzungen für eine vertikal geschlossene Produktionskette von der Saatguterzeugung bis zum fertigen Speiseöl geschaffen wurden. Insofern liegt hier ein gutes Beispiel für eine vertikale interne wie auch externe Expansion mit "forward" und mit "backward integration" vor. Gleichzeitig kann das Firmenverhalten aber auch als horizontale Acquisition bzw. Expansion bezeichnet werden, denn das Unternehmen expandierte durch die Firmenübernahmen bzw. durch die Gründung von Tochterunternehmen ja auch räumlich.

Dennoch kennzeichnen diese Begriffe die Art der regionalen Expansion nur unzulänglich. Durch gezielte Beteiligung bzw. Übernahme etablierter Unternehmen konnte die zentrale Firmenleitung von SAFLOR schlagartig über die gewachsenen Geschäftsbeziehungen der aufgekauften Unternehmen verfügen. Sie hatte sich damit gleichzeitig jeweils verschiedene regionale Einflußmöglichkeiten auf die landwirtschaftliche Rohstoffproduktion bzw. verschiedene regionale Märkte erschlossen. Im Gegensatz zur langsamen, flächenhaft kontinuierlichen Eroberung eines Marktes erfolgt diese Art der Expansion also raum-zeitlich sprunghaft und entbehrt dabei auch nicht einer gewissen Aggressivität. Als Prozeßtyp wird dieses Firmenverhalten deshalb am besten durch den Begriff der **O k k u p a t i o n** charakterisiert.

Die Begriffe "Mutation — Infiltration — Okkupation" beschreiben somit nicht allein unternehmensinterne Umstrukturierungen, sondern als Prozeßtypen den Grad und die Art **r a u m w i r k s a m e r** Firmenaktivitäten. Alle drei Prozeßtypen sind das Ergebnis von Unternehmensentscheidungen, die durch eine veränderte Nachfragestruktur ausgelöst wurden. Die Unterschiedlichkeit der Prozeßtypen erklärt sich aufgrund der spezifischen Interessenlage der beteiligten Firmen. Diese Interessenlage sollte durch eine Typisierung der Unternehmen zum Ausdruck gebracht werden.

Summary

Classification of spatial processes ("Process-Types") as a Result of Industrial Enterprise Decisions: A Case Study from the Spanish Food Industry.

This case study from the Spanish food industry uses the behavioral approach to industrial geography. Using the example of cooking oil production in Spain, it is shown how industrial enterprises react to a changing market, and to what extent the strategies they have developed have spatial consequences. In the first part of the article the selected industrial plants are classified so that their different interests can be clarified. The specific interests of industrial classes of enterprises show up in different survival as well as growth strategies. As far as these strategies have spatial consequences they are called "Process-Types". These, in turn, are linked to the different decisions of the industrial plant management in an interdependent relationship. For individual cases, the "Process-Types" 'Mutation', 'Infiltration' and 'Occupation' are suggested and these classes are then discussed.

Resumen

La clasificación de los procesos espaciales ("Prozess-Typen") como resultado de decisiones empresariales con trascendencia espacial. El ejemplo de la industria alimenticia española.

El trabajo que se presenta aquí estudia la industria alimenticia española, aplicando el enfoque conductista a la geografía industrial. Tomando como ejemplo la producción de aceite comestible en España, se muestra cómo reaccionan los empresarios industriales a una modificación de la situación del mercado y hasta qué punto tienen una trascendencia espacial las estrategias que se adoptan al respecto. En primer lugar, se señala una tipología de los empresarios con el fin de dejar claro su multiplicidad de intereses, pues estos intereses específicos de los diversos tipos de empresarios se plasman en diferentes estrategias de crecimiento o de supervivencia. A continuación se indica cómo, una vez que estas estrategias han tenido una trascendencia espacial, surgen tipos de procesos que representan a diferentes clases de actividades empresariales. Finalmente, y en base a una serie de casos concretos, se apuntan una serie de características de los tipos de procesos denominados "mutación", "infiltración" y "ocupación", discutiéndose también una serie de conceptos relacionados con los mismos.

Literatur

- BREUER, H. (1980): Ersatz und Ersetzbarkeit von Industrie als raumwirksame Aufgabe. In: Methoden und Feldforschung in der Industriegeographie. Hrsg. v. W. GAEBE u. K. HOTTES. (Mannheimer Geogr. Arbeiten 7) S. 233-248.
- BREUER, T. (1980a): Speiseöl-Produktion und Sonnenblumenanbau in Spanien. In: Zs. f. Wirtschaftsgeogr. 24. Jg., S. 177-180.
- BREUER, T. (1980b): Untersuchungen zur Adoption des Sonnenblumenanbaus in Niederandalusien (Spanien). In: Beiträge zur Geographie des Mittelmeerraumes. Hrsg. v. A. GERSTENHAUER u. K. ROTHER. (Düsseldorfer Geogr. Schriften 15) S. 69-87.
- HOTTES, K. (1976): Leitlinien künftiger industriegeographischer Forschung. In: 40. Dt. Geographentag Innsbruck. Tagungsbericht u. wiss. Abh., S. 175-177.
- JUAN I FENOLLAR, R. (1978): La formación de la Agroindustria en España 1960-1970. Madrid (Min. Agricult. Ser. Estudios).
- LEIGH, R./NORTH, D.J. (1980): Industrial takeovers, spatial change, and regional development. In: Case studies in Industrial Geography. Ed. K. HOTTES, F.E.I. HAMILTON. (Bochumer Geogr. Arbeiten 39) S. 34-42.
- LLOYD, P.E./DICKEN, P. (1977²): Location in space. A theoretical approach to economic geography. London u.a.

- MAERGOIZ, I.M. (1967): Fragen der Typologie in der Ökonomischen Geographie. In: *Peterm. Mitt.* 111. Jg., S. 161-178.
- MIKUS, W. (1972): Beispiele zu räumlichen Interaktionssystemen in der Nahrungswirtschaft der Bundesrepublik Deutschland. In: *Ber. z. dt. Landeskd.* 46., S. 223-240.
- OTREMB, E. (1976): Einführung in die Vortragssitzung "Industriegeographie". In: 40. Dt. Geographentag Innsbruck. Tagungsbericht u. wiss. Abh., S. 121-123.
- SCHAMP, E.W. (1979): Unternehmenstypen und räumliche Industrialisierung in Entwicklungsländern. Am Beispiel Kameruns. In: *Geogr. Rundschau* 31., S. 102-108.
- SCHAMP, E.W. (1980): Im Blickpunkt: Industriegeographie. In: *Geolit.*, 4. Jg., S. 99-105.
- STEWIG, R. (1974): Industrialisierungsprozesse als Forschungs- und Lehrgegenstand der Hochschul- und Schulgeographie. In: *Beiheft Geogr. Rundschau* 3/74., S. 15-23.
- TOYNE, P. (1974): *Organisation, Location and Behaviour. Decision-making in Economic Geography.* London u.a.

DIE ANFÄNGE DER BEWÄSSERUNGSWIRTSCHAFT IM VORSPANISCHEN PERÚ UND DAS CHAVIN-PROBLEM *

mit 6 Figuren und 5 Bildern

WINFRIED GOLTE

Der Entfaltung von Hochkulturen im vorspanischen Perú geht zwischen etwa 2.500 und 400 v. Chr. ein als 'formativ' bezeichneter Prozeß voraus, der durch eine Serie bedeutsamer Neuerungen auf allen Lebensgebieten gekennzeichnet ist. Mit diesem Prozeß vollzieht sich der Übergang vom nomadisierenden Sammler- und Jägertum zu einer im wesentlichen auf Ackerbau mit künstlicher Bewässerung beruhenden sesshaften Lebensweise. In Zusammenhang damit erscheinen als wichtige Errungenschaften der materiellen Kultur eine Reihe von Kulturpflanzen, die Töpferei, eine Wohn- und öffentlichen Zwecken dienende Architektur in festen Siedlungen, sowie Textil- und Metallbearbeitung. Nicht zuletzt aber gehen mit diesem Prozeß entscheidende Veränderungen im Zusammenleben der Menschen einher: aus egalitären Gesellschaften werden Klassengesellschaften.

Seinen archäologisch eindrucksvollsten Niederschlag hat der grundlegende Wandel der Lebensweise in neuen religiösen Formen gefunden, die für uns in kultischen Bauten und Anlagen, rituellen Darstellungen in Stein, Keramik, Adobe, Metall und anderen Materialien, sowie in den Bestattungssitten greifbar werden. Die Zeichen religiös-kultischer Betätigung nehmen im Verlaufe des formativen Prozesses immer mehr zu. Mit der Intensivierung der Kulte kam es in den Jahrhunderten um 1.000 v. Chr. zu einer weitgehenden Homogenisierung der stilistischen Ausdrucksformen. Man hat diese Zeit einmal als 'Cultist Period' (BEN-

* Meine Beschäftigung mit den andinen Hochkulturen begann in jener Zeit, als ich bei Prof. Hermann Trimborn im Nebenfach Altamerikanistik und Völkerkunde studierte. Als ich nach einem dort gehaltenen Seminarreferat über die künstliche Bewässerung im alten Perú an Herrn Prof. Lauer mit dem Wunsche herantrat, über dieses Thema meine Staatsexamensarbeit in der Geographie zu schreiben, stimmte er freundlich zu und hat mein Interesse weiter gefördert. Die vorliegende Arbeit über ein Problem, das mich schon im damaligen Zusammenhang (GOLTE 1967) beschäftigte, sei ihm daher in Dankbarkeit gewidmet.

Für freundliche Hinweise danke ich Herrn Prof. Dr. U. Oberem und Frau Dr. R. Hartmann in Bonn, sowie meinem Bruder Prof. Dr. J. Golte in Berlin.

NETT & BIRD 1949: 123) bezeichnet. Sie wurde jedoch bekannter unter der Stilbezeichnung 'Chavín' (vgl. WILLEY 1951). Die namengebende Ruinenstätte Chavín de Huántar (Fig. 6) liegt in 3.135 m Höhe auf der Ostseite der Cordillera Blanca im Tal des Río Mosna, eines Nebenflusses des Río Marañón. Der Chavín-Stil gilt als erster 'panperuanischer' Stilhorizont und wird in der archäologischen Chronologie als 'Early Horizon' geführt (vgl. z.B. LANNING 1967: 26; RAVINES 1982: 130). Mit der maximalen Diffusion und Homogenisierung des Chavín-Kults im Early Horizon gipfelt eine Entwicklung, deren Vorformen bereits im späten Präkeramikum erscheinen, und deren Frühformen sich in der initialen Periode der Keramik finden. Bei meinen Darlegungen verwende ich folgenden chronologischen Rahmen (LANNING 1927: 26f., Jahresangaben nach MACNEISH et alii 1975: 8):

Early Horizon	1050 - 400 v. Chr.
Initial Period	1750 - 1050 v. Chr.
Preceramic VI	2500 - 1750 v. Chr.

Es war der peruanische Archäologe Julio C. TELLO (1943; 1960), der als erster die innere Zusammengehörigkeit der im nördlichen Hochland, sowie an der nördlichen und mittleren Küste Perús verstreuten Manifestationen des Chavín-Stils erkannte. Er deutete sie als Ausläufer einer einheitlichen Kultur, die sich aus dem nördlichen Hochland in die Küstentäler hinein verbreitet habe, deren eigentlicher Ursprung aber in den östlichen Tiefländern zu suchen sei. Demgegenüber konnte Gordon R. WILLEY (1951) zeigen, daß angesichts zahlreicher regionaler Unterschiede von einer einheitlichen Chavín-"Kultur" nicht die Rede sein kann, sondern daß es sich um verstreute Manifestationen eines rasch sich ausbreitenden religiösen Kults handelt. Dieser Auffassung neigen heute die Mehrzahl der Autoren (vgl. z.B. TRIMBORN 1961: 129 ff.; ROWE 1962; LANNING 1967: 96 ff.; PATTERSON 1971; MACERA 1978: 31 ff.; RAVINES 1982: 134 ff.) zu. Im Mittelpunkt des Kultes steht eine eigentümlich mensch-tiergestaltige, im Jaguar oder Puma verkörperte und vor allem mit deren furchterregenden Attributen (Raffzähnen und Krallen) ausgestattete Gottheit, der als Trabanten Schlangen und Raubvögel (Kondor, Adler?) zugeordnet sind. (Bilder 1 u. 3).

Die Vorstellung, daß die Ausbreitung des Chavín-Kults von der Landnahme einer herrschenden Schicht, wenn nicht gar einer Reichsbildung getragen worden sein könnte, wie sie etwa H. TRIMBORN (1973: 72) äußerte, hat sich angesichts des angewachsenen archäologischen Fundtatbestandes nicht durchsetzen können. Auch TELLO's Annahme einer zeitlichen Priorität des Hochlandes gegenüber der Küste bei der Ausbreitung des Chavín-Stils ist durch die neuere Forschung, insbesondere durch ¹⁴C-Daten (vgl. u.a. BURGER 1981; RAVINES 1982: 156 ff.), der Boden entzogen worden. Alles deutet darauf hin, daß die vorübergehende kulturelle Vereinheitlichung großer Teile des nördlichen und zentralen Perú im Zeichen des Chavín-Kultes überhaupt nicht als von einem einzigen Ursprungsherd sich ausbreitendes Bündel originaler Ausdrucksformen zu verstehen ist, sondern als eine "eklektische Synthese" von mehreren regionalen Eliten (vgl. RAVINES 1982: 135).

Trotz des inzwischen erheblich vermehrten altertumskundlichen Materials und der Klärung wichtiger Einzelfragen bleibt aber das Chavín-Problem im ganzen ungelöst. Was war der Chavín-Kult? Warum konnte er in den betreffenden Gebieten entstehen und in kurzer Zeit zum alles bestimmenden Faktor werden? Welche Bedeutung hat er für die vorspanische Kulturentwicklung Perús insgesamt?

Wenn im folgenden versucht werden soll, das Chavín-Problem aus geographischer und allgemein naturwissenschaftlicher Sicht einer Lösung näherzubringen, so geschieht dies in der Überzeugung, daß auch die Religion, d.h. die Beziehung des Menschen zu überirdischen und übernatürlichen Kräften, an die in Raum und Zeit wechselnde Umwelt gebunden bleibt und folglich innerhalb des gesamten Wirkungsgefüges natürlicher und kulturell-wirtschaftlich-sozialer Faktoren gesehen werden muß (vgl. LEICHT 1957: 79 ff.; TROLL 1975). In der zum Chavín-Komplex führenden Entwicklung kommt, wie zu zeigen sein wird, aufgrund der natürlichen Gegebenheiten im Hochland wie an der Küste dem Übergang zur Bewässerungswirtschaft eine Schlüsselrolle zu.

Die physisch-geographischen Grundlagen

Das Verbreitungsgebiet des Chavín-Kultes gehört zum nördlichen Teil der Puna-Anden (Fig. 1), die sich von den ecuadorianisch-kolumbianischen Páramo-Anden in klimatischer Hinsicht vor allem durch die markante Asymmetrie der Gebirgsflanken unterscheiden (vgl. TROLL 1943). Der ganzjährig feuchten Ostflanke steht auf der Westseite die aride Zone (REPARAZ 1958) gegenüber. Die extreme Trockenheit der Küstenwüste wird gleichermaßen durch die abschirmende Wirkung der Gebirgsmauer wie durch die stabilisierende Wirkung des Humboldtstromes hervorgerufen. Der Hauptteil des Gebirges hat ein wechselfeuchtes Klima, wobei die in seiner Längsrichtung verlaufenden Täler des mittleren Marañón, des Alto Huallaga und auch das Hochtal des Santa (Callejón de Huaylas) umso mehr unter der Leewirkung der Gebirgskämme und also unter Trockenheit leiden, je tiefer sie eingeschnitten sind. Auf den Talgründen insbesondere des Marañón und des Huallaga herrschen wüstenähnliche, an die Küste erinnernde Verhältnisse. Hier, in Höhen zwischen etwa 1.500 und 2.300 m ist Anbau nur mit Hilfe künstlicher Bewässerung möglich (vgl. TROLL 1930: 360). Während entlang dem steil eingeschnittenen Tal des oberen Marañón ackerfähiges Land sich im wesentlichen auf die Schotterterrassen an den Einmündungen von Seitentälern beschränkt, bietet der Alto Huallaga mit dem Becken von Huánuco, das mit seinen breiten, heute von Zuckerrohr, Bananen, Zitrusfrüchten etc. eingenommenen Talböden (um 2.000 m) und trockenem, von Kakteen, Dornsträuchern usw. bewachsenen Hängen wie ein Stück Küstenoase im Hochland anmutet, ausgedehnten Raum für eine Bewässerungswirtschaft. Aufgrund ihrer noch verhältnismäßig geringen Höhe teilen diese innerandinen Täler mit den Küstentälern auch die Möglichkeit lohnenden Maisanbaus.

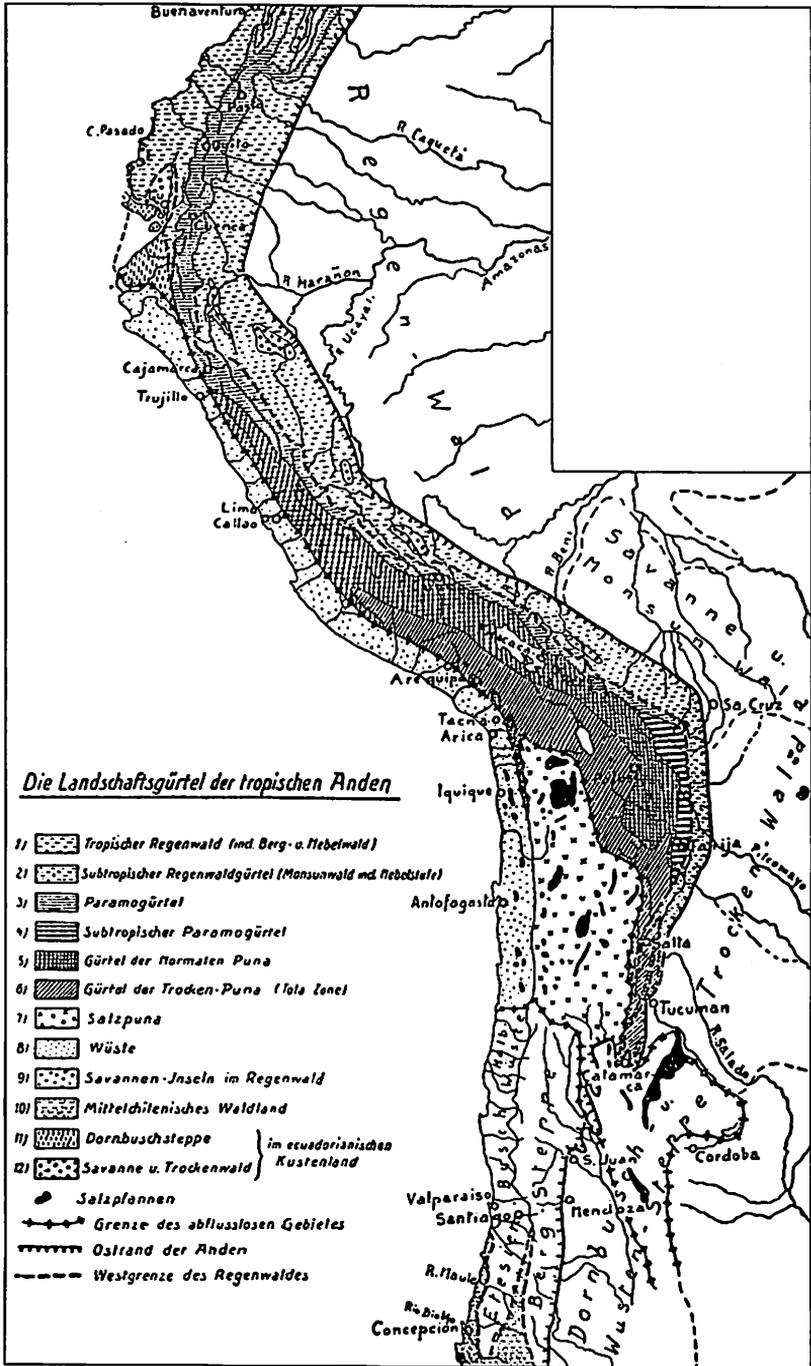


Fig. 1: Die Landschaftsgürtel der tropischen Anden (aus: TROLL 1943, S. 109)

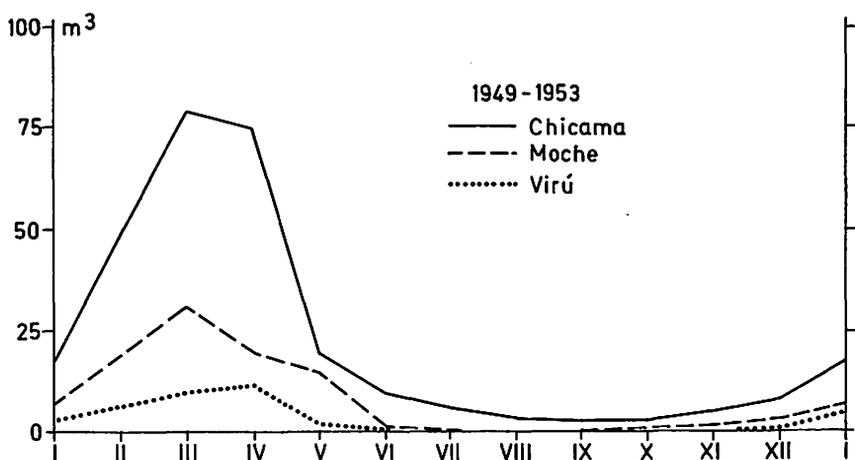


Fig. 2: Monatsmittel der Wasserführung der Flüsse Chicama, Moche und Virú (nach G. de REPARAZ)

Entsprechend dem Gang der Niederschläge im Hochland, haben sowohl die zum Amazonas-System, als auch die zum Pazifik hin entwässernden und dabei die Wüste querenden Flüsse ein ausgeprägt jahreszeitliches Regime. Eine genaue Analyse des Abflußregimes der Küstenflüsse (Fig. 2) verdanken wir G. de REPARAZ (1958: 32 ff.). Die Regenzeit im Südsommer läßt die Flüsse — Maximum in den Monaten Januar bis März — kurze Zeit stark anschwellen, während sie in den übrigen Monaten fast oder ganz austrocknen. Zu den jahreszeitlichen Schwankungen gesellen sich, wie das Beispiel der Flüsse Casma und Chillón (Fig. 3) zeigen möge, erhebliche Schwankungen der Abflußmengen von Jahr zu Jahr.

Zwei Faktoren bestimmen im wesentlichen das jeweilige agrarische Potential der Täler, zum einen ihre orographisch-morphologische Anlage im Bereich der Küstenwüste, zum anderen Lage, Größe und Beschaffenheit ihres Einzugsgebietes. Vor allem aus dem erstgenannten Faktor ergeben sich entscheidende Vorteile für die Täler des zentralen und nördlichen Küstenabschnittes von Chicama bis Cañete, in dem sich frühzeitig der Übergang zum Ackerbau vollzogen und auf dieser Grundlage der Komplex des Küsten-Chavín entwickelt hat. Doch empfiehlt es sich, diese Vorteile erst im späteren Begründungszusammenhang anzuführen.

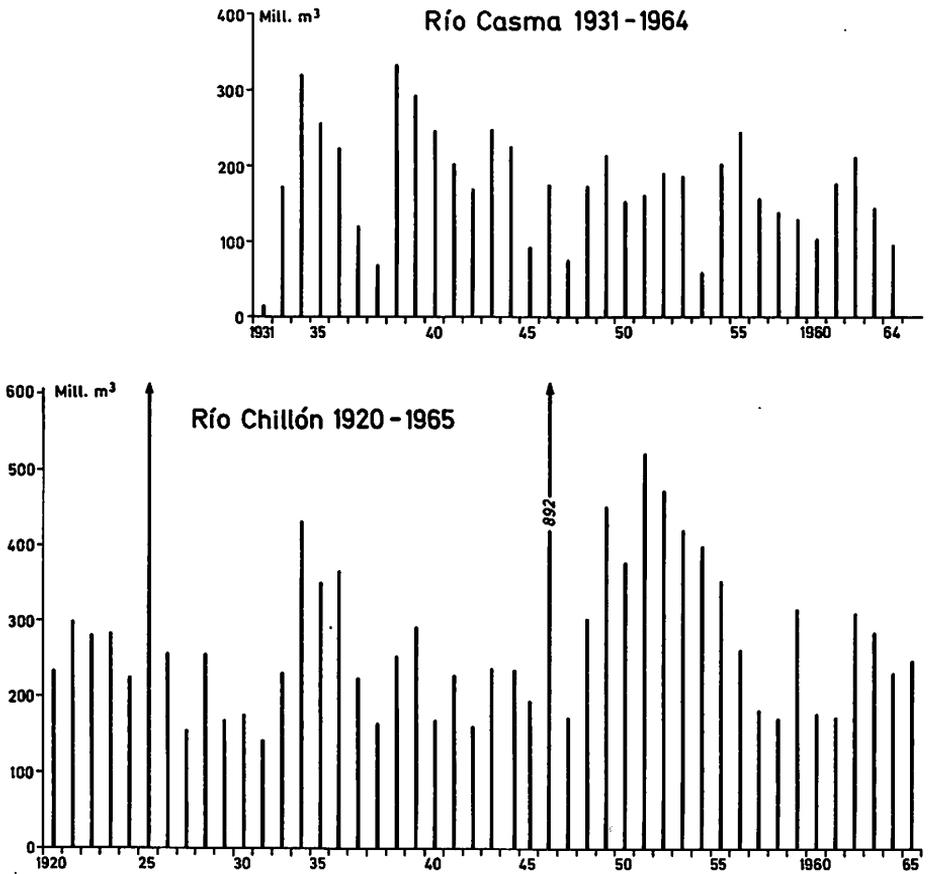


Fig. 3: Jährliche Abflußmengen der Flüsse Casma (1931-64) und Chillón (1920-65) in Mill. m³ (Zahlenangaben aus: Aguas de Regadío, No. 5, Vol. I, Lima 1965)

Vom Überschwemmungs- zum Bewässerungsfeldbau: die agrarisch-maritime Wirtschaft an der Küste während des 'Preceramic VI' und der 'Initial Period'

a. Die Entwicklung während des 'Preceramic VI' (2500 - 1750 v. Chr.)

Schon bald nach dem Ende der letzten Eiszeit (ca. 7.000 v. Chr.) ist an der Zentralküste Perús eine nomadisierende Bevölkerung nachweisbar, die im Winter vegetabile und tierische Nahrung aus den Lomas, d.h. den unter dem Einfluß der Küstennebel stehenden Zonen, bezog (LANNING 1967: 48). Ausgelöst möglicherweise durch eine fortschreitende Austrocknung der Lomas, wird zwischen etwa 2500 und 1750 v. Chr. (= "Preceramic VI" n. LANNING 1967: 26, "Cotton Preceramic" n. MOSELEY 1975: 35) diese sammlerisch-jägerische Lebensweise durch eine sesshafte Lebensweise abgelöst. Vielerorts an der Küste entstehen Dauersiedlungen (Fig. 4) mit für öffentliche Zwecke bestimmten Anlagen und Bauten, insbesondere Pyramiden- und Tempelkomplexen. Nach LANNING (1967: 74) ist diese Zeit durch geradezu explosive, mit einer raschen Bevölkerungszunahme einhergehende Veränderungen gekennzeichnet. Die Größe der Siedlungen, bauliche Anlagen, handwerkliche Erzeugnisse und die unterschiedliche Art der Bestatungen deuten auf eine zunehmende soziale Differenzierung und eine erstarkende öffentliche Gewalt hin. Die mittlere Bevölkerungszahl der Siedlungen wird auf 330 veranschlagt (LANNING 1967: 64). Doch dürften die größten unter ihnen, wie Las Haldas, Culebras 1 und El Paraiso (= Chuquitanta) diese Zahl weit übertroffen haben. Für das einige Kilometer oberhalb der Mündung des Río Chillón gelegene El Paraiso, den bei weitem größten präkeramischen Ruinenkomplex im Andenraum, werden etwa 1.500 - 3.000 Bewohner angenommen (ENGEL 1967: 58; vgl. auch MOSELEY 1975: 96 ff.). In dem dortigen Mauerwerk wurden 100.000 t gebrochener Steine verbaut.

Charakteristisch für diese präkeramischen Siedlungen sind riesige, weit überwiegend aus den Resten von Meerestieren (Muscheln, Krebsen, Fischgräten, Knochen von Seevögeln und Seehunden) bestehende Abfallhaufen. Pflanzliche Reste spielen demgegenüber eine ganz untergeordnete Rolle. Diese Tatsachen veranlassen LANNING (1967: 59) zu der Annahme, die Träger jener Siedlungen seien — ein angesichts ihrer bereits relativ fortgeschrittenen Entwicklung überraschender Befund — nicht in erster Linie Bauern, sondern Fischer und Sammler von Meerestieren gewesen. MOSELEY (1975) hat diese These weiter zu der Theorie ausgebaut, daß entgegen allen Erfahrungen in anderen Gebieten der Erde die peruanische Küstenzivilisation, bedingt durch die hohe Produktivität der kalten Meeresströmung (vgl. SCHWEIGGER 1964), zunächst auf einer "maritimen" Grundlage entstanden sei. Später habe dann die Umstellung von der maritimen auf die agrarische Ernährungsgrundlage nur deshalb so rasch vollzogen werden können, weil die Küstenbevölkerung durch ihre auf der "überaus produktiven" maritimen Basis erreichte Sesshaftigkeit, Bevölkerungsdichte und sozialen Organisationsformen für die Bewässerungslandwirtschaft "praeadaptiert" gewesen sei (MOSELEY 1975: 111 f.).

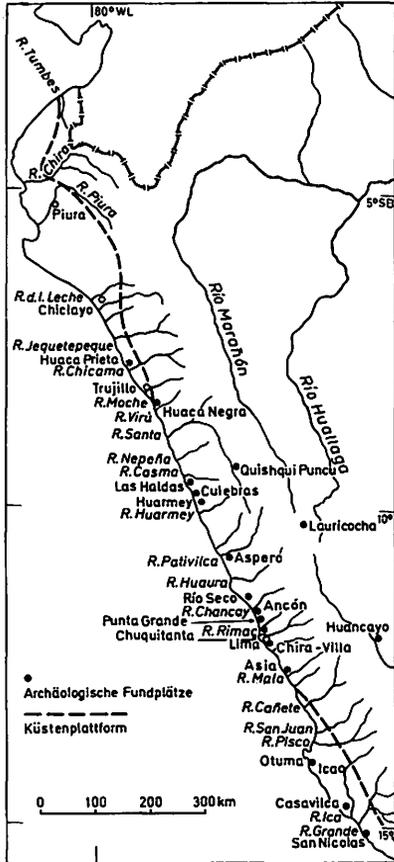


Fig. 4: Archäologische Fundplätze (Siedlungen) der Präkeramischen Periode VI (2500-1750 v. Chr.) (nach LANNING 1967 und RAYMOND 1981)

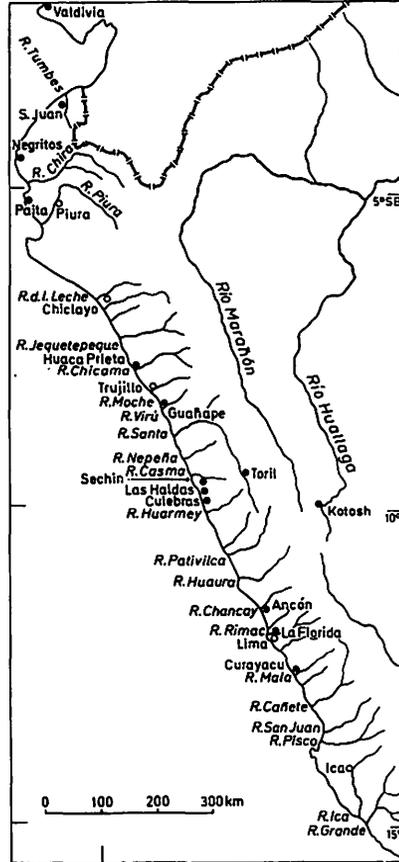


Fig. 5: Archäologische Fundplätze (Siedlungen bzw. Zeremonialzentren) der Initialen Periode (1750-1050 v. Chr.) (nach LANNING)

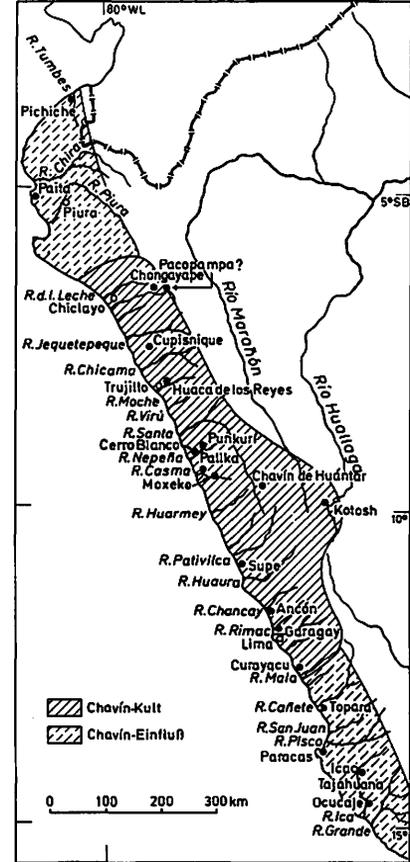


Fig. 6: Zentren und Ausbreitungsgebiet des Chavin-Kults im Early Horizon (1050-400 v. Chr.) (nach verschiedenen Quellen)

MOSELEYS Theorie ist jüngst durch zwei unabhängig voneinander entstandene Arbeiten (RAYMOND 1981; WILSON 1981) in überzeugender Form widerlegt worden. WILSON (S. 98 ff.) stellt vor allem das in unregelmäßigen Abständen von 6 - 34 Jahren auftretende El Niño-Phänomen, das die Produktivität des Meeres monatelang drastisch absinken läßt, als limitierenden Faktor des Bevölkerungswachstums heraus, während RAYMOND besonders darauf aufmerksam macht, daß der archäologische Befund wegen der größeren Vergänglichkeit pflanzlicher Reste und der späteren Überformung der Täler durch die Kanalbewässerung unvermeidliche Lücken aufweist. Übereinstimmend gelangen beide Autoren anhand von Tragfähigkeitsberechnungen zu dem Ergebnis, daß die Küstenvölker auf einer im wesentlichen maritimen Ernährungsbasis nicht über die Stufe egalitärer Sammler und Jäger hätten hinausgelangen können, und daß nur eine gemischt agrarisch-maritime Wirtschaft mit dem Schwergewicht auf der agrarischen Komponente den tatsächlich erreichten demographischen, sozialen und kulturellen Status erklären kann. Der Anteil der Nahrung aus dem Meer an der Gesamternährung kann nach den für das Ancón-Chillón-Gebiet angestellten Berechnungen allenfalls 7 - 17% (WILSON 1981 : 811) betragen haben.

Mit Recht stellt RAYMOND (1981 : 814ff.) den Überschwemmungsfeldbau (floodwater farming) als diejenige Form des Anbaus heraus, die vor dem Übergang zur Kanalbewässerung in den Mündungsgebieten der Flüsse in großem Umfang betrieben worden sein muß, und deren Spuren durch den späteren Ausbau der talweiten Kanalsysteme fast vollständig verwischt worden sein müssen. Auch MOSELEY (1975 : 15) sieht im 'floodwater farming' die in den früh-formativen Küstensiedlungen übliche Form des Anbaus, deren Bedeutung er freilich unterschätzt. Es war meines Wissens COLLIER (1955 : 19), der als erster auf diese Vorform der Bewässerungswirtschaft als Grundlage jener Siedlungen aufmerksam gemacht hat. Ihre einstige Bedeutung wird durch die Entdeckung KNAPPS (1982) unterstrichen, daß es sich bei den berühmten 'Ackergruben' im Mündungsgebiet des Río Chilca (vgl. GOLTE 1978) in Wirklichkeit um ein ausgedehntes System von "flood-management embankments" handelt, die einen zusammenhängenden Komplex von Anbaubecken einschließen. Im Virú-Delta konnte WEST (1979) für die dem Chavín-Horizont folgende Epoche (Puerto Moorín, 400 v. bis Chr. Geb.) eine Art von primitivem "watertable farming" nachweisen, das im Rahmen der gemischt agrarisch-maritimen Nahrungsgewinnung einer Gemeinschaft von einer entsprechend spezialisierten Bevölkerungsgruppe betrieben wurde. In unmittelbarer Nachbarschaft von El Paraiso liegen ausgedehnte, für Überschwemmungsfeldbau und einfache Formen der Wasserzuleitung geeignete Flächen (zus. 240 ha, ENGEL 1967 : 58 f.; vgl. auch MOSELEY 1975 : 25 f.), die nach der Berechnung RAYMONDS (1981 : 814 f.) durchaus den Kalorienbedarf einer gut 1000köpfigen Bevölkerung zu decken geeignet waren. Neben Baumwolle und Kürbis, die wohl vor allem für die Fischerei (Netze und Schwimmer) Verwendung fanden, wurden hier und an anderen präkeramischen Plätzen (z.B. Huaca Prieta an der Mündung des Chicama-Tals n. BIRD 1948 : 24; Las Haldas südl. d.

Casma-Tals n. MATSUZAWA 1978: 652 u. Pozorski in LYNCH 1982: 211) u.a. Knollenfrüchte wie Achira (*Canna edulis*), Süßkartoffel (*Ipomoea batatas*, n. LANNING 1967: 69 in dieser Zeit nur an der Zentralküste) und Jíquima (*Pachyrhizus sp.*) sowie Bohnen (*Canavalia sp.*) und die Lúcumá-Frucht (*Lucuma obovata*) gefunden. Namentlich Achira, die stärkereiche knollenförmige Rhizome von rötlicher Farbe liefert und vegetativ vermehrt werden kann, muß nach BIRD, COHEN (1978: 32) und RAYMOND (1981: 814) eine hervorragende Rolle im Überschwemmungsfeldbau gespielt haben.

So läßt sich die Lage der Siedlungszentren des etwa 750 Jahre umfassenden späten Präkeramikums an oder in der Nähe der Küste als Ausdruck einer gemischt maritim-agrarischen Nahrungsgewinnung verstehen, bei der sich das Schwergewicht immer stärker auf den Ackerbau verlagerte, der auf den Mündungsfächern der Küstenflüsse betrieben wurde. Vieles deutet darauf hin, daß die "Monopolstellung" der in diesen Zentren residierenden Bürokratie (vgl. MACNEISH et alii 1975: 34) auf redistributiven Funktionen beruhte, die sich aus einer zwar bereits weitgehend und in wachsendem Maße vom Ackerbau abhängigen, aber von der Meeressammelwirtschaft noch nicht völlig unabhängigen Ernährung ergaben. Ackerbau und Meeressammelwirtschaft verteilten sich auf bei ihren jeweiligen Ressourcen siedelnde Bevölkerungsgruppen. Bei einem Zentrum wie El Paraiso ist die günstige Lage zu beiden Komponenten ohne weiteres ersichtlich. Von dem in "strategischer" Position auf einem Küstenvorsprung mit leichtem Zugang zu reichlichen marinen Ressourcen gelegenen Las Haldas wird angenommen, daß es von Bevölkerungsgruppen in zwei benachbarten Tälern (Casma und Culebras) mit Agrarprodukten versorgt wurde (MATSUZAWA 1978: 653 u. 670). Die jahrhundertlang fortdauernde Abhängigkeit der spätpräkeramischen Ackerbauern vom Meer als zusätzlicher Nahrungsquelle ist jedoch angesichts von dessen geringem Beitrag zur Gesamtnahrung nur zu erklären, wenn man über die von RAYMOND und WILSON angestellten Schätzungen der Tragfähigkeit bzw. den Hinweis auf die aperiodische Beeinträchtigung der Meeresproduktivität durch das Niño-Phänomen hinaus auch die möglichen Schwankungen der agrarischen Produktion in Rechnung stellt. Diese müssen bei einem einfachen Überschwemmungsfeldbau als Folge der von Jahr zu Jahr erheblich schwankenden Abflussmengen (Fig. 3) außerordentlich hoch gewesen sein. Eine Stabilisierung der Agrarproduktion konnte erst durch den Übergang zur Kanalbewässerung erreicht werden (s.u.). Darüberhinaus ist bei den Feldbauern auch eine jahreszeitliche Mangelsituation in Rechnung zu stellen, die erst nach Einführung des zur Vorrathaltung besonders geeigneten Maises — dessen Ausbreitung ebenfalls von Fortschritten bei der Bewässerungstechnik abhängig war — völlig beseitigt werden konnte. Schließlich wird aus den vorstehend dargelegten Zusammenhängen auch verständlich, warum sich die Siedlungen (Fig. 4) auf jenen Abschnitt der zentral- und nordperuanischen Küste zwischen Chicama und Cañete konzentrieren, den gleichen Raum, in dem sich später auch das Küsten-Chavin hauptsächlich entfaltete. Es ist dies nämlich aus orographisch-morphologischen Grün-

den derjenige Abschnitt der peruanischen Küste, der die günstigsten Bedingungen für eine auf den Überschwemmungsfeldbau und das Meer als Nahrungsquelle angewiesene Bevölkerung bietet (vgl. RAYMOND 1981 : 815 f.). Südlich von Cañete sind sämtliche Flüsse — abgesehen vom Río Grande und Río de Ica — tief in die hier bis auf max. 1.700 m erhobenen Pampas der Küstenplattform (vgl. TROLL 1930 : 372) eingeschnitten, so daß sich der Anbau auf die höher gelegenen und relativ engen Mittelabschnitte der Täler beschränken muß. Von Cañete nordwärts sind mit wenigen Ausnahmen breite Deltas mit mehr oder minder ausgedehnter "self-irrigating floodplain" (RAYMOND) entwickelt. Nördlich von Virú, wo eine ausgedehnte, aber niedrige Küstenplattform vorhanden ist, ziehen sich die breitesten und am besten bewässerten Talabschnitte an den Mittellauf der Flüsse, in einige Entfernung von der Küste zurück.

b. Die Entwicklung während der 'Initial Period' (1750-1050 v. Chr.)

Die im ausgehenden Präkeramik erkennbare Tendenz zur progressiven Verlagerung der Ernährungsbasis auf den Anbau setzt sich in der Initial Period (1750-1050 v. Chr.) fort und gelangt mit ihr weitgehend zum Abschluß. Diese Entwicklung wird zunächst an drei Vorgängen greifbar, nämlich erstens einer fortschreitenden Verlegung der Siedlungen (Fig. 5,6) vom Meer weg in binnenwärts gelegene Talabschnitte, zweitens einem wachsenden Anteil von Anbaufrüchten an der Ernährung (womit insbesondere die Ausbreitung des Maisanbaus einhergeht), und drittens dem Erscheinen von Keramik (worauf sich die Bezeichnung der Epoche bezieht).

Präkeramische Zentren wie El Paraiso und Río Seco wurden verlassen, noch bevor die Keramik in Gebrauch kam (LANNING 1967 : 91). Stattdessen wurde unmittelbar zu Anfang der Initial Period, nach den ¹⁴C-Daten zwischen 1750 und 1650 v. Chr., in dem südlich an das Chillón-Tal angrenzenden Rimac-Tal ein großes Zeremonialzentrum (Huaca La Florida) errichtet. Der Ruinenkomplex, heute im Weichbild von Lima, liegt 14 km vom Meere entfernt in einem Gebiet, dessen Inkulturnahme den Bau mindestens eines das Wasser zuleitenden Kanals zur Voraussetzung hatte (s.u.). Die zu diesem Komplex gehörige Tempelpyramide dürfte nach LANNING das größte je an der Zentralküste Perús errichtete einzelne Bauwerk sein. Da um den Komplex keinerlei Wohnabfälle gefunden werden konnten, ist anzunehmen, daß La Florida buchstäblich als Zeremonialzentrum für ländliche Siedlungen der Umgebung diente.

Ebenfalls zu Anfang der Initial Period wurde an der Stelle der präkeramischen Siedlung Las Haldas mit dem Bau eines langgestreckten, aus sechs hintereinander gestaffelten Terrassen und einem runden, versenkten Hof bestehenden Zeremonialkomplexes begonnen (MATSUZAWA 1978). Auch der innerhalb des Casma-Tals gelegene, durch einen chavín-zeitlichen Tempel bekannte Komplex Pampa de Llamas - Moxeke reicht in die frühe Initial Period zurück (n. Pozorski

in LYNCH 1982: 212). Leider liegt für die Anfänge der im Casma-Tal Las Haldas am nächsten liegenden Tempelanlage von Cerro Sechín, die mehrere Bauabschnitte umfaßt und zeitlich jedenfalls vor der eigentlichen Chavín-Expansion liegt, bisher keine ¹⁴C-Datierung vor. SAMANIEGO (1975/76: 102) setzt sie im 15. vorchristlichen Jahrhundert, also etwa in der Mitte der Initial Period an. Cerro Sechín (Bild 2), Pampa de las Llamas - Moxeke, sowie die Chavín-Zentren von Sechín Alto und Chanquillo liegen in Gebieten mit direktem Zugang zu ausgedehnten, fruchtbaren Talböden. Die Ruinen des Chavín-Tempels von Pallka schließlich liegen 50 km vom Meere entfernt dort, wo sich das Casma-Tal gegen die Cordillera Negra verengt.

Die Verlegung der Siedlungs- und Kultplätze vom Meere fort in die mittleren und oberen Abschnitte der Küstentäler, die mit der Initial Period begann und sich bis in den folgenden Early Horizon fortsetzte, ist seit der gründlichen archäologischen Durchforschung des Virú-Tales (WILLEY 1953) bekannt. Von Chicama bis Cañete scheint sich der Vorgang in allen Tälern in ähnlicher Form abgespielt zu haben. Man hat, unter der Annahme, daß dort die Kanalbewässerung begonnen habe, die Verlegung der Siedlungsplätze in die oberen Talabschnitte damit erklärt, daß dort wegen der stärkeren Geländeneigung und relativen Enge des Tales Zu- und Ableitung des Wassers in den Kanälen und auf den Feldern leichter gewesen seien (WILLEY 1953: 392; MOSELEY 1975: 106). Doch dürften dabei die Sicherung der Wasserzufuhr auch in wasserarmen Jahren und schließlich im fortgeschrittenen Stadium der Erschließung der Talböden das Streben nach Kontrolle über das zur Verfügung stehende Wasser eine viel größere Rolle gespielt haben.

Wenn im Verlauf der Initial Period die Rückversicherung durch das Meer als zusätzliche Nahrungsquelle mehr und mehr aufgegeben wurde, kann dies nur bedeuten, daß man gelernt hatte, die Agrarproduktion durch einfache Formen der Wasserzuleitung und -ableitung zu stabilisieren. In dieser Hinsicht hat La Florida eine Schlüsselstellung. Nach MACNEISH et alii (1975: 38) liegt dieses große Zeremonialzentrum an einer Stelle des Rimac-Tales, wo Landwirtschaft nicht ohne eine Art Bewässerungssystem mit mindestens einem — etwa 4 - 6 km langen — Kanal betrieben werden kann. Ist aber diese Annahme richtig, dann erscheint es mir geradezu zwingend, weiter anzunehmen, daß der den Bau von La Florida unmittelbar zu Beginn der Initial Period planenden öffentlichen Gewalt jene Möglichkeit bzw. Notwendigkeit bereits vorher bekannt war, und daß die Auswahl des Platzes eben dadurch bestimmt wurde. Da nun zwischen dem Verlassen der bedeutenden präkeramischen Siedlung El Paraiso im angrenzenden Chillón-Tal unmittelbar vor dem Erscheinen der Keramik und dem Bau von La Florida unmittelbar danach ein Zusammenhang zu bestehen scheint (vgl. MOSELEY 1975: 105), ist zu vermuten, daß man dort bereits die ersten Erfahrungen mit der Zuleitung des Wassers mittels Kanälen gemacht hatte. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die in direkter Nachbarschaft von El Paraiso gelegenen etwa 240 ha Anbaufläche auf der Südseite des Chillón-Tales, welche die Grundlage der Siedlung ge-

bildet haben müssen, neben 90 ha für Überschwemmungsfeldbau geeigneten Landes auch 150 ha umfassen, die nur mittels Zuleitung von Wasser durch einen oder mehrere kurze Kanäle in Kultur genommen werden konnten (ENGEL 1967: 58 f.). Nur derartige Erfahrungen, in El Paraiso oder anderswo, können eine Gruppe dazu veranlaßt haben, nach einem für die neuen Methoden noch geeigneteren Platz wie La Florida Ausschau zu halten. Es erscheint mir also nicht allzu gewagt, die "Erfindung" der Kanalbewässerung weit über die bisher im Early Horizon vermuteten Anfänge (LANNING 1967: 109; MOSELEY 1975: 104 f.) in das ausgehende Präkeramikum vorzuverlegen. Da damit offenbar die Aufgabe von El Paraiso und die Gründung von La Florida in Zusammenhang stehen, läßt sich diese bedeutsame Innovation aufgrund der vorhandenen Radiokarbonaten sogar recht gut auf etwa 1800 v. Chr. festlegen.

Von der Erfindung bis zur wirklichen Beherrschung der Bewässerungstechnologie muß es jedoch ein weiter Weg gewesen sein, und die Ablösung des primitiven Überschwemmungsfeldbaus durch die Kanalbewässerung dürfte sich durch die ganze Initial Period hingezogen haben und erst im Early Horizon mit der vollständigen Erschließung der Täler weitgehend zum Abschluß gelangt sein. Ein vorzüglicher Indikator für diese Vorgänge ist die Ausbreitung des Maisanbaus.

Anders als vergleichsweise anspruchslose Kulturpflanzen wie Achira gedeiht der Mais nicht ohne eine reichliche und vor allem gleichmäßige Wasserversorgung. Die größten Wassermengen werden etwa einen Monat lang in der Mitte der insgesamt gut dreimonatigen Wachstumszeit verbraucht (vgl. GREBENSNIKOV 1959: 69). In dieser Zeit findet beim Mais eine besonders intensive Anhäufung von Trockensubstanz (ca. 80 %!) statt, die mit großem Wasserverbrauch verbunden ist. Trocknet hingegen der Boden in dieser Zeit zu stark aus, ist mit einer drastischen Verminderung der Ernte zu rechnen.

Das bisher älteste Maisdatum 3750 ± 100 BP von der peruanischen Küste haben kürzlich GROBMAN & BONAVIA (1978) von einem spät-präkeramischem Fundplatz (Los Gavilanes = Huarney North 1) geliefert. Auch an anderen Stellen, so im benachbarten Culebras-Tal und in Las Haldas, taucht der Mais bereits im spät-präkeramischem Kontext auf (LANNING 1967: 67, MOSELEY 1975: 89 f.; COHEN 1978: 33 f.). Ein direkter Nachweis im Ancón-/Chillón-Gebiet liegt erst für die späte Initial Period vor, doch ist es ganz unwahrscheinlich, daß die Pflanze 800 Jahre gebraucht haben sollte, um über 150 km Entfernung von den vorgenannten Plätzen hierher zu gelangen (vgl. RAYMOND 1981: 815). Jedenfalls breitet sich der Mais während der Initial Period weiter an der Küste aus (z.B. im Moche-Tal n. MOSELEY 1975: 90) bzw. erscheint spätestens zu Beginn des Early Horizon im Chavín-Kontext (z.B. im Virú-Tal n. WILLEY 1953: 30 und im Chicama-Tal n. BIRD 1948: 26).

Aus der starken Abhängigkeit der Maiserträge von einer dem Wachstumsrhythmus entsprechenden Wasserversorgung, aber auch der geringen Größe der frühen Maiskolben kann gefolgert werden, daß dieser neben den Knollenfrüchten und Bohnen zunächst nur einen untergeordneten Beitrag zur Ernährung leistete. Neben den schon vorher bekannten Kulturpflanzen und dem Mais breiteten sich während der Initial Period als wichtige Neuerwerbungen auch Yuca (= Ma-

niok, *Manihot utilissima*) und Mani (Erdnuß, *Arachis hypogaea*) rasch aus (LANNING 1967: 89).

Es ist wohl kein Zufall, daß die Töpferei an der Küste zu eben jenem Zeitpunkt erstmalig erscheint, den wir bereits durch das erste Auftreten des Mais und die postulierte "Erfindung" der Kanalbewässerung kennengelernt haben. Die älteste Keramik Perús ist diejenige der zentralen und nördlich-zentralen Küste von Lima bis nach Las Haldas (LANNING 1967: 83). Sie konnte durch eine völlig in sich konsistente Reihe von ¹⁴C-Bestimmungen auf 1800 v. Chr. datiert werden.

Die dem Chavin-Kult vorausgehende Entwicklung im Hochland

Zeigt schon der vorgenannte Küstenabschnitt mit der ältesten Töpferware eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit dem Kernraum des späteren Chavin-Kultes, so tritt auch im Hochland die Keramik erstmalig an Stellen auf, die dem späteren Chavin-Verbreitungsgebiet angehören. Die älteste Keramik wurde hier an dem frühen Tempelbau von Toril (Fig. 5) im Callejón de Huaylas gefunden. Sie steht stilistisch der Keramik des an der Küste benachbarten Las Haldas nahe und wird wie diese auf 1800 v. Chr. datiert (LANNING 1967: 83 u. 92).

Im Becken von Huánuco (oberes Huallaga-Gebiet) wurde bei Kotosh (ca. 2.000 m ü.d.M.) eine Folge von vor der Chavin-Ausbreitung liegenden Kulturphasen ergraben, welche die Anfänge von Zeremonialarchitektur und Keramik und damit einer seßhaften, ackerbautreibenden Lebensweise mit aufkommender gesellschaftlicher Schichtung dokumentieren (IZUMI & SONO 1963; IZUMI & TERADA 1972). Die Entwicklung setzt im ausgehenden Präkeramikum (Kotosh Mito-Phase vor 1500 v. Chr.) mit einer auf hoher Plattform errichteten Tempelanlage (Templo de las Manos Cruzadas) ein. Nur wenig jünger sind zwei — dem 'Kotosh Chavin' vorausgehende — keramische Phasen, 'Kotosh Wairajirca' (um 1500 v. Chr.) und 'Kotosh Kotosh' (vgl. auch KANO 1979). Da in der letztgenannten Keramik auch Maiskolben dargestellt sind (IZUMI & SONO 1963: 154, Plates 44a, 135.2), können wir mit Gewißheit davon ausgehen, daß schon während der Initial Period Mais angebaut wurde. Dies aber ist auch hier nur mit Hilfe irgendeiner Form der künstlichen Bewässerung möglich. Vermutlich hat sich der Bewässerungsfeldbau am Oberen Huallaga bei Huánuco in ähnlicher Weise wie an der Küste aus einem primitiven Überschwemmungsfeldbau entwickelt. In dieser Annahme werden wir durch die Ergebnisse einer laufenden Untersuchung von Ch. Rudecoff (n. Bericht v. LYNCH 1982: 212) bestärkt, die dort 149 'sites' nachweisen konnte, von denen etwa die Hälfte schon während des Formativums besetzt war. Viele von ihnen liegen auf Terrassen unmittelbar über der Alluvialebene.

Vom oberen Huallaga bestehen Beziehungen zum Gebiet des Oberen Marañón und seiner Nebenflüsse im Dep. Cajamarca, wo sich im frühen Formativum ebenfalls eine bodenbauende Dorfkultur entwickeln konnte. Die hier beispielsweise bei Torrecitas gefundene Keramik läßt sich teilweise dem Wairajirca-Stil von Kotosh zuordnen (KANO 1979: 40; vgl. auch WILLEY 1970: 192).

Ein wichtiges Zentrum dieser Region, dessen Beziehung zu Chavín freilich weitere Aufklärung bedarf, ist Pacopampa, gelegen in 2.410 m Höhe am Oberlauf des Río Chamoya, der seinerseits in den Marañón mündet. Hier fanden sich mehrere feline Darstellungen (wiedergegeben bei ROE 1974: 54), darunter eine gut ausgearbeitete, an die Flachreliefs von Chavín de Huántar erinnernde Stele ('el felino de Pacopampa'), bei der die Raubkatze bereits stark anthropomorphe Züge angenommen hat. Vieles spricht dafür, daß es in Pacopampa und allgemein im oberen Marañón-Gebiet frühzeitig zu einer Synthese von Einflüssen aus dem Norden (Ecuador, Kolumbien) und Süden, evtl. auch solchen von der Küste gekommen ist, die einen entscheidenden Beitrag zur Ausformung des Chavín-Kults geleistet haben könnte (vgl. MACERA 1978: 35/37; LUMBRERAS 1973: 82 f.; 1981: 177 f.). Daß auch hier die künstliche Bewässerung von Bedeutung gewesen sein muß, legen nicht nur die natürlichen Gegebenheiten (Fig. 1) nahe, sondern auch die Tatsache, daß hier in einer späten Phase der Chavín-Expansion ein großartiges hydraulisches Werk entstand, der Aquädukt von Cumbemayo (PETERSEN 1969).

Die seit der spät-präkeramischen Zeit in den Hochlandtälern angebauten Pflanzen sind die gleichen, die wir oben bereits für die Küste genannt haben (vgl. LANNING 1967: 75; MACNEISH et alii 1975: 35 f.). Ein anderer Zweig der Landwirtschaft, der zwar an der Küste spätestens seit der Initial Period bekannt war, jedoch im Hochland eine ungleich größere Rolle spielte, war die Haltung der Cameliden. Knochen vom Lama finden sich reichlich noch in den tiefsten Schichten von Kotosh. Südlich des Beckens von Huánuco liegt das ausgedehnte Puna-Hochland von Junín, wo schon seit 5500 v. Chr. Cameliden genutzt wurden und wo zwischen 2500 und 1750 v. Chr. (Preceramic VI) die ersten domestizierten Formen erscheinen (PIRES-FERREIRA et alii 1976). In der Tat waren wirtschaftliche Orientierung und soziale Interaktion aus dem Kotosh-Huánuco-Gebiet frühzeitig stark auf die dort lebenden seminomadischen Viehzüchter gerichtet, die dann während der Initial Period (1750 - 1050 v. Chr.) fest in das von Kotosh und anderen Zentren des nördlichen Hochlandes geknüpfte wirtschaftliche Netz einbezogen werden (MACNEISH et alii 1975: 40). Offenbar haben hier in den Hochlandstälern die Beziehungen zum viehzüchtenden Sektor — ähnlich wie in den Küstentälern diejenigen zum "maritimen" Sektor — entscheidend zur frühzeitigen Entstehung jener Bevölkerungskonzentration, Wirtschafts- und Sozialorganisation beigetragen, die dem weiteren Ausbau der Bewässerungswirtschaft und dem Chavín-Kult den Boden bereiteten.

Der Chavín-Kult und seine Deutung

Chavín nennen wir den archäologischen Niederschlag eines religiösen Kults, der in den Jahrhunderten um 1.000 v. Chr. in relativer Einförmigkeit die Bevölkerung in großen Teilen des zentralen und nördlichen Perú erfaßte. Im Gegensatz zu TELLO (1960; 1970) sehen wir heute den namengebenden Tempelkom-

plex im Hochland nicht mehr als Hauptausbreitungszentrum, sondern nur als eine, noch dazu relativ späte Manifestation dieses Kults an (vgl. LANNING 1967: 96 ff.; PATTERSON 1971; MACERA 1978: 31 ff.; BURGER 1981; RAVINES 1982: 134 ff.). Wenn auch der von P. ROE (1974) im Sinne von TELLO unternommene Versuch, die Manifestationen des Chavín-Stils im Hochland und an der Küste als Ausstrahlungen von Chavín de Huántar zu deuten und auf der Grundlage der von J.H. ROWE (1967) für die steinernen Skulpturen dieses Komplexes erarbeiteten stilistischen Sequenz chronologisch zu ordnen, deshalb als überholt angesehen werden muß, so zeigt er doch den hohen Grad der Homogenisierung der kultischen Ausdrucksformen.

Mit der Homogenisierung und Verfeinerung der Ausdrucksformen des Kults im Early Horizon kulminiert eine Entwicklung, deren Wurzeln bis in das ausgehende Präkeramik zurückreichen. In Siedlungen jener Zeit (Fig. 4) finden sich die ersten Pyramiden und Tempel (z.B. Río Seco und Kotosh). Das schon mehrfach erwähnte El Paraiso im unteren Chillón-Tal war vermutlich das erste große Zeremonialzentrum des alten Perú (LANNING 1967: 70 f.). Weitere derartige Zentren (La Florida, Las Haldas, Cerro Sechín, Toril, Pacopampa [?] etc.), entstanden während der Initial Period, und spätestens um 1500 v. Chr. müssen die entscheidenden Züge der um den Raubkatzengott kreisenden Religion an der Küste (vgl. z.B. SAMANIEGO 1975/76 für Cerro Sechín) und im Hochland (vgl. z.B. KANO 1979 für die Keramik von Kotosh) Gestalt angenommen haben. In der Folgezeit blühten zahlreiche Zentren des Kults auf, unter denen z.B. Huaca de los Reyes im Caballo Muerto-Komplex des Moche-Tals (POZORSKI 1980: 108; BURGER 1981: 598) und Garagay im Chillón-Tal (RAVINES 1975; BURGER 1981: 599) mit ¹⁴C-Daten zwischen etwa 1300 und 800 v. Chr. anzusetzen sind. Demgegenüber zeigen insgesamt 20 Daten, daß der Tempelkomplex von Chavín de Huántar (vgl. ROWE 1962; LUMBRERAS 1967) erst zwischen 850 und 200 v. Chr. in Tätigkeit gewesen sein kann. (BURGER 1981: 593 ff.).

Alle diese Kultstätten zeigen in Form und Anlage, sowie in der Ornamentierung gewisse häufig wiederkehrende Merkmale. Dazu gehören vor allem pyramidenartige Plattformen mit Treppenaufgängen. Besonders charakteristisch ist eine symmetrische, U-förmige Anlage, bei der ein zentraler Baukörper und zwei seitliche Plattformen einen großen rechteckigen Platz einschließen (z.B. El Paraiso, La Florida, Garagay, Huaca de los Reyes, Chavín de Huántar) (vgl. RAVINES 1982: 138). Ein anderes Element, das möglicherweise astronomischen Aufgaben diente, sind kreisrunde, versenkte Höfe (z.B. Las Haldas, Chavín de Huántar). Die Anlagen sind bzw. waren reichlich mit Darstellungen der zentralen Gottheit(en) und ihrer Trabanten, sowie uns z.T. schwer zugänglichen symbolischen Ornamenten versehen, in Chavín de Huántar in Flachreliefs und Plastik in Stein, an der Küste vornehmlich in (farbig bemalten) Lehm- und Tonreliefs, sowie flächig gemalten Darstellungen. Die Zeit um 850 v. Chr., als im Hochland der bedeutende Tempelkomplex von Chavín de Huántar entstand, dürfte etwa der höchsten Blüte des danach benannten Kults entsprechen. In diese Zeit gehört

auch eine zeremoniellen Zwecken dienende, in ihrer Wirkung schwere, meist einfarbig schwarze oder braune Keramik, wie sie in Chavín de Huántar selbst (LUMBRERAS 1967), vor allem aber an der Küste, dort unter der Bezeichnung Cupisnique (LARCO HOYLE 1948: 16 ff.), gefunden wurde. Während der späteren Phasen des Early Horizon löst sich die vom Chavín-Kult herbeigeführte Stileinheit auf. Allerdings fand die Emanzipation von diesem Stil in den verschiedenen Regionen zu verschiedenen Zeiten statt (LANNING 1967: 106; PATTERSON 1971: 40). Am frühesten erlosch er an der Zentralküste und in Kotosh. Große Zeremonialzentren an der Küste, wie Garagay, Las Haldas und Caballo Muerto, verfielen im 5. oder 4. Jahrhundert v. Chr., während Chavín de Huántar zwischen 400 und 200 v. Chr. noch in voller Blüte stand (BURGER 1981: 600).

Kehren wir nun zu den eingangs gestellten Fragen nach den Ursachen und Hintergründen des Chavín-Kults zurück. Offensichtlich konnte der Kult sich nur deshalb so rasch ausbreiten und Bedeutung gewinnen, weil die Bevölkerung innerhalb seines Verbreitungsgebietes an der Küste und im Hochland aufgrund der oben beschriebenen Entwicklung übereinstimmend eine gewisse Dichte erreicht hatte und in Verbindung damit auf einer fortgeschrittenen, relativ einheitlichen Stufe der Wirtschafts- und Sozialorganisation angelangt war. PATTERSON (1971: 38 u. 43) stellte fest, daß der typische Chavín-Kult mit seinen an der Keramik und anderen Objekten erkennbaren Stilelementen sich während der späten Initial Period genau in jenen Gebieten ausbreitete, wo bereits öffentliche Bauwerke bzw. größere Siedlungszentren existierten. Dabei ist m.E. zu berücksichtigen, daß die Bevölkerung jener Gebiete spätestens seit dem ausgehenden Präkeramikum ein weitreichendes Netz von Beziehungen und wechselseitiger Beeinflussung ("interaction sphere" im Sinne von MACNEISH et alii 1975) geknüpft hatte, innerhalb dessen nicht erst die Ausdrucksformen des Chavín-Kults, sondern lange vorher bereits Informationen und materielle Errungenschaften aller Art ausgetauscht wurden.

Der Bau der z.T. riesigen Kultstätten setzt den jahrelangen, von einer Elite organisierten Einsatz einer großen Zahl von Arbeitskräften und das Vorhandensein entsprechender Nahrungsmittelüberschüsse voraus (vgl. POZORSKI 1980). Diese Voraussetzungen sind, wie obige Ausführungen gezeigt haben dürften, im gesamten Verbreitungsgebiet des Kults im wesentlichen auf der Basis einer Bewässerungswirtschaft erreicht worden, die über die primitiven Anfänge des Überschwemmungsfeldbaus hinausgegangen war und das Attribut 'künstlich' verdient. Allerdings dürfen die Meeressammelwirtschaft an der Küste und der viehzüchtende Sektor im Hochland in ihrer Bedeutung als eine Art 'Starthilfe' für die vorwärtende sozioökonomische Entwicklung nicht unterschätzt werden. Bereits LUMBRERAS (1981: 184) weist auf die Tatsache hin, daß die Bewässerung als Grundlage des Anbaus ein gemeinsames Merkmal des Chavín-Verbreitungsgebietes ist, und daß hier in späteren Epochen große hydraulische Anlagen entstanden. MACCERA (1978: 44/46) erwägt die Möglichkeit, daß die Zeremonial-Zentren des Chavín-Kults eine Art symbolischer Wasserkontrolle ausübten, wobei er auf die

aus späteren Zeiten überlieferte Tatsache verweist, daß jedes der Küstentäler sich als "Komplex" aus kleineren hydraulischen Einheiten zusammensetzte.

Wie dem auch sei, der Zusammenhang von Kanalbewässerung und Kult ist bereits zu Beginn der Initial Period im Falle von La Florida offenkundig und er zeichnet sich, wenn unsere obigen Annahmen für El Paraiso richtig sind, bereits im späten Präkeramikum ab. Ein jüngeres Beispiel für diesen Zusammenhang bietet der schon erwähnte Aquädukt von Cumbemayo bei Cajamarca (PETERSEN 1969). Dieser gut 9 km lange Aquädukt in 3.500 bis 2.800 m Höhe wurde konstruiert, um Wasser über die kontinentale Wasserscheide hinweg in die Gegend des späteren Cajamarca zu leiten. Fast 1 km dieses Kanals sind in das anstehende Gestein gehauen, und zwar im Zickzack-Kurs, um zu verhindern, daß die Wasser allzu rasch dahinschießen. Petroglyphen mit Raubkatzenmotiven etc. lassen nach PETERSEN (1969: 135) darauf schließen, daß der Aquädukt in der dem Chavín-Horizont folgenden Übergangsphase entstand.

Aber auch in der religiösen Symbolik selbst findet sich ein klarer Beweis für den postulierten Zusammenhang. Es handelt sich um eine große, 'mullu' genannte Meeresschnecke (*Spondylus princeps* u. *Sp. calcifer*), die zwar nur in den warmtropischen Küstengewässern außerhalb des Einflußbereiches des Humboldtstroms (d.h. von Ecuador an nordwärts) vorkommt, aber bei den Bewohnern des Zentralandengebietes bis hin nach NW-Argentinien und Nordchile außerordentlich geschätzt war (vgl. MURRA 1975). Der 'mullu' galt als Regenbringer und bildete einen unerläßlichen Bestandteil des Wasserkults, glaubte man doch, "daß die Muscheln Töchter des Meeres, der Mutter allen Wassers seien" (ACOSTA [1590] 1954: 160). Im südlichen Ecuador wurde der *Spondylus* seit etwa 3.000 v. Chr. in diesem Kontext verwendet, wobei offensichtlich eine Rolle spielte, daß die Niederschläge dort bereits deutliche jahreszeitliche Schwankungen und aperiodische Fluktuationen aufweisen (MARCOS & NORTON 1979; MARCOS 1980). Vom südlichen Ecuador aus ist *Spondylus* seit dem frühen Formativum auf dem Handelswege (vgl. auch HARTMANN 1982) nach Perú gelangt, wo er erstmalig in der Wairajirca-Phase von Kotosh, also um 1500 v. Chr., nachweisbar ist. *Spondylus* tritt in der andinen Kosmologie immer wieder gemeinsam mit *Strombus galeatus*, einer im gleichen Gebiet beheimateten großen Meeresschnecke, auf (vgl. PAULSEN 1974). Der *Strombus* diente (und dient z.T. noch heute) als eine rituelle Trompete ('pututu'), mit der die Gläubigen zu von der Gottheit gewollten Aufgaben gerufen wurden. Bei den Ausgrabungen in Chavín de Huántar wurden nicht nur Reste beider Mollusken gefunden (LUMBRERAS 1977: 19 f.), sondern wir finden diese auch in den dortigen Flachreliefs und auf anderen Objekten wiedergegeben. Kein Geringerer als der 'smiling god' (ROWE 1962: 19), eine zentrale Gottheit des Heiligtums, ist mit beiden Insignien, einem *Spondylus* in der linken und einem *Strombus* in der rechten Hand dargestellt (Bild 1). TELLO (1970: 71 f.) hat zwei dem Chavín-Komplex angehörige *Strombus*-Funde von der Küste bekannt gemacht, den einen — mit einer einge-



Bild 1: Der 'Smiling God' (ROWE 1962) von Chavín de Huántar. Reliefdarstellung auf einer 51 mal 37 cm großen Steinplatte. Die Gottheit hält in der linken Hand eine *Spondylus*-Muschel und in der rechten Hand eine *Strombus*-'Trompete'. Nähere Erl. im Text.

Photo: H. Nachtigall

ritzten Darstellung einer das Instrument blasenden Kultfigur — aus Chiclayo, den anderen aus einem Grab vor dem zentralen Raubkatzenidol des Tempels von Punkurí im Nepeña-Tal. *Spondylus* und *Strombus* spielen auch im Kult der späteren Küsten- und Hochlandsvölker eine große Rolle, wofür ich mir hier aber die Belege versagen muß.

Angesichts der vorstehenden Tatsachen verwundert es uns nicht mehr, daß der Haupttempel von Chavín de Huántar allem Anschein nach über ein höchst "raffiniertes", hydraulisch arbeitendes akustisches System verfügte, das auch für die sonst kaum verständliche Wahl des Standortes an der Mündung des Río Wa-

cheqsa in den Río Mosna auf der Ostseite der Cordillera Blanca den Ausschlag gegeben haben muß (LUMBRERAS et alii 1976).

Die angeführten Tatsachen und Überlegungen zeigen zwar den Zusammenhang des Chavin-Kults mit der Bewässerung auf, geben aber noch keine Erklärung für die latente Bereitschaft der Menschen, die seine Entwicklung und Ausbreitung erst ermöglichte. Eine solche kann hier nur im Ansatz versucht werden.

Mit der Entwicklung des Bewässerungsfeldbaus vollzog der Mensch den Übergang von einer bloß aneignenden zu einer im Wortsinne produzierenden Wirtschaft. Damit aber ereignete sich ein grundlegender Wandel seines Verhältnisses zur Umwelt: der Mensch selbst machte sich zunehmend zu ihrem Schöpfer. Nicht zufällig ist es der Mais, in dem sich diese Tatsache am stärksten verkörpert. Er wurde, einmal eingeführt, zum wichtigsten Schrittmacher der Bewässerungstechnologie, und beide vollendeten ihren Siegeszug im Zeichen des Katzen Gottes. Die Dreieitigkeit Mais - Bewässerung - Kult zieht sich durch die ganze vorspanische Geschichte in den Zentralanden und gelangt vor der Conquista im Staat der Inka (MURRA 1968) noch einmal zur Blüte.

Es ist unschwer erkennbar und springt mit der *Spondylus-Strombus*-Symbolik geradezu in die Augen, daß die Entwicklung zum Bewässerungsfeldbau als einem fortgeschrittenen Stadium der Naturbeherrschung mit einer entsprechenden Umstrukturierung der Gesellschaft im Sinne einer Klassenbildung Hand in Hand ging, gemäß der 'Lebenseinheit', die jeder Organismus, auch der 'Über-Organismus' menschliche Gesellschaft, mit seiner Umwelt bildet. Vermutlich haben wir es in den seit dem späten Präkeramikum erblühenden Zentren mit einem immer mehr erstarkenden autokratischen Häuptlingstum (engl. 'chiefdom'; span. 'señorío') als Übergangsform zu einer streng hierarchischen Klassengesellschaft zu tun, wie es etwa von POZORSKI (1980: 108 f.) für Huaca de los Reyes angenommen wird.

KANO (1979) hat anhand einer Analyse der Prä-Chavin-Keramik von Kotosh und dem nahen Shillacoto im Becken von Huánuco gezeigt, daß in den Darstellungen der Jaguargottheit ein Prozeß der Anthropomorphisierung zum Ausdruck kommt. Noch in der Wairajirca-Phase sind alle Darstellungen des Felinen eindeutig naturalistisch und zoomorph. In der Kotosh-Phase ist der Prozeß der Vermenschlichung der Raubkatze in vollem Gange, und in der Chavin-Phase schließlich sind sämtliche Darstellungen anthropomorph (Bild 1). In der Vermenschlichung der Gottesvorstellung aber spiegelt sich nichts anderes als die Tatsache, daß der Mensch durch den Übergang zur Bewässerungswirtschaft begonnen hatte, die Umwelt und damit sein 'Gegenüber' nach seinem Bilde zu formen.

Es liegt auf der Hand, daß bei dieser Entwicklung den Häuptlingen wie von selbst eine immer stärkere Stellung zukam, die vor allem auf dem der Kanalbewässerung unter den gegebenen natürlichen Bedingungen immanenten Zwang zur zentralen Entscheidung über die Wasserverteilung, darüberhinaus aber auch auf der notwendigen Lenkung aller mit der Bewässerung zusammenhängenden Arbeiten (Bau und Reinigung der Kanäle) beruhte. Mit der Entscheidung über

die Wasserverteilung war zwangsläufig auch eine Entscheidung über die anzubauenden Pflanzen verbunden — ein Umstand, der zumal in wasserarmen Jahren Streitigkeiten geradezu herausfordern mußte. Daraus wird unmittelbar auch die Rolle des Mais als Instrument der Herrschaft verständlich, nicht nur wegen seiner heiklen Wasseransprüche, sondern auch, weil er aufgrund seiner Eignung zur Vorratshaltung für knappe Zeiten dazu dienen konnte, die zentralisierte Wasserverteilung zu rechtfertigen.

Der Zwang zur Rechtfertigung der zentralen Entscheidungsgewalt und der mit ihr verbundenen Privilegien dürfte sich stets dann mit besonderer Schärfe gestellt haben, wenn es die Nachfolge eines verstorbenen Häuptlings anzutreten galt. Nichts lag dabei näher, als diese Rechtfertigung in einer herausgehobenen Beziehung zur Gottheit zu suchen, die der Häuptlingsfamilie durch ein vorzeitliches Geschehen zugefallen war. Wie wir uns ein solches Geschehen vorzustellen haben, dafür geben die um 1600 von Francisco de Avila in der Provinz Huarochiri im Hinterland von Lima aufgezeichneten Mythen (TRIMBORN & KELM 1967; vgl. auch TRIMBORN 1967: 10ff.) mehrere Beispiele. Hier sei besonders auf die Mythe von Collquiri (TRIMBORN & KELM 1967: 169ff.), einer im Yansa-See angesiedelten Wassergottheit, verwiesen. Collquiri nimmt sich Capyama, eine Frau aus Yampilla in der Concha genannten Gegend, zur Geliebten, wofür er zum Ausgleich nicht nur ihrer Familie einen 'uqhuriy' (unterirdischen Wassergang) beschert, sondern auch für alle in Concha Wohnenden eine Sperrmauer als Wasserentnahmestelle baut und für alle Zukunft deren Öffnungs- und Schließungszeiten bestimmt. Obwohl mehr als zwei Jahrtausende nach dem Auftreten des Chavin-Kultes aufgezeichnet, ist ein solcher Mythos geeignet, zu dessen Erhellung beizutragen. Er zeigt nämlich, daß man sich die Gottheit, indem man ihr menschliche Züge verlieh, zugänglich machte, und daß ein Häuptling unter Berufung auf ein vorzeitliches Geschehen — das wohl nicht zufällig von einer gott-menschlichen Paarung (vgl. TRIMBORN & KELM 1967: 255) seinen Ausgang nimmt — durchaus als deren Mittler oder Stellvertreter erscheinen konnte. In diesem Verständnis wird das Verhältnis Mensch-Natur durch den Übergang zur Kanalbewässerung zu einer hierarchischen Kette, deren mittleres Glied (der Häuptling) mit den beiden äußeren Gliedern (den Bauern einerseits und der Gottheit andererseits) durch ein auf Verwandtschaft beruhendes Gegenseitigkeitsverhältnis verbunden war.

Bei der Entwicklung der Bewässerungswirtschaft waren die Häuptlinge benachbarter Gruppen in einzelnen Tälern zunächst — im Zwang zur Rechtfertigung ihrer Herrschaft, Austausch von Kenntnissen, etc. — ebenso natürliche Verbündete, wie später — im Kampf um Wasser und Anbaufläche — in wachsendem Maße Rivalen. Wir haben bereits oben die Zunahme der Siedlungs- und Kultplätze in den mittleren und oberen Abschnitten der Küstentäler während des Early Horizon als Ausdruck eines Kampfes um die Sicherung der Wasserzufuhr gedeutet, der naturgemäß in wasserarmen Jahren (vgl. Fig. 3) voll entbrannt sein muß. Anders konnten sich zunächst die Beziehungen zwischen den Eliten ver-

schiedener Täler bzw. zwischen Küste und Hochland entwickeln. In diesem komplexen, durch gleichgerichtete Interessen und Rivalität gekennzeichneten Nebeneinander autokratisch (bzw. theokratisch) regierter Gruppen ('señorios' bzw. 'chiefdoms') liegt der Schlüssel zum Verständnis jener "eklektischen Synthese", die der Chavín-Kult darstellt. Es ist kein Zufall, daß Homogenisierung und Diffusion des Kultes ihren Höhepunkt in dem Augenblick erreichten, als die Vermenschlichung der Gottesvorstellung zum entschiedenen Durchbruch gelangte. Nichts deutet darauf hin, daß wir es hier mit einem "Chavín-Reich" oder dem "ersten geeinigten Staat in den Anden", wie ihn noch KANO (1979: 38) annehmen zu müssen glaubt, zu tun haben. Vielmehr spiegelt sich in der relativen Einheitlichkeit des Chavín-Stils die Gemeinsamkeit eines "geistigen Zustands" (LARCO HOYLE 1966: 61) wider, den die betreffenden Völker auf dem von den Erfordernissen der Bewässerungswirtschaft vorgezeichneten Weg durchlebten.

Mit Konrad LORENZ (1966; 1967), dem wir wesentliche Einsichten in die instinktiven Grundlagen des menschlichen Sozialverhaltens und der Kultur verdanken, können wir diesen "geistigen Zustand" als einen Vorgang "kultureller Ritualisation" bezeichnen, der in auffallender Analogie zur stammesgeschichtlichen Entstehung von instinktiven Verhaltensmustern gleicher Funktion bei Tieren steht. Im Chavín-Kult mit seinen symbolischen Bildern und 'geheimen' Zeichen, sowie einer noch größeren Fülle ritueller Handlungen, die für uns verloren ist, wurden immer wieder Emotionen der Gläubigen angeregt, um sie im Sinne der Erfordernisse des neuen, vollends zu besetzenden Lebensraumes auszurichten, Angeborenes und Erlerntes in einer komplexen Einheit zu koordinieren. Treffend finden wir diesen Sachverhalt bereits bei J.H. ROWE (1962: 21) angedeutet, wenn er die Kunst von Chavín de Huántar versteht als "a religious art [...], produced for people who were willing to have their minds challenged as well as their emotions". Die magisch-dämonischen Kräfte des Jaguars (Pumas?), der Schlange und bestimmter Greifvögel, gewiß sehr alte Grundbestände der Naturerfahrung und naturreligiöser Vorstellungen, werden nun einer im Kern anthropomorph gedachten Gottheit dienstbar gemacht und verleihen ihr bedrohlich-fordernde Züge. Stilisiert und — mit Reißzähnen, Krallen etc. — oft pars pro toto wiedergegeben, bildeten sie innerhalb der Chavín-Kunst eine Art von Schlüsselreizen, die geeignet waren, in den Menschen unwillkürliche, vor allem das Sozialverhalten beeinflussende Reaktionsmuster auszulösen. Angst vor den Gefahren der Umwelt, so lehrt uns die Anthropologie, ist schon der primäre Beweggrund für den Zusammenschluß der urmenschlichen Individuen und eine entsprechende Unterdrückung der intraspezifischen Aggression gewesen (vgl. ERBEN 1975: 366f.). Die Koppelung von Angst mit Aggression legt die Vermutung nahe, daß die überaus starke Betonung angsterregender Elemente aus der natürlichen Umwelt in der Chavín-Kunst dazu diente, einerseits den Zusammenhalt der eigenen Gruppe gegen die auf der höheren Organisationsstufe wachsende Gefährdung durch artinterne Aggression zu sichern und diese andererseits für die Auseinandersetzung mit benachbarten, um Wasser und Anbauflächen rivalisierenden Gruppen verfügbar zu machen.

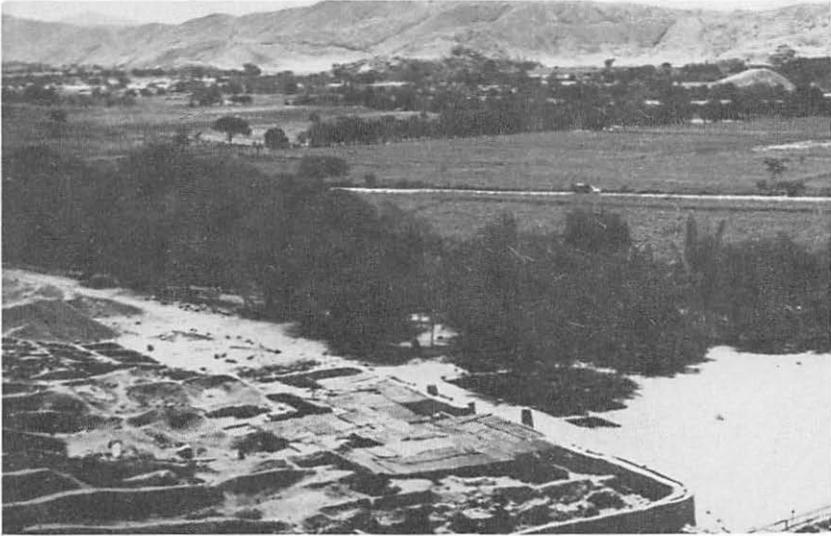


Bild 2: Blick von oberhalb der Ruinenstätte Cerro Sechín über das bewässerte Land im unteren Casma-Tal. Die ummauerte Plattform des Tempels ist deutlich zu erkennen. Vorn Algarrobo-Bäume (*Prosopis juliflora*).
Photo: W. Golte, Sept. 1981



Bild 3: Stilisierte Klaue (Durchmesser im Original ca. 50 cm) einer Raubkatzen-gottheit im ältesten Teil des Tempels von Cerro Sechín (um 1500 v. Chr.). Malerei auf Lehmstück; der mittlere Teil, in dem die Krallen sitzen, hat im Original rote Farbe, Krallenspitzen weiß, übrige Teile schwarz.
Photo: W. Golte, Sept. 1981



Bild 4: Darstellung eines siegreichen Kriegers in einer Opferungsprozession. Steinernes Flachrelief in der Umfassungsmauer der Tempelplattform von Cerro Sechín. Photo: W. Golte, Sept. 1975



Bild 5: Körperteile zerstückelter Opfer, Darstellungen in Flachrelief in der Umfassungsmauer der Tempelplattform von Cerro Sechín. Photo: W. Golte, Sept. 1975

Keine dem Raubkatzenkult angehörige Ruinenstätte zeigt diesen Zusammenhang eindrucksvoller als Cerro Sechín (Bild 2) im unteren Casma-Tal (vgl. SAMANIEGO 1975/76). Den ältesten Teil dieses Monuments bildet eine von zwei auf Adobe gemalten riesigen Pumas (Bild 3) bewachte heilige Kammer. Um diese Kammer wurde später eine etwa quadratische Plattform (Bild 2) errichtet, deren äußere Wände aus Steinplatten mit Darstellungen in Flachrelief und Umrißlinien bestehen. Dargestellt ist eine Opferungsprozession, in der Gestalten siegreicher Krieger (Bild 4) mit den realistisch wiedergegebenen Körperteilen (Köpfe, Arme, Beine, Verdauungsapparat, etc.; Bild 5) ihrer zerstückelten Gegner, jeweils einer Standarte folgend, dem Aufgang der Plattform zustreben, um sie dem darin verehrten Raubtiergott darzubringen (zu einer damit möglicherweise verbundenen Fruchtbarkeitssymbolik, die sich gut in die hier entwickelten Zusammenhänge einfügen würde, vgl. WICKLER & SEIBT 1982). Menschenopfer in Verbindung mit kriegerischen Auseinandersetzungen beginnen frühzeitig auch im Hochland (nach KANO 1979: 9 in der Kotosh-Phase). Bezeichnenderweise häufen sich gegen Ende der Chavín-Periode in den obersten Abschnitten der Küstentäler auf Bergkuppen gelegene Festungen bzw. befestigte Siedlungen (vgl. COLLIER 1955: 19; PATTERSON 1971: 40f.). Hier galt es, wie wir gesehen haben, die Kontrolle über das zur Verfügung stehende Wasser zu sichern. Chanquillo im oberen Casma-Tal wird mit einem ^{14}C -Datum von 342 ± 80 v. Chr. als älteste datierte Festung Perús angesehen (LANNING 1967: 109).

Nach LORENZ (1967: 379 f.) ist es ein phylogenetisch programmierter, auf 'Reizbarkeit' und 'Nachrichtenvermittlung' beruhender Mechanismus, mit Hilfe dessen ein lebendes System sich Kenntnis seiner Umweltgegebenheiten verschafft, um darauf alsbald mit einer systemerhaltend sinnvollen Reaktion zu 'antworten'. Er zitiert eine Formulierung O. Rösslers, wonach "jeder Organismus, vom physikalischen Standpunkt gesehen, ein System [ist], das Energie an sich reißt und in positiver Rückkopplung (positive feedback) die gewonnene Energie zum Gewinnen weiterer verwendet". Auf diese Weise, fährt LORENZ fort, trage "jede system-erhaltend günstige Mutation nicht nur Zinsen, sondern geradezu phantastische Wucherzinsen".

In der Tat, die 'Mutation' Chavín trug in Gestalt der nachfolgenden Hochkulturen reiche 'Zinsen'. Die vorübergehend im Zeichen des Kults erreichte Einheitlichkeit des Stils schlug in eine Entfaltung stark regional geprägter Kulturstile (Salinar, Gallinazo, Recuay, etc.) um. Im Virú-Tal beispielsweise ist in der dem Chavín-Impuls folgenden Periode (Puerto Moorín, 400 v. bis Chr. Geb.) ein rapider Bevölkerungsanstieg zu beobachten; die Zahl der Siedlungsplätze, nunmehr am größten im oberen Abschnitt des Tales, nimmt stärker zu als in jeder anderen Epoche (WILLEY 1953: 61ff.). Neu und charakteristisch ist dabei ein Siedlungstyp mit dichten Wohnkomplexen von Adobe, den WILLEY als "agglutinated village" bezeichnet, und der uns später beispielsweise noch in den Vierteln der Unterschicht von Handwerkern, Dienern usw. in der Chimú-Metropole Chanchan (vgl. TOPIC 1980) begegnet. Mit der Verweltlichung macht sich ein auf

vielen Gebieten (z.B. dem der Weberei, vgl. CONKLIN 1978) erzielter technischer Fortschritt bemerkbar, und zumal die Bewässerungstechnik nahm mit dem talweiten Ausbau der Kanalsysteme (s. KOSOK 1965) im Gefolge des Chavín-Impulses "jenen entscheidenden Aufschwung, der die Oasen des Küstengebietes zu Kulturmittelpunkten machte" (TRIMBORN 1964: 39).

Resumen

Los principios de la agricultura de riego en el Perú prehispánico y el problema Chavín

El concepto de Chavín — creado por el arqueólogo Julio C. TELLO y derivado del nombre de un templo situado en el lado oriental de la Cordillera Blanca — se refiere a un culto religioso que se extendió en la costa norte y central y la sierra norte del Perú, y que llegó a su máximo desarrollo y homogenización durante los siglos alrededor de 1000 a.C. Con este culto que gira alrededor de una divinidad felínica culmina el proceso formativo de la civilización andina. En el presente artículo tratamos de demostrar que el culto Chavín se desarrolló como adaptación a las necesidades de la agricultura hidráulica incipiente. De ninguna manera la unificación estilística bajo Chavín es producto de la difusión de un solo foco o expresión de la formación de un 'imperio', sino es resultado de una "síntesis ecléctica de varias élites regionales" (RAVINES).

La agricultura en los valles costeros y en las cuencas del Alto Huallaga y del Marañón empezó como un simple 'floodwater farming' durante el Precerámico VI (2500-1750 a. C.). Los indicios relacionados con los importantes centros ceremoniales de El Paraíso (Precerámico VI) y La Florida (Período Inicial, 1750-1050 a.C.) muestran que el riego artificial, basado en la construcción de canales, ya fue "inventado" a finales del Precerámico (aprox. 1800 a.C.), o sea al mismo tiempo de la aparición de la cerámica y del maíz. Obviamente, el maíz con sus exigencias muy altas y delicadas de agua jugó un rol importantísimo en el desarrollo de la agricultura hidráulica. El proceso de ocupación de los valles, que había empezado a finales del Precerámico, continuó durante el Período Inicial y el Horizonte Temprano (1050-400 a.C.).

A consecuencia de este proceso surgieron numerosos centros ceremoniales (Las Haldas, Cerro Sechín, Kotosh, etc.) en los cuales se desarrollaba el culto a la divinidad felínica. Dentro de la evolución del culto Chavín se puede reconocer un proceso de antropomorfización de la divinidad. Todo indica que la culminación de este proceso coincide no solamente con la difusión y homogenización máxima del culto, sino también con la ocupación de las partes medias y superiores de los valles costeros entre Chicama y Cañete.

Con el desarrollo de la agricultura hidráulica se produjeron cambios profundos dentro de la sociedad humana. Aparentemente se trata de grupos organizados bajo un 'chief', cuyo poder iba creciendo a medida que se desarrollaba la agricultura basada en el riego. Podemos considerar el culto llamado Chavín como un proceso de 'ritualización cultural' (K. LORENZ), mediante el cual se adoptaron y sancionaron las normas sociales necesarias para el desarrollo de la agricultura hidráulica. La fuerza motriz principal de esta ritualización fue el hecho de que los 'chief' se veían cada más obligados a justificar su poder. De ahí que se produjo la antropomorfización de la imagen de la divinidad, proceso necesario para poder 'explicar' la posición de la familia del 'chief' mediante una relación mítica con ella. Es muy notable que la imagen de la divinidad — al mismo tiempo que se vuelve antropomorfa — mantiene y aún acrecienta ciertos rasgos amenazantes de la naturaleza. Estos rasgos amenazantes o atemorizantes, tan típicos del culto Chavín (colmillos y garras del felino, serpientes, aves de rapiña, etc.), obviamente se deben sobre todo a la necesidad de controlar la agresión intraespecífica del hombre dentro de una sociedad jerarquizada.

Literatur

- ACOSTA, J. de: *Historia natural y moral de las Indias* [1590]. In: *Obras del Padre José de Acosta*, Bibl. de Autores Españoles, 73, Madrid 1954
- BENNETT, W.C. & J.B. BIRD: *Andean culture history*. *Americ. Mus. Nat. Hist. Handbook Ser.*, No. 15, New York 1949
- BIRD, J.B.: *Pre-ceramic cultures in Chicama and Virú. A reappraisal of Peruvian archeology*. *Americ. Antiquity*, vol. 13, 1948, S. 21-28
- BURGER, R.L.: *The Radiocarbon evidence for the temporal priority of Chavín de Huántar*. *Americ. Antiquity*, vol. 46 (3), 1981, S. 592-602
- CARRION CACHOT, R.: *La cultura Chavín. Dos nuevas colonias: Kuntur Wasi y Ancón*. *Rev. del Museo Nac. de Antrop. y Arqueol.*, vol. 2, No. 1, S. 172-199
- COHEN, M.N.: *Archaeological plant remains from the Central coast of Perú*. *Nawpa Pacha*, 16, 1978, S. 23-50
- COLLIER, D.: *Development of civilization on the coast of Perú*. In: *Irrigation Civilizations: a comparative study*. *Social Science Monographs*, 1, Washington 1955, S. 19-27
- CONKLIN, W.J.: *The revolutionary weaving inventions of the Early Horizon*. *Nawpa Pacha*, 16, 1978, S. 1-12
- ENGEL, F.: *Le complexe pré-céramique d'El Paraiso (Perou)*. *Journ. de la Soc. d. Americanistes*, 55, 1967, S. 43-96
- ERBEN, H.K.: *Die Entwicklung der Lebewesen. Spielregeln der Evolution*. München, Zürich 1975
- GOLTE, W.: *Die künstliche Bewässerung in Perú im Spiegel der präkolumbischen, kolonialen und neuzeitlichen Kultur- und Wirtschaftsentwicklung*. *Hausarb. d. 1. Philol. Staatsprüfung*, Bonn 1967
- GOLTE, W.: *Grundwassernutzung bei den Küstenbewohnern des alten Perú*. In: R. Hartmann & U. Oberem [eds.], *Estudios Americanistas I, Homenaje a H. Trimborn (= Coll. Inst. Anthropos, 20)*, St. Augustin 1978, S. 182-193
- GREBENSCIKOV, I.: *Mais als Kulturpflanze*. *Die Neue Brehm-Bücherei*, H. 123, Wittenberg-Lutherstadt 1959
- GROBMAN, A. & D. BONAVIA: *Pre-ceramic maize on the north-central coast of Peru*. *Nature*, vol. 276, 1978, S. 386-387
- HARTMANN, R.: *Andines Südamerika*. In: U. Oberem & R. Hartmann: *Über Seefahrt in Hochkulturen Altamerikas*. *Manuskript, im Druck* (1982)
- IZUMI, S.: *The development of the formative culture in the Ceja de Montaña: a viewpoint based on the materials from the Kotosh site*. In: E. P. Benson [ed.], *Dumbarton Oaks Conference on Chavín*, Washington 1971, S. 49-72
- IZUMI, S. & T. SONO: *Andes 2: Excavations at Kotosh, Peru, 1960*. *The Univ. of Tokyo, Scient. Exped. to the Andes, 1960*. Tokyo 1963
- IZUMI, S. & K. TERADA: *Andes 4: Excavations at Kotosh, Perú, 1963 and 1966*. *The Univ. of Tokyo, Scient. Exped. to the Andes, 1963 and 1966*. Tokyo 1972
- KANO, CH.: *The origins of Chavín culture*. *Studies in Pre-Columbian Art and Archaeol.*, No. 22, Washington 1979
- KNAPP, G.: *Prehistoric flood management on the Peruvian Coast: reinterpreting the "sunken fields" of Chilca*. *Americ. Antiquity*, vol. 47 (1), 1982, S. 144-154
- KOSOK, P.: *Life, land and water in ancient Perú*. New York 1965
- LANNING, E.P.: *Peru before the Incas*. Englewood Cliffs, N.Y. 1967
- LARCO HOYLE, R.: *Cronología arqueológica del Norte del Perú*. Trujillo 1948
- LARCO HOYLE, R.: *Peru. Archaeologia Mundi*. München, Genf, Paris 1966
- LEICHT, H.: *Indianische Kunst und Kultur. Ein Jahrtausend im Reiche der Chimú*. 2. Aufl. Zürich 1957
- LORENZ, K.: *Stammes- und kulturgeschichtliche Ritenbildung*. *Naturwiss. Rundschau*, 19, 1966, S. 361-370

- LORENZ, K.: Die instinktiven Grundlagen menschlicher Kultur. *Naturwiss.*, Jg. 54, 1967, S. 377-388
- LUMBRERAS, L.G.: Para una reevaluación de Chavín. *Amaru*, No. 2, Lima, Abril 1967, S. 49-60
- LUMBRERAS, L.G.: Los estudios sobre Chavín. *Revista del Museo Nac.*, t. 38, 1972, Lima 1973, S. 73-92
- LUMBRERAS, L.G.: Excavaciones en el templo antiguo de Chavín (sector R): Informe de la sexta campaña. *Nawpa Pacha*, 15, 1977, S. 1-38
- LUMBRERAS, L.G.: *Arqueología de la América Andina*. Lima 1981
- LUMBRERAS, L.G., C. GONZALEZ & B. LITAER: Acerca de la función del sistema hidráulico de Chavín. *Publ. del Museo Nac. de Antropol. y Arqueol.*, Serie Investigaciones de Campo, No. 2. Lima 1976
- LYNCH, TH.F.: Current Research [Bericht über in Perú laufende Forschungen]. *Americ. Antiquity*, vol. 47, 1982, S. 210-213
- MACERA, P.: *Visión histórica del Perú*. Lima 1978
- MACNEISH, R.S., TH.C., PATTERSON & D.L. BROWMAN: The Central Peruvian prehistoric interaction sphere. *Pap. R.S. Peabody Found. f. Archaeol.*, 7. Andover/Mass. 1975
- MARCOS, J.: Intercambio a larga distancia en América: el caso del *Spondylus*. *Bol. de Antropol. Americana*, 1, 1980, S. 124-129
- MARCOS, J. & P. NORTON: From the Yungas of Chinchay Suyu to Cuzco: the role of La Plata Island in *Spondylus* trade. Paper present. at the XLIII Intern. Congr. of Americanists, Vancouver 1979
- MATSUZAWA, T.: The formative site of Las Haldas, Peru: architecture, chronology and economy. Transl. by J. Shimada. *Americ. Antiquity*, vol. 43 (4) 1978, S. 652-673
- MOSELEY, M.E.: *The maritime foundations of Andean civilization*. Menlo Park, Calif. 1975
- MURRA, J.V.: La papa, el maíz y los ritos agrícolas del Tahuántinsuyu. *Amaru*, 8, Lima 1968, S. 58-62
- MURRA, J.V.: El tráfico de 'mullu' en la costa del Pacífico. In: Murra, *Formaciones económicas y políticas del mundo andino*, Lima 1975, S. 255-267
- PATTERSON, TH.C.: Chavín: an interpretation of its spread and influence. In: E.P. Benson [ed.], *Dumbarton Oaks Conference on Chavín*, Washington 1971, S. 29-48
- PAULSEN, A.C.: The thorny oyster and the voice of god: *Spondylus* and *Strombus* in Andean prehistory. *Americ. Antiquity*, vol. 39 (4), 1974, S. 597-607
- PETERSEN, G.: Cumbemayo: acueducto arqueológico que cruza la divisoria continental (Dep. de Cajamarca, Perú). *Tecnia*, Publ. de la Univ. Nac. de Ingeniería, No. 3, 1969, S. 112-139
- PIRES-PERREIRA, J.W. & E.; P. KAULICKE: Pre-ceramic animal utilization in the Central Peruvian Andes. *Science*, vol. 194, 1976, S. 483-490
- POZORSKI, TH.: The Early Horizon site of Huaca de los Reyes: societal implications. *Americ. Antiquity*, vol. 45 (1), 1980, S. 100-110
- RAVINES, R.: Garagay, un viejo templo en los Andes. *Separata de 'textual 10'*, *Rev. del Inst. Nac. de Cultura*, Lima, Octubre 1975, 17 S.
- RAVINES, R.: *Panorama de la arqueología andina*. Lima 1982
- RAYMOND, J.S.: The maritime foundations of Andean civilizations: a reconsideration of the evidence. *Americ. Antiquity*, vol. 46 (4), 1981, S. 806-821
- REPARAZ, G. de: La zone aride du Perou. *Geogr. Annaler*, 40, 1958, S. 1-62
- ROE, P.: A further exploration of the Rowe Chavín seriation and its implication for North Central Coast chronology. *Stud. in Pre-Columb. Art and Archaeol.*, No. 13, Washington 1974
- ROWE, J.H.: Chavín art. An inquiry into its form and meaning. *Mus. of Primitive Art*, New York 1962
- ROWE, J.H.: Form and meaning in Chavín art. In: J.H. Rowe & D. Menzel [eds.], *Peruvian Archeology, Selected Readings*, Palo Alto 1967, S. 72-103
- SAMANIEGO ROMAN, L.: Sechín: notas breves. *Bol. del Seminario de Arqueol.*, Inst. Riva Agüero, Pontif. Univ. Catól. del Perú, No. 17-18, 1975/76, S. 101-105
- SCHWEIGER, E.: *El litoral peruano*. 2. ed. Lima 1964
- TELLO, J.C.: Chavín. *Cultura matriz de la civilización andina*. Primera parte. Lima 1960

- TELLO, J.C.: Sobre el descubrimiento de la cultura Chavín en el Perú. In: R. Ravines [ed.], 100 años de arqueología en el Perú, Lima 1970, S. 69-110
- TOPIC, J.R.: Excavaciones en los barrios populares de Chanchan. In: R. Ravines [ed.], Chanchan: metrópoli Chimú, Lima 1980, S. 267-282
- TRIMBORN, H.: Die Religionen der Völkerschaften des südlichen Mittelamerika und des nördlichen und mittleren Andenraums. In: W. Krickeberg [Hrsg.], Die Religionen des alten Amerika (= Die Religionen d. Menschheit, Bd. 7), Stuttgart 1961, S. 91-170
- TRIMBORN, H.: Probleme der andinen Bewässerungswirtschaft. Jahrbuch f. Geschichte v. Staat, Wirtsch. u. Gesellsch. Lateinamerikas, Bd. 4, Köln u. Graz 1967, S. 1-16
- TRIMBORN, H.: Alte Hochkulturen Südamerikas. Frankfurt 1973
- TRIMBORN, H. & A. KELM: Francisco de Avila. Quellenwerk z. alten Geschichte Amerikas, aufgez. in d. Sprachen d. Eingeborenen, Bd. 8, Berlin 1967
- TROLL, C.: Die tropischen Andenländer. In: Handbuch d. Geogr. Wiss., hrsg. v. F. Klute, Bd. 'Südamerika', Wildpark/Potsdam 1930, S. 309-496
- TROLL, C.: Die Stellung der Indianer-Hochkulturen im Landschaftsaufbau der tropischen Anden. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, 1943, S. 93-128
- TROLL, C.: Religionsgeographie als Teilaspekt der Kultur- und Sozialgeographie. In: Religionsgeographie, Darmstadt 1975, S. 250-253
- WEST, M.: Early watertable farming on the North Coast of Perú. *Americ. Antiquity*, vol. 44 (1), 1979, S. 138-144
- WICKLER, W. & U. SEIBT: Toad spawn symbolism suggested for Sechín. *Americ. Antiquity*, vol. 47 (2), 1982, S. 441-444
- WILLEY, G.R.: The Chavín problem: a review and critique. *Southwestern Journ. of Anthropol.*, vol. 7, No. 2, Albuquerque 1951, S. 103-114. Span. Übers. u.d.T. 'El problema de Chavín: revisión y crítica. In: R. Ravines [ed.], 100 años de arqueología en el Perú, Lima 1970, S. 69-110
- WILLEY, G.R.: Prehistoric settlement patterns in the Virú valley, Perú. *Smithson. Inst., Bureau of Americ. Ethnol., Bull.* 155, Washington 1953
- WILSON, D.J.: Of maize and men: a critique of the maritime hypothesis of state origins on the coast of Peru. *Americ. Anthropologist*, vol. 83 (1), 1981, S. 93-120

STADT HENNEF (SIEG)
AUSWIRKUNGEN DER ORTSKERNANIERUNG
AUF DEN EINZUGSBEREICH

mit 2 Abbildungen

JAN MÜLLER-GOLDKUHL

Vorbemerkungen

Hennef, 15 km von Bonn, 35 km von Köln entfernt, rechtsrheinisch gelegen, ist der Zentralort eines Stadtgebietes¹⁾, das nach dem Gesetz zur kommunalen Neugliederung des Raumes Bonn vom 10.6.1969 durch den Zusammenschluß der früheren selbständigen Gemeinden Hennef, Lauthausen und Uckerath entstand²⁾. Das Stadtgebiet hat eine Größe von 105,8 qkm; bei der Einwohnerzahl von 29.905³⁾ ergibt sich eine Bevölkerungsdichte von 283. In Hennef selbst wohnen 11.857 Personen. Ohne den Ort Hennef beträgt die Bevölkerungsdichte 180.

Hennef steht in direktem Raumbezug zum Ballungsraum der Köln-Bonner Tieflandsbucht, der seinerseits sich als Teil der "Rheinschiene" darstellt, jener bandartigen Aufreihung von Siedlungs- und Wirtschaftsschwerpunkten, die durch ein Bündel von Verkehrs- und Versorgungslinien miteinander verknüpft sind. Das Stadtgebiet zählt so zur Ballungsrandzone.

Der Randcharakter ergibt sich auch aus anderer Sicht. Morphologisch gesehen, liegt der Ort Hennef im Talboden des Siegtals, dort, wo sich das bis dahin enge Tal nach Westen hin in einem 40 Grad weiten Trichter zur Köln-Bonner Tieflandsbucht öffnet. Innerhalb des Stadtgebietes liegt der Zentralort exzentrisch und nur 2 km von der westlichen Grenze entfernt. Es ergibt sich ein spannungsreicher Gegensatz zwischen der städtische Strukturen aufweisenden Talweitung und den flächenmäßig 10fach überwiegenden Höhenlagen mit ihrem ländlichen Charakter. Der schroffe Übergang vom Tiefland ins Mittelgebirge erscheint als wesentlicher Faktor für die Entwicklung Hennefes.

1) Bis 31.12.1980 "Gemeinde" Hennef

2) Ein Teil der Ortschaft Seligenthal wurde der Stadt Siegburg zugeordnet.

3) Stand 30.6.1981 (Angaben der Stadtverwaltung Hennef)

I. Das Einzugsgebiet Hennefs

Bei der kommunalen Neuordnung von 1969 waren für die neuen Grenzziehungen mehrere Kriterien ausschlaggebend: die bisherigen Grenzen, die Flächengröße, die Einwohnerzahl, die Wirtschaftskraft, die Versorgung mit zentralen Einrichtungen, gewachsene und gefühlsmäßige Zuordnungen. Demzufolge ist das heutige Stadtgebiet Hennef nicht deckungsgleich mit dem Einzugsgebiet, doch gibt es in bezug auf Form und Ausdehnungsrichtungen viele Ähnlichkeiten und analoge Ursachen (Abb. 1).

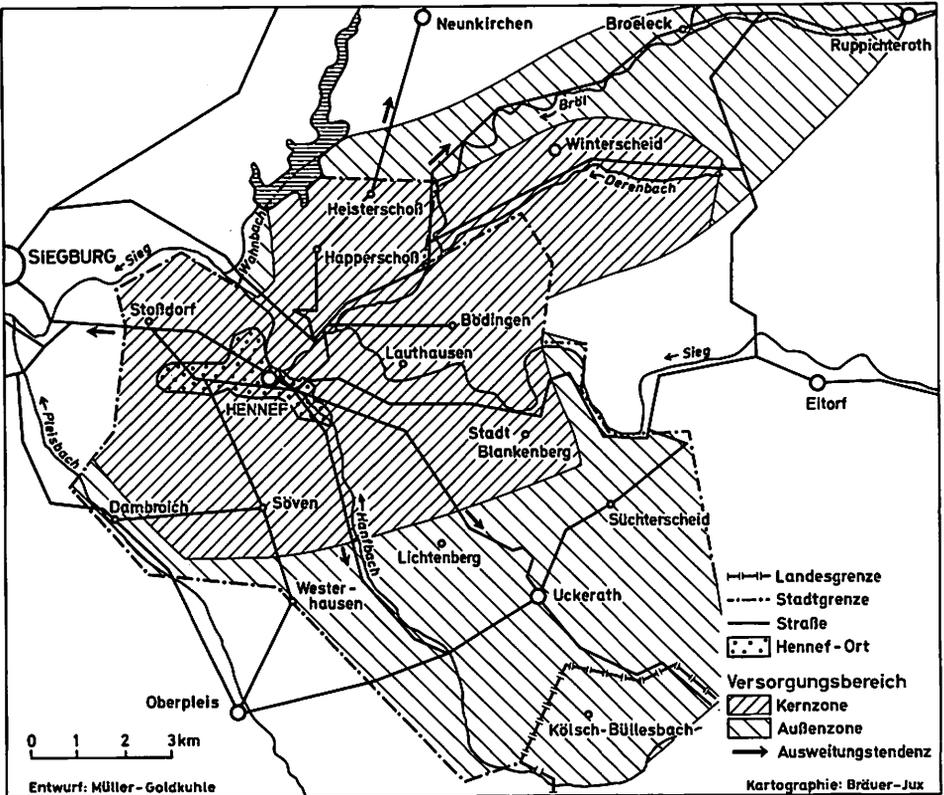


Abb. 1: Stadt Hennef: Einzugsbereich und heutiges Stadtgebiet

Bestimmend ist das durch die Sieg und ihre Zuflüsse geprägte Relief. Der Ort Hennef liegt nicht nur in der trichterförmigen Öffnung des Siegtals, sondern auch in unmittelbarer Nähe der Mündungen des von Nordosten kommenden Brölbaches und des von Südosten zufließenden Hanfbaches. Beide Bäche schnitten sich zusammen mit einer Vielzahl von Nebenbächen bis zu 120 m tief ein und

schufen so ein Talsystem, das konzentrisch auf Hennef ausgerichtet ist. Parallel zum Brölbach, 3-5 km westwärts, verläuft das Wahnbachtal; seine Einmündung in das Siegtal liegt bereits auf Siegburg zu. Ähnlich verhält es sich mit dem westlich des Hanfbachtales gelegenen Pleistal, das sich ganz in Richtung Siegburg öffnet. Zwischen den großen Tälern liegen die langgestreckten Riedel; ihre Kämme weisen entsprechend alle nach Hennef.

Die Siedlungs- und Bevölkerungsverteilung

Die Siedlungen sind, mit Ausnahme von "Stadt Blankenberg", jener mittelalterlichen Burg- und Verwaltungsstadt, bäuerlichen Ursprungs. Größe und Verteilung richteten sich nach dem Vorhandensein landwirtschaftlich nutzbarer Flächen. Zu unterscheiden sind die Höhensiedlungen und die Talsiedlungen. Erstere entstanden auf den Verebnungen der Haupt- und Höhenterrassen und blieben wegen der starken Zerriedelung meist klein; sie erreichten bis Mitte dieses Jahrhunderts kaum 150 Einwohner; Weilersiedlungen mit ehemals 2-5 Hofstellen sind selten. Dorfcharakter gewannen in der Vergangenheit nur Winterscheid und Uckerath, die schon seit dem Mittelalter zentrale Funktionen niederer Stufe wahrnahmen. Die Talsiedlungen waren im wesentlichen auf die Gleithänge und Schwemmkegel angewiesen und entwickelten kaum Wachstum. Lediglich den Dörfern Geistingen, Hennef und Stoßdorf standen wegen der Verbreiterung der Niederterrasse größere nutzbare Flächen zur Verfügung. Getrennt sind die Tal- von den Höhensiedlungen durch steile, bewaldete Hänge, die sich noch heute als recht verkehrswidrig erweisen.

Die heutige Siedlungsgröße ist nicht mehr von der der Ortschaft zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Nutzfläche abhängig. Gleichwohl entscheidet über den Standort der Wohnstätte des einzelnen Bürgers wie damals der Grad der Ausübbarkeit der Daseinsgrundfunktionen (Wohnen, Arbeiten, Versorgen usw.). Der räumlichen Trennung der Ausübungsstätten steht eine entsprechend höhere Mobilität des einzelnen gegenüber, was der Wohnplatzwahl viel von ihrer existenziellen Bedingtheit nimmt und einen subjektiveren Charakter gibt. Die Entscheidung für einen bestimmten Wohnplatz ist das Ergebnis der persönlichen Gewichtung der Lage der Wohnstätte einerseits und der Entfernung zu den Versorgungs-, Bildungsstätten usw. andererseits. Dies gilt sowohl für die seit langem ortsansässigen wie für die zugezogenen Bürger. Wie Befragungen ortsfremder Bauherren in dem Höhenort Heisterschoß und in dem Talort Oberauel¹⁾ zeigen, wird für die meisten beim Wohnen in einem kleinen, mehr oder weniger abseits gelegenen Ort, in dem in der Regel nur die Wohnfunktion wahrgenommen werden kann, der Nachteil der Entfernung zu den übrigen Ausübungsstätten

1) WASMUTH, D.: Geographische Aspekte der Stadt-Umlandbeziehungen der Gemeinde Hennef/Sieg. Wiss. Arb. im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für d. Lehramt am Gymn. (MaschSchr.) Bonn 1980, S. 57 ff.

durch die Wohnqualität aufgewogen.¹⁾ Daß solche subjektive Gewichtung sich verschieben kann, belegen Beispiele, in denen die von zentralen Einrichtungen entfernte, aber, wie es heißt, "landwirtschaftlich schön" gelegene Wohnung zugunsten einer in Hennef gelegenen wieder aufgegeben wurde.

Beim Blick auf die heutige Bevölkerungsverteilung darf aber nicht übersehen werden, daß die Bautätigkeit außerhalb der bisherigen Siedlungsflächen mit Hilfe der Flächennutzungs- und Bebauungspläne administrativ geregelt wird, um die notwendigen infrastrukturellen Investitionen möglichst rentabel einzusetzen sowie der Zersiedlung entgegenzuwirken. Die Folge sind überdurchschnittliche Siedlungserweiterungen.

Im einzelnen stellt sich die Verteilung der Siedlungen und der Bevölkerung wie folgt dar: Unterteilt man das in Frage kommende Gebiet nach dem Gesichtspunkt siedlungsstruktureller Einheitlichkeit, ergeben sich 9 Teilräume, die im wesentlichen der morphologischen Gliederung entsprechen. Der Riedel zwischen Wahnbachtal und Bröltal (1) ist gekennzeichnet durch eine Aufreihung größerer dörflicher Siedlungen²⁾ entlang der Straße, die auf dem Kamm verläuft und über Neunkirchen (4.232 Ew.) nach Much führt. Die heutige Größe der Siedlungen ist hauptsächlich bedingt durch die Ausweisung und Erschließung von Bauland, was zu reger Bautätigkeit führte. Die neuen Ortsteile sind inzwischen ausgedehnter als die alten. Nördlich von Heisterschoß, wo der Riedel sich verbreitert, liegen auf den Nebenriedeln zusätzlich Weilersiedlungen, die teilweise einen eigenen Zugang zum Bröltal haben. — Das Bröltal (2) ist bis Schönenberg recht eng und siedlungsarm. Nur in Bröl (761 Ew.), einer Schwemmkegelsiedlung, die sich auf den hier verbreiterten Talboden ausgedehnt hat, und in Bröleck (312 Ew.)³⁾, wo durch den Zusammenfluß der beiden Brölbäche sich das Tal weitert, konnten größere Siedlungen entstehen. — Das Derenbachtal (3), ein im oberen Teil weites Nebental des Bröltales, ist ein von Wald umschlossener Siedlungsraum, in dem fast ein Dutzend Weilersiedlungen (heute 25 bis 156 Ew.) entstanden. Ca. 1.800 Personen wohnen hier. Der Kirchort Winterscheid (1.086 Ew.) war bis 1969 Zentrum einer gleichnamigen Gemeinde. — Der Höhenrücken des Nutscheid (4), dessen Kamm die Sieg-Bröl-Wasserscheide bildet, besitzt keine durchgehende Straßenverbindung mehr. Der Südabfall ist durch nord-südläufige Täler in Einzelriedel aufgelöst, die je nach Flächenausdehnung und verkehrlicher Er-

1) WASMUTH, D., a.a.O., S. 64: "Knapp 86 % der Befragten gaben wohnliche, durch die Umgebung bestimmte Gründe an. Die restlichen Punkte verteilen sich auf berufliche Gründe 7 %, persönlich/familiäre Gründe 4 % und sonstige 3 %." - "Auch bei einer weiteren Untergliederung der Motivgruppe 'wohnliche/ durch die Umgebung bestimmte Gründe' konzentrieren sich die Werte auf wenige Nennungen: mit großem Abstand überwiegt die Angabe 'preisgünstiges Grundstück' (46,4 %) vor 'naturhaftes Wohnen' (17,4 %), 'Eigentum erwerben' (8,7 %), 'Kinder' (5,8 %) und 'Wohnung/Umgebung allgemein' (7,2 %)."

2) Happerschoß 781 Einwohner (30.6.1981), Heisterschoß 872 Ew., Remschoß 231 Ew., Wolperath 757 Ew., (Angaben der Gemeindeverw. Neunkirchen-Seelscheid)

3) 20.7.1981 (Angaben der Gemeindeverw. Ruppichteroth)

schließung besiedelt sind. Im Westen liegen im Hauptterrassenniveau Altenbödingen (382 Ew.) und Bödingen (331 Ew.), auf dem nächsten Riedel Oberhalberg (36 Ew.), Niederhalberg (64 Ew.), Berg (69 Ew.), auf dem dritten, der nur von Norden her, vom Derenbachtal aus einen Zugang hat, Honscheid mit Neuenhof (41 Ew.). — Im Siegtal (5) entstanden größere Ortschaften auf den Gleithängen: Weldergoven (536 Ew.), Lauthausen (339 Ew.), Greuelsiefen (345 Ew.), Oberauel (310 Ew.), Bülgenuel (253 Ew.); sie weisen alle Neubauzonen auf. — Der Höhenzug zwischen Siegtal und Hanfbachtal (6) ist der breiteste und wird durch die Bundesstraße 8, der alten Verbindung Köln-Frankfurt, erschlossen. Die Siedlungsgröße ist sehr unterschiedlich. Wo Baugebiete ausgewiesen wurden, wuchsen die Ortschaften in den letzten Jahren stark, so Uckerath, bis 1969 Zentrum einer selbständigen Gemeinde, mit Bierth (2.082 Ew.), Lichtenberg (745 Ew.), Stadt Blankenberg (532 Ew.), Süchterscheid (382 Ew.). Eine Vielzahl kleiner und kleinster Ortschaften, die sich wegen der starken Zertalung besonders zum Hanfbachtal hin weit streuen, blieb zurück. — Das Hanfbachtal (7) ist eng und bietet nur kleinen Siedlungen Platz. — Die Höhe zwischen Hanfbachtal und Pleistal hingegen (8) hat mit Söven (803 Ew.) und Rott (743 Ew.) zwei Siedlungen, die wegen der Bautätigkeit in jüngster Zeit in ähnlicher Weise gewachsen sind wie Happerschoß und Heisterschoß auf der gegenüberliegenden Siegseite. Nach Süden hin nimmt wegen der stärkeren Zertalung die Siedlungsdichte zu, während die Siedlungsgröße abnimmt. — Die größte Bevölkerungsdichte hat die Hennefer Talweitung (9). Die inzwischen fast zusammengewachsenen Siedlungen Hennef, Geisbach, Edgoven, Warth, Geistingen haben zusammen eine Einwohnerzahl von fast 12.000. Hinzu kommt Stoßdorf mit 1.200 Einwohnern. Damit wohnen 44 % der Bewohner des Stadtgebietes Hennef auf weniger als 1/10 der Fläche.

Die Verkehrsbedingungen

Wachstum und zentralörtliche Bedeutung Hennefs gründen in der frühen Funktion als Knotenpunkt im Schienenverkehr. Zu Beginn der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden die bis dahin wegen Versumpfung verkehrsfeindlichen Täler durch Bahnlinien erschlossen: das Siegtal durch die Köln-Gießener Eisenbahn, Bröltal und Hanftal durch Kleinbahnen. So flossen aus dem Bergland die sich entwickelnden Verkehrsströme in Hennef zusammen, die Schienenverbindungen von Waldbröl und Asbach nach Köln und Bonn führten über Hennef als Umsteigeort. Die Kleinbahnen dienten bis in die Nachkriegszeit dem Personentransport¹⁾, der dann nach Ausbau der Bröltal- und Hanftalstraße von Omnibuslinien übernommen wurde.

Heute verbinden Omnibuslinien auch die Höhenzüge mit Hennef. Dabei werden hauptsächlich die auf den Wasserscheiden verlaufenden Höhenstraßen benutzt. So ergeben sich die Strecken Happerschoß-Heisterschoß-Neunkirchen,

1) Der Gütertransport (Basalt) aus dem Hanftal zum Beueler Hafen wurde erst 1969 eingestellt.

die Bröltalstrecke Schönenberg-Ruppichterath-Waldbröl, die Strecke Derenbachtal-Winterscheid, die Strecke über die Bödinger Höhe, die Siegtalstrecke, die durch die Bundesbahn betrieben wird, die Strecke entlang der Bundesstraße 8 über Uckerath nach Altenkirchen mit Abzweigen, die Hanfbachtalstrecke und die Strecke Söven-Westerhausen-Oberpleis. Es handelt sich also um einen regelmäßigen Wechsel von Höhenstrecken und Talstrecken, die, im Halbkreis angeordnet, alle konzentrisch auf Hennef ausgerichtet sind. — Zu diesen Strecken, die der Erschließung des Berglands dienen, kommen dann die, die Hennef mit den höheren Zentren Bonn und Siegburg verbinden.

Der Zeitaufwand, der erforderlich ist, um mit öffentlichen Verkehrsmitteln von den einzelnen Wohnplätzen aus den Zentralort Hennef zu erreichen, ist recht uneinheitlich. Besonders in größeren Entfernungen von Hennef nimmt wegen der Radialstruktur des Streckennetzes die Zahl der Ortschaften zu, von denen aus der Fußweg zu einer Haltestelle zeitlich ins Gewicht fällt. Die Isochronen, die diejenigen Orte verbinden, von denen aus unter Benutzung öffentlicher Verkehrsmittel bei Berücksichtigung der Anmarschwege zu den Haltestellen Hennef mit dem gleichen Zeitaufwand zu erreichen ist, verlaufen also keineswegs kreisförmig. Selbst die 10-Minuten-Isochrone hat schon deutliche Ausbuchtungen in Richtung der Omnibusstrecken. Innerhalb dieser Isochrone liegen eine Reihe größerer Orte wie Stoßdorf, Weingartsgasse, Allner, Bröl, Weldergoven, Lichtenberg, Söven. Auch die in der Nähe des Bahnhofs Stadt Blankenberg gelegenen Orte Stein und Bülgenuel gehören wegen der Bahnverbindung dazu. Ohne Hennef selbst ergibt sich eine Bevölkerungsgesamtzahl von ca. 6.000, das sind 32 % der in den Hennefer Außenorten Wohnenden, die Hennef in weniger als 10 Minuten erreichen können. Innerhalb der 20-Minuten-Isochrone wohnen im Stadtgebiet zusätzlich 7.900 Personen (44 %). Es gehören dazu die Ortschaften Happerschoß, Heisterschoß, Lauthausen, Oberauel, Bödingen, Stadt Blankenberg, Uckerath, Rott, Dambroich. Die 20-Minuten-Zone greift entlang den meisten Strecken fingerförmig über die Stadtgrenze hinaus und schließt zum Beispiel Remschoß, das Bröltal bis Büchel und das Siegtal bis Herchen-Bahnhof mit ein. Innerhalb der 30-Minuten-Isochrone liegt das übrige Stadtgebiet mit nur einzelnen Ausnahmen wie Meisenbach und Fernegierscheid im Südosten. Zu dieser Zone gehören auch die Orte im Derenbachtal sowie Neunkirchen, Ruppichterath, Schladern, Weyerbusch, Oberpleis. Daß die Isochronen nicht mit Einzugsbereichsgrenzen zentralörtlicher Einrichtungen gleichgesetzt werden können, ergibt sich aus der Gesetzmäßigkeit, daß derartige Abgrenzungen aus dem Kräftespiel zwischen Attraktivität und Entfernungswiderstand innerhalb des Systems der Zentralen Orte resultieren. Wegzeiten sind aber nur ein Faktor des Entfernungswiderstandes.

Die genannten Tal- und Höhenstraßen sind gleichzeitig die Sammler des Individualverkehrs, der insbesondere als PKW-Verkehr als zweites wesentliches Element für die Verbindung zwischen Umland und Zentralort sorgt. Der private PKW verschafft dem Besitzer bei der Versorgung mit materiellen Gütern eine viel größere Unabhängigkeit bei der Wahl der Einkaufsstätten. Sein Einkaufsverhal-

ten unterscheidet sich daher deutlich von dem desjenigen, der auf öffentliche Verkehrsmittel angewiesen ist. Da auch zum Kauf des täglichen Bedarfs Fahrten zu entfernteren Einkaufsstätten rentabel werden können durch die Möglichkeit, größere Mengen zu transportieren, kann durch Benutzung des privaten PKWs die Hierarchie der Zentralen Orte irrelevant werden. Für Hennef bedeutet dies Vor- und Nachteil zugleich. Da sein Versorgungsangebot über dem der Grundausstattung eines Unterzentrums liegt, gewinnt es durch die PKW-Dichte einen Zentralitätszuwachs. Andererseits wird durch den Sog der westwärts gelegenen höherrangigen Angebotsorte Kaufkraft abgezogen. Dies mag für Hennef um so schmerzlicher sein, als wegen des auf Hennef ausgerichteten Straßennetzes des Umlands der Weg, wenn nicht gar durch Hennef hindurch, so doch dicht an ihm vorbeiführt. Da Hennef so aber als Sammler und Verteiler der Verkehrsströme fungiert, besteht doch ein gewisser Standortvorteil.

Das Einzugsgebiet von Hennef vor der Ortskernsanierung

Beschränkt man sich bei der Abgrenzung des Einzugsgebietes auf die Funktion der Versorgung mit Gütern — die Einzugsbereiche der Arbeits- und Bildungsstätten unterliegen zusätzlichen Bedingungen —, stellte sich die westliche Stadtgrenze traditionellerweise als deutliche Grenze des Einzugsgebiets dar. Dies ist nicht verwunderlich, da Hennef der nur 3 km von der Stadtgrenze entfernten Kreisstadt Siegburg mit ihrem seit jeher höherrangigen Angebot sowie den in jüngster Zeit in St. Augustin entstandenen zwei Verbrauchermärkten nichts entgegenzusetzen hatte. Darüberhinaus bestand das höchstrangige Angebot des 13 km entfernten Bonn und des gut 30 km entfernten Köln. Es gab für die Bevölkerung von St. Augustin oder Siegburg keinen Grund, Hennefer Versorgungseinrichtungen aufzusuchen.

Der rechts der Sieg gelegene Ort Seligenthal, der bis 1969 zur Gemeinde Lauthausen gehörte, orientierte sich wegen der besseren Straßenverbindung mit zunehmender Motorisierung der Bevölkerung mehr und mehr nach Siegburg und wurde bei der kommunalen Neugliederung dementsprechend ins Stadtgebiet Siegburg eingegliedert. Der Nachbarort Weingartsgasse liegt im Hennefer Stadtgebiet; auch hier sind in der Nachkriegszeit die Versorgungsbeziehungen zu Hennef sehr locker geworden, denn nur für Fußgänger und Radfahrer, die den Steg über die Sieg benutzten, durch den sich der Weg ins Zentrum auf weniger als 2 km verkürzt, war der Entfernungswiderstand zu Hennef gering genug, um auf das Angebot von Kaldauen und Siegburg verzichten zu können. Die Bewohner von Allner hingegen versorgten sich vorrangig in Hennef. Dasselbe gilt für die Orte Happerschoß und Heisterschoß. Befragungen ergaben, daß im vergleichbaren Versorgungsbereich fast 80 % der Bewohner dieser Ortschaften das Angebot Hennefs dem Siegburgs vorzogen. Zu bedenken ist dabei allerdings, daß in der Praxis ein beachtlicher Teil der Warenkäufe besonders bei den in den ausgedehnten Neubaugebieten Wohnenden in den mit einem höherrangigen Angebot ausge-

statteten Arbeitsorten Siegburg mit St. Augustin, Bonn und Köln getätigt wird. Diese Koppelung von Arbeits- und Versorgungsfunktion kann im einzelnen Haushalt vollständig sein, so daß Hennef gar nicht mehr für die Versorgung aufgesucht wird. Derartige Motivationen lösen das theoretische System der Zentralen Orte auf zugunsten von Bindungen an den Arbeitsort, die aber ganz anderen Gesetzen unterliegen. Befragungen ergaben, daß so etwa 30 % der Waren des täglichen Bedarfs nicht aus dem angegebenen favorisierten Zentralen Ort stammen. — Der jenseits der nördlichen Stadtgrenze gelegene Ort Remschöß versorgte sich im unteren Bereich in Neunkirchen; für den höheren Bedarf wurde Siegburg aufgesucht.

Im Bröltal reichte vor der Hennefer Ortskernsanierung das Einzugsgebiet hinsichtlich der Deckung des täglichen Bedarfs lediglich bis Bröl. Oberhalb des 5 km langen siedlungsfreien Talstücks, also ab Ingersau, versorgte man sich mit dem Alltäglichen durchweg in Neunkirchen, Broeleck, Schönenberg oder Ruppichteroth. Erst wenn hier das Angebot nicht ausreichte, suchte man als nächst höhere Stufe Hennef, Waldbröl oder Siegburg auf. Von Ruppichteroth ab war Hennef keine Konkurrenz mehr für Waldbröl. — Das Derenbachtal richtete sich, als durch die Motorisierung weiter Bevölkerungskreise die einseitige Zuordnung auf Winterscheid und die Isoliertheit aufgegeben werden konnte, fast ganz nach Westen hin aus. Etwa 30 % der Bewohner zogen es jedoch vor, bei ihren Einkäufen Hennef zu überspringen und Siegburg oder Bonn oder einen Verbrauchermarkt in St. Augustin aufzusuchen.

Im Siegtal fand der Einzugsbereich der Hennefer Versorgungseinrichtungen seit je her seine Grenze mit dem Ort Bülgenuel. Der auf der anderen Siegseite gelegene Ort Merten orientierte sich bezüglich der Versorgung immer nach Eitorf, dem Gemeindezentrum. Die Ausstattung Eitorfs blieb bis heute nur wenig hinter der Hennefs zurück, so daß Hennef nie zu einer wirklich höheren Zentralitätsstufe gegenüber Eitorf aufsteigen konnte. Wem im Einzugsgebiet von Eitorf das dortige Angebot nicht ausreicht, fährt daher nicht nach Hennef, sondern nach Siegburg oder Köln.¹⁾ — Auf dem Höhenrücken zwischen Siegtal und Hanftal waren die Einzugsgebiete von Hennef und Eitorf im Raum zwischen Uckerath und Asbach nie deutlich voneinander getrennt. Hinzu kam das aufstrebende Asbach. Überlappungen kamen zustande wegen Mehrfachorientierungen innerhalb der einzelnen Haushalte, wegen unterschiedlicher Versorgungsgewohnheiten zwischen den Haushalten, wegen unterschiedlicher Tendenzen bei den einzelnen Ortschaften. Die auffallend große Richtungsstreuung der Versorgungswege ließ bereits geringe Differenzen bezüglich der subjektiv gesehenen Attraktivität der Versorgungsorte oder des lagebedingten Entfernungswiderstandes zu anderen Gewohnheiten führen, die dann aber nur ungern aufgegeben wurden. Eine Abgrenzung des Hennefer Versorgungsbereiches ließe sich am ehesten entlang dem Kra-

1) Vgl. J. MÜLLER-GOLDKUHL: Interne und externe funktionale Bindungen des Raumes Eitorf/Sieg. Bonn 1971

bachtal im Osten und dem Hanfbachtal im Süden vornehmen. Der zu Rheinland-Pfalz gehörende Abfall zum Hanftal wäre mit eingeschlossen, obwohl Hennef hier mit Uckerath, Buchholz und Asbach konkurriert. — Auf dem Höhenrücken zwischen Hanftal und Pleistal deckte sich bisher die Grenze des Hennefer Versorgungsbereiches mit der Gemeindegrenze. Die jenseits gelegenen Ortschaften orientierten sich im unteren Versorgungsbereich eindeutig nach Oberpleis, dem ehemaligen Sitz der Gemeindeverwaltung. Bei unzureichendem Angebot suchte man Siegburg auf, das früher mit der Pleistal-Kleinbahn erreichbar war. Dem Sog Siegburgs war so auch der zu Hennef gehörende Pleistalort Dambroich ausgesetzt, was zu einer Doppelorientierung führte: Auf der einen Seite war da Hennef, an das sich die Bevölkerung verwaltungsmäßig gebunden fühlte, auf der anderen Seite das bequemer erreichbare Siegburg, zu dem in jüngster Zeit noch St. Augustin mit seinen Warenhäusern kam.

Das so als bisheriger Einzugsbereich der Hennefer Versorgungseinrichtungen abgesteckte Gebiet bewohnten 35.000 Menschen. Zu den 30.000 im Stadtgebiet wohnenden kamen aus der Gemeinde Neunkirchen-Seelscheid 500, aus der Gemeinde Ruppichterath 2.800 und aus der Verbandsgemeinde Asbach 1.100 Einwohner. Differenziert man nach den Bevölkerungsanteilen bezüglich der Zielorte, ist eine Kern- und eine Außenzone feststellbar. Die Bevölkerung der Kernzone pflegte den Einkauf der täglichen Bedarfsgüter nahezu ausschließlich auf Hennef zu beschränken, die der Außenzone hingegen versorgte sich je nach den verfügbaren Verkehrsmitteln, nach Einkaufsmengen, nach Art der Bedarfsgüter, nach koppelbaren Besorgungen oder nach alten Gewohnheiten noch anderweitig. Die Kernzone zeichnet sich also durch eine relativ eindeutige Zuordnung aus, die Außenzone durch eine nicht eindeutige. Die Kernzone Hennefs lag innerhalb des Stadtgebiets, schloß aber die Ortslagen Weingartsgasse und Dambroich sowie den Raum Uckerath, wo ein eigener Versorgungsbereich besteht, nicht mit ein. Der Kernzone eng angelehnt war das Derenbachtal mit seinen 1.800 Einwohnern, die sich ebenfalls überwiegend in Hennef versorgten. Die Außenzone reichte im Bröltal bis Schönenberg. Der größte Teil der hier ansässigen Bevölkerung (1.500 Personen) bevorzugte Siegburg, St. Augustin, Neunkirchen oder Waldbröl gegenüber Hennef. Zur Außenzone ist auch der Raum Uckerath zu rechnen sowie das zu Rheinland-Pfalz gehörende Gebiet um Kölsch-Büllesbach, wo Hennef besonders mit Asbach konkurrierte.

Die Auswertung von Befragungen ergab im einzelnen: Die 21.500 Bewohner der Kernzone deckten vor der Ortskernsanierung den täglichen Bedarf zu 75 % in Hennef, die 1.800 Bewohner des Derenbachtals zu 55 %, die 4.000 Bewohner des Uckerather Raumes zu 45 %, die 1.100 Bewohner des Gebietes um Kölsch-Büllesbach zu 30 %. 1) Zusammengerechnet ergab sich so eine theoretische Zahl

1) Die Wertangaben basieren auf Hochrechnungen. Sie beinhalten zudem Schätzungen, da die befragten Haushalte häufig Mehrfachorientierungen angaben, deren Anteil sie schwer abwägen konnten. Eine Toleranz von 10 % ist daher zu berücksichtigen.

von 19.200 Personen, die den täglichen Bedarf ganz in Hennef deckten. — Beim nichttäglichen Bedarf zeigte sich in der Kern- wie in der Außenzone, daß noch nicht 20 % des dafür aufgewandten Geldes in Hennef ausgegeben wurden. Köln, Bonn, Siegburg, St. Augustin waren hier die meistgenannten Einkaufsorte. Der Versandhandel wurde selten erwähnt und fiel nicht ins Gewicht.

II. Die Ortskernsanierung

Für Hennef bedeutete der 1975 behördlich in Gang gesetzte und 1978 im ersten Abschnitt abgeschlossene Prozeß der "Ortskernsanierung" eher eine Ortskernbildung. Der ehemalige Ortskern auf einer hochwasserfreien Bodenwelle um die katholische Kirche hatte seine Bedeutung bereits im 18. Jahrhundert verloren zugunsten des am Ortsrand gelegenen Bereichs an der befestigten und vielbefahrenen Köln-Frankfurter Straße, wo zuerst die Beamten der Verwaltung des Amtes Blankenberg, dann Angehörige des sich entwickelnden Bürgertums sich niederließen. Im 19. Jahrhundert kam Hennef mit dem Bau der Siegtalstraße, der Köln-Gießener Eisenbahnlinie und den Schmalspurbahnen ins Oberbergische und in den Westerwald seine natürliche Lage zugute, und es wurde Verkehrsknoten zwischen Tiefland und Mittelgebirge. Der Bahnhof für den Personen- und Güterverkehr wurde nicht zwischen Hennef und Geistigen gebaut, sondern weiter östlich 200 m vom Siegbogen entfernt. Zwischen der Bahnlinie und der Sieg legte sich bogenförmig um Alt-Hennef herum eine Industriezone mit Werksgebäuden und Besitzervillen (Abb. 2). Die Frankfurter Straße wurde die Lebensader, und

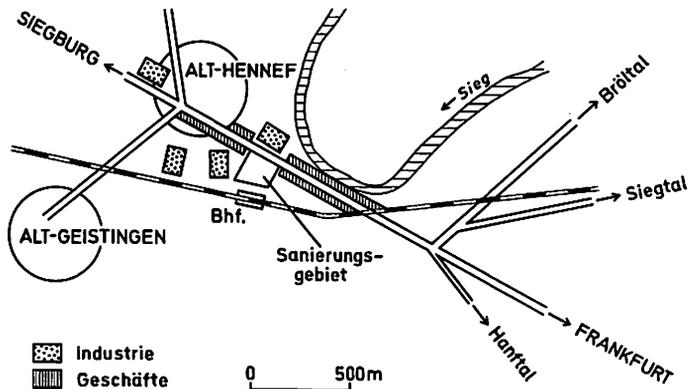


Abb. 2: Ortskernsanierung in Hennef

dies führte Ende des 19. Jahrhunderts zum Bau der geschlossenen Häuserzeile bis hin zur Hanfbachbrücke. Die durch die Industrie und den wachsenden Verkehr bedingte rasche wirtschaftliche Entwicklung vergrößerte das Angebot an Zentralen Versorgungseinrichtungen. Sie siedelten sich in der Folgezeit fast ausschließ-

lich an der Frankfurter Straße an, aneinandergereiht auf einer Länge von 1 km. In der Mitte war die Zeile jedoch auf 200 m unterbrochen durch Industriegelände auf der siegwärts gelegenen Seite, durch einen privaten Park auf der anderen. Somit war die Geschäftsstraße zweigeteilt: der ältere Teil im Westen am alten Ortskern, der jüngere, aus der Gründerzeit stammende im Osten. Die Mitte war frei von belebenden Zentralen Einrichtungen. Durch die beengte Lage zwischen Sieg und Eisenbahnlinie war von der Seite her eine Belebung durch Wohngebiete ausgeschlossen. Eine "Ortskernsanierung" sollte also die Lücke schließen und ein neues, die beiden Teile miteinander verbindendes Zentrum entstehen lassen. Zudem sollte durch den Bau eines modernen Geschäftsviertels der Kaufkraftabfluß aus dem Einzugsgebiet in die westwärts gelegenen Versorgungsorte Siegburg und St. Augustin gebremst werden. Es galt die Attraktivität Hennefs zu steigern, damit beim Vergleich des Verhältnisses Attraktivität zu Entfernungswiderstand Hennef günstiger gestellt würde gegenüber den Konkurrenzorten. Die Sanierung mußte zügig vorangebracht werden, damit nicht nach Fertigstellung der Umgehungsstraße (Bundesstraße 8), wodurch sich der Entfernungswiderstand zu Siegburg und St. Augustin weiter verringern wird, die durch das neue Geschäftsangebot gewonnene Attraktivität wirkungslos bliebe.

Um die Industrie auslagern zu können, wurde im Westen ein neues Industriegebiet auf der geräumigen Niederterrasse zwischen Hennef und Stoßdorf ausgewiesen und erschlossen. Der erste Abschnitt der Sanierung betraf die Fläche zwischen dem Bahnhof und der Frankfurter Straße. Hier entstand ein gegliederter Gebäudekomplex. Um ein Warenhaus mit 2.500 qm Verkaufsfläche gruppieren sich über 32 Fachbetriebe mit meist hoher Kundenfrequenz.¹⁾ Von ihnen sind die Hälfte neu, die anderen waren schon vorher in Hennef und wurden umgesiedelt. Im Kellergechoß befindet sich eine Parkgarage, in den Obergeschossen Arztpraxen und Büros. Ein Ziel der Sanierung, die Belebung des Gebietes, ist trotz der diesbezüglich nicht optimalen Anlage mit den peripheren und damit wegen der Länge verdünnend wirkenden Fußgängerwegen im wesentlichen erreicht worden.

Bei einem Teil der Hennefer Geschäftsleute wurden die Sanierungspläne mit Skepsis betrachtet. Man fürchtete Umsatzeinbußen wegen des Warenhauses und wegen der zusätzlichen Fachgeschäfte. Doch hoffte man schließlich auf eine Erhöhung des Absatzpotentials. Durch den Wettbewerb wird den konkurrierenden Betrieben scharfe Kalkulation, hohe Qualität und besonderer Kundendienst abverlangt. Niedrigere Preise machen für die Kundschaft längere Anfahrtswege rentabel, Qualität der Ware und Kundendienst, zu dem letztlich auch die Bereitstellung von Parkraum gehört, lassen Wege in höherrangige Einkaufsorte über-

1) Konditorei, 2 Metzgereien, Reisebüro, Eissalon, Fahrschule, Orientbazar, Kaffeegeschäft, 2 Gaststätten, chem. Reinigung, 2 Schuhgeschäfte, Lederwarengeschäft, Geschäfte für optische Artikel, Einbauküchen, Möbel, Radio-Fernsehen, Elektroartikel und Porzellan, Fotoartikel, Sportartikel, Antiquitäten, Dekorationen, Schmuck, Musikartikel, Haushaltswaren, Bücher, 4 Bekleidungsgeschäfte, 2 Frisörgeschäfte.

flüssig werden. Man hoffte also sowohl auf eine Ausweitung des Absatzbereiches als auf eine Intensivierung des Absatzes innerhalb des Bereiches.

Befragungen, die der Verfasser September und Oktober 1981 durchführte, sollten Aufschluß bringen, inwieweit letzteres sich erfüllte. Die Befragung ging von zwei Richtungen aus. Zum einen wurden an einem Samstagvormittag¹⁾ die Kunden²⁾ des Warenhauses nach ihrem Wohnort sowie nach ihren Einkaufsgewohnheiten vor und nach der Ortskernsanierung gefragt, zum anderen wurden in den Wohnorten selbst Befragungen durchgeführt³⁾ bezüglich der Einkaufsorte für den täglichen und nichttäglichen Bedarf und etwaigen Änderungen seit der Sanierung. Die Kartierung der Kundenwohnorte ergab zunächst eine Bestätigung des bisherigen Versorgungsbereiches, doch wurden Tendenzen zur Ausweitung sichtbar. Um die Orientierungsintensität zu prüfen, wurde für die einzelnen Wohnorte die Kundenzahl in Relation zur Einwohnerzahl gesetzt und ein vergleichbarer Quotient ermittelt.

Für Hennef selbst und seine statistisch integrierten Vororte bedeutete dies, daß während der Befragungszeit 1,7 Kaufakte im Warenhaus auf 100 Einwohner entfielen. Die Umfrage bei der Wohnbevölkerung ergab andererseits, daß die Hälfte der Befragten seit der Ortskernsanierung bei sich eine Änderung des Einkaufsverhaltens zugunsten des neuen Ortskerns feststellte. Als Gründe für das geänderte Verhalten wurden von diesem Personenkreis genannt: niedrigere Preise wegen der stärkeren Konkurrenz (40 %), wobei besonders die sogenannten "Sonderangebote" zum Anlaß genommen werden für einen ergänzenden Einkauf; größere Auswahl, die Wege in, wie es heißt, "andere Städte" überflüssig macht (23 %); räumliche Konzentration der Geschäfte, wodurch die Wege kürzer werden; Parkmöglichkeiten. Die andere Hälfte der Befragten gab als Gründe für die Beibehaltung der Einkaufsgewohnheiten an: fortdauernde innere Bindung an die Geschäfte, die bisher aufgesucht wurden (45 %); durch den Arbeitsplatz bedingter Einkauf in den größeren Städten, wo es "noch günstiger" sei (22 %); Größe, "Massenandrang", Unpersönlichkeit des Warenhauses (22 %). Insbesondere ältere Bürger empfinden den städtischen Charakter als unsympathisch.

In Stoßdorf sind wegen der westlicheren Lage die Verhältnisse etwas anders. Die Befragung der Warenhauskunden ergab, daß lediglich 0,7 Kaufakte auf 100 Einwohner entfielen (Hennef 1,7). Doch haben sich bei immerhin 60 % der befragten Wohnbevölkerung die Einkaufsgewohnheiten geändert. Die größere Zahl der Spezialgeschäfte, die größere Auswahl und das auf den verstärkten Wettbewerb zurückgeführte niedrigere Preisniveau werden auch hier als Hauptgründe

1) 10.10.1981. Ein Samstag bietet für eine derartige Befragung Vorteile: Die privaten PKWs stehen für Einkaufsfahrten zur Verfügung; Verwaltungen, Praxen freier Berufe und andere Dienstleistungsstätten sind geschlossen, so daß hier eine Kombination von Besorgungswegen weitgehend entfällt; desgleichen entfällt bei vielen die während der Woche häufige Verbindung von Arbeitsweg und Einkaufsweg.

2) 554 Personen

3) 670 Haushalte

genannt. Das stärker veränderte Verhalten wird verständlich, wenn man bedenkt, daß hier der Sog von Siegburg, St. Augustin und Bonn größer ist als in Hennef selbst, so daß sich die erhöhte Attraktivität Hennefs zahlenmäßig eher auswirkt. Selbst in Buisdorf ist diese Tendenz noch feststellbar, geben doch noch 40 % der dort Befragten an, zumindest bisweilen jetzt auch in Hennef einzukaufen.

Für die Ortschaften auf dem Höhenzug zwischen Wahnbachtal und Bröltal ergab die Befragung der Warenhauskunden folgende Relationswerte: Happerschoß 1,4; Heisterschoß 0,9; Remschoß 0,7. Aus den kleinen Orten oberhalb von Remschoß kamen keine Kunden, aus Neunkirchen nur 3, was einem Relationswert von 0,07 entspricht. Die Bevölkerung von Remschoß orientiert sich jetzt offensichtlich mehr nach Hennef und kann dem äußeren Einzugsbereich zugerechnet werden.

Auch im Bröltal ist ein Wandel festzustellen. Zwar ist wegen der Mehrfachorientierungen der Anteil Hennefs an der Versorgung mit Gütern immer noch gering, doch geben zum Beispiel in Broeleck fast zwei Drittel der Befragten an, daß sich ihr Einkaufsverhalten seit der Ortskernsanierung zugunsten Hennefs geändert habe. Als Gründe werden genannt niedrige Preise (30 %), die räumliche Konzentration der Geschäfte und die damit verbundene Erleichterung beim Einkauf (24 %) sowie das verbesserte und vielseitigere Warenangebot (24 %) und die Parkmöglichkeiten (22 %). So könne man sich häufiger den weiteren und zeitaufwendigeren Weg nach Siegburg sparen. Daß bei der Begründung die Parkraumfrage so sehr ins Gewicht fällt, erklärt sich aus den Entfernungen (13 km nach Hennef, 16 km nach Waldbröl), die den PKW zum wichtigen Hilfsmittel für den Einkauf machen. Die erhöhte Attraktivität Hennefs wirkt sich in gleicher Weise bis Schönenberg aus. Selbst in Ruppichteroth sind noch Veränderungen festzustellen; sie sind aber eher Indiz für einen Trend, als daß sie sich sinnvoll quantifizieren ließen.

Für das Derenbachtal ergab die Befragung der Warenhauskunden einen Relationswert von 0,8, der damit in etwa dem von Heisterschoß oder Bröl entspricht. Was die Änderungen der Kaufgewohnheiten angeht, stellt sich das Bild so dar: In Winterscheid, dem größten Ort mit den meisten Zugezogenen, stellten mehr als zwei Drittel der Befragten fest, daß sie seit der Ortskernsanierung mehr in Hennef einkaufen. In den kleineren Orten, wo das Beharrungsstreben seit jeher stärker ausgeprägt war, sinkt der Anteil derer, die Änderungen im Einkaufsverhalten bei sich sehen, bis auf unter 40 %. Für einen Ort wie Hatterscheid werden als Einkaufsorte für den täglichen Bedarf Hennef (56 %) und Winterscheid (44 %) genannt. In Litterscheid, das auf der anderen Talseite liegt, fällt der Anteil Winterscheids auf unter 20 %, der Hennefs steigt auf über 70 %. Die Einkaufsorte für den nichttäglichen Bedarf sind für Hatterscheid Siegburg (40 %), Hennef (30 %), Bonn (18 %); auch für Litterscheid treten Hennef, Siegburg und Bonn hervor. Nach Osten hin macht sich die größere Anziehungskraft Hennefs bis Lückerrath bemerkbar. 1968 war hier Hennef als Versorgungsort überhaupt

nicht genannt worden.¹⁾ Man kaufte in Schönenberg, Ruppichteroth, Eitorf und Siegburg ein. Jetzt steht Hennef neben den bisherigen Einkaufsorten und wird wegen des größeren Warenangebots, wegen der zusätzlichen Fachgeschäfte, wegen der räumlichen Konzentration, die die Einkaufswege verkürzt, in Anbetracht der geringeren Entfernung vielfach insbesondere dem höherrangigen Siegburg vorgezogen.

Der Bödinger Raum (1.500 Ew.) mit Bödingen, Altenbödingen, Lauthausen, Oberauel, Nieder- und Oberhalberg kam bei der Befragung der Warenhauskunden auf 1,3 Kaufakte pro 100 Einwohner. Mehr als die Hälfte der befragten Bewohner nutzt die verbesserten Einkaufsmöglichkeiten; Äußerungen, daß die Gewöhnung an die neuen Geschäfte schwerfalle und daß das Warenhaus zu unpersönlich sei, sind nicht selten. Da der Bödinger Raum zur Kernzone gehört, sich die Bevölkerung also ohnehin vorwiegend in Hennef versorgte, geht die Annahme des neuen Geschäftsangebots in erster Linie zu Lasten anderer Hennefer Geschäfte; der Faktor der Reduzierung der Anfahrtswege kommt dann nicht zur Geltung.

Die links der Sieg gelegenen Siegtalorte weisen nach der Kundenbefragung folgende Relationswerte auf: Weldergoven 1,3; Dondorf 1,3; Greuelsiefen 1,2; Stein mit Stadt Blankenberg 0,9; Bülgenuel 0,4. Die stetig fallenden Zahlen bestätigen, daß die Neigung, Hennef als Einkaufsort zu überspringen, mit zunehmender Entfernung des Wohnplatzes wächst. In allen Ortschaften wurde jedoch von einem Drittel der Befragten gesagt, daß man seit der Sanierung weniger oft durch Hennef hindurch nach St. Augustin, Siegburg oder Bonn fahre und stattdessen seine Einkäufe in Hennef tätige. — Von jenseits der Stadtgrenze kam nur noch 1 Kunde aus Eitorf. In Eitorf ist mittlerweile ein Warenhaus von derselben Firma eröffnet worden, und so bleibt das Nebeneinander von Eitorf und Hennef bestehen. Das Versorgungsangebot Eitorfs steht hinter dem Hennefers kaum zurück. Wenn es nicht ausreicht, werden in aller Regel Siegburg, Bonn oder Köln aufgesucht. Im Siegtal hat das zur Folge, daß die kommunale Grenze zwischen Hennef und Eitorf auch die Versorgungsbereichsgrenze darstellt. Daß von dieser Grenze aus die Entfernung nach Hennef doppelt so groß ist wie die nach Eitorf, erklärt sich weniger aus dem Angebot Hennefers als aus gefühlsmäßigen Bindungen, die die Attraktivität des kommunalen Mittelpunktes innerhalb der Grenzen deutlich höher erscheinen lassen, die jenseits der Grenze aber als attraktivitätssteigernder Faktor entfallen, so daß der Entfernungswiderstand schlagartig ein Übergewicht gewinnt.

Auf den Raum Uckerath, der hinsichtlich der Versorgungsbeziehungen eine Sonderstellung einnimmt, hat sich das neue Hennefer Geschäftszentrum weniger ausgewirkt. Die Befragung der Warenhauskunden ergab für Uckerath selbst 0,6 Kaufakte pro 100 Einwohner. Im Umland liegt der Wert niedriger: für Lichtenberg oder Süchterscheid beträgt er 0,5, für die zu Rheinland-Pfalz gehörende

1) Vgl. MÜLLER-GOLDKUHLE, a.a.O., S. 163

Ortschaftsgruppe um Kölsch-Büllesbach 0,3. Charakteristisch sind nach wie vor die in den Haushalten selbst und von Haushalt zu Haushalt unterschiedlichen und so insgesamt divergierenden Versorgungswege. Für den täglichen Bedarf wurden neben Uckerath, Hennef, Asbach, Eitorf, Siegburg, St. Augustin oder Buchholz genannt, für den nichttäglichen Siegburg, Bonn, Köln, St. Augustin, Asbach, Hennef, Altenkirchen. Entsprechend zurückhaltend waren die Äußerungen bezüglich der durch Hennefs neues Zentrum bedingten Änderungen im Kaufverhalten. Die Hälfte der Befragten gab an, bisweilen auch das neue Angebot zu nutzen, doch meist nur neben den bisherigen anderen. Die, die im neuen Zentrum einkaufen, kauften in aller Regel auch früher schon in Hennef ein. Ein Grund für den geringen Zuwachs mag darin liegen, daß die eigentliche Zufahrt nach Hennef gesperrt ist und mit dem Durchgangsverkehr aus Richtung Uckerath, der über Geistingen um Hennef herumgeführt wird, auch potentieller Zielverkehr abgeleitet wird.

Im Hanftal reicht die Kernzone bis Lanzenbach, wo der Relationswert noch 1,8 beträgt. Weiter talaufwärts orientieren sich die vielen kleinen Ortschaften auf der einen Talseite auch nach Uckerath, auf der anderen auch nach Oberpleis. Die größere Entfernung macht die Bindung an Hennef lockerer, obgleich auch hier für ein Drittel der Bevölkerung Hennef an Anziehungskraft gewonnen hat.

Auf dem Riedel zwischen Pleistal und Hanftal ergaben sich folgende Relationswerte: Söven 0,75; Rott 0,8; Dambroich 0,6; Westerhausen 0,3. Der Sog der westlich und nordwestlich gelegenen höherrangigen Einkaufsorte wirkt sich hier gegenüber dem nördlich gelegenen Hennef stärker aus. Entsprechend hoch ist mit 60 % der Anteil der Befragten von z.B. Rott, der seit der Ortskernsanierung mehr in Hennef einkauft. In Westerhausen konkurriert Hennef mit Oberpleis; auch hier gibt es noch Auswirkungen der Sanierung.

Im Überblick zeigt sich, daß die Ortskernsanierung deutliche Auswirkungen auf das Kaufverhalten der im Umland Wohnenden hatte. In der Kern- wie in der Außenzone lag der Anteil derer, die ihre Einkaufsgewohnheiten änderten, im Durchschnitt bei 50 %. Von denen, die bisher schon in Hennef die täglichen Bedarfsgüter erwarben, kauften 10 % jetzt vorwiegend im neuen Geschäftszentrum ein, 40 % teilweise.

Etwa 5 % der Befragten der Kernzone gab an, seit der Ortskernsanierung auf den bisher üblichen Kauf der täglichen Bedarfsgüter in den "größeren Städten" zu verzichten und dafür nach Hennef zu gehen. In der Außenzone, wo die Einkaufswege in mehrere Richtungen führen, hat sich der Anteil Hennefs bis um 10 % erhöht. Für die Räume, die bisher weniger an Hennef gebunden waren und außerhalb der Außenzone lagen, kann von einer Verdoppelung des Hennefer Anteils ausgegangen werden. Zusammengerechnet ergäbe sich so eine theoretische Zahl von 21.000 Personen, die den täglichen Bedarf ganz in Hennef decken. Das sind 1.800 Personen (9,4 %) mehr als vor der Ortskernsanierung. Auch beim nichttäglichen Bedarf lassen die Umfragen auf eine Umsatzsteigerung von 10 % schließen.

Bestätigt werden die Berechnungen durch die Zahl der durch das Einkaufszentrum im Hennefer Einzelhandel zusätzlich Beschäftigten. Zu den 90 in den neuangesiedelten Betrieben Beschäftigten kommen noch 15 Arbeitskräfte, die in den umgesiedelten Betrieben zusätzlich eingestellt wurden. Unter Abzug einer in Einzelfällen wegen Umsatzeinbußen beobachtbaren Personalreduzierung in Geschäften, die außerhalb des Zentrums liegen, bleibt ein Mehr von fast 100 Arbeitskräften, die eine Gesamtumsatzsteigerung von 1.000.000 DM voraussetzen.¹⁾ Bei einer durchschnittlichen Kaufkraft von 500 DM je Einwohner ergäbe sich ein theoretischer Zuwachs von 2.000 Personen.

Damit hätte sich die mit dem Projekt der Ortskernsanierung verbundene Hoffnung, den Gruppenabsatz zu erweitern, erfüllt. Obwohl der Einzugsbereich nur geringfügig ausgedehnt werden konnte, wurde durch Absatzintensivierung innerhalb des Bereiches mehr Kaufkraft in Hennef gebunden.

Summary

Hennef (Sieg) — Effects of the reorganization of the town centre on the supply area.

Hennef, situated at a distance of 15 km away from Bonn, is the central town in a community of 30,000 inhabitants which covers an area of 106 square kilometres. Its supply area extends beyond the communal boundaries to the northeast and to the southeast and comprises 35,000 people. Due to the development of the settlement there was no town centre in Hennef. Instead a central shopping street of 1 km length had developed which, over a stretch of 200 m about its middle, was void of any central supply facilities. There, in 1978, a shopping centre was opened containing a supermarket and 30 specialized shops. Since then the new shopping facilities have been made use of by about half of the people living in the surrounding area. The catchment area of Hennef has expanded but a little, the inhabitants, however, show a smaller inclination to shop in the neighbouring towns of St. Augustin, Siegburg or Bonn. Total sales in Hennef have increased by 10 percent because of the decreased drain of spending power to the greater cities. This is to say that the reorganization of the town centre has effected an intensification of supply within the existing area rather than an expansion of the supply area.

1) Nach Auskünften des Einzelhandels

OSTNICARAGUA — PROBLEME DER INTEGRATION EINES PERIPHEREN LANDESTEILES IN DEN NATIONALSTAAT*

mit 8 Abbildungen

HELMUT NUHN

Räumliche Disparitäten und Politik des regionalen Ausgleichs

Der Entwicklungsstand vieler Länder, insbesondere der Staaten der Dritten Welt wird gekennzeichnet durch starke sektorale und räumliche Disparitäten. Dem Gegensatz zwischen einem dynamischen, meist auf die Produktion weniger Exportgüter ausgerichteten Wirtschaftssektor und einem stagnierenden, auf die Selbstversorgung gerichteten traditionellen Sektor entspricht in räumlicher Hinsicht der Gegensatz zwischen zentralen, gut ausgestatteten und peripheren, zurückgebliebenen Wirtschaftsräumen.

Die Politik der betroffenen Länder ist meist formal auf einen Abbau der wachsenden Disparitäten und auf die Schaffung ausgewogener räumlicher Strukturen und Lebensverhältnisse gerichtet. Hierbei werden unterschiedliche Entwicklungsstrategien verfolgt. Die Industrialisierungs- und Wachstumspolkonzepte beinhalten eine zunehmende Verflechtung der Peripherie mit den Kernräumen bei weitgehender Außensteuerung und bewirken meist nicht die gewünschten breitgestreuten Regionaleffekte. Der Bau von Erschließungsstraßen führt häufig nicht zu positiven Sicker- und Ausbreitungsprozessen, sondern erleichtert den Abfluß der Ressourcen und die Domination durch das Zentrum. Statt einer Verringerung der Gegensätze verstärken sich die Disparitäten und entstehen politische Konflikte.

Aus diesem Grunde sind in jüngster Zeit Konzepte entworfen worden, die auf eine autozentrische Entwicklung unter stärkerer Berücksichtigung der regionalen Potentiale und eine Beteiligung der direkt betroffenen Bevölkerung an der Planung, Entscheidung und Realisierung der Programme abzielen. Hierbei müssen die regionalen Besonderheiten beachtet und die Identifikation der Bevölkerung mit den Vorhaben geweckt werden. Voraussetzung für eine solche nicht nur von oben bzw. außen gesteuerte Entwicklung ist ein Mindestmaß an Dezentrali-

* Manuskript abgeschlossen am 20. 3. 1981

sierung von Verwaltung und Entscheidung. Die Abhängigkeit vom Kernraum soll durch den Ausbau eigener Zentren und Hinterländer mit internen Produktions- und Transportsystemen gemildert werden. Nach außen gerichtete Verbindungen sind zu Gunsten der endogenen Verflechtungen zu reduzieren. Diese allgemeinen Überlegungen sollen den Hintergrund für eine spezielle, regionalspezifische Betrachtung liefern, bei der die historisch-politischen und sozio-ökonomischen Bestimmungsgründe der Unterentwicklung und Desintegration sowie die Versuche zu ihrer Überwindung dargestellt werden.

Ostnicaragua — ein zurückgebliebener desintegrierter Landesteil

Besonders stark ausgeprägt sind die sozio-ökonomischen und räumlichen Disparitäten im Kleinstaat Nicaragua. Bereits aus der Übersichtskarte 1 treten die Gegensätze eindringlich hervor. Die westlichen Landesteile sind dicht besiedelt

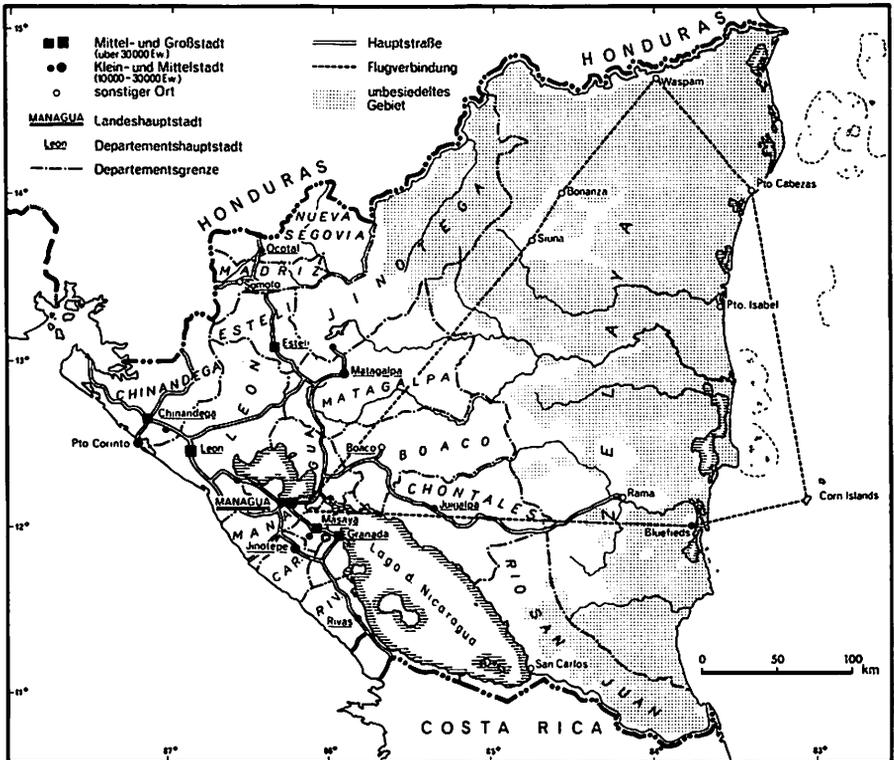


Abb. 1: Übersichtskarte von Nicaragua

und durch ganzjährig befahrbare Straßen relativ gut erschlossen, im Osten dominieren ausgedehnte Wälder mit kleineren Siedlungszellen an der Küste und im Bereich der Flüsse. Auf der Hälfte der Landesfläche leben hier nur annähernd 10% der Bevölkerung¹⁾. Da Landverbindungen nur in Ansätzen vorhanden sind, kommt dem Bootsverkehr die Hauptbedeutung zu. Nur einige größere Orte werden durch Linienflüge an die Landeshauptstadt angeschlossen. Das Fehlen einer ausgebauten Verkehrsinfrastruktur bedingt extrem lange Reisezeiten und hohe Transportkosten, was eine starke Isolierung der Siedlungszellen zur Folge hat²⁾.

Bei den herausgestellten Unterschieden zwischen dem pazifischen Nicaragua und der Costa handelt es sich nicht nur um einen graduellen Ost-West gerichteten Formenwandel, der in abnehmender Bevölkerungsdichte oder zunehmenden Transportkosten seinen Ausdruck findet, sondern um tiefgreifende Strukturgegensätze, die sich durch eine unterschiedliche sozio-ökonomische Entwicklung bei gegensätzlichen naturräumlichen Gegebenheiten herausgebildet haben. Während in den zentralen Landesteilen die spanischsprachige katholische Mischbevölkerung der Ladinos dominiert, leben an der Costa mehrere ethnische Gruppen mit eigenen kulturellen Traditionen, die durch den protestantischen Glauben und den Zugang zur englischsprachigen Welt mitbestimmt werden. Ostnicaragua gehört zum karibisch orientierten Randsaum der Landbrücke, der auch in den Nachbarstaaten nur bedingt integriert ist und in Belize 1981 zu einer eigenen Staatsgründung geführt hat (vgl. AUGELLI 1962).

Im Hinblick auf die physisch-geographische Struktur und das Nutzungspotential ergeben sich ähnliche Gegensätze. Der pazifische Landesteil gehört zum wechselfeuchten Klimabereich mit einer ausgeprägten Trockenzeit, in Ostnicaragua fallen demgegenüber ganzjährig hohe Niederschläge, die von Norden nach Süden zunehmen (vgl. LAUER 1959 u.1970). Bei dem immerfeuchten tropischen Klima hat sich eine üppige Vegetationsdecke entwickelt, die im Tiefland durch die Abflußverhältnisse und im Landesinneren durch die Höhenlage differenziert wird. Im Hinterland der durch Sandstrände mit Palmen- und Buschvegetation oder Mangrovenbestände gebildeten Küste schließen sich ausgedehnte Lagunen, periodische Überschwemmungsgebiete und Sümpfe an. Auf ausgelaugten, verarmten Böden haben sich im Nordosten Kiefern savannen gebildet, deren Ausbreitung durch flächenhafte Waldverwüstung und regelmäßige Grasbrände in diesem Jahrhundert stark zugenommen hat. Im höher gelegenen Landesinneren wachsen artenreiche tropische Regenwälder (Abb. 2).

Die Erhaltung ausgedehnter Waldgebiete in Ostnicaragua steht im Zusammenhang mit den für eine intensivere Besiedlung und Nutzung ungünstigen na-

1) Das Department Zelaya besitzt eine Flächengröße von 59.094 km² bzw. 45% des Landes und ca. 220.000 Einwohner oder 9% der Gesamtbevölkerung.

2) Noch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts dauerte eine Reise von Managua in die Minengebiete Siuna/Bonanza mindestens vier Wochen, was etwa der Reisedauer nach Europa entsprach (vgl. MIERISCH 1892).

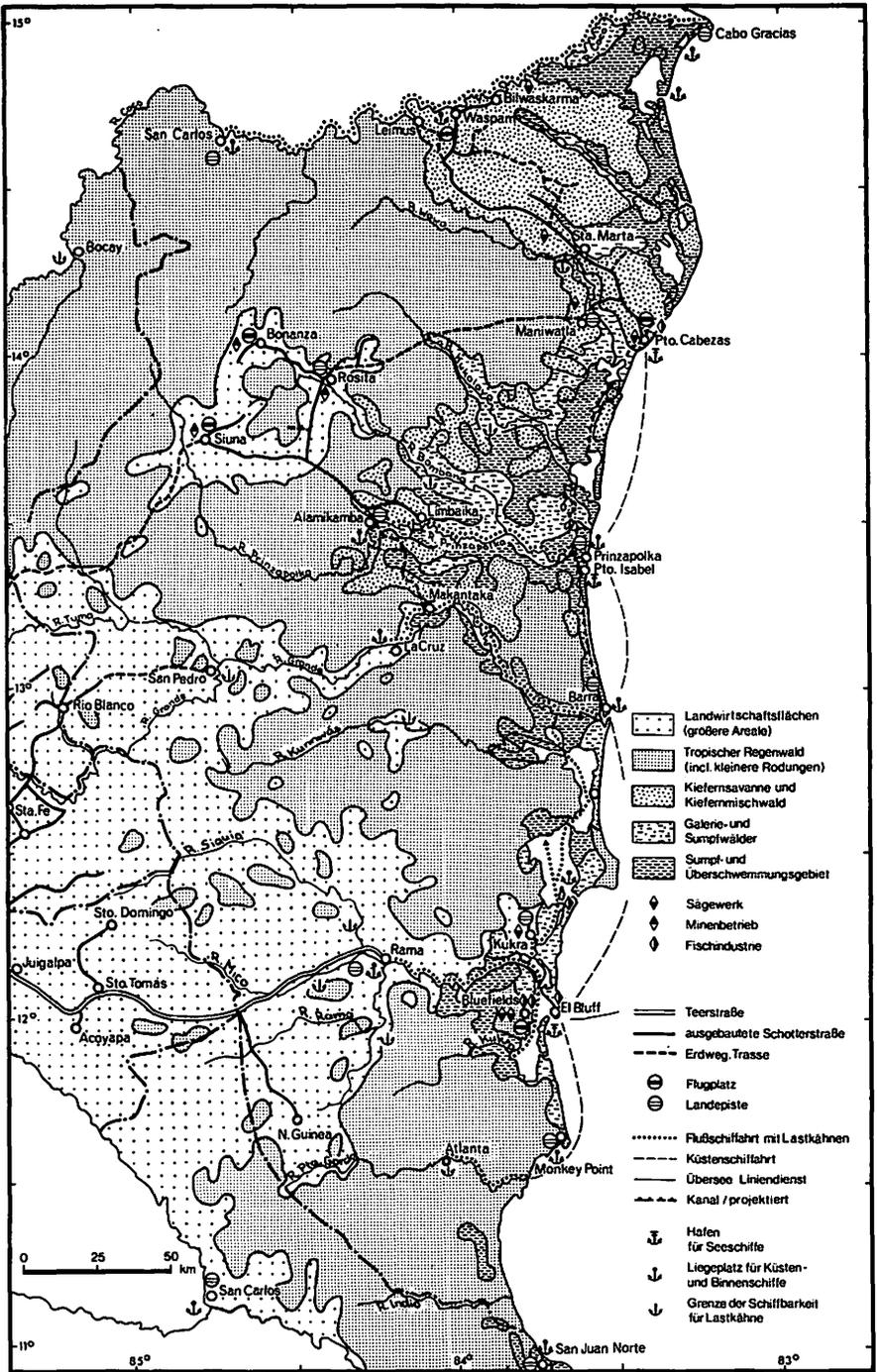


Abb. 2: Wirtschafts- und Verkehrsstruktur in Ostnicaragua

turgeographischen Voraussetzungen. Das Potential für Agrarwirtschaft ist auf die alluvialen Schwemmlandbereiche ohne Abflußprobleme beschränkt. Erosionsgefährdete oder vernäßte Gebiete können teilweise durch Weidewirtschaft inwertgesetzt werden, während die restlichen Gebiete nur forstwirtschaftlich nutzbar sind. Eine nachhaltige Bewirtschaftung erfordert die Beachtung des labilen Ökosystems. Im Rahmen der Subsistenzwirtschaft haben sich hier wenig Probleme ergeben, während durch den kurzfristigen Raubbau ausländischer Kapitalgesellschaften schwere Schäden für die Wald- und Meeresressourcen verursacht wurden.

Die historisch-politischen Grundlagen der Desintegration

Für die Beurteilung der Integrationsproblematik Ostnicaraguas ist die Kenntnis der territorialgeschichtlichen Entwicklung und der wechselnden Außeninflüsse von grundlegender Bedeutung. Die sozio-ökonomische Struktur der Costa ist nachhaltig durch politische Ereignisse geprägt worden, die den Bewohnern heute noch gegenwärtig sind und ihr Verhalten mitbestimmen.

Die anglo-spanische Auseinandersetzung um die Miskitia

Nach der spanischen Besitzergreifung blieb die Ostküste Nicaraguas wegen ihrer Unzugänglichkeit und Abgelegenheit mit Ausnahme des Rio San Juan, der nach 1540 als Handelsroute Bedeutung erhielt, weiter sich selbst überlassen (vgl. RADELL 1970). Während die Urbevölkerung im Pazifikraum zwangsmissioniert und in das koloniale Wirtschaftssystem einbezogen wurde, lebten die seminomadischen kriegerischen Waldindianer Ostnicaraguas weiterhin in ihren Sippenverbänden von Jagd, Fischfang und primitivem Feldbau. Kontakte einiger Küstenvölker mit englischen Piraten und Händlern führten ab Mitte des 16. Jh. zu regelmäßigen Tauschbeziehungen und gemeinsamen Raubzügen gegen spanische Schiffe und Siedlungen.

Gestützt auf die Zusammenarbeit mit den Engländern und den Besitz von Feuerwaffen konnten diese Stämme ihren Einflußbereich auf Kosten der nicht entsprechend ausgerüsteten kontaktscheuen Sippen entlang der Küste bis Honduras und Costa Rica ausdehnen. Die Engländer ließen nach der Errichtung von Stützpunkten in Bluefields, Cabo Gracias und Black River/Honduras 1687 einen der Stammeshäuptlinge in Jamaika zum König krönen und erklärten sich zur Schutzmacht des Miskito-Reiches. Hierdurch wurde eine nachträgliche Legalisierung ihrer politischen und ökonomischen Aktivitäten auf den formal zu Spanien gehörenden Gebieten erreicht. 1740 folgte die offizielle Erhebung der Miskitia zum Protektorat und damit die Einbeziehung in das britische Weltreich. Dem kolonialspanisch geprägten pazifischen Bereich war ein karibisch-englisch domi-

nierter Bereich hinzugefügt worden, der durch eine bewaldete Pufferzone mit isoliert lebenden Indianersippen nach Westen hin abgesichert war.

Nach einer Phase des Aufblühens der Küstensiedlungen kam es in der zweiten Hälfte des 18. Jh. wieder zu kriegerischen Auseinandersetzungen zwischen den Kolonialmächten, in deren Verlauf sich England 1786 bereit erklärte, seine Stützpunkte an der Costa aufzugeben (vgl. FLOYD 1967). Die spanische Macht konnte den Küstenraum aber auch jetzt nicht nachhaltig durchdringen, so daß beim Zerfall ihrer Herrschaft englische Holzfäller, Händler und Pflanzer de facto wieder an der Ostküste dominierten und 1844 die Erneuerung des Miskito-Protectorats erreichten. In diesem Zusammenhang wurden die Grenzen neu festgelegt und der Río San Juan voll in den Interessensbereich einbezogen. 1848 vertrieben Engländer und Miskitos die nicaraguanischen Grenzposten aus San Juan del Norte und gaben der Siedlung den Namen Greytown zu Ehren des britischen Gouverneurs von Jamaica.

Die anglo-amerikanischen Auseinandersetzungen um die transisthmische Route

Dem Versuch der Engländer, sich in den Besitz der transisthmischen Verkehrsrouten in Südnicaragua zu bringen, wurde von seiten der USA energisch entgegengewirkt. Sie verbündeten sich zur Durchsetzung ihrer eigenen Interessen mit der Regierung in Managua und forderten eine Konzession für C. Vanderbilt zur kommerziellen Nutzung der San Juan-Route im Rahmen einer Verkehrsverbindung zwischen New York und der nordamerikanischen Westküste. 1854 wurde Greytown von der US-Marine beschossen, und Großbritannien sah sich zum Rückzug gezwungen. Im Vertrag von Managua erfolgte 1860 formell der Verzicht auf die Ansprüche in der Miskitia, die den Status eines Reservats innerhalb der Grenzen Nicaraguas erhielt. De facto blieb der englische Einfluß allerdings bis 1894 erhalten, als General Cabezas unter Billigung der USA Bluefields mit Truppen besetzte und die Reserve als Department Zelaya verwaltungsmäßig in den Nationalstaat integrierte.

Die Zentralgewalt Nicaraguas an der Ostküste blieb weiterhin schwach, die Stelle der englischen Holzfäller, Händler und Pflanzer wurde von nordamerikanischen Unternehmern und Kapitalgesellschaften eingenommen, die zur Sicherung ihrer Interessen bei der Ausbeutung der Ressourcen die Regierung der Vereinigten Staaten um Schutz anriefen. Von 1911 bis 1932 war das Land, abgesehen von kurzen Unterbrechungen, durch US-Marinetruppen besetzt und damit de facto zur Kolonie abgesunken. Die Küstenbewohner dienten den amerikanischen Unternehmern als billige Arbeitskräfte, wurden aber weder von ihren Ländereien verdrängt, noch direkt von ihrer traditionellen Lebensweise entfremdet. Sie arbeiteten mit den Nordamerikanern in ähnlicher Weise zusammen wie vorher mit den Engländern und sahen in der Regierung in Managua nach wie vor ihren Feind. Die Aufständischen unter Sandino, die dem US-Imperialismus und den

korrupten Politikern um 1930 ihren Kampf ansagten, fanden bei den Costeños wenig Unterstützung. Diese Situation änderte sich bis zum Sturz der Somoza-Dynastie 1979 nicht grundlegend.

Die honduranisch-nicaraguanischen Auseinandersetzungen um die Nordostgebiete

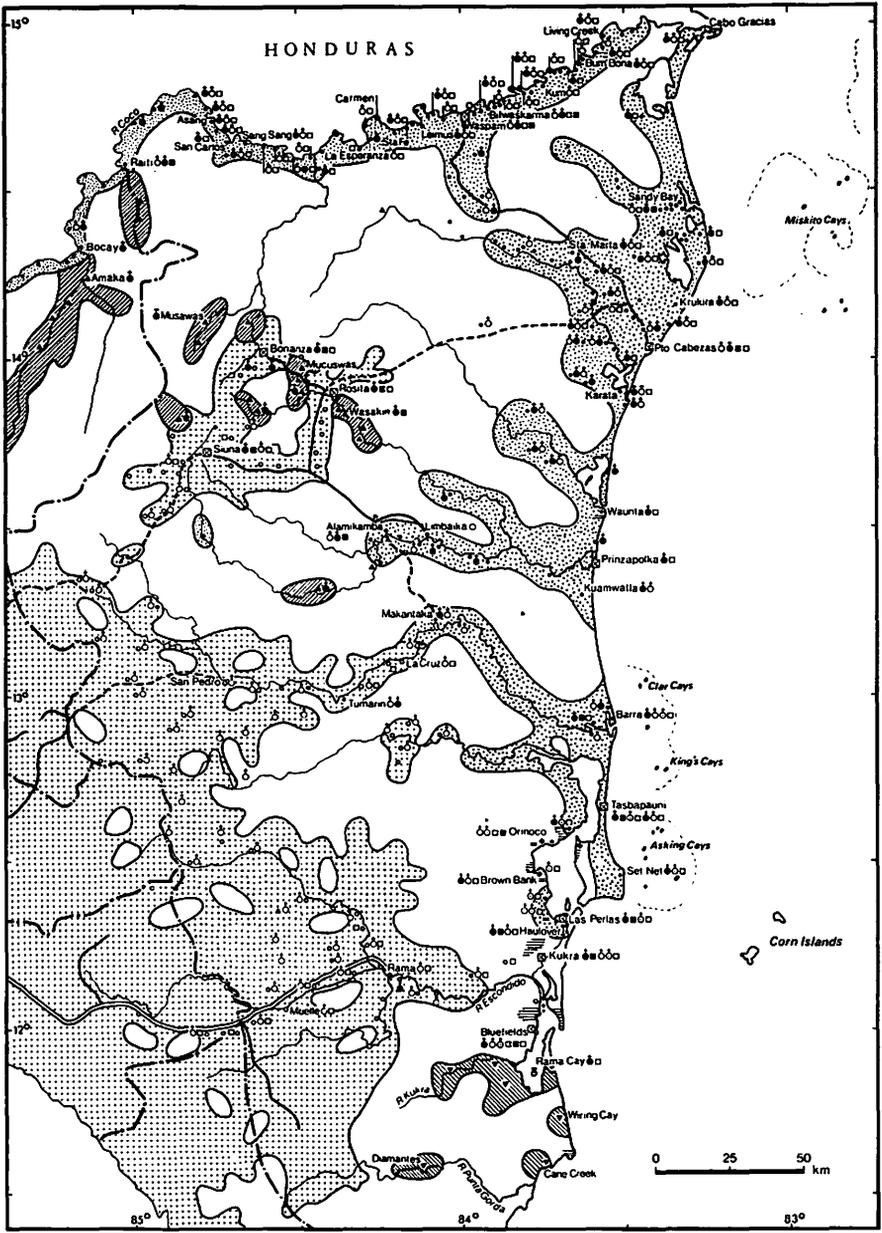
Nach der definitiven Einbeziehung der Miskito-Reserve in den Nationalstaat stellte sich das Problem der Grenzfestlegung gegenüber Honduras im Nordosten, da das Siedlungsgebiet der Miskitos hier von beiden Ländern beansprucht wurde. Eine gemeinsame Kommission konnte 1900 bis 1904 keine Lösung erarbeiten, deshalb wurde ein Schiedsgericht unter Vorsitz des spanischen Königs Alfonso XIII. angerufen, das 1906 die Flüsse Coco und Poteca als Grenze festlegte. Diese von Nicaragua zunächst hingenommene ungünstige Entscheidung wurde 1912 wegen angeblicher Formfehler doch noch zurückgewiesen und führte zu Spannungen zwischen beiden Ländern, die durch Vermittlungsversuche nicht beigelegt werden konnten (vgl. JOHNSON 1964).

1953 begann Honduras mit der Einrichtung von Schulen, und 1957 wurde das Gebiet nördlich des Río Coco durch die Schaffung der Provinz Cabo Gracias verwaltungsmäßig aufgewertet. Der politische Hintergrund dieser Maßnahmen lag in vermuteten Erdöllagerstätten vor der Küste, deren Zugehörigkeit zum nationalen Bereich durch die Integration der Miskito-Bevölkerung unterstrichen werden sollte. Nicaragua hatte 1955 ein ähnliches Schulentwicklungsprogramm begonnen und okkupierte 1959 Teile des Honduras zugefallenen Gebietes. Durch Vermittlung der Organisation Amerikanischer Staaten konnte eine kriegerische Auseinandersetzung vermieden und nach der Anrufung des Internationalen Gerichtshofes in Den Haag der Konflikt 1960 im Sinne des Schiedsspruchs von 1906 beigelegt werden. In diesem Zusammenhang kam es zu größeren Bevölkerungsumsiedlungen.

Die ethnisch-kulturellen Grundlagen der Desintegration

Die Bevölkerungsgruppen der Costa

Ein wesentliches Strukturmerkmal der Costa ist die ethnisch-kulturelle Heterogenität ihrer Bewohner. Die größte autochthone Bevölkerungsgruppe bilden die Miskito mit ca. 90000. Sie leben heute in Dörfern und kleineren Weilern an der Küste und am Unterlauf der Flüsse nördlich von Bluefields sowie am Río Coco und in den angrenzenden Gebieten von Nordost-Honduras (Abb. 3). Nach ihrer Sprache und kulturellen Tradition gehören sie zu den Tiefland-Waldindianern der Chibcha-Gruppe. Rassisch sind sie durch die Vermischung mit Negern



Bevölkerungsgruppen:	Siedlungsgebiet, Zentrum	Zentrum	Missions-einrichtungen:	Kirche, Schule
Ladinos	○	○	Katholiken	⊙
Miskitos	●	●	Anglikaner	⊠
Sumos	▲	▲	Brudergmde. (Moravos)	◆
Ramas	▼	▼	Evgl. Sekten	▲
		Black Caribs		
		Creoles		
		Mischgebiet		
		Staatl. Schule		

Abb. 3: Bevölkerungsgruppen und Missionseinrichtungen in Ostnicaragua um 1970

und Weißen weniger einheitlich. Neuere Forschungen haben ergeben, daß sich die vitale, expandierende Indianergruppe erst nach den Kontakten mit britischen Buccaneers, Händlern und Pflanzern ab dem 17. Jh. herausgebildet und vom Mündungsgebiet des Río Coco nach Süden und Nordwesten ausgebreitet hat. Früher lebten die Miskitos in kleinen Gruppen ohne übergeordnete Stammesorganisation. Durch die Zusammenarbeit mit den Europäern gelangten sie in den Besitz von Werkzeugen und Feuerwaffen und wurden den übrigen Stämmen überlegen, die sich in die peripheren Gebiete zurückziehen mußten¹⁾. Zunehmender Handel und gelegentliche Lohnarbeit erhöhten gleichzeitig die Abhängigkeit von industriell gefertigten Gütern und unterminierten die Subsistenzbasis. Die soziale Ordnung blieb aber weitgehend intakt, weil die Frauen im Familienverband die traditionelle Lebensweise weiterführten, während ihre Männer die Freibeuter auf Raubzügen begleiteten bzw. für einige Zeit als Holzfäller oder Minenarbeiter tätig waren, um Bargeld zum Erwerb neuer Industriegüter zu verdienen.

Die zwischen Río Escondido und Río Coco im Landesinneren siedelnden Waldindianer, die Außenkontakte ablehnten und sich an die Oberläufe der Flüsse zurückzogen, werden unter dem Begriff Sumo zusammengefaßt. Bis in die Mitte dieses Jahrhunderts konnten sie an isolierten Standorten ein auf Subsistenzwirtschaft basierendes Eigenleben führen. Durch die von Westen vordringende Rodungskolonisation der Ladinos sind ihre Siedlungszellen im südlichen Bereich bereits überformt worden (vgl. Abb. 3)²⁾. Auch die ursprünglich zahlenmäßig bedeutendere Gruppe der Ramas, die zwischen Río Escondido und Río San Juan siedelte, wurde bereits durch die Miskitos abgedrängt und lebt heute nur noch in wenigen Weilern auf den Rama Cays, am Río Kukra und Río Punta Gorda.

In Bluefields, an der Laguna Perlas und auf den Corn Islands dominiert eine dunkelhäutige Neger- und Mischbevölkerung, die von den Engländern als Arbeitskräfte vorwiegend aus Jamaika und Grand Cayman an die Costa gebracht wurden. Einige ihrer Vertreter haben es in den größeren Orten zu Wohlstand gebracht und gehören der oberen Mittelklasse an, die auch Funktionen in der Verwaltung wahrnimmt. Ebenfalls in den Städten und größeren Orten lebt eine zahlenmäßig kleine, aber für die wirtschaftliche Entwicklung bedeutsame Gruppe von Chinesen, die den Handel dominiert und sich auch teilweise im Verarbeitungsbereich engagiert hatte. Nach dem Sturz von Somoza sind sie aus Furcht vor Enteignung teilweise geflohen und haben dadurch Probleme bei der Einzelhandelsversorgung ausgelöst.

-
- 1) Der Name Miskito ist deshalb sicher von der Bezeichnung für "Musketen besitzende Indianer" abgeleitet worden und steht nicht im Zusammenhang mit dem Moskitoinsekt, das in den verpflanzten Küstenniederungen stark verbreitet ist. Eine andere plausible Deutung geht von dem Begriff "Indios mixtos" aus und weist auf die Rassenvermischung hin (vgl. HELMS 1971)
 - 2) Es ist nicht bekannt, ob sie in diesem Zusammenhang ihre Identität bewahren konnten oder absorbiert bzw. verdrängt wurden. In der Karte sind deshalb diese Wohnstandorte nur durch kleine Symbole gekennzeichnet.

Die Ladinós waren bis vor kurzem nur durch wenige Unternehmer, Beamte und Polizeikräfte an der Costa vertreten. Seit den 30er Jahren sind sie aber in zunehmendem Maße als Arbeitskräfte in den Minen und auf den neuen Haciendas angeworben worden und dringen von Westen her in Form einer kleinbäuerlichen Rodungskolonisation flächenhaft vor (vgl. Abb. 3). Viele dieser Neulandgebiete sind ebenfalls noch ohne jegliche Infrastruktur, so daß die Lebensverhältnisse dieser Siedler durchaus ähnlich sind wie die der indianischen Subsistenzbauern.

Die Aktivitäten der ausländischen Missionen

Im pazifischen Nicaragua besitzt die katholische Kirche wie in den Nachbarländern die Funktion einer Staatskirche, andere Glaubensbekenntnisse sind praktisch bedeutungslos und bleiben weitgehend auf die Hauptstadt beschränkt. Anders ist die Situation an der Costa, wo evangelische, ehemals englischsprachige Kirchen dominieren. In den meisten Dörfern am Río Coco und an der Küste sind mehrere Missionen tätig, häufig in ausgesprochener Konkurrenz untereinander (vgl. Abb. 3).

Die älteste und zugleich erfolgreichste Kirchenarbeit wurde von der Herrnhuter Brüdergemeinde 1849 in der Creolensiedlung Bluefields begonnen¹⁾. 1881 betreuten 14 Missionare über 1.000 Gläubige von 7 Stationen aus, und um 1900 war die Mehrheit der Miskitos, Ramas und Sumos bekehrt und in Gemeinden organisiert. Bis heute hat sich eine tiefe Verbundenheit der Indianer zur Moravian Church erhalten, weil die Missionare die Verhältnisse in den Dörfern durch die Einführung neuer Hausbautechniken und landwirtschaftlicher Methoden verbesserten, eine Gesundheitsfürsorge aufbauten und Schulen einrichteten. Sie erlernten nicht nur die Eingeborensprache, sondern bearbeiteten Wörterbücher, Sprachlehren und übersetzten religiöse Texte. Neben der eigenen Sprache wurde in den Schulen auch in Englisch unterrichtet. Nach der Inkorporation der Miskitia mußte die Schularbeit zeitweise unterbrochen werden, weil keine Lehrer zur Verfügung standen, um den Unterricht in Spanisch durchzuführen. Zu Beginn des Ersten Weltkrieges wurde die Missionsarbeit von Herrnhut der American Moravian Church übertragen. Durch die Ausbildung von Laienpfarrern im Instituto Bíblico Bilwaskarma konnten die Aktivitäten seit den 30er Jahren allmählich den Miskitos und Creoles selbst übertragen werden²⁾.

Die Anglikanische Kirche folgte der von den Karibischen Inseln eingewanderten, vorwiegend schwarzen Bevölkerung und hatte ihren Hauptsitz in San Juan del Norte, bevor er 1898 nach Bluefields verlegt wurde. In den beiden folgenden Jahrzehnten entstanden Filialkirchen auf den Corn Islands, in einigen

1) 1847 hatten zwei Vertreter der Herrnhuter Mission vom britischen Konsul Walker und König Georg Augustus Frederic die Einladung zur Arbeit in Bluefields erhalten (vgl. MÜLLER 1932).

2) Bereits 1967 gab es nur noch vier nordamerikanische Pfarrer, aber 18 einheimische Laienpfarrer.

Orten an der Laguna Perlas, in Puerto Cabezas und Managua. Die Betreuung der Missionen erfolgte zunächst von Britisch Honduras aus und wurde später durch Nordamerikaner übernommen. Seit einigen Jahren stagniert die Mitgliedschaft, der Unterricht in den kirchlichen Schulen darf nicht mehr in Englisch erfolgen, und auch die Gottesdienste werden teilweise in Spanisch zelebriert.

Da die kolonialspanische Macht sich an der Costa nicht auf Dauer festsetzen konnte, unterblieb auch eine nachhaltige Mission durch die katholische Kirche. Erst 1913 begannen spanische Patres mit der Betreuung der Küstenbewohner. In den folgenden Jahren wurden Stationen in Rama, La Cruz, Bluefields, Puerto Cabezas und in Siuna eröffnet. Seit 1939 waren nordamerikanische Patres beteiligt, die 1943 die Missionsarbeit ganz übernahmen. Es konnten große Erfolge erzielt werden, weil praktische Entwicklungsprogramme im Gesundheits- und Bildungswesen in Zusammenarbeit mit staatlichen Stellen organisiert wurden. In Siuna und Waspam gründeten Patres vorbildliche Kooperativen, die Ankauf und Verkauf landwirtschaftlicher Produkte regelten sowie Kredite und Beratung zur Verfügung stellten¹⁾. Diese Aktivitäten kamen insbesondere der bäuerlichen Ladino-Bevölkerung zugute. Bis 1970 waren aber auch annähernd ein Viertel der Miskitos dem katholischen Glauben beigetreten (vgl. BOURGOIS 1981).

Die Kirchen haben an der Costa in den letzten Jahren vielfältige Aufgaben übernommen, die über die seelsorgerische Tätigkeit hinausgehen. Sie haben im schulisch-erzieherischen Bereich, im Gesundheitswesen, im haus- und landwirtschaftlichen Bereich und im Rahmen der sozialen Fürsorge die Grundlagen geschaffen, auf denen staatliche Stellen weiterarbeiten können. Die opferbereite Tätigkeit der Missionare wurde von Ausländern geleitet, zunächst von Europäern, später von Nordamerikanern. In der Folge hat sich die Trennung vom pazifischen Bereich auch auf kulturell-geistigem Gebiet verstärkt. Die Bewohner Ostnicaraguas sind sich ihrer Sonderstellung bewußt, sie fühlen sich primär als Costeños und erst darüber hinaus als Bürger des Nationalstaates Nicaragua. Der Regierung und den Westküstenbewohnern gegenüber, die noch heute als Spaniards bezeichnet werden, besitzen sie in der Regel ein tiefes Mißtrauen, das durch die negativen Erfahrungen mehrerer Generationen geprägt wurde.

Die ökonomischen Grundlagen der Desintegration

Die wirtschaftliche Erschließung der Costa basiert auf den vorhandenen natürlichen Ressourcen, die zunächst nur in bescheidenem Umfange von der einheimischen Bevölkerung für ihre Subsistenz genutzt wurden. Durch die Errichtung

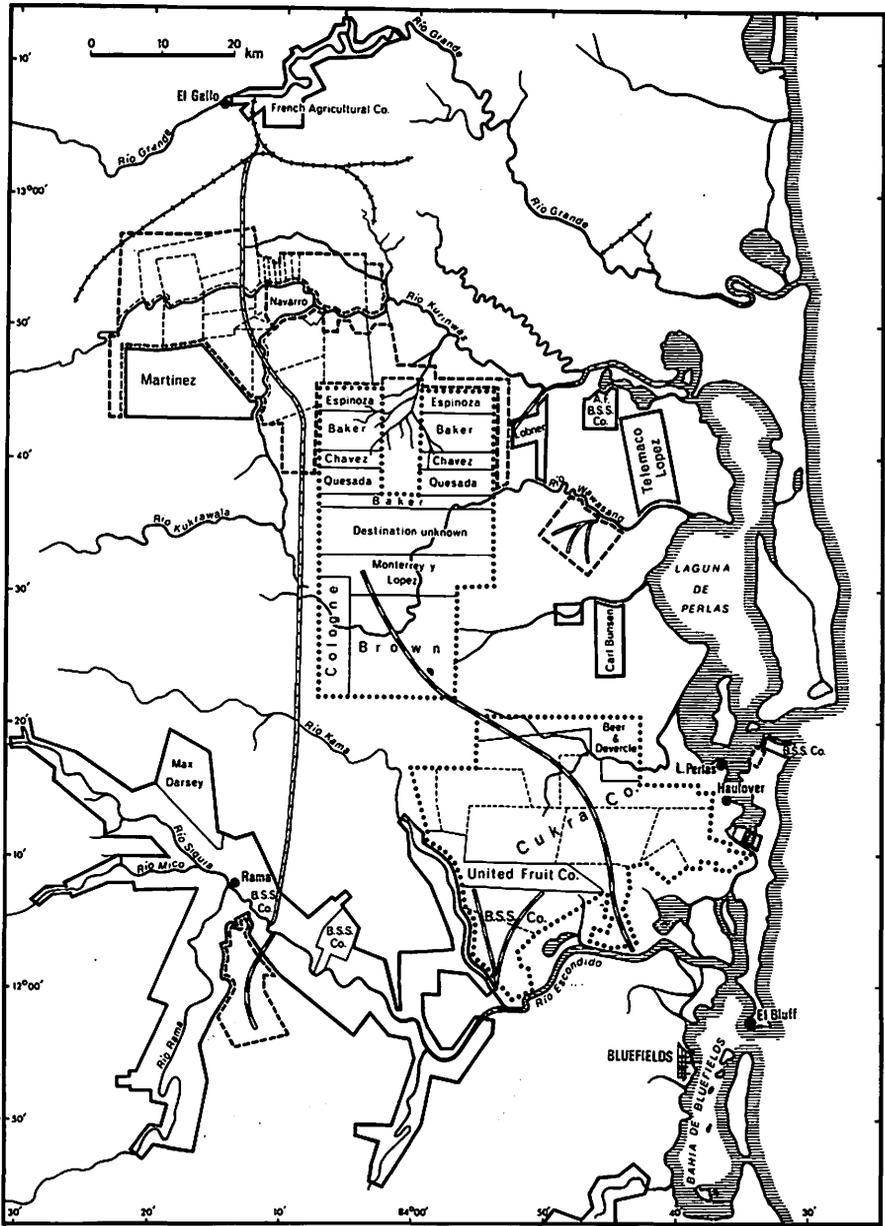
1) In der Cooperativa San Isidro in Siuna waren bereits 1967 bei 600 Mitgliedern ein Drittel aller Bauern der Region organisiert. Nur ca. 10% der Mitglieder waren allerdings Miskito-Indianer.

der englischen Handelsstationen und die Intensivierung der Kontakte verstärkte sich eine selektive Ausbeutung von hochwertigen Produkten wie Schildpatt, Raubtierfellen, Heilkräutern, Latex und Edelhölzern, die gegen Waffen, Werkzeuge, Kleidung und Rum eingetauscht wurden. Die Mískitos waren nicht fest in diese Handelsbeziehungen eingebunden und leisteten ihren Beitrag freiwillig, Schuldknechtschaft sowie Landvertreibungen blieben bedeutungslos. Für dauerhafte intensivere Arbeiten auf Pflanzungen und beim Mahagoni-Einschlag wurden Negersklaven eingeführt. Gegen Ende des 19. Jh. traten neben die ausländischen Händler, Pflanzer und Holzfäller nordamerikanische Kapitalgesellschaften, die eine intensivere Ausbeutung der Ressourcen unter Verwendung moderner Technologien einführten. Die Indianer wurden in zunehmendem Maße als Lohnarbeiter einbezogen und gerieten in stärkere Abhängigkeit von Barverdiensten und industriell gefertigten Gütern, die in den Läden der Gesellschaften angeboten wurden. Am Beispiel der Bananenproduktion, des Erzbergbaus und des Holzexports soll näher auf die Aktivitäten der ausländischen Großunternehmen und ihre Folgen für die Costa eingegangen werden.

Aufblühen und Niedergang der Bananenwirtschaft

Das ausländische Interesse an der wirtschaftlichen Erschließung der Ostküste Nicaraguas erhielt durch den Bananenboom in Mittelamerika im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts neue Impulse. Im Hinterland von Bluefields entstanden am Río Escondido und den kleineren Nebenflüssen um 1880 Pflanzungen einheimischer und zugewanderter Unternehmer, die ihre Früchte an Handelsgesellschaften verkauften¹⁾. Es wurden regelmäßige Schiffsverbindungen nach New Orleans, Baltimore, Philadelphia und New York eingerichtet. Die konkurrierenden Transportgesellschaften erzielten hohe Gewinne und versuchten den Handel zu monopolisieren. In diesem Zusammenhang kam es wie in den Nachbarländern zu Aufkäufen und zur Dominanz ausländischer Unternehmen, ohne daß es jedoch einer Gesellschaft gelang, den gesamten Handel zu monopolisieren. Neben der Bluefields Steamship Company, einer Tochter der United Fruit, arbeiteten die Atlantic Fruit Company und die Cuyamel Fruit Company zunächst selbständig weiter, und in den 20er Jahren trat die Bragman's Bluff Lumber Company, eine Tochter der Standard Fruit, als weiterer unabhängiger Konkurrent hinzu. Bei der Abgrenzung der Interessen kam es allerdings zu einer klaren regionalen Trennung der Einzugsgebiete der größeren Gesellschaften am Río Escondido, Río Grande und Río Wawa. Eine Besitzstandskarte vom Beginn dieses Jahrhun-

1) 1895 wurden bereits 157 Pflanzungen mit mehr als 500 Beschäftigten am Río Escondido registriert. Die Anbaufläche betrug 2.870 ha, und die Produktion erreichte über 2 Mio Büschel. Bei einer Durchschnittsgröße von 15 ha pro Pflanzung konnte ein Reingewinn pro Betrieb von 3.850 US- $\text{\$}$ erwirtschaftet werden (vgl. RUNG 1911).



Landbesitzgrenzen:

- United Fruit and Cukra Consortium
- Atlantic Fruit and Steamship Company
- Verschiedene Besitzer zusammengefaßt
- Ehemalige Besitz- und Parzellengrenzen

Werksbahnen:

- Plantagenbahn, teilweise aufgelassen
- +—— Bahn zur Holzbefuhr, Emery Co., teilw. aufgelassen
- +—— Geplante Bahnlinie der Atlantic Fruit and S. S. Co.

Vereinfachte Wiedergabe einer Karte von G. H. Lyman, Atlantic Fruit and Steamship Company, Nicaragua Division, o.J.

Abb. 4: Besitzverhältnisse im Plantagengebiet Río Grande/Río Escondido zu Beginn dieses Jahrhunderts (Vereinfachte Wiedergabe einer Karte von G.H. LYMAN, Atlantic Fruit and Steamship Company, Nicaragua Division, o.J.)

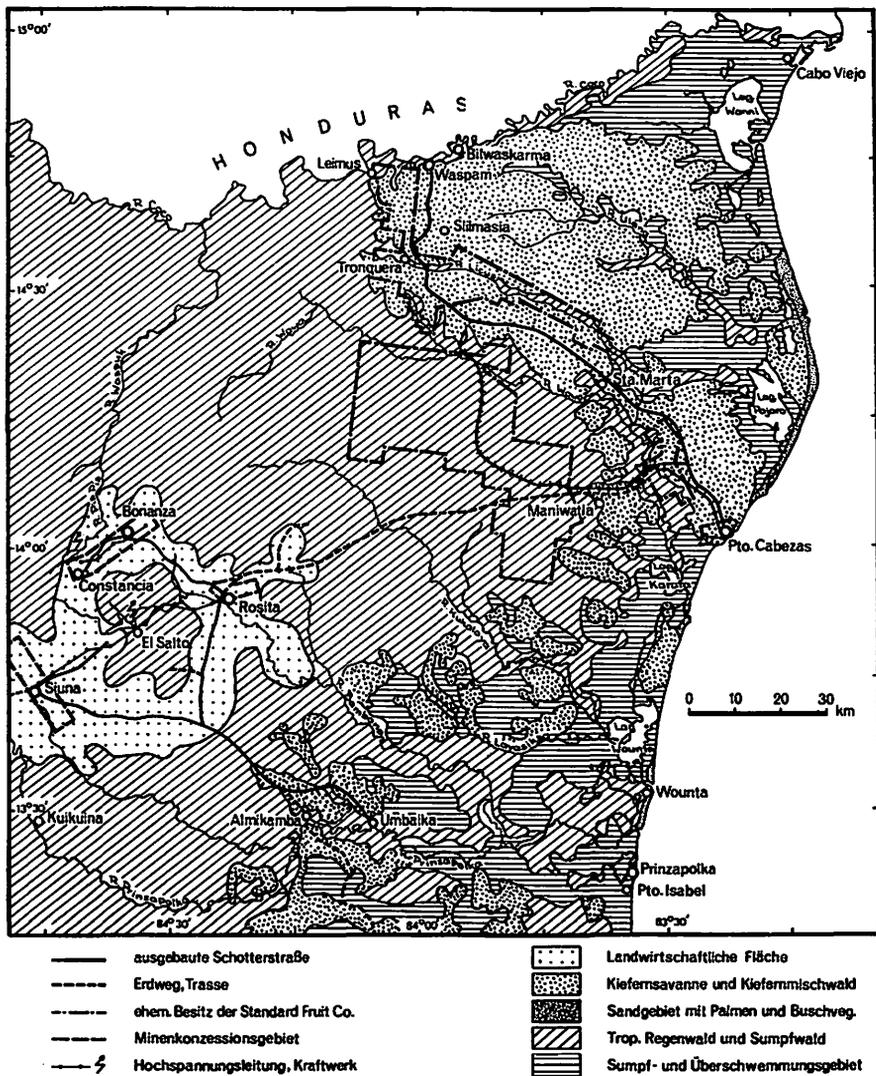


Abb. 5: Nordostnicaragua

derts verdeutlicht die Zusammenhänge (Abb. 4).

Mitte der 20er Jahre besaßen die vier größten Gesellschaften insgesamt 265.100 ha Land¹⁾. Eine flächenhafte Erschließung der in Privatbesitz befindlichen Ländereien ist auch während des Höhepunktes der Plantagenentwicklung nicht erreicht worden, es handelte sich eher um Projekte zur Landsicherung und Spekulation der in Konkurrenz stehenden Gesellschaften als um langfristige Investitionsvorhaben. Nach Ausbreitung der Bananenkrankheiten sind auch die wenigen erschlossenen Flächen zumeist wieder völlig aufgegeben worden und bis heute erst teilweise erneut in landwirtschaftlicher Nutzung.

Nach dem ersten Weltkrieg erhielt auch der nordöstliche Landesteil mit dem Ausbau des Hafens von Puerto Cabezas, der Anlage einer Bahn ins Hinterland und der Einrichtung größerer Bananenplantagen am Río Wawa stärkere Bedeutung (Abb. 5)²⁾. 1925 wurden die ersten Früchte verschifft und 1930 mit über 2 Mio Bündel ein Höhepunkt des Exports erreicht. Die Gesellschaft beschäftigte in diesen Jahren zwischen 1.500 und 3.500 Arbeitern. Durch die Ausbreitung von Pflanzenkrankheiten wurden die Erträge geschwächt und die Plantagen bereits nach wenigen Jahren verlagert. Hinzu kamen politische Unruhen 1926/27 und 1931/32 mit Zerstörungen von Anlagen und Vertreibung der Beschäftigten durch sandinistische Kommandos, so daß die dynamische Weiterentwicklung gehemmt wurde und 1935 der Rückzug aus dem Fruchtgeschäft erfolgte³⁾. Die Exportstatistiken verdeutlichen den schwankenden Aufstieg und Niedergang der Bananenwirtschaft an der Costa (Abb. 6)⁴⁾.

Erzbergbau durch nordamerikanische Gesellschaften

Im letzten Viertel des 19. Jh. wurden von Holzfällern und Gummizapfern an den Nebenflüssen des Río Prinzapolka und Río Coco Goldfunde gemacht, die einen Strom von Einwanderern in die nur von wenigen Sumo-Indianern bewohnten Regenwaldgebiete auslösten. Um 1890 sollen 500 Goldwäscher und zehn Jahre später annähernd 2.000 Prospektoren in dem unwegsamen Bergland von Pis

- 1) Die United Fruit Company: 78.100 ha; die Cuyamel Fruit Company: 61.000 ha; die Standard Fruit Company: 73.000 ha und die Atlantic Fruit and Steamship Company: 53.000 ha (vgl. BITTER 1921, S. 57).
- 2) 1921 erhielt die in New Orleans gegründete Bragman's Bluff Lumber Company, die mit der Bananengesellschaft Vaccaro Brothers Co., der späteren Standard Fruit Company, zusammenarbeitete, eine erste Konzession, die später mehrfach erweitert wurde und weitreichende Privilegien beinhaltete (vgl. KARNES 1978, S. 144).
- 3) In einem Bericht der Standard Fruit Company an den Präsidenten der USA vom 14. April 1931 werden die Investitionen der Company in Nicaragua mit 13 Mio US- $\text{\$}$ beziffert und ca. 300 US-Bürger als Angestellte in Puerto Cabezas genannt (vgl. KARNES 1978, S. 135).
- 4) Bei der Interpretation der Angaben ist zu berücksichtigen, daß die Außenhandelsstatistik wegen ungenauer Daten, fehlender Werte und wechselnder Maßeinheiten (Bündel, Pfund, Kilogramm, Karton etc.) nur bedingt zuverlässig ist.

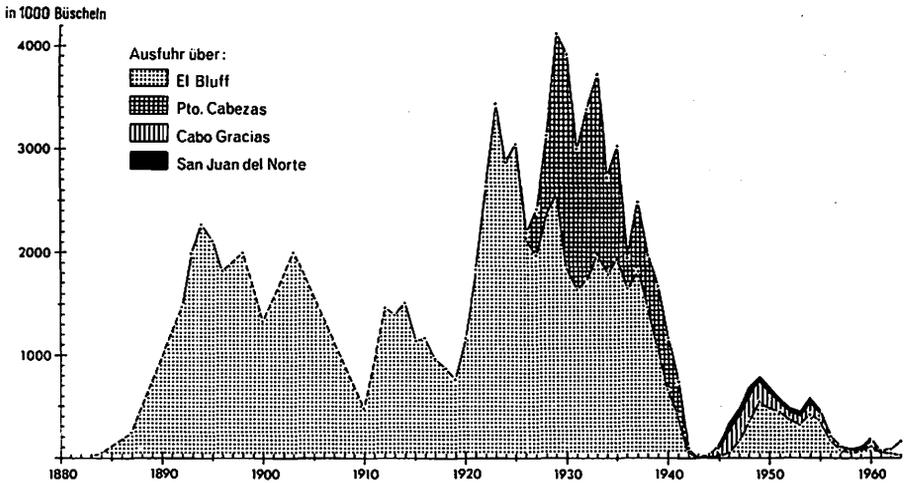


Abb. 6: Bananenexporte aus Nicaragua 1883-1963

Pis tätig gewesen sein. Der Goldrausch verebbte nach wenigen Jahren ohne nachhaltige Effekte für den Gesamtraum. Zurück blieben einige kleinere Minengesellschaften an isolierten Standorten in der Nähe der Flüsse, die über geringes Kapital verfügten und nicht in der Lage waren, die Transportprobleme zu lösen und die Produktion zu steigern. Auch nach weiterer Besitzkonzentration und Übernahme der Konzessionen durch ausländische Kapitalgesellschaften änderte sich die Lage nicht grundlegend¹⁾. Zeitweise kam der Abbau wegen finanzieller Engpässe, politischer Unruhen und Bandenüberfälle ganz zum Erliegen. 1921 lebten ca. 2.500 Menschen im Minendistrikt. Ein Wandel zeichnete sich erst Mitte der 30er Jahre ab und stand im Zusammenhang mit größeren Investitionen für den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur sowie Anstrengungen zur Steigerung der Energieerzeugung und Verbesserung der Minentechnologie. Diese Entwicklung fand ihren Niederschlag an drei Standorten: Bonanza, Siuna und Rosita, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll.

Der Minenbezirk Bonanza umfaßt den Kernbereich des früheren Pis Pis-Distriktes, wo bis in die 30er Jahre Betriebe unterschiedlicher Größe und Ausstattung tätig waren (vgl. Abb. 5). 1935 übernahm die US-amerikanische Neptune Gold Mining Company einen 2,5 km breiten und 18 km langen Streifen zwi-

1) Schätzungen gehen davon aus, daß der Gesamtwert des bis 1921 gewonnenen Goldes in Bonanza und Siuna (14 bis 15 Mio US-\$ bzw. 4 bis 5 Mio US-\$) nur ungefähr dem Gesamtwert der Investitionen und Betriebskosten entspricht (vgl. PARSONS 1955a, S. 52).

schen Río Tunki und Río Bambana und führte die Arbeiten mit wechselnden Betriebsergebnissen bis Ende der 70er Jahre an mehreren Standorten über- und untertage weiter. Neben Gold wurden auch Silber, Blei und Zink abgebaut. Die Jahresproduktion lag in den 40er und 70er Jahren zwischen 50.000 und 65.000 Unzen Gold und erreichte nach 1960 zeitweise das Doppelte.

Im Minenbezirk Siuna kaufte 1938 die kanadische Ventures Ltd. Anlagen der US-amerikanischen La Luz y los Angeles Mining Company und führte den Betrieb auch nach Übernahme durch Falcon Bridge of Canada 1962 als La Luz Mines Ltd. weiter. Umfangreiche Investitionen erlaubten einen modernen Ausbau der Anlagen. Durch den verstärkten Abbau im Schachtbetrieb bis in 1.700 Fuß Tiefe konnte die Produktion gesteigert werden. Die Gesellschaft beschäftigte je nach Absatzlage zwischen 1.000 und 1.500 Arbeiter²⁾. 1952 fiel die Entscheidung für den Bau einer Schotterstraße zum Río Prinzapolka, um von der Versorgung aus der Luft unabhängig zu werden. Nach vierjähriger Bauzeit wurde die Verbindung zum Flughafen Limbaika fertiggestellt, der auch bei Niedrigwasser mit größeren Schiffen erreichbar ist²⁾.

1954 übernahm die La Luz Ltd. für eine halbe Mio US- $\text{\$}$ eine weitere Konzession im 50 km nordöstlich gelegenen La Rosita. Voraussetzung für den hier geplanten Abbau von Kupfererzen war der Bau eines Zubringers zur Straße Siuna-Limbaika und die Errichtung eines Exporthafens im Mündungsbereich des Río Prinzapolka. 1959 konnten die Flußmole, die Zufahrtsstraße sowie die 2.800 Fuß lange Hafensemole südlich Prinzapolka unter dem Namen Puerto Isabel in Betrieb genommen werden (vgl. Abb. 5). Für den Ausbau der Mine und die Anlage des Hafens waren 3 Mio US- $\text{\$}$ veranschlagt worden. Bis zur Fertigstellung im Juli 1959 erhöhten sich die Gesamtaufwendungen aber auf 6,3 Mio US- $\text{\$}$, ein Betrag, der sich bereits nach wenigen Betriebsjahren amortisiert hatte. Zu Beginn der 70er Jahre waren die Kupferlagerstätten weitgehend erschöpft.

Betrachten wir zusammenfassend nochmals die Auswirkungen der annähernd hundertjährigen Minenaktivitäten in Nordostnicaragua unter ökonomischen und regionalpolitischen Aspekten, so muß festgestellt werden, daß sich nur wenige positive Effekte ergeben haben. Im Rahmen der Außenwirtschaft war Gold nur kurzfristig während des Zweiten Weltkrieges bis 1950 mit mehr als 10% am Ausfuhrwert beteiligt (Abb. 7). Die staatlichen Einnahmen an Steuerzahlun-

1) Die Menge des pro Tag verarbeiteten Materials erhöhte sich von 200 t 1939 auf 1.000 t 1941 bzw. 2.000 t 1948. Eine Pipeline zum Río Matis verbesserte die Wasserversorgung, und der 1939 begonnene Bau eines Wasserkraftwerkes sicherte eine günstige Elektrizitätsversorgung. Durch den Ausbau der Flußschifffahrt und die Anlage eines Hafens und einer Landepiste bei Alamikamba wurde die Luftfrachtstrecke nach Siuna verkürzt (vgl. Jahresberichte der La Luz Co.).

2) Der Transport des Kupferkonzentrats erfolgte auf 10 t tragenden Sattelschleppern, deren Chassis in Limbaika auf flache Pontons verladen wurden und in Prinzapolka mit anderen Zugmaschinen zum Lagerschuppen auf der Mole gebracht wurden. Auf diese Weise konnten täglich zwei Boote mit je 10 Chassis bzw. 200 t Konzentrat aus dem Landesinneren abtransportiert werden.

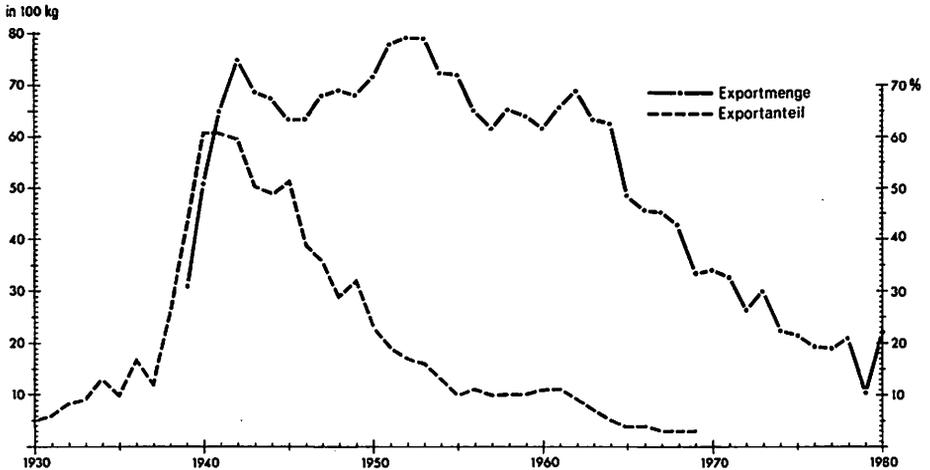


Abb. 7: Goldexporte aus Nicaragua 1930-1981 und der Anteil am Gesamtexport

gen der Betriebe erreichten nur in den 60er Jahren bedeutendere Beträge und müssen in Relation zu den durch Privilegien verursachten Zoll- und Abgabenausfällen insgesamt als unzureichend angesehen werden.

Auch die Arbeitsmarkteffekte können nur in begrenztem Maße positiv bewertet werden. Zwar sind durch die Minen ca. 2.000 bis 3.000 Arbeitsplätze in einem Raum bereitgestellt worden, der nur kurzfristige Kontraktbeschäftigung bot, es handelte sich jedoch vorwiegend um schlecht bezahlte, teilweise gesundheitsschädigende Arbeit ohne ausreichende soziale Absicherung. Besonders nachteilig hat sich ausgewirkt, daß die Unternehmen fast alle Zubringer- und Hilfsdienste jeweils selbst organisierten wie Transportwesen, Reparaturen, Einzelhandelsversorgung etc., so daß sich praktisch keine Multiplikatoreffekte und Verflechtungen auf lokaler und regionaler Ebene entwickeln konnten und eine völlige Abhängigkeit der Bewohner bzw. der Gesamtregion von den großen Unternehmen ergab. Positiv ist demgegenüber der Ausbau der Infrastruktur zu bewerten. Erst nach der Schaffung von Allwetterstraßen erfolgte eine Rodungskolonisation abseits der großen Flüsse.

Raubbau an den Holz- und Meeresressourcen

Die ausgedehnten Wälder des peripheren Landesteiles stellen die wichtigste Ressource für den regionalen Wirtschaftsraum dar und haben darüber hinaus auch zeitweise für den nationalen Außenhandel besondere Bedeutung erlangt.

Neben den wertvollen Hölzern sind in diesem Zusammenhang auch Derivate wie Kautschuk, Tuno, Terpentin, Harz und Heilkräuter wie Ipecacuana zu nennen. Die kommerzielle Nutzung des Holzes wurde zunächst von England aus gesteuert und konzentrierte sich auf Mahagoni, das für die Herstellung von Wohnungseinrichtungen im 18. und 19. Jh. in Europa verstärkt nachgefragt wurde. Im Bereich des Río San Juan, Río Escondido und etwas später auch am Río Grande und Río Coco erfolgte während dieser Zeit eine systematische Ausbeutung der größeren Stämme in Ufernähe¹⁾.

1894 erhielt die Emery Company of Boston ein Monopol zum Holzeinschlag an der Costa und exportierte in den folgenden Jahren durchschnittlich 1.000 Mahagonistämme pro Monat in die USA. Für die Arbeiten, die sich insbesondere auf den Einzugsbereich des Río Grande konzentrierten, waren 1.300 Arbeiter, vorwiegend Indios, eingesetzt. Nach der Jahrhundertwende erhielten auch andere amerikanische Gesellschaften von den rasch wechselnden korrupten Regierungen in Managua Konzessionen. Durch die Einrichtung eines Großsägewerks in Puerto Cabezas und die Anlage einer Bahnlinie war es der Bragman's Bluff Lumber Co. ab 1925 möglich, auch die Kiefernbestände im Landesinneren auszubeuten. 1945 übernahm die Nicaraguan Longleaf Pine Lumber Co. NIPCO die Anlagen und steigerte die Ausbeute. Der Export erreichte mit annähernd 33 Mio Board feet im Jahre 1953 seinen absoluten Höhepunkt (Abb. 8)²⁾. Durch den Einsatz moderner Technologien ohne Berücksichtigung einer nachhaltigen Bewirtschaftung kam es zur Übernutzung bzw. einer völligen Waldverwüstung, die stellenweise Bodenverarmung und Savannenbildung zur Folge hatte. 1963 zog sich die NIPCO aus dem Geschäft zurück, nachdem nahezu alle brauchbaren Holzbestände geschlagen waren. Eine Auffanggesellschaft, die mit Unterstützung des Staates von ehemaligen Kontraktpartnern der NIPCO gegründet wurde, führte als Compania Maderera de Puerto Cabezas COMACA die Arbeiten noch eine Zeitlang mit kleineren Sägewerken weiter. Gleichzeitig bemühte sich die Regierung um internationale Unterstützung bei der Organisation von Wiederaufforstungsprojekten, um die größten Schäden des Holzraubbaus zu mildern.

Die Darlegung über die Holzausbeutung im östlichen Nicaragua haben deutlich gemacht, daß die wertvolle Ressource durch unsachgemäße Nutzung der ausländischen Gesellschaften ruiniert wurde. Kurzfristigen Gewinnen durch Steuereinnahmen und Devisenaufkommen stehen langfristige Schäden der Volkswirtschaft gegenüber. Bereits 1964 überstiegen die Importe an Holzprodukten die Exporte Nicaraguas wertmäßig. Noch gravierender sind die regionalpolitischen Effekte. Nach Phasen des Booms und der Arbeitskräfteknappheit, in denen in zu-

1) vgl. Berichte über Colonel Hodgon's Mahogany Works in Bluefields (PARSONS 1955b, S. 52).

2) Nach 1956 kamen die Hauptlieferungen von einem Großsägewerk in Leimus am Río Coco, das jährlich 20 Mio Board feet durchsetzte, die zum großen Teil aus dem von internationalen Gerichtshof Honduras zugesprochenen Gebieten nördlich des Río Coco stammten, was 1960 zur Schließung der Anlage führte.

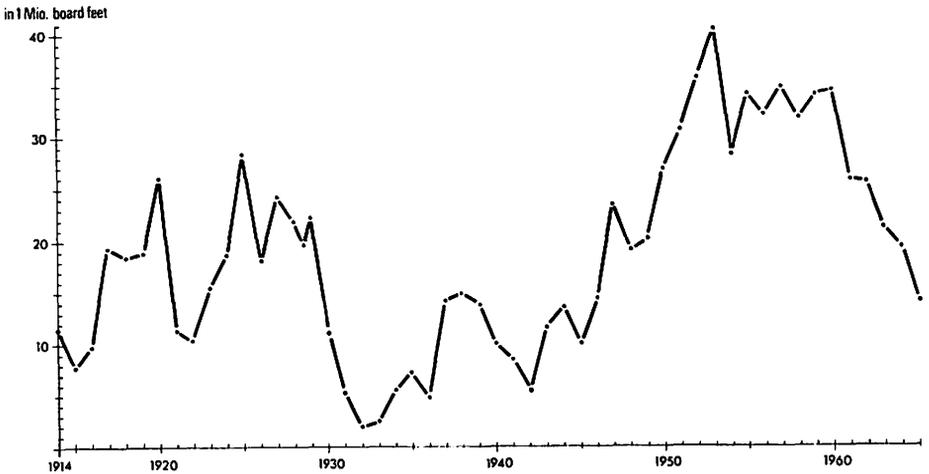


Abb. 8: Holzexporte aus Nicaragua 1914-1965

nehmendem Maße indianische Selbstversorger in die Geldmarktwirtschaft einbezogen wurden, folgten jeweils Phasen der Depression mit Entlassungen und Arbeitslosigkeit und dem Zwang, sich auf die bescheidene Subsistenzgrundlage zurückzuziehen, soweit dies noch möglich war. Nach dem Zusammenbruch der arbeitsintensiven und regional gestreuten Holzwirtschaft ergaben sich seit Mitte der 60er Jahre gravierende Probleme, die den Druck auf andere natürliche Ressourcen, insbesondere im Meeresbereich, verstärkten.

Die Gewinnung und Verarbeitung von Meeresprodukten ist nicht nur für die Selbstversorgung der Küstenbewohner von Bedeutung, sondern hat auch seit den ersten Kontakten mit ausländischen Händlern im Rahmen des Exports eine Rolle gespielt. Durch die Einrichtung von Fabriken zur Aufbereitung und Konservierung von Fisch, Krabben, Langusten und Seeschildkröten seit Mitte der 60er Jahre wurden die Fänge stark erhöht und die Ausfuhren noch zusätzlich durch die Einschränkung des privaten Konsums gesteigert. Neben Bluefields als Zentrum der Fangflotte und der größeren Verarbeitungsbetriebe haben nur wenige Orte wie Puerto Cabezas und Corn Islands im bescheidenen Umfang von dieser Entwicklung profitiert¹⁾.

NIETSCHMAN hat in seiner Untersuchung über die Schildkrötenfischer von Tasbapauni die nachteiligen Folgen für das sozio-ökonomische System eines Mískito-Dorfes eindringlich dargelegt. Die erhöhte Nachfrage von seiten der Fabriken und die Bereitstellung von Krediten und modernem Fanggerät bot einen

1) 1957 operierten von Bluefields/El Bluff aus 25 Fischkutter der Firma Casa Cruz; 1967 arbeiteten 60 Boote für die La Booth Company, die 150 Arbeitskräfte beschäftigte. Auf der Isla Shoener hatte sich mit Beteiligung von Somoza die PESCA NICA als weiterer Großbetrieb eingerichtet.

solchen Anreiz für die Dorfbewohner, daß sich die Fischer auf den Schildkrötenfang für den Verkauf spezialisierten und alle übrigen traditionellen Arbeiten zur Sicherung der Subsistenz vernachlässigten. Immer weniger Fleisch wurde für den eigenen Haushalt, für Verwandte, Freunde und Arbeitsunfähige in der Kommune bereitgestellt; immer mehr Tiere mußten verkauft werden, um die Schulden zu tilgen und die benötigten Lebensmittel bezahlen zu können. Die Verkäufe erhöhten sich von 1.000 Tieren 1969 auf 5.000 Tiere im folgenden Jahr (vgl. NIETSCHMAN 1973, S. 179). Da sich zunehmend mehr Küstenbewohner in den Prozeß integrierten und die saisonale Schonung der Fanggründe nicht mehr beachtet wurde, waren die Bestände bereits nach wenigen Jahren so stark dezimiert, daß ein Vielfaches an Zeit aufgewendet werden mußte für den Fang von immer weniger Tieren. Die völlige Ausrottung der Seeschildkröten in ihrem angestammten Lebensraum konnte nur durch den Entzug der Lizenz für die Fabriken 1977 vermieden werden.

Während die Unternehmen beachtliche Gewinne in kurzer Zeit erzielten, hatten die Dorfbewohner gleichzeitig ihre lebenswichtige Ressource weitgehend zerstört und durch die Einbeziehung in das Marktwirtschaftssystem ihre Selbstbestimmung verloren, die traditionellen Sippenbeziehungen in Frage gestellt und das soziale System aufgelöst. Die Folge des kurzfristigen Booms waren verstärkte ökonomische und soziale Disparitäten, zunehmende Außenabhängigkeit und der Zwang zur Abwanderung für einen Teil der Bevölkerung.

Bemühungen um eine nationalstaatliche Integration

Nach der Gründung des Nationalstaates Nicaragua 1839 ergaben sich, bedingt durch die andauernden innenpolitischen Wirren und die Einflußnahme der Großmächte England und USA zur Sicherung ihrer Interessen in der Miskitia und an der transisthmischen Verkehrsrouten über den Rio San Juan keine Ansatzpunkte für eine effektive Integration der östlichen Landesteile. Auch nach der Annexion der Miskito-Reserve als Department Zelaya änderte sich die Situation nicht grundlegend. Pläne für den Bau einer Eisenbahn zwischen Monkey Point und Granada, mit deren Ausführung 1905 durch ein deutsches Konsortium begonnen wurde, kamen nach dem Sturz des Diktators Zelaya zum Erliegen und konnten auch nach einer Wiederaufnahme 1920 nicht erfolgreich abgeschlossen werden. Es handelte sich außerdem um ein Vorhaben, das weniger auf die Eingliederung der Costa als vielmehr auf die Schaffung einer schnelleren Verbindung des pazifischen Nicaragua mit den USA und Europa ausgerichtet war.

Verkehrs- und ressourcenorientierte Integrationspolitik der Somoza-Dynastie

Die Mitte der 30er Jahre nach dem Abzug der nordamerikanischen Besatzung an die Macht gelangte die Somoza-Familie richtete ihr Interesse auf die wirt-

schaftliche Entwicklung des Landes unter besonderer Berücksichtigung ihrer eigenen Vorteile. In diesem Zusammenhang kam den Ressourcen der Ostküste eine besondere Bedeutung zu, und auf diesem Hintergrund ist die Realisierung größerer Projekte mit ausländischer Unterstützung zu sehen.

Während des Zweiten Weltkrieges, als die USA sich aus militärstrategischen Gründen für den Straßenbau in Zentralamerika engagierten, wurde 1942 der Bau einer Verbindungsstraße von der Carretera Interamericana nach Rama vereinbart. Die 254 km lange Strecke, die bereits 1929 durch die Regierung ohne Erfolg in Angriff genommen war, wurde vom US Bureau of Public Roads geplant und durch nordamerikanische Firmen bei weitgehender Finanzierung durch die Vereinigten Staaten 1967 als Schotterstraße fertiggestellt¹⁾. Der weitere Ausbau als geteerte Allwetterstraße erfolgte mit Krediten der Zentralamerikanischen Integrationsbank bis Mitte der 70er Jahre²⁾. Der Straßenbau förderte nicht nur die Kommunikation zwischen Bluefields und Managua, sondern begünstigte die landwirtschaftliche Erschließung eines ausgedehnten Gebietes durch große Haciendas und kleinbäuerliche Betriebe.

Ein Ansatzpunkt für weitere Integrationsmaßnahmen ergab sich aus dem Grenzkonflikt mit Honduras im Nordosten. Bereits 1955 war in diesem Gebiet mit Unterstützung der UNESCO ein Projekt zur Fundamentalausbildung für die indianische Bevölkerung begonnen worden. Hierbei ging es um die Einrichtung von 69 Grundschulen, um Kurse in Hauswirtschaft und Gesundheitspflege sowie um die Förderung der Landwirtschaft und des Transportwesens. Nach 1960 wurde mit internationaler Finanzierung außerdem ein Projekt zur Umsiedlung von 5.000 bis 6.000 Miskito-Indianern vom Nordufer durchgeführt. Die vom Militär als Fehlschlag, denn die meisten Miskitos kehrten bald in ihre angestammten Siedlungen nach Honduras zurück³⁾.

Im Rahmen der Prioritäten für die Nordostregion war außerdem mit internationaler Unterstützung 1957 eine Studie über die Landnutzungssituation erstellt worden, die als Grundlage für ein Wiederaufforstungsvorhaben in der Kiefernsavanne diente. 1961 wurde ein erweitertes Großprojekt zur Erfassung der land- und forstwirtschaftlichen Ressourcen zwischen Río Coco und Río Grande von der Regierung beantragt und zwischen 1963 - 1968 von der FAO in Zusam-

-
- 1) Die USA wendeten bis 1966 insgesamt 16,85 Mio US- $\text{\$}$ für das Projekt auf.
 - 2) Von Rama aus ist der Weiterbau wegen der versumpften Niederungen besonders schwierig. Die Strecke Bluefields-Rama muß deshalb mit Flußschiffen zurückgelegt werden, was bedingt, daß die Reisezeit von der Hauptstadt zur Küste immer noch einen vollen Tag erfordert.
 - 3) Für die Aussiedler wurden vier Dörfer: Esperanza, Carmen, Santa Fè und Santa Marta neu errichtet und neben finanzieller Unterstützung für ein Jahr Nahrungsmittelhilfe gewährt. Die Hauptsiedlung Santa Marta war für 4.000 E. vorgesehen, erreichte aber nur 2.000, von denen bereits 1964 die Hälfte wieder abgewandert war.

menarbeit mit dem Nationalen Entwicklungsinstitut INFONAC realisiert¹⁾. Neben diesen speziell auf den Nordosten ausgerichteten Programmen wurden durch internationale Organisationen die mineralogischen Ressourcen und im Rahmen eines ganz Zentralamerika umfassenden Projektes die Fischbestände im küstennahen Bereich untersucht. Mit Finanzierung der Weltbank waren außerdem umfangreiche Studien über Ausbaumöglichkeiten der Verkehrsinfrastruktur durch die Anlage von Straßen, Kanälen und Häfen in Auftrag gegeben worden. Die Untersuchungen lieferten die Basis für eine Fülle von Entwicklungsprojekten, die nur teilweise weiterverfolgt wurden. Auch die vom Agrarreform-Institut IAN angekündigten Kolonisationsprogramme im Hinterland der Straße nach Rama erhielten zwar gewisse Förderung, aber nicht die geplante integrale Durchführung²⁾.

Die Darlegungen machen deutlich, daß die Costa wegen ihrer Ressourcen und der Funktion als Reserve für eine zukünftige Erschließung zeitweise das Interesse der Regierungen in Managua fand. Während in einer ersten Phase die Ausbeutung der Naturschätze ganz den ausländischen Gesellschaften gegen die Zahlung von geringen Abgaben überlassen wurde, trat nach dem Zweiten Weltkrieg ein Wandel ein. Mit internationaler Finanzierung wurden umfassende Bestandsaufnahmen durchgeführt und eine direkte Beteiligung an der Inwertsetzung der Ressourcen gesucht. Dies wird deutlich beim Ausbau der großen Haciendas an der Carretera nach Rama und bei der Einrichtung der Fischindustrie unter Beteiligung von So-moza. Die Küstenbewohner selbst profitierten durch die Maßnahmen nur randlich, ihre Erwartungen an die Regierung waren gering, sie blieben sich weitgehend selbst überlassen und fühlten sich deshalb im Gegensatz zu den Bewohnern der pazifischen Landesteile nicht durch den Diktator ausgebeutet.

Durch die Schaffung von Institutionen, die der Entwicklung der Costa dienen sollten, aber wenig Einfluß ausübten, wurde außerdem der Eindruck erweckt, daß die Regierung den Besonderheiten der östlichen Landesteile gerecht werden wollte. Bereits Anfang 1965 wurde die Comisión de Desarrollo de la Costa Atlántica CODECA zur Koordinierung der staatlichen Institutionen gegründet und später in den Rang eines Vizeministeriums erhoben. Anfang der 70er Jahre wurden mit Unterstützung der Kirchen Organisationen geschaffen, welche die speziellen Anliegen der ethnischen Minoritäten vertreten sollten. 1973 entstand die Allianz für die Entwicklung der Miskitos und Sumos ALPROMISU, 1974 der Zusammenschluß der Sumo-Gemeinden ANCS, der zwei Jahre später unter Beteiligung der Kirchen zur Bewegung östlicher Waldindianer LIMON erweitert wurde³⁾. Die Interessen der Negerbevölkerung sollten von der Southern

-
- 1) In diesem Zusammenhang wurden umfangreiche Studien bearbeitet mit Karten über Boden, Vegetation, Landnutzungs- und Forstwirtschaftspotential. Die UN stellten zunächst eine Mio US-\$ bereit, um 245.000 ha in das Wiederaufforstungsprogramm einbeziehen zu können.
 - 2) Das Vorhaben Rigoberto Cabezas umfaßte 400.000 ha, die bereits zu 80% von Siedlern besetzt waren; in der Urwaldkolonie Nueva Guinea waren 10.000 ha zur Schaffung von Familienbetrieben vorgesehen (vgl. NUHN 1976, S. 34).
 - 3) ALPROMISU = Alianza para el Progreso de los Miskitos y Sumos; ANCS = Asociación Nacional de Comunidades Sumos; LIMON = Levantamiento Indígena-Montaña Oriental.

Indigenous Creole Community wahrgenommen werden. Der Diktator Somoza selbst nutzte bei gelegentlichen Reisen in die Costa die proamerikanische Grundstimmung der Bewohner dadurch, daß er Englisch sprach und sich gegenüber den gläubigen Christen als Bollwerk gegen den Atheismus darstellte. Die sandinistische Revolution hat in der Costa deshalb wenig Anhänger gehabt und hier auch nicht zu größeren Auseinandersetzungen geführt¹⁾.

Sozialpolitisch-ökonomisch orientierte Integrationspolitik der Sandinisten

Nach dem Sturz des Diktators Somoza änderte sich zunächst die Situation der Costeños nur wenig. Die jungen Sandinisten, die von der Regierungsjunta mit der Organisation der lokalen Verwaltung und Polizei beauftragt waren, kannten die Lebensverhältnisse in Ostnicaragua nur ungenügend und stießen mit ihren Erklärungen zur Befreiung vom kapitalistischen System und nordamerikanischen Imperialismus auf Unverständnis und Skepsis²⁾. Hierdurch wurden ihre Vorurteile über die ungebildete Neger- und Indianerbevolkerung verstärkt und das jahrhundertalte Mißtrauen der Costeños gegen die arroganten Spaniards erneut geweckt.

Im Rahmen der Reorganisation der staatlichen Verwaltung und der Schaffung neuer Institutionen für die Übernahme der bisher von privater Seite wahrgenommenen Aufgaben ergaben sich auch für die Costa Veränderungen. Die Führung der enteigneten Minen wurde von CONDEMINAH übernommen, INPESCA erhielt die Zuständigkeit für die Fischereindustrie und die verstaatlichten Beteiligungen von Somoza, INRA verwaltet die volkseigenen landwirtschaftlichen Großbetriebe und ist weiterhin für die Agrarreformprogramme zuständig, COFP und COIP organisieren die industrielle Verarbeitung, und IRENA soll den Holzeinschlag durch private und staatliche Unternehmen überwachen³⁾. Besondere Bedeutung für die Koordination aller Entwicklungsmaßnahmen an der Ostküste erhielt das Instituto Nicaraguense de la Costa Atlántica INICA.

Mit Nachdruck wurde der Ausbau der Infrastruktur weiter gefördert. Bereits im Oktober 1979 gewährte die Interamerikanische Entwicklungsbank einen Kredit in Höhe von 35 Mio US- $\$$ zur Errichtung der 116 km langen Straßenverbindung von Río Blanco ins Minengebiet nach Siuna. Ende 1980 wurde der Bau der Teilstrecken Raiti-Wasparam, Makantaka-Alamikamba und Bonanza-

-
- 1) DENNIS berichtet 1981, daß der Anteil der Creoles und Miskitos an der Guardia Nacional überproportional groß war und bei dieser Gruppe besonders geringe Skrupel bestanden, um gegen die sandinistischen Aufständischen bzw. die "Spaniards" vorzugehen.
 - 2) Unter den FLSN-Mitgliedern befanden sich keine Sumo- oder Rama-Indianer und nur sehr wenige Miskitos. Es gab auch kaum jemand aus dem Kreis der Sandinisten, der die Indianersprachen beherrschte.
 - 3) Vgl. BOURGOIS 1981: CONDEMINAH = Corporación Nicaraguense de Minas y Hidrocarburos; INPESCA = Instituto Nicaraguense de Pesca; INRA = Instituto Nicaraguense de Reforma Agraria; COFP = Corporación Forrestal del Pueblo; COIP = Corporación Industrial del Pueblo; IRENA = Instituto Nicaraguense de Recursos Naturales.

Musawas beschlossen. Auch das Projekt für den Küstenkanal wird weiter verfolgt und das Netz für den automatischen Telephonverkehr verbessert. Programme zur Förderung der Landwirtschaft durch Beratung, Regelung der Vermarktung, Kreditvergabe und Ausstellung von Besitztiteln sind angelaufen. Eine besondere Problematik ergab sich aus der Forderung nach Rechtstiteln für Kommunalland, da hierdurch größere Flächen betroffen sind, an deren Nutzung sich die Zentralregierung direkt beteiligen möchte. Auch die Sandinistische Junta ist auf die Einnahmen aus diesen Ressourcen angewiesen und will hierauf nicht zu Gunsten des zurückgebliebenen Landesteiles verzichten. Konflikte mit den Indianerorganisationen und Minengewerkschaften weisen auf diese Probleme hin¹⁾.

Zu ersten größeren Auseinandersetzungen mit der Küstenbevölkerung kam es Ende September 1980, als 5.000 Bewohner von Bluefields und Umgebung gegen die Anwesenheit kubanischer Lehrer und Ärzte protestierten und, da ihre Forderungen kein Gehör fanden, zu Streiks und Besetzungen öffentlicher Gebäude übergingen. Die Unruhen, die mitbedingt wurden durch die ökonomische Depression, Versorgungsschwierigkeiten im Einzelhandel und eine allgemeine Unzufriedenheit mit den neuen Machthabern, wurde nicht durch Verhandlungen, sondern durch den Einsatz von Militär und Verhaftungen beigelegt, wodurch tiefere Verstimmungen zurückblieben²⁾.

Gravierende Probleme stellten sich bald im Verhältnis zu den Miskito-Indianern ein. Die Interessenvertretung der Stämme ALPROMISU, die zunächst aufgelöst werden sollte, blieb wegen des selbstbewußten Auftretens ihrer jüngeren Führer als sandinistische Massenorganisation MISURASATA unter Einbeziehung der Gruppe der Ramas erhalten und konnte einen Sitz im Staatsrat einnehmen. Die Vertretung der Sumo ANCS durfte weiter bestehen und hielt 1980 und 1981 Delegiertenversammlung ab, auf denen ihre Wünsche formuliert wurden. Eine wichtige Aufgabe erhielt MISURASATA bei der Alphabetisierungskampagne, die auf Wunsch der Costeños nicht nur in Spanisch, sondern auch in den jeweiligen Muttersprachen erfolgen sollte und deshalb von der Kampagne im Zentralgebiet abgetrennt wurde³⁾. Bei der Durchführung ergaben sich wegen des Mangels an geeigneten Lehrern und Materialien erhebliche Probleme.

Die Führer von MISURASATA begnügten sich nicht mit der Verbreitung sandinistischer Ideen, sondern entwickelten Forderungen für einen Entwicklungsplan 1981. Diese bestanden u.a. in dem Wunsch nach weiterer Repräsentation in der Regierung: Beteiligung im INICA, zusätzliche Sitze im Staatsrat und ein Mitglied in der Regierungsjunta. Gleichzeitig wurde erneut die Forderung er-

-
- 1) Im Februar 1981 streikten 3.500 Minenarbeiter, weil ihr Gewerkschaftsführer Marcos Bello verhaftet worden war. Vgl. Tageszeitung vom 12.3.1981.
 - 2) Vgl. Barricada vom 2.10. u. 6.10.1980, Neue Züricher Zeitung vom 4.10.1980 u. Tageszeitung vom 3.10.1980.
 - 3) In der Barricada vom 10.2.1980 wird von 150.000 Miskitos, 15.000 Sumos und 8.000 Ramas gesprochen, die von 600 Brigadisten alphabetisiert werden sollten. Die Zahlen sind zweifellos überzogen.

hoben, den Gemeinden Rechtstitel über das Kommunalland zuzuweisen und 80% der Gewinne aus der Verwertung der natürlichen Ressourcen der Costa den Kommunen für Entwicklungsprogramme zur Verfügung zu stellen. Daraufhin wurden am 18./19.2.1981 die Büros der MISURASATA geschlossen und die Führung verhaftet¹⁾. Bei der Festnahme von Elmar Prado während eines Gottesdienstes in Prinzapolka am 21.2.1981 widersetzte sich die Masse und entwaffnete die sandinistische Patrouille, wobei acht Personen den Tod fanden. Dem Präsidenten der MISURASATA und Mitglied im Staatsrat Steadman Fagoth Müller wurde vorgeworfen, für den Geheimdienst gearbeitet zu haben und eine Separatistenbewegung an der Costa zu organisieren²⁾. Er blieb inhaftiert, während die anderen Indianerführer an die Costa zurückkehren durften. Protestversammlungen in den Dörfern zeigten eine starke Solidarisierung der Miskitos mit Fagoth und seinen Forderungen nach Anerkennung des kommunalen Landbesitzes, der Verstärkung der regionalen Selbstverwaltung und der Beteiligung an der Zentralregierung. Am 12.3.1981 forderten 10.000 Indios in Waspam die Freilassung von Fagoth, und die Regierung sah sich gezwungen, zur Befriedung der Region den Häftling nach zehnwöchiger Einkerkung zu entlassen.

Die Führung der FSLN hat zwar flexibel auf die repressive Politik des Innenministers reagiert, aber damit das Vertrauen der Indianer nicht wiedergewinnen können. Die nach den Auseinandersetzungen in Prinzapolka einsetzende Flucht über den Río Coco verstärkte sich, nachdem auch Fagoth nach der Freilassung floh und von Honduras aus in Radiosendungen die sandinistische Regierung beschuldigte. In Zeitungsberichten wurden von 3.000 bzw. 10.000 Flüchtlingen gesprochen³⁾, die in Nordost-Honduras in Lagern leben und teilweise für konterrevolutionäre Aktionen angeworben werden. Eine Kommission aus Regierungsvertretern und Abgeordneten der Indianerorganisation versuchte Mitte 1981 ohne Erfolg, die Flüchtlinge zur Rückkehr zu gewinnen⁴⁾.

Die Indianerpolitik der Sandinisten muß damit zunächst als gescheitert angesehen werden, sie ist zerbrochen an dem Widerspruch zwischen dem Zugeständnis einer politisch autonomen Indianerorganisation und einer forcierten Integrationsstrategie nach den Vorstellungen der Zentralregierung. Innerhalb der FSLN setzten sich diejenigen durch, die bereits 1979 die Beibehaltung einer Indianerorganisation ablehnten und neben der sandinistischen keine indianische Revolution

-
- 1) Vgl. Barricada vom 25.2.81. Die Namen der Verhafteten: Steadman Fagoth Müller, Jimmy Emery Hodgson, Hazel Law Blanco, Tomas Morales Melendez, Brooklin Rivera B., Fadayan Richard Carlos u. Armstrong Wiggins Warman.
 - 2) Nach Aussagen eines Mitglieds der Sozialistischen Partei Adolfo Everts soll Fagoth im Auftrage einer Oppositionsgruppe vorübergehend Kontakt zur OSN aufgenommen haben.
 - 3) Vgl. Tageszeitung vom 22.5.1981 u. Neue Züricher Zeitung vom 10.2.1982.
 - 4) Es bestanden Lager in Puerto Lempira, Mokorón, Cocobila, Mavas u. Kaukira, vgl. Barricada vom 1.7.1981.

dulden wollen¹⁾. Am 28.8.1981 erließ die Junta neue Prinzipien zur Behandlung der ethnischen Minoritäten, die zwar einen Schutz der Minderheiten, aber keine Sonderrechte mehr garantieren²⁾. Die Verbesserung der Lebensverhältnisse an der Costa soll durch eine Entwicklung der Wirtschaft erreicht werden, die von der revolutionären Regierung zentral gesteuert wird. Die einzelnen Kommunen können, soweit ihre Rechte betroffen sind, an diesem Prozeß beteiligt werden, eine politisch autonome Interessenvertretung der Indianervölker ist nicht mehr erwünscht³⁾.

Problematik der fehlgeschlagenen Integrationsversuche und Ausblick

Bei der Darlegung der politischen, ökonomischen und sozio-kulturellen Bestimmungsgründe der Desintegration wurden die Fremdbestimmung und der Abfluß der Ressourcen als die wesentlichsten Handikaps für die Entwicklung der Costa erkannt. Sowohl den ausländischen Unternehmen und Politikern als auch den Vertretern der Zentralregierung ging es jeweils nicht primär um die Region selbst, sondern um ihre strategische Bedeutung bzw. den Ressourcentransfer. Die großen Projekte zum Ausbau der Infrastruktur und zur Inventarisierung der Ressourcen in der Somoza-Ära zielten eher auf die Ausbeutung der Costa als auf ihre sozio-ökonomische Entwicklung und Integration. Auch den Sandinisten scheint es stärker um die politische Durchdringung und rationelle Erschließung als um eine autozentrische Entwicklung zu gehen. Die hoffnungsvollen Ansätze für Impulse von innen heraus, die durch die jüngste Arbeit der Missionen und die Indianerorganisationen begonnen wurden, sind durch das gegenseitige Mißtrauen, das sich breit machende Funktionärswesen und die Fernsteuerung aus der Machtzentrale in Managua erstickt worden. Ohne die Beteiligung der Costeños am Planungs- und Entscheidungsprozeß, ohne ihre Identifikation mit der Arbeit und die aktive Teilnahme an den Projekten erscheint eine rasche Entwicklung und Integration Ostnicaraguas kaum realisierbar.

-
- 1) Vgl. Barricada vom 16.7.1981. Irrtümer in der Indianerpolitik wurden von Vertretern der Regierung, insbes. des INICA, eingestanden. Man hätte zu wenig die kulturellen und ethnischen Besonderheiten berücksichtigt.
 - 2) Vgl. Barricada vom 21.8.1981 u. Tageszeitung vom 28.8.1981.
 - 3) Im März 1982 wurden Meldungen verbreitet, aus denen hervorgeht, daß nunmehr auch gegen die evangelischen Kirchen vorgegangen wird, Massenverhaftungen unter den Indianern stattfanden und ganze Dörfer am Rio Coco evakuiert wurden, nachdem es zu häufigeren Grenzwischenfällen gekommen war.

Resumen

El nivel de desarrollo de muchos países del Tercer Mundo se caracteriza por fuertes disparidades sectoriales y regionales. Esto corresponde sobre todo a la realidad de Nicaragua. La zona del Pacífico, densamente poblada y bastante bien equipada con infraestructura se halla frente a la región Atlántica, colonizada solamente en parte y poco urbanizada. Las causas para el diferente nivel de desarrollo y las distintas estructuras del Este de Nicaragua se analizan teniendo en cuenta los factores histórico-políticos, étnico-culturales y socio-económicos. En este contexto se abordará más acerca la cuestión de las diferencias anglo-españolas por la Miskitia y los conflictos con los Estados Unidos por la ruta de un canal transistmico. Después se tratan los aspectos demográficos y socio-culturales de la desintegración bajo la influencia de las misiones protestantes y de las actividades económicas, dirigidas desde fuera. Frente a esta situación los esfuerzos gubernamentales para una integración de la costa aparecen insuficientes. Bajo la dinastía de Somoza se orientaron principalmente hacia el desarrollo de la infraestructura del transporte y de la explotación de los recursos naturales y no a la mejora de la compleja estructura regional. La Junta Sandinista empezó una política de integración orientada hacia adentro y motivada por criterios sociales. Después de conflictos con los grupos regionales, ahora favorece también una estrategia orientada hacia una penetración política dirigida desde Managua y hacia el fomento de las actividades económicas.

Literatur

- AUGELLI, J.P.: The Rimland-Mainland Concept of culture areas in Middle America. *Ann. of the Assoc. of Amer. Geographers* 52 (1962), S. 119-129.
- BELL, C.N.: Remarks on the Mosquito territory, its climate, people, production etc. *Journ. of the Royal Geogr. Society* 32 (1862), S. 13-50.
- BENGOECHEA, A.J.: Distrito minero del Noreste. *Bol. del Servicio Geológico Nacional* 7 (1963), S. 13-50.
- BITTER, W.: Die Eroberung Mittelamerikas durch den Bananentrust. Braunschweig 1921.
- BOURGOIS, Ph.: Class, ethnicity and the state among the Miskitu Amerindians of northeastern Nicaragua. *Latin Amer. Perspectives* 29 (1981), S. 22-39.
- DENNIS, Ph.A.: The costenos and the revolution in Nicaragua. *Journ. of Inter-Americ. Studies and World Affairs* 23 (1981), S. 271-296.
- FAO: Estudio de los recursos agrícolas y forestales del noreste de Nicaragua. Vol. I-III. Rom 1969.
- FLOYD, T.S.: The Anglo-Spanish struggle for Mosquitia. Albuquerque 1967.
- HELMS, M.W.: Asang. Adaptions to culture contact in a Miskito community. Gainsville 1971.
- JOHNSON, W.E.: The Honduras-Nicaragua boundary dispute 1957-1963. University of Denver, Diss. Phil. 1964.
- KARNES, Th.L.: Tropical enterprise. The Standard Fruit and Steamship Company in Latin America. Baton Rouge u. London 1978.
- KEPNER, Ch.D. u. J.H. SOOTHILL: The banana empire - a case study in economic imperialism. New York 1935.
- LAUER, W.: Klimatische und pflanzengeographische Grundzüge Zentralamerikas. *Erdk.* 13 (1959), S. 344-354.
- LAUER, W.: Naturgeschehen und Kulturlandschaft in den Tropen. *Tübinger Geograph. Stud.* 34 (1970), S. 83-105.
- Memoria de la Recaudación General de Aduanas 1912-1971: República de Nicaragua. Recaudador General de Aduanas, Managua.
- MIERISCH, B.: Eine Reise nach den Goldgebieten im Osten von Nicaragua. *Peterm. Mitt.* 39 (1893), S. 25-39.
- Ministerio de Planificación: Plan de reactivación económica en beneficio del pueblo. Managua 1980.
- MUELLER, K.A.: Among Creoles, Miskitos and Sumos: Eastern Nicaragua and its Moravian missions. Bethlehem 1932.

- NIETSCHMANN, B.: Ecological change, inflation, and migration in the far Western Caribbean. *Geographical Review* 69 (1969), S. 2-24.
- NIETSCHMANN, B.: *Between land and water. The subsistence ecology of the Miskito Indians, Eastern Nicaragua.* New York 1973.
- NUHN, H.: Landesaufnahme und Entwicklungsplanung im karibischen Tiefland Zentralamerikas. *Erdk.* 13 (1969), S. 142-154.
- NUHN, H.: Gelenkte Agrarkolonisation an der Siedlungsgrenze im tropischen Regenwald Zentralamerikas. *Göttinger Geogr. Abh.* 66 (1976), S. 25-53.
- NUHN, H. et al. (Hrsg.): *Zentralamerika. Karten zur Bevölkerungs- und Wirtschaftsstruktur.* Hamburg 1975.
- PARSONS, J.J.: Gold mining in the Nicaraguan rain forest. *Yearbook for the Ass. of Pacific Coast Geographers* 17 (1955a), S. 49-55.
- PARSONS, J.J.: The Miskito pine savanna of Nicaragua and Honduras. *Annals of the Association of American Geographers* 55 (1955b), S. 36-63.
- RADELL, D.R.: Exploration and commerce on Lake Nicaragua and the Río San Juan 1524-1800. *Journ. of Inter-Americ. Studies and World Affairs* 12 (1970), S. 107-125.
- RUNG, R.: *Die Bananenkultur.* Gotha 1911.
- SANDNER, G.: Die Erschließung der karibischen Waldregion im südlichen Zentralamerika. *Erde* 95 (1964), S. 111-131.

BEGINN EINER NEUORIENTIERUNG DER LANDWIRTSCHAFT AUF KRETA

mit 8 Figuren

BERNHARD OLTERS DORF

Als N. CREUTZBURG nach dem 1. Weltkrieg die Insel Kreta bereiste, konnte er ein Bild vom damals herrschenden Zustand der Kulturlandschaft zeichnen, das noch allzu deutlich die Auswirkungen jahrhundertelanger Fremdherrschaft über die Insel erkennen ließ. Die Verteilung der Bevölkerung, die Lage der Siedlungen und ihre Bauweise, die Formen der traditionellen Landwirtschaft, wie sie sich in den abseits gelegenen Beharrungsgebieten bis heute erhalten haben, sind die Folge des Gegensatzes zwischen türkischen Grundherren und griechisch-kretischer Landbevölkerung, die sich in ungebrochenem Freiheitswillen dem türkischen Herrschaftsanspruch zu entziehen suchte.

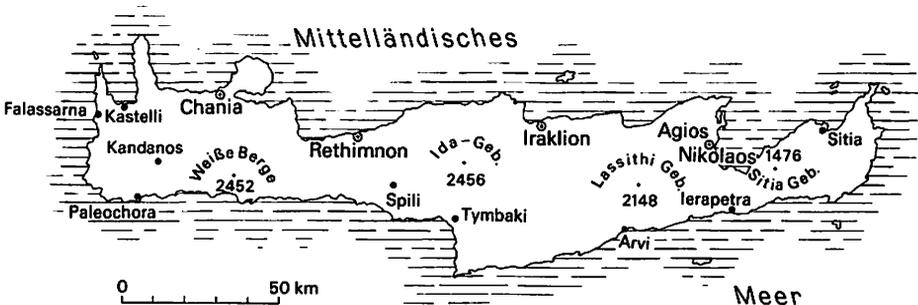


Fig. 1: Übersicht

Zwar endete die türkische Besetzung der Insel Kreta bereits 1898, aber zu einer ersten bedeutsamen Änderung der Besitz- und Landnutzungsverhältnisse kam es erst nach dem von Griechenland verlorenen Kleinasienkrieg 1922 und nach den Verträgen zur "Bereinigung der ethnographischen Grenzen", als Griechenland über 1,2 Millionen Flüchtlinge aufnehmen mußte, von denen 33.900 nach Kreta kamen, während rund 23.000 Türken, zum großen Teil Griechen muslimanischen Glaubens, die Insel verlassen mußten. Dazu gehörten auch die tür-

kischen Großgrundbesitzer, die ihre Tschiftlik - Güter, d.h. Privatgüter mit unbeschränktem Verfügungsrecht, abtreten mußten, sofern sie sie nicht schon in der Zeit der Selbständigkeit Kretas von 1898 bis 1913 haben verkaufen können. Diese Güter, die vornehmlich in den fruchtbaren Küstenebenen lagen, gelangten somit zu unterschiedlichen Anteilen in die Hände kretischer Bauern, die aus dem überbevölkerten Bergland auf die freiwerdenden Ländereien drängten. Auf anderen Gütern, vor allem im Hinterland von Iraklion und Sitia, wurden Flüchtlinge aus Kleinasien angesiedelt.

Nach dem Auszug der Türken und damit der endgültigen Befriedung der Insel Kreta entfiel der jahrhundertelange Gegensatz zwischen Tschiftlikherren und ihren Hörigen und Arbeitspflichtigen, die die großen Güter bewirtschafteten, und den Freien, die sich, um dem sozialen Druck, der Islamisierung oder gar Überfällen zu entgehen, in das Gebirge, in schwer zugängliche Gebiete oder nicht einsehbare Täler zurückgezogen hatten. Aus Schutzgründen siedelten sie in eng bebauten Haufendörfern, die aus schmucklosen, aneinanderggebauten, kubischen Häusern mit kleinen Fenstern bestehen. Diese waren oft, um einen Fluchtweg freizuhalten, durch verdeckte Gänge miteinander verbunden. CREUTZBURG spricht von agglutinierender Bauweise.

Durch die begrenzte Nutzbarkeit des verfügbaren Kulturlandes und die einschränkenden natürlichen Standortbedingungen in diesen Rückzugsgebieten war die Grenze der Tragfähigkeit des ländlichen Lebensraumes für die anwachsende

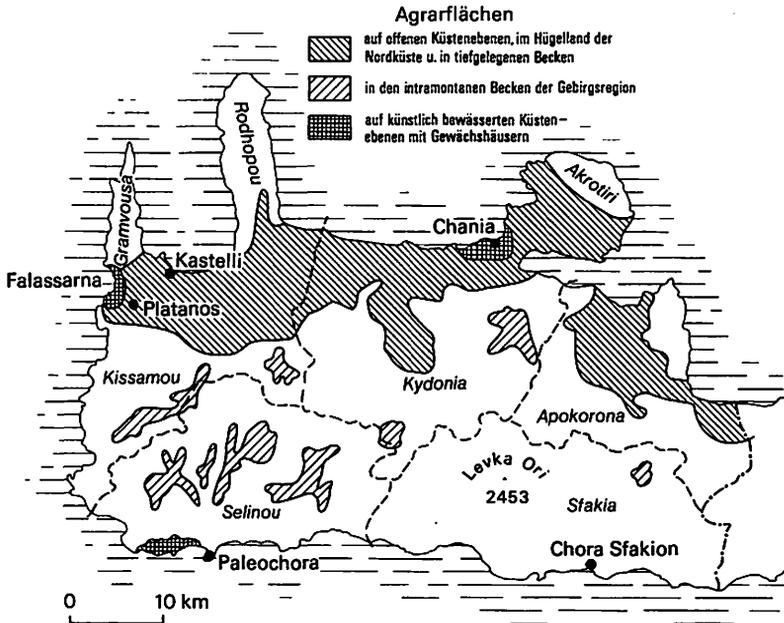


Fig. 2: Zusammenhängend bebautes Land in Westkreta

Bevölkerung bald erreicht. Trockenheit und sonstige natürliche Risikofaktoren gefährdeten die agrare Produktion, was nur durch die risikomindernde Wirkung der Viehwirtschaft und Baumkulturen als stabilisierendem Element im Nutzungsgefüge aufgefangen werden konnte.

Dagegen waren die Küstenebenen von einer Übervölkerung kaum betroffen, und sie sind es auch bis heute nicht. Ganz im Gegenteil, die Küste zieht aufgrund der aktuellen Entwicklungsprozesse immer mehr Bevölkerung an. Zu den dort aufstrebenden städtischen Wirtschaftsbereichen, deren Einkommensüberlegenheit und Sozialprestige, gesellt sich besonders seit etwa 1970 ein teilweise stürmisch anwachsender Fremdenverkehr an fast allen Küsten Kretas. Auch das im gleichen Maße angestiegene Baugewerbe zieht immer mehr Arbeitskräfte an. Die Landflucht, die weitgehend eine Höhenflucht ist, erfaßt in einzelnen Dörfern mehr als die Hälfte der aktiven Bevölkerung beiderlei Geschlechts.

Eine dritte auffällige Entwicklung durchläuft die Landwirtschaft in einigen Küstenregionen der Insel. Bewässerungskulturen haben seit altersher immer dort eine wichtige Rolle gespielt, wo das Wasser perennierender Flüsse während der sommerlichen Trockenperiode für den Anbau von Gemüse und Futterpflanzen in Freilandkulturen oder für die Bewässerung von Agrumen oder Bananenhainen zur Verfügung stand. Sie liegen mit wenigen Ausnahmen an der Nordküste und stellen die Versorgung der städtischen Märkte mit Frischgemüse sicher. Hinzu kommt der Anbau von Luzerne. Für diese Futterpflanze besteht in den Städten wegen der immer noch verbreiteten Kleinviehhaltung auf Innenhöfen und Dachterrassen eine starke Nachfrage.

Seit 1965 breitet sich besonders an der durch Trockenheit benachteiligten Südküste Kretas, aber auch auf anderen Küstenebenen, die fernab fließender Gewässer nur weidewirtschaftlich oder bestenfalls durch extensive Trocken- oder Baumkulturen genutzt werden konnten, eine neue Form der Bewässerungskultur aus, der sich im Rahmen der seit dem Beitritt Griechenlands zur Europäischen Gemeinschaft gewachsenen Marktchancen der kretischen Landwirtschaft große Entwicklungsmöglichkeiten eröffnen. Es ist der Anbau von Wintergemüse auf sogenannten Warmbeeten (gr. Thermoképia), d.h. bewässerten oder beregneten Beeten unter plastikbespannten Gestellen, die meist glashausähnliche Formen aufweisen.

Angesichts der heutigen technischen Möglichkeiten insbesondere der Wasserbeschaffung und angesichts der verbesserten Marktbedingungen und des Transports steht die Entwicklung der Warmbeetkulturen noch ganz an ihrem Anfang, gemessen am Entwicklungsstand anderer Mittelmeeranrainer, vor allem Israel.

Aufgabenstellung

Bevor auf die besonderen Bedingungen dieser neuen Form intensiverer Landwirtschaft auf der Insel Kreta anhand konkreter Beispiele eingegangen wird, sollen die traditionellen Formen der Bodennutzung

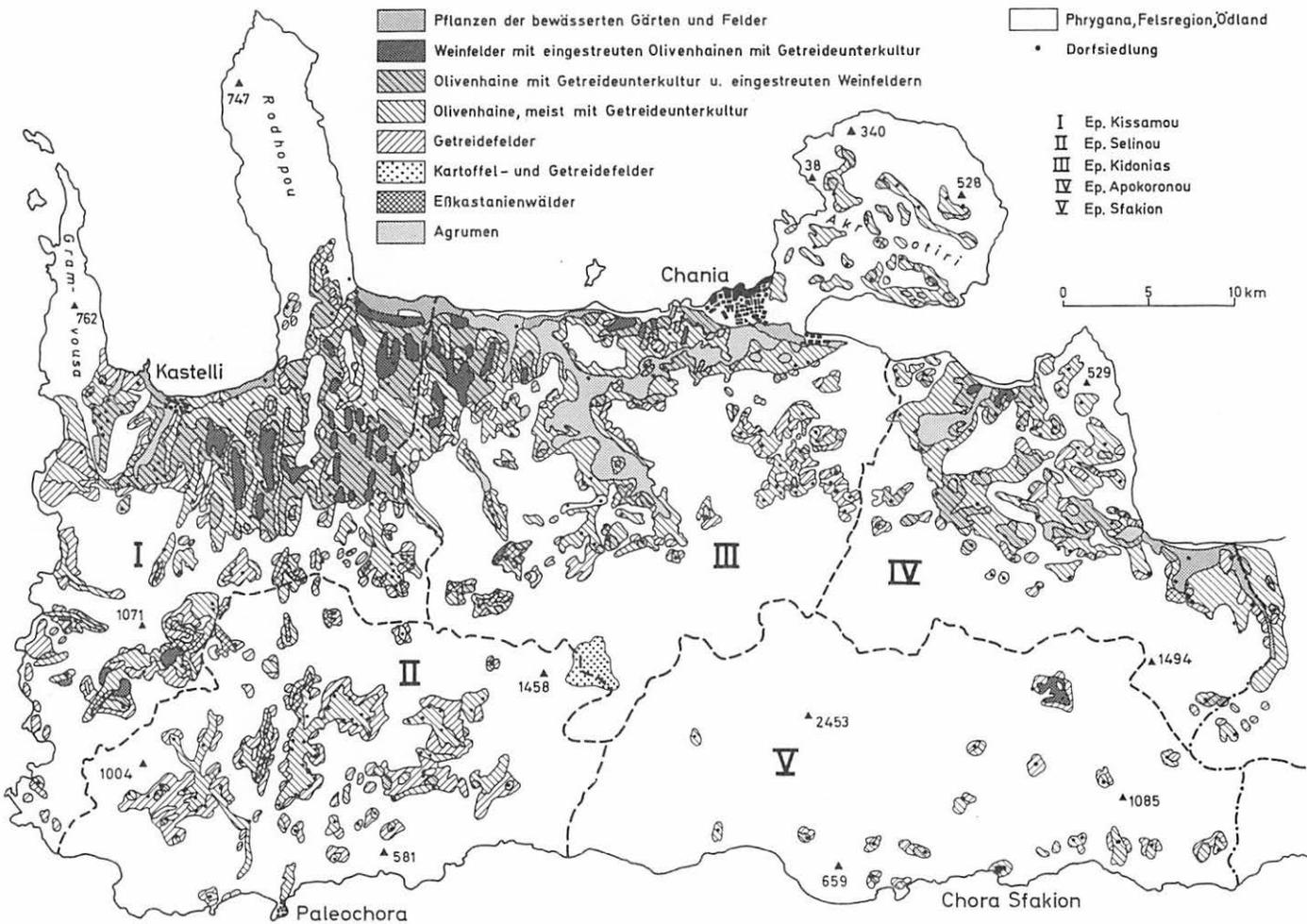


Fig. 3: Die Landnutzung im westlichen Kreta (Kartierung von B. Oltersdorf und M. Fröhlich, 1974)

- 1) in der Gebirgsregion bei stark fortgeschrittener Bevölkerungsverdichtung und
- 2) in den Küstenebenen mit bewässerten Freilandkulturen dargestellt werden.
- 3) Der Wintergemüseanbau in Warmbeeten wird schließlich als Innovation der traditionellen Landbewirtschaftung gegenübergestellt.

1. Subsistenzwirtschaft im nördlichen Hügelland, in der Gebirgsregion und in den intramontanen Becken am Beispiel des westlichen Kreta

Auf zwei mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführten Forschungsreisen in den Jahren 1972 und 1974 wurde u.a. der Zustand der Agrarlandschaft im westlichen Kreta kartiert, wobei es darauf ankam, die Anordnung der einzelnen Wirtschaftsflächen nach dominanten Nutzpflanzen oder Nutzpflanzenkombinationen physiognomisch zu erfassen. Da die Landwirtschaft allein die Ernährungsbasis der Bevölkerung außerhalb der städtischen Siedlungen darstellt, konnten die Beziehungen zwischen der Bevölkerungsverteilung, dem landwirtschaftlichen Potential der Region und dem Grad seiner Inwertsetzung aufgezeigt werden. Eine bloße Umsetzung statistischer Daten über Anbauflächen, Viehhaltung usw. in die Karte würde die Lokalisierung der Ernährungsbasis ausschließen, auf die es aber gerade ankommt, vermittelt sie doch gerade eine Vorstellung vom räumlichen Verhältnis des agrar genutzten Landes zu den extensiven Weiden, der Phrygana und Felsregion, von seiner Flächigkeit, bzw. seinem Auflösungsgrad in einzelne Zellen, Talkammern und Nischen im Gebirgsland.

Der kartierte Inselbereich Westkretas wird von unkultivierbaren Heideflächen, Macchien oder vegetationsloser Felsregion besonders im Gebirgsland der Weißen Berge beherrscht. Sie resultieren aus der bis auf über 2.000 m ansteigenden absoluten Höhenlage und der starken Zertalung des Gebirges wie auch der extremen Klimaverhältnisse im Wechsel der Jahreszeiten mit hohen Niederschlägen im Winter und andauernder Trockenheit im Sommer bei stetig wehenden, kräftigen Passatwinden. Diese ausdörrenden Nordwinde verschärfen ihre Wirkung an der Südabdachung des Gebirges, wo sie als Fallwinde auftreten. Das im Untergrund anstehende Kalkgestein trägt zur sommerlichen Trockenheit zusätzlich bei.

Die agrare Tragfähigkeit dieser Inselregion ist dementsprechend äußerst begrenzt. Dauersiedlungen finden sich nur tupfenhaft verteilt in oft isolierter, schwer zugänglicher Lage. In den Jahrhunderten sozialer Unsicherheit erfüllten sie eine lebenswichtige Schutzfunktion, die aber mit dem Ende der türkischen Besetzung entfallen ist, so daß sie von der Bevölkerung heute mehr und mehr aufgegeben werden.

Nur in größeren intramontanen Becken oder in vereinzelt Talweitungen kommt es zu einer Verdichtung der Siedlungen im Gebirge. Hier spielen neben

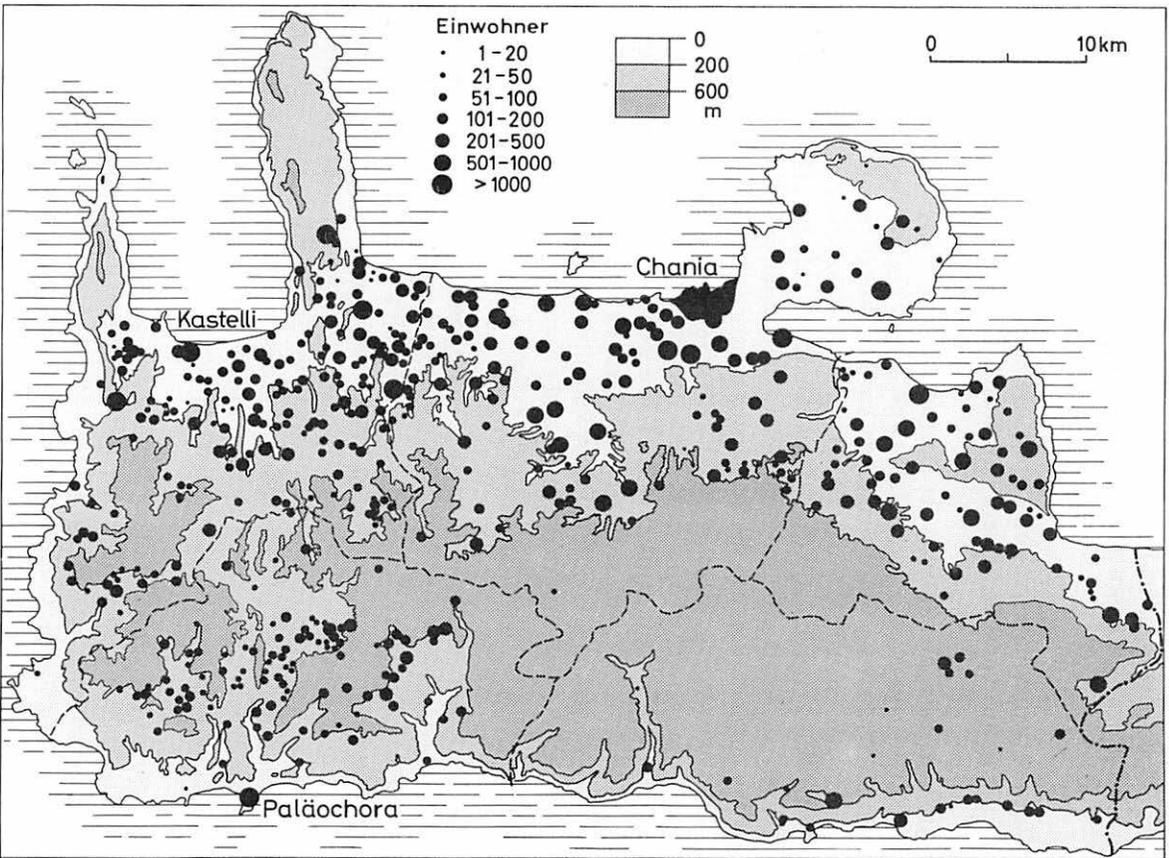


Fig. 4: Siedlungen nach Größe und Höhenlage

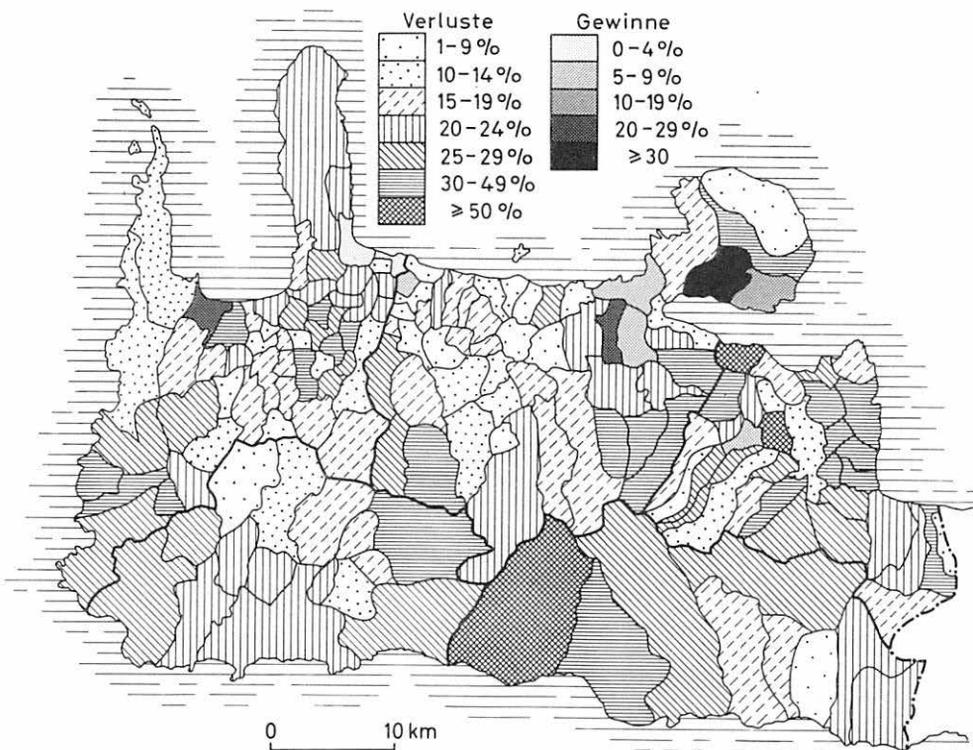


Fig. 5: Bevölkerungsentwicklung in Westkreta zwischen 1961 und 1971 in Prozent

den Getreide- und Olivenkulturen dichte Fruchtwaldbestände von Eßkastanien an den feuchten Ufern perennierender Bäche und Rinnsale auf wasserundurchlässigem Untergrund eine wichtige Rolle. Ihre Früchte bringen den selbstgenügsamen Bewohnern sogar etwas Bargeld ein, das die Tragfähigkeit in diesem ansonsten eingegengten Lebensraum erweitert. Die größte Bedeutung für die Ernährung der Gebirgsbevölkerung haben allerdings die ausgedehnten mediterranen Bergheiden, die Phrygana. Sie sind die Weideflächen für die zahlreichen Ziegen- und Schafherden. Außerdem ist der duftende Blütengarten der Phrygana eine große Bienenweide. Über 25.000 Bienenvölker, in abgelegenen Plätzen zu Dutzenden in leuchtend bunten Kästen aufgestellt, sammeln den weit über Kreta hinaus geschätzten aromatischen Honig. Zusammen mit den übrigen Erzeugnissen der Phrygana, wie Fleisch, Käse, Häute und Felle, werden somit die Existenzrisiken in den Gebirgsregionen der Insel verringert.

Bei dreidimensionaler Betrachtung ergibt sich für die intramontanen Siedlunginseln eine Anordnung der landwirtschaftlich genutzten Flächen von feuchten, inneren Talböden mit den Kastanienhainen über die trockenen Olivenhaine

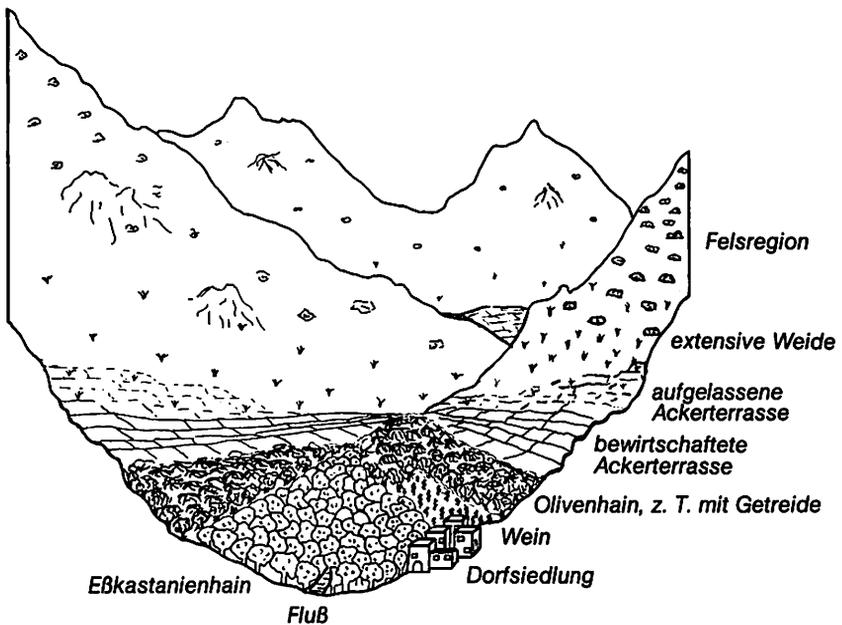


Fig. 6: Die Anordnung der Kulturläche in den Gebirgsregionen Westkretas (schematisiert)

zu den baumlosen Getreideterassen im Außenring, die schließlich in die agrarisch unproduktiven Heideflächen der Phrygana übergehen. Die Anordnung bildet gleichzeitig eine Stufung der Kulturlächen mit abnehmender Produktivität, zunehmendem Anbaurisiko und erhöhtem Arbeitsaufwand mit wachsender Höhe.

Mit dem Rückgang der aktiven Bevölkerung in der Gebirgsregion ist daher überall zu beobachten, daß die mühevoll angelegten Ackerterrassen von oben her fortschreitend von Disteln, Heiden und schließlich Strauchwerk überwuchert werden.

Auch am Zustand einzelner Häuser in den geschlossenen Dorfsiedlungen sind die Folgen der Abwanderung zu erkennen, dies allerdings fast nie in Kastanien- und Olivenhainen oder in den dorfnahen Weinflächen, die in der Regel von den verbliebenen Dorfbewohnern mitbewirtschaftet werden.

Im geschlossenen Anbaubereich des nördlichen tertiären Hügellandes treten das extensive Weideland und die baumlosen Getreideflächen stark zurück. Geschlossene Olivenhaine kleiden die Talböden und unteren flachen Hänge aus. Dagegen sind die südnord gerichteten Rücken und Riedel aufgrund der optimalen Besonnung durchgehend mit Weinfeldern bedeckt. Im Grenzbereich verzahnen sich beide Kulturen eng miteinander. Der ausgedehnte Weinbau auf den Kuppen und Rücken und die Olivenhaine an den Hängen und in den Talungen tauchen das Hügelland auf der Nordseite Kretas auch in der langen sommerli-

chen Trockenperiode in ein durchgehendes Grün unterschiedlicher Färbung.

In dieser Agrarlandschaft mit hoher Tragfähigkeit tritt die Weidewirtschaft, bzw. die Viehhaltung bis auf das Maß der Eigenversorgung mit Fleisch, Milch, Eiern usw. zurück.

Sichere Ernten von Oliven, Getreide und Wein haben eine verhältnismäßig hohe Besiedlungsdichte ermöglicht. Aber die durch das Erbrecht verursachte Flurzersplitterung und der traditionelle Wirtschaftsgeist der ländlichen Bevölkerung sind hauptsächlich dafür verantwortlich, daß sich auch diese fast lückenlos agrar genutzte Inselregion nur wenig über den Stand der Subsistenzwirtschaft erhoben hat. Es gibt zwar Absatzgenossenschaften für Wein und Olivenöl, auch gibt es vereinzelte Ansätze einer Mechanisierung der Landwirtschaft, aber im wesentlichen haben sich in den Dörfern die Beschaulichkeit und die Tradition der Vergangenheit erhalten.

Wenn auch hier eine Abwanderung eingesetzt hat, so ist sie weniger ökonomisch begründet, sondern eher als Flucht aus der in traditionellen Strukturen verharrenden Dorfgesellschaft zu werten, wie sich aus Umfragen ergeben hat. Dabei wurden die Aufbruchentschlüsse durch das verbesserte Kommunikationswesen, Ausbau der Verkehrsverbindungen, Stromversorgung und damit Fernsehempfang in jedem Dorf, weiterhin durch das verbesserte schulische Bildungsangebot für die jüngere Generation bereits vorbereitet. Besonders jüngere Frauen äußern immer häufiger den Wunsch nach einem Leben in der Stadt mit mehr Bequemlichkeit und Abwechslung. Sogenannte Push- und Pull-Faktoren sind dabei kaum voneinander zu trennen.

2. Bewässerte Freilandkulturen an der Nordküste Westkretas

Auf den ebenen marinen Terrassen am Fuße des tertiären Hügellandes sind nach Abschluß umfangreicher Meliorationsarbeiten nach dem Ende der Türkenzeit Bewässerungskulturen angelegt worden, die die Versorgung der wachsenden Städte an der Nordküste sicherstellen. Dennoch sind die Entwicklungsmöglichkeiten, die diese bewässerten Ebenen bieten, bei weitem nicht ausgeschöpft.

Am Beispiel der östlichen Schwemmlandebene in der Bucht von Kissámou soll der Zustand dieser Bewässerungskulturen dargestellt, die Gründe für ihren Entwicklungsrückstand und der Unterschied zu den seit 10 - 15 Jahren anzutreffenden neuen Formen der Intensivkulturen aufgezeigt werden.

Das tertiäre Hügelland geht nach Norden in eine schwach geneigte, pleistozäne Terrasse über, auf der die befestigte Landstraße von Chania nach Kastelli verläuft und an der die Dörfer Koloni, Drapanias und Kaloudiana liegen. Die Terrasse wird hier von zwei aus dem Gebirge kommenden Flüssen gequert, von denen der östliche ganzjährig Wasser führt, während im Tiflos-Fluß bei Kaloudiana das Wasser im Sommer vor Erreichen der Mündung versickert. Da die Terrasse vier bis fünf Meter über dem Grundwasserniveau liegt, gedeihen auf ihr nur

Trockenkulturen, d.h. hier fast ausschließlich Oliven mit Getreide als Unterkultur. Sie werden von den Dörfern aus bewirtschaftet und gehörten ehemals zum türkischen Herrenhof, der abseits des Dorfes zwischen Drapanias und Metochi lag und heute halb verfallen als einziges Relikt an die Türkenzeit erinnert.

Die Terrasse endet nördlich mit einer deutlichen Stufe und geht über in eine große Verebnung, die Limniari (gr. das Überschwemmte) genannt wird. Sie liegt wenig über dem Meeresniveau und ist bis in die jüngste Vergangenheit hinein immer wieder von winterlichen Überflutungen heimgesucht worden. Daher wurde sie, abgesehen von einigen randlichen Gemüsegärten, nur als extensive Weide genutzt und war vollkommen unbesiedelt.

Als die Türken nach 1898 damit begannen, ihr Land zu verkaufen, gelangte auch Limniari — in relativ große Parzellen aufgeteilt — in die Hände griechischer Bauern, meist aus den umliegenden Dörfern, in einzelnen Fällen auch solcher, die aus den Gebirgstälern kamen und Bargeld besaßen. Nach und nach wurde das Land durch Entwässerung gesichert und kultiviert, so daß die hinzugekommenen Siedler ihre Höfe außerhalb des Dorfes auf den neu gewonnenen Flächen errichten konnten.

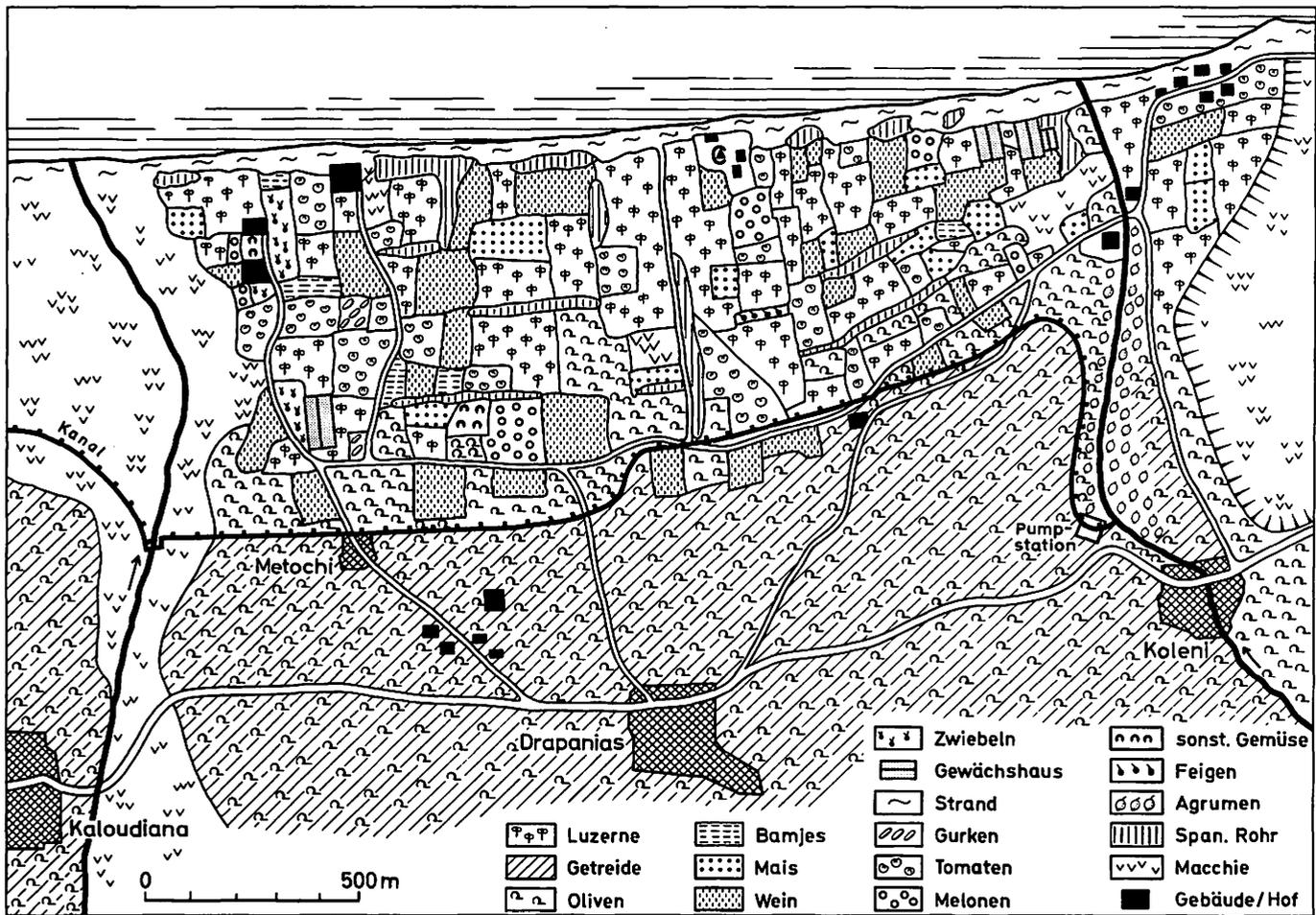
Wegen der günstigen Grundwasserverhältnisse verlagerte sich das Schwergewicht der Landnutzung immer mehr von der Viehzucht auf den Gemüse- und Futterpflanzenanbau in Freilandkulturen. Rinder zogen den Pflug, und Esel trugen das frische Gemüse in die rund 5 km entfernte kleine Stadt Kastelli, die mit ihren damals knapp 1.000 Einwohnern kaum ein aufnahmefähiger Markt war, aber dennoch ein bescheidenes Bargeldeinkommen sicherte.

Eine entscheidende Änderung der Situation erfolgte im Jahre 1955 mit der Fertigstellung des Bewässerungskanals, der das über eine Elektropumpe gehobene Flußwasser von Koleni am oberen Terrassenrand nach Westen bis nach Kastelli leitet. Dabei wird der Tiflos-Fluß mit einem Düker unterquert.

Die gesamte Limniari-Ebene konnte nun ganzjährig ausreichend bewässert werden. Die Gemüsekulturen dehnten sich mehr und mehr aus. Mit den gestiegenen Einnahmen konnten Maschinen und Fahrzeuge gekauft werden, mit denen nun auch weitere Märkte beliefert werden. Private Großhändler mit Lastkraftwagen kaufen zum Teil ganze Tagesernten auf. Das Anwachsen der Städte als ganzjährig aufnahmefähige Märkte und der gestiegene Bedarf an Frischgemüse in den touristischen Zentren auf Kreta hat der Bewässerungslandwirtschaft bisher zu einem beachtlichen Aufschwung verholfen. Aber trotz der schnellen wirtschaftlichen Erfolge hat eine Weiterentwicklung der Freilandkulturen nicht stattgefunden. Das Verteilungsmuster der Kulturen entspricht nicht den Möglichkeiten, die die günstigen Bedingungen des Wasserdargebots, des Klimas und des Bodens bieten. Die Hemmnisse, die den Entwicklungsrückstand erklären, lassen sich in den folgenden Punkten zusammenfassen:

- a) Es gibt weder eine Zusammenarbeit noch eine Arbeitsteilung unter den Bauern. Jeder besorgt alles allein von der Anzucht der Pflanzen bis zur Ernte der Früchte.

Fig. 7 : Landnutzung in der Küstenebene östlich Kastelli (Westkreta)



- b) Eine wirkliche Spezialisierung ist nur vereinzelt gelungen. Es werden zuviele Kulturen gleichzeitig betrieben, was zeitweise zur Arbeitsüberlastung der Bauern und ihrer Familienangehörigen führt. Bei einem zeitweisen Überangebot auf den Märkten steht die investierte Arbeit nicht immer im rechten Verhältnis zum Gewinn.
- c) Der Absatz der Produkte erfolgt über den freien Handel. Sofern die Bauern ihre Erzeugnisse nicht selbst auf dem Markt verkaufen, sind sie weitgehend von Zwischenhändlern abhängig.
- d) Die Bauern beliefern nur die heimischen Märkte. Die Chancen des Exports werden nicht genutzt. So erklärt sich u.a. der hohe Anteil der Luzerne auf den bewässerten Feldern. Diese Futterpflanze findet immer noch einen sicheren Absatz, da in den Städten weiterhin an der Kleinviehhaltung hinter dem Haus oder auf den Dachterrassen festgehalten wird.
- e) Es fehlt jede Form der Konservierung oder industriellen Weiterverarbeitung der Agrarprodukte aus den Bewässerungskulturen.
- f) Es mangelt an fachlicher Ausbildung zur Führung eines modernen landwirtschaftlichen Betriebes.

So wird weiterhin an der traditionellen Bewässerungswirtschaft und an der Ausrichtung auf den lokalen Markt festgehalten. Angesichts der noch relativ hohen Gewinne sind Anregungen zur Rationalisierung der Betriebe oder gar zur Umstellung auf Wintergemüse, das die Produktivität und die Gewinnchancen erheblich erhöhen würde, kaum aufgenommen worden.

Die nachfolgende Generation mit ihrem hinsichtlich des Lebensstandarts gestiegenen Anspruchsniveau ist aber schon nicht mehr bereit, sich in diesen arbeitintensiven Betrieben zu engagieren, so daß auch hier die Bereitschaft zur Abwanderung wächst. Im Unterschied zu den Abwandernden aus der Gebirgsregion besitzen sie allerdings fast durchweg eine Schul- bzw. Berufsausbildung, die sie für eine Tätigkeit in der Stadt qualifiziert.

3. Wintergemüseanbau in Warmbeeten

Eine seit Mitte der 60er Jahre zunächst nur zögernd, dann aber seit etwa 1975 sich rasant über fast alle geeigneten Küstenverebnungen Kretas sich ausbreitende Innovation ist der Anbau von Wintergemüse in sogenannten Warmbeeten, künstlich bewässerten, durchschnittlich 20 m breiten Parzellen unter plastikbespannten, glashausähnlichen Gestellen. In besonders großer Zahl und Verdichtung sind sie auf bisher agrarisch ungenutzten Verebnungen an der Südküste Kretas anzutreffen, während sie an der dichter besiedelten und von traditionellen Trocken- und vereinzelt Freilandkulturen beherrschten Nordküste nur vereinzelt oder in kleineren Gruppierungen auftreten.

Nach Angaben der griechischen Landwirtschaftsbank waren 1981 auf ganz Kreta 14.000 Stremmata Land (= 1.400 ha) von Plastikfolien überspannt, und es wird eine weitere Ausdehnung der Warmbeetkulturen in naher Zukunft erwartet.

Trotz der günstigen natürlichen und technischen Bedingungen stellen sich ihrer weiteren Entwicklung aber beachtliche Hindernisse in den Weg. Exemplarisch läßt sich die Problematik der kretischen Warmbeetkulturen an den Beispielen Falassarna an der Westküste Kretas und Arvi an der östlichen Südküste aufzeigen.

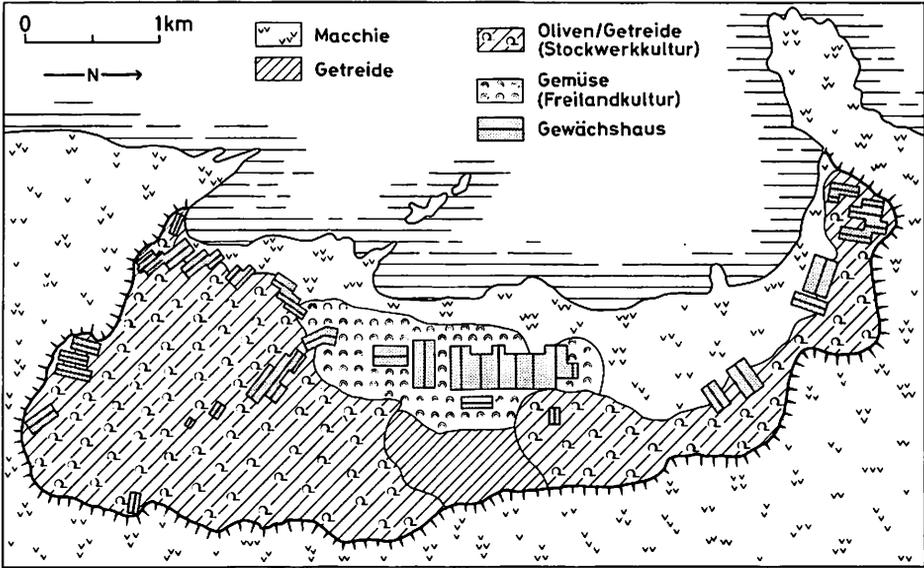


Fig. 8: Landnutzung der Küstenebene von Falassarna

a) Das Beispiel Falassarna

Auf der um ca. 7 m gehobenen Abrasionsterrasse von Falassarna, die zur Gemarkung des im Hügelland gelegenen Dorfes Platanos gehört, wurden seit altersher in extensiver Nutzung Getreide angebaut oder der Ölbaum gepflegt. Die starke Windbeeinflussung und Trockenheit haben dabei stets ein großes Ernterisiko verursacht. Eine am Gebirgsrand austretende Karstquelle bewog 1972 einen Bauern von Platanos, ein Beet mit Plastikfolien zu überspannen, das nötige Quellwasser durch Plastikrohre heranzuleiten, wie er es in benachbarten Dörfern gesehen hatte, und einen ersten Versuch mit dem Gemüseanbau im Winter zu machen. Die ab März geernteten Tomaten erzielten einen solchen Gewinn, daß knapp 10 Jahre später fast jeder Bauer von Platanos mindestens ein plastiküberspanntes Warmbeet dort errichtet hat. Zur Wasserversorgung der Kulturen hat die Gemeinde bereits zwei Tiefbrunnen bohren lassen, und eine dritte Bohrung war 1981 in Vorbereitung.

Es werden fast nur Tomaten angebaut, die von Zwischenhändlern aufge-

kauf werden. Ein großer Teil gelangt auf die Gemüsemärkte von Athen und in andere Städte des Festlandes. Da jeder Bauer nach eigenem Ermessen wirtschaftet und verkauft, haben die Händler das Geschäft weitgehend in der Hand. Dennoch erwirtschaften die Bauern einen merklichen Gewinn. Ein Interviewpartner schätzte, daß die Bearbeitung von 4 - 5 Stremmata Warmbeetkultur den gleichen Gewinn bringt wie die von 1.000 Olivenbäumen. Die aber erfordern erheblich mehr Arbeit.

Die weitere Entwicklung der Warmbeetkulturen von Falassarna steht unter folgenden Bedingungen:

1. Die hohe Sonneneinstrahlung auch im Winter, ein hinreichendes Wasserdargebot durch Tiefbrunnen, die technischen Möglichkeiten des Wassertransports durch Rohrleitungen aus Kunststoff oder Metall und die kostengünstige, wenn auch nicht unproblematische Verwendung von Plastikfolie und Holzgestellen begünstigen die Anlage von Gemüsegewinterkulturen auf ehemals extensiv genutzten Flächen.
2. Aufnahmefähige Märkte in den städtischen Zentren Griechenlands sind für den Absatz der im Winter gereiften Gemüseernten vorhanden.
3. Aber der Mangel an Organisation beeinträchtigt den Gewinn der Bauern. Selbstgenügsamkeit prägt immer noch ihr wirtschaftliches Denken.
4. Trotz vielfältiger Aufklärung durch staatliche Berater oder Gutachter der Landwirtschaftsbank hat sich unternehmerische Initiative unter den Landwirten bisher kaum durchgesetzt. Es gibt keinerlei Ansätze für eine Arbeitsteilung für einen Export von Wintergemüse oder für eine industrielle Verwertung.
5. Besonders belastend wirkt sich aus, daß sich die Hauptarbeit des Gemüsebaus in den Warmbeeten und das Bestellen der Getreidefelder wie auch die Olivenenernte auf die Wintermonate von November bis März zusammendrängen. Damit sind beim weiteren Festhalten an der traditionellen Landwirtschaft der Ausdehnung von Warmbeeten Grenzen gesetzt, die sich aus der physischen Arbeitskapazität der Bauern mit ihren Familienangehörigen ergeben.
6. Die geringe Risiko- und Investitionsbereitschaft der Bauern äußert sich in der nur einmaligen Nutzung der Warmbeete pro Jahr, in der Verwendung billiger und kurzlebiger Plastikfolien zur Abdeckung der Gestelle, die von starken Winden leicht zerfetzt werden, und in der geringen Beschäftigung von Lohnarbeitern.

b) Das Beispiel Arvi

In der Küstenebene westlich von Ierapetra wurden um 1965 die ersten kretischen Warmbeetkulturen überhaupt angelegt. Von hier aus gelangte 1973 die Innovation in das abgelegene rund 100 Einwohner zählende Dorf Arvi, 30 km westlich von Ierapetra, das durch seine Bananenkulturen immer schon bekannt gewe-

sen ist. Kleintierhaltung und ein wenig Fischerei sicherten zusätzlich den Lebensunterhalt der überwiegend auf Selbstversorgung eingestellten Bewohner.

Ein junger Mann aus einem nahegelegenen Gebirgsdorf, der einige Jahre als Techniker auf dem griechischen Festland gearbeitet hatte, kehrte mit dort gesammelten Beobachtungen und Kenntnissen über den Wintergemüsebau nach Kreta zurück, kaufte im klimatisch begünstigten Arvi bewässerbare Flächen auf, die er mit Gewächshäusern überbaute, und begann mit der Anzucht von Gurken und Tomaten im Winter. Angesichts seiner wachsenden wirtschaftlichen Erfolge folgten mehr und mehr Bauern diesem Beispiel. Durch Zuzüge aus den umliegenden Gebirgsdörfern hatte sich bis 1981 die Zahl der Einwohner von Arvi auf rund 700 erhöht. Mit Hilfe von Motorpumpen und Kunststoffrohren konnte die bewässerte Fläche auf über 1.000 Stremmata erweitert werden, von denen knapp die Hälfte von Gewächshäusern überbaut ist. Durch die starke Nachfrage sind aber auch die Preise für bewässertes Land in den Jahren zwischen 1973 und 1981 von 10.000 auf 1,5 Mio. Drachmen pro Stremma gestiegen.

Im Unterschied zu den Kulturen von Falassarna wird der größte Teil des Wintergemüses bereits für den Export produziert, vor allem Gurken und Melonen. Der Initiator der Warmbeetkulturen von Arvi zum Beispiel produziert auf seinen 8 Stremmata bis zu 80% Gurken, die er per Lastkraftwagen vor allem in den Monaten Januar und Februar nach München transportieren läßt. 1981 schließlich planten die Bauern gemeinsam die Gründung einer Genossenschaft, um vor allem die Kosten für die Vermarktung der Produkte zu senken, zum Beispiel durch die Unterhaltung eigener Lastkraftwagen. Um die Weiterentwicklung der Gemüsekulturen zu sichern, wurden staatlich finanzierte Tiefbrunnen angelegt, die in Zukunft auch mehrere Ernten im Jahr ermöglichen sollen. Das bisher vorhandene Wasser reicht in der langen sommerlichen Trockenperiode gerade für die Bewässerung der Bananenfelder.

Die Spezialisierung auf exportfähiges Wintergemüse bringt so hohe Einkünfte, daß die Bauern mehr und mehr dazu übergehen, ihre aus Holzstangen gebauten und nur mit Plastikfolie überspannten Gewächshäuser, die nur eine 1 - 3 jährige Lebensdauer haben, durch Gestelle aus Metallrohren zu ersetzen. Im Sommer 1981 war ein Baukolonne von 7 arabischen Israelis aus Haifa damit beschäftigt, die aus dem Ausland angelieferten verzinkten Stahlrohre zu stabilen Gewächshäusern zusammenschweißen. Diese sind 4 mal so teuer wie die üblichen aus Holzstangen gebauten Gewächshäuser, gelten hier aber angesichts steigender Gewinne als zukunftsichernde Investition.

Zusätzliche Einnahmen aus dem beginnenden Fremdenverkehr und eine aktive Unterstützung der Modernisierung durch die Landwirtschaftsbank fördern die unternehmerische Initiative und die entschlossene Weiterentwicklung des marktorientierten Wintergemüsebaus von Arvi.

Perspektiven der Landwirtschaft Kretas

Mit dem Beitritt Griechenlands zur Europäischen Gemeinschaft haben sich die Chancen der kretischen Landwirtschaft, zu einem der Wintergemüseärten Europas zu werden, deutlich verbessert, wenngleich der Entwicklungsrückstand gegenüber anderen Mittelmeeranrainern beachtlich ist. Die natürlichen Vorbedingungen und die technischen Möglichkeiten würden eine solche Entwicklung begünstigen.

Auch die Beteiligung der griechischen Landwirtschaftsbank an Entwicklungsprojekten wie auch die staatliche Beratertätigkeit zählen zu den geeigneten Rahmenbedingungen für den weiteren Aufschwung des kretischen Wintergemüsebaus.

Aber die zu geringe Aufgeschlossenheit der Bauern für Neuerungen, die starke Verwurzelung in den traditionellen Formen der Landwirtschaft und der geringe Grad der Spezialisierung und Marktorientierung sind zur Zeit die größten Hindernisse für eine zügige Ausweitung dieser Kulturen.

So können z.B. die bisher auf Kreta produzierten Tomaten nur in beschränktem Maße in Mitteleuropa abgesetzt werden. Auch für den Absatz anderer mittelmeeischer Gemüsearten ist der europäische Markt z.B. auch aus Gründen unterschiedlicher Eßgewohnheiten noch längst nicht erschlossen. Die Blumenzucht befindet sich noch ganz im Anfangsstadium der Entwicklung. 1981 wurde der Einsatz von Flugzeugen für den regelmäßigen Transport von Wintergemüse erst erwogen.

Für die Zukunft wird es darauf ankommen, Innovationsbereitschaft und unternehmerische Initiative der landwirtschaftlichen Bevölkerung in den schwach besiedelten, aber entwicklungsfähigen Beharrungsräumen Kretas anzubahnen und die Infrastruktur, vor allem im Bereich des Transportwesens und der Wasserbeschaffung, weiter auszubauen, um die Möglichkeiten der wirtschaftlichen Erschließung besser zu nutzen und der Landflucht entgegenzuwirken.

Summary

Land utilization and population distribution in Crete show great differences in development within the very smallest areas, which are caused by widely varying natural conditions as well as social instability resulting from alien domination and persisting well into this century and, finally, by urbanization as a result of industrialization and tourism in most recent times. In the mountain regions, which are not very fertile, although in relation to their restricted carrying capacity still largely overpopulated, land utilization has scarcely advanced beyond the level of a subsistence economy.

In the broad valleys and coastal plains, however, where dry cultivation has traditionally been carried on, supplemented by a limited amount of fruit and vegetable growing whenever the possibilities of irrigation allowed it, a change towards market-oriented agriculture is setting in under the influence of urbanization, the opening-up by transport communications and the growing tourism generally altered economic conditions in the context of the E.E.C. For some years the cultivation of winter vegetables under plastic cloches has steadily extended further in numerous erosion surfaces on the coast.

Ausgewählte Literatur

- ACHENBACH, H.: Zum räumlichen Beziehungsverhältnis von Bevölkerungsdynamik und agrarer Tragfähigkeit in Tunesien. In: Kieler Geogr. Schriften, Bd. 50, 1979, S. 395-416.
- BANCO, I.: Studien zur Verteilung und Entwicklung der Bevölkerung von Griechenland, Bonner Geogr. Abhandlungen, H. 54, 1976.
- BEUERMANN, A.: Studien zur griechischen Agrarlandschaft. Verh. d. dt. Geographentages, Würzburg 1957.
- CREUTZBURG, N.: Die Landschaften der Insel Kreta. Verh. d. 22. dt. Geographentages, Breslau 1928
- ders.: Kreta, Leben und Landschaft. In: Z. d. Ges. f. Erdkunde zu Berlin, Nr. 1/2, 1928.
- ders.: Die südägäische Inselbrücke. — Bau und geologische Vergangenheit. In: Erdkunde 1966.
- FRÖHLICH, M. und B. OLTERSDORF: Bevölkerungsgeographische Untersuchungen in Westkreta - Unveröff. Manuskript 1975.
- GEIGER, F.: Die Bewässerungswirtschaft Südostspaniens im trockensten Abschnitt des mediterranen Europas. In: Geogr. Rundschau, H. 10, 1972.
- KELLETAT, D.: Geomorphologische Studien an den Küsten Kretas. Abh. der Ak. d. Wiss. Göttingen, 1979.
- LIENAU, C.: Bevölkerungsabwanderung, demographische Struktur und Landwirtschaftsform in W-Peleponnes. Gießener Geogr. Schriften, H. 37, 1976.
- VATTER, A.: Kreta. In: Zt. f. Wirtschaftsgeographie, H. 8, 1972.
- WEISS, G.: Die Jahreszeiten in Kreta. In: Die Erde, 1949/50.

DIE HENEQUEN-INDUSTRIE IN MEXICO

mit 3 Tabellen und 5 Abbildungen

SOFIA PUENTE LUTTEROTH

Vorwort

In dieser wirtschafts- und sozialgeographischen Studie werden die gegenwärtige Lage und die zukünftigen Aussichten der Henequén-Industrie in Mexiko sowie ihre vielfältigen Rückwirkungen auf das soziale und wirtschaftliche Leben der von ihr abhängigen Bevölkerung analysiert.

Es gibt verschiedene Gründe für das Interesse an einer Untersuchung dieser Industrie. Dazu zählen vor allem ihr zeitweilig großer Einfluß auf die nationale Wirtschaft und ihre herausragende Bedeutung für das wirtschaftliche Problemgebiet der Halbinsel Yucatán. Auf diese Region entfallen 90% des nationalen Gesamtanbaus von Henequén und 80% der industriellen Produktion; erst mit weitem Abstand folgen die Bundesstaaten Tamaulipas und San Luis Potosí mit einem Anteil von jeweils weniger als 5% an der Faserfertigung (Abb. 1). Wegen der ausgeprägten räumlichen Konzentration des Anbaus hat die Henequénkultur wie kein anderes mexikanisches Agrarprodukt einen erheblichen Einfluß auf die Lebensart einer größeren Bevölkerungsgruppe von etwa einer halben Million Menschen. Gerade weil die Wirtschaft Yucatáns nur schwach entwickelt und wenig diversifiziert ist, sind die Auswirkungen von Aufschwung und Konjunkturrückgang der Henequéntätigkeit hier sehr deutlich zu spüren. Vom Gesamtwert der landwirtschaftlichen Erzeugung des Bundesstaates Yucatán beträgt der Anteil des Henequén 60%, und 80% der in der Landwirtschaft beschäftigten Bevölkerung sind von der Erzeugung und Fertigung der Henequénfaser abhängig.

In Mexiko sind über 82 Spezies der Gattung *Agave*, der Familie *Agavaceae*, bekannt, die aus einer Rosette mit langen stacheligen Blättern bestehen. Nur eine geringe Anzahl von ihnen wird zur Gewinnung von Fasern genutzt. Bekannt ist davon insbesondere der Anbau von Sisal (*Agave sisalana*, Perr; Yax-ci in der Maya-Sprache) und von Henequén (*Agave fourcroyoides*, Lem.; Sac-ci in der Maya-Sprache), auch als Yukatán Sisal oder Yukatán Henequén bezeichnet. Andere Arten, wie *Agave angustifolia*, *Agave minima*, *Agave purpurea*, *Agave viridis* usw., sind wirtschaftlich nicht verwertbar. Die 82 *Agave*-Spezies kom-

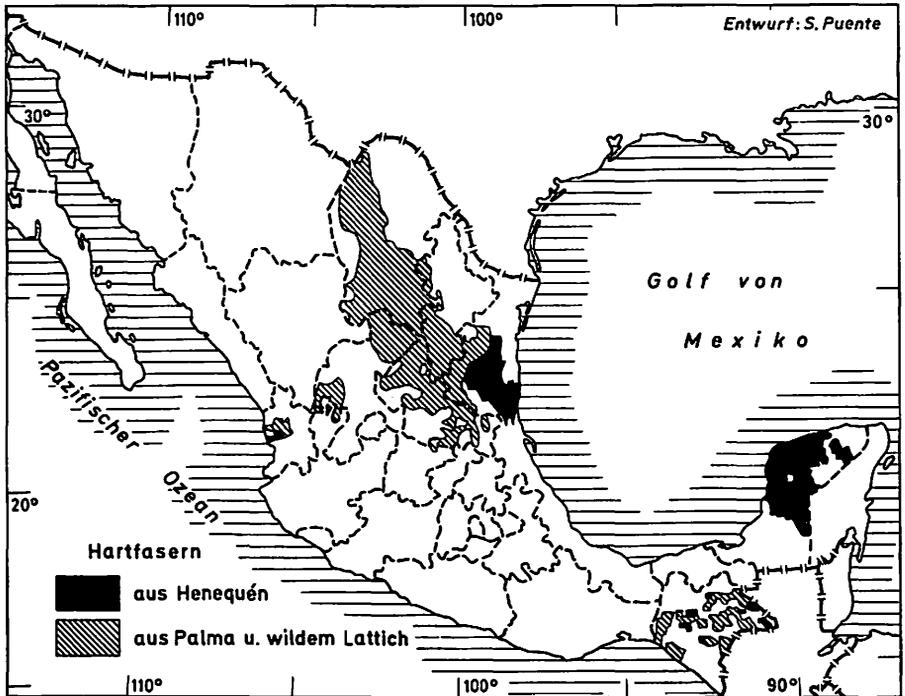


Abb. 1: Produktionsgebiete von Hartfasern in Mexiko.
 (Quelle: Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970, S.I.C. Mexico)

men hauptsächlich im Zentralgebiet der mexikanischen Hochfläche, der Sierra Madre Oriental und in den Bundesstaaten Yucatán und Campeche vor. Hier liegen auch die Schwerpunkte im Hinblick auf die Verwertung der Fasern (Abb. 1). Sowohl Sisal wie auch Henequén wurden zwischen 1934 und 1938 von Dr. Henry Perrine im Süden von Florida eingeführt und gelangten nach Akklimatisierung von dort in mehrere andere tropische Länder. Gegenwärtig wird Sisal in großen Pflanzungen in Kenia, Brasilien, Angola, Tansania und anderen Ländern angebaut (Tab. 1).

Die Sisalfaser bildet die Hauptkonkurrenz des Henequén. Die Faserproduktion aus diesen beiden Agaven deckt fast 90% des Weltbedarfs an Hartfasern. Die restlichen 10% werden aus anderen Fasern gewonnen, hauptsächlich aus Abaka (*Musa textilis*, Nee), Jute (*Corchorus olitorius* und *Corchorus*

Tab. 1: Sisal- und Henequénproduktion 1974 - 1978

Fasern und Land	1974	1975	1976	1977	1978
	(in 1000 t, z.T. Schätzungen)				
Sisal:					
Angola	70.0	40.0	25.0	20.0	20.0
Brasilien	225.0	185.0	165.0	225.2	220.0
Haiti	19.0	12.0	5.0	6.0	6.0
Kenia	86.0	43.6	33.6	32.2	39.7
Madagaskar	22.6	21.0	18.6	18.8	16.0
Mozambique	18.8	15.0	19.0	18.0	18.0
Volksrepublik China	10.5	9.3	9.0	9.2	9.0
Tansania	135.4	123.0	119.0	110.0	115.0
Venezuela	13.5	13.8	14.0	14.0	14.0
Andere ¹⁾	14.3	14.3	14.3	14.3	14.5
Insgesamt	615.1	477.0	413.5	467.7	472.2
Henequén:					
Mexiko	148.7	115.0	116.0	102.0	94.0
Andere ²⁾	14.6	14.0	14.0	14.0	14.0
Insgesamt	163.3	129.0	113.0	116.0	108.0
Gesamt Sisal u. Henequén	778.4	606.0	526.5	583.7	580.2

1) Äthiopien, Dom. Republik, Republik Südafrika

2) El Salvador, Kuba, Guatemala, Honduras, Nicaragua.

Quelle: U.S. Agricultural Azlachies, Food and Agricultural Organization of the United Nations.

capsularis), aus Palmenag (*Samuela carnerosana*) sowie wildem Lattich¹⁾ (*Lactuca heterocantha*) und einigen weiteren, weniger wichtigen. Henequén hat graugrüne, rauhe und stachelige Blätter, die aus einer Rosette von 2-3 m Durchmesser, nahe der Erde, herauswachsen. Die Blätter sind 1,50-2,25 m lang, und 0,12-0,15 m breit. Die Pflanze hat eine Lebensdauer von 20 bis 25 Jahren, und mit der Verwertung kann zwischen dem sechsten und siebten Jahr begonnen werden. Gegen Ende der vegetativen Phase entwickelt sich ein etwa 4-5 m hoher Blütenstand.

Henequén benötigt ein trockenes Klima und wächst besonders gut auf steinigen, porösen, gut drainierten Böden, deren Gehalt an organischen Stoffen niedrig sein sollte, um eine gute Faserqualität zu erreichen. Die Halbinsel Yucatán erfüllt diese Voraussetzungen in hohem Maße und eignete sich daher besonders gut zur Entwicklung der Henequén-Industrie. Der Anbau konzentriert sich auf die niedrigeren, kalkhaltigen Oberflächen und dehnt sich von der Stadt Mérida bis zur Sierrita del Ticul aus (Abb. 2).

Unter den wichtigsten Problemen des Henequéngebietes muß an erster Stelle die schwierige wirtschaftliche Lage der Henequeneros genannt werden, die sich trotz aller Bemühungen privater und öffentlicher Stellen um eine Verbesserung

1) Daraus werden Fasern für Bürsten gefertigt, die hinsichtlich ihrer Festigkeit den synthetischen überlegen sind.

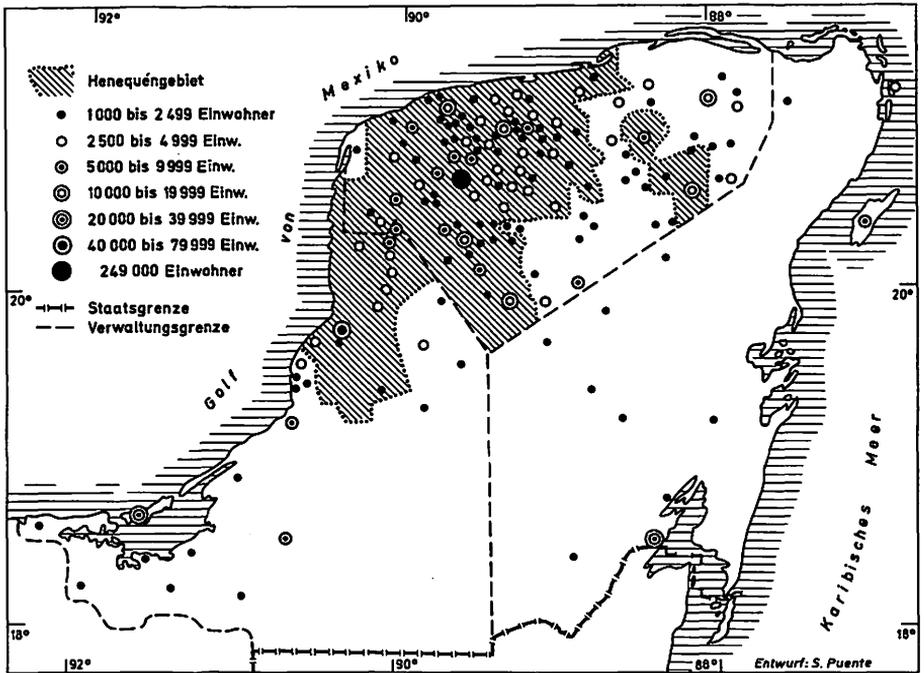


Abb. 2: Henequéngebiet und Verteilung der Siedlungen in Yucatan (Quelle: Censo de Población 1970, und Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal 1970, S.I.C. Mexiko)

der Industrie nur wenig geändert hat. Daneben wird im folgenden insbesondere auf den Anbau selbst und die verschiedenen Stufen der Verarbeitung, von der Entfaserung bis zur Fertigung der Endprodukte, eingegangen. Ein weiterer Fragenkreis beschäftigt sich mit der Vermarktung der Henequénserzeugnisse. Henequén stellt ein typisches Ausfuhrprodukt dar. 1977 wurden 38% im Lande verbraucht und die übrigen 62% exportiert (Cordemex, 1977). In Abb. 3 können die Ausfuhrschwankungen und die Zusammensetzung der Ausfuhr zwischen 1940 und 1977 abgelesen werden. Dabei wird deutlich, daß sich die Ausfuhr von Fasern zugunsten eines Exportes von Fertigprodukten verringert hat.

Historischer Überblick

Es ist bekannt, daß Henequén bereits von den Mayas verwendet wurde, die auch dessen Unterschied zum Sisal kannten. Reste von Seilen und Geweben aus dieser Faser sind gefunden worden, und die Nutzung der Henequénagave kommt

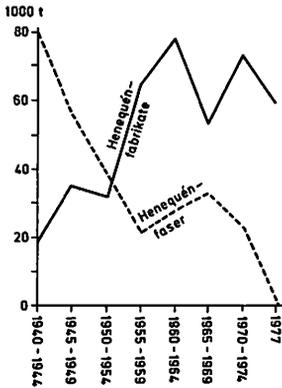


Abb. 3: Ausfuhr von Henequénfasern und -fabrikaten (durchschnittliche Fünfjahreswerte) (Quelle: Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior, I.M.C.E.)

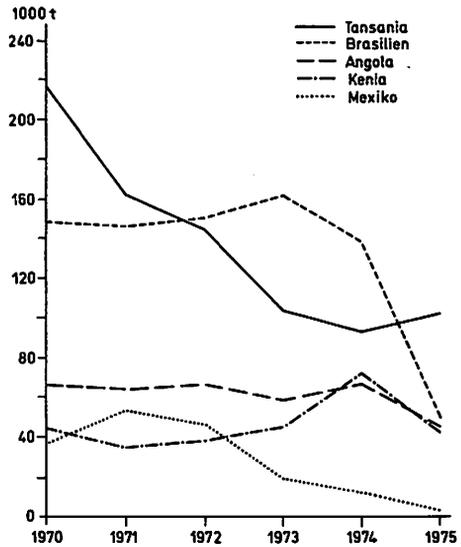


Abb. 4: Ausfuhr von Hartfasern in ausgewählte Länder (1970-1975) (Quelle: Anuario de Comercio, Colección F.A.O. Statistics 29, 1975)

in verschiedenen Erzählungen der Maya vor. Ihre Bedeutung ist jedoch nicht sonderlich groß gewesen. Zur Aufbereitung benutzten die Eingeborenen einfache Holzwerkzeuge ('Tonkos' und 'Packs'), eine Art Schaber mit einem geschliffenen Brett, die zur Trennung von Rinde und Fruchtfleisch diente. Anschließend wurden die Fasern gewaschen und der Sonnenhitze ausgesetzt; später wurden sie gedreht und geflochten, um Garne und Seile zur Fertigung von Hängematten, Tauen, Verzierungen, auch von Kleidungsstücken, vorzubereiten.

Während der Kolonialzeit wurde die Henequénproduktion in ähnlich unterentwickelter Form weitergeführt. Trotzdem deckte sie den nationalen Bedarf und reichte sogar zur Ausfuhr: So wurden 1840 1.000 t und 350.000 Säcke exportiert (Enciclopedia Yucatanense, Band III, 1947, Mexiko).

Um die Einnahmen aus dem Henequénanbau steigern zu können, mußte die Aufbereitung mechanisiert werden. Zu diesem Zwecke wurden schon in der ersten Hälfte des 19. Jh. mehrere Entfaserungsmaschinen erprobt, von denen aber keine zufriedenstellend arbeitete. Erst der Zeitraum zwischen 1850 und 1870 brachte die entscheidende Wende: es entstand die kommerzielle Henequénpflanzung, und der kommerzielle Henequénanbau begann sich auf den großen Haciendas zu entwickeln. Daraus wurde binnen kurzer Zeit eine Monokultur. Zur Lösung des schwierigsten Aufbereitungsproblems, der Entfaserung, wurden Ent-

faserungsmaschinen erfunden und verbessert, und 1861 führte man erstmals dampfangetriebene Entfaserungsmaschinen ein. Als Folge davon wurden in Yucatán mehrere Fabriken zur Fertigung von Henequénprodukten gegründet, und Henequén wurde zur vorrangigen Einnahmequelle der Halbinsel.

Die Blüte der Henequén-Industrie basierte zu einem großen Teil auf dem Export. Vor allem die Vereinigten Staaten und England importierten die Faser, um sie zur Herstellung von Garnen zu verwenden, die insbesondere für das Binden von Garben benutzt wurden. Die steigende Nachfrage im Ausland führte zur Ausdehnung der Anbaufläche und zur Verbesserung der Entfaserungsmaschinen, die bis zu 20.000 Blätter pro Stunde schaben konnten.

Zur Zeit des Höhepunkts der Henequén-Industrie, von 1880-1918, widmeten sich in Yucatán 600 Haciendas dem Anbau. Dort waren insgesamt 1.300 Entfaserungsmaschinen installiert und 265 km Bahnschienen zum Abtransport der Ernte verlegt. Um den Arbeitskräftebedarf zu decken, wurden zeitweilig Arbeiter aus anderen Teilen Mexikos und sogar aus China und Korea angeworben (Enciclopedia de México, Band VI, 1972). Trotz aller Maßnahmen, die zur Produktionserhöhung getroffen wurden, blieb diese jedoch weit hinter der Nachfrage zurück.

Verschiedene Umstände, wie der Kampf zwischen Herstellern und Verbrauchern, die vorhandene Faser und den Preis zu beherrschen, und auch die Gründung großer Monopole, verursachten einen ersten Konjunkturrückgang der Industrie. Später ergaben sich als Folge der mexikanischen Revolution tiefgreifende Änderungen im Anbau- und Verarbeitungssystem, das auf Monokulturpflanzungen im Besitz großer Landeigentümer beruhte, und mehrfach wurde mit landwirtschaftlichen Reformprogrammen begonnen. Der entscheidende Strukturwandel setzte aber erst mit den Agrarreformgesetzen des Jahres 1937 ein.

Ein Erlaß des Präsidenten übertrug den wesentlichen Teil der Henequénländereien vom Privatbesitz auf die Ejidos (genossenschaftliche Nutzungssysteme), während die Entfaserungsanlagen zunächst den Gutsbesitzern erhalten blieben. Insgesamt wurden an die Ejidos 758.000 ha übergeben; davon waren aber nur 112.000 bebaut. Im darauffolgenden Jahr, 1938, wurden den Ejidatarios 36 der 300 damals existierenden Entfaserungsanlagen übereignet.

Seit dieser Zeit ist für die Henequénherzeugung eine Zweiteilung kennzeichnend: Ein Teil entfällt auf die Ejidos, der andere auf Privatbesitzungen mit maximal 150 ha Produktionsfläche und 150 ha Brachland. Viele Privateigentümer verfügen allerdings über wesentlich kleinere Flächen anbaufähigen Landes, liefern jedoch meist eine bessere Faserqualität als die Ejidos.

Als Folge der Agrarreform gingen Anbaufläche und Produktion des Henequén erheblich zurück (Tab. 2). Dazu haben nicht zuletzt auch die ehemaligen Gutsbesitzer beigetragen, die vor der Enteignung bedenkenlos die Henequénpflanzungen zerstörten, indem sie die Blätter in unsachgemäßer Art herauszogen und die Pflanzungen unproduktiv machten. Außerdem weigerten sich die Besitzer der Entfaserungsanlagen, diese an die neuen Henequénproduzenten zu ver-

Tab. 2: Entwicklung der Henequénproduktion von 1916 - 1970

Jahr	Produktion in Bündel	Anbaufläche in ha	Landwirte
1916	1.000,000	300,000	60,000
1936	626,250	101,775	25,000
1970	792,997	178,770	70,000

Quelle: DGEA

mieten, selbst dann noch als in einem Erlaß die Vermietung dieser Maschinen und anderer Geräte zur Gewinnung der Fasern als gemeinnützig erklärt wurde. Viele der mit der Agrarreform begonnenen Schwierigkeiten im Henequéngebiet sind bis heute ungelöst. Daraus resultiert eine weit verbreitete Unzufriedenheit der Bevölkerung mit ihrer wirtschaftlichen Lage.

Um die Produktions- und Verarbeitungsbedingungen im Henequéngebiet zu verbessern, sind verschiedentlich Henequénverbände gegründet worden. So ging 1938 aus dem Gran Ejido "Henequeneros de Yucatán" hervor, in dem Ejidatarios, Kleinbesitzer und Inhaber der Entfaserungsfabriken zusammengeschlossen waren. Die Lage der Bauern verbesserte sich dadurch aber nur wenig. Später löste die Regierung mit einem neuen Erlaß des Präsidenten diese Gesellschaft auf und übertrug die Verantwortung für die Ejidos der "Banco Rural de Crédito Peninsular". Zu ihren Funktionen zählen insbesondere die Gewährung von Krediten in Form vorausgezahlter Gehälter, die Hilfestellung bei der Vermarktung und die technische Beratung. Eine dauerhafte Problemlösung konnte jedoch auch dadurch nicht erreicht werden. Das liegt vor allem daran, daß die Zahl der vom Henequén lebenden Menschen, gemessen am Stand der Produktion, erheblich zu groß ist. Immerhin machen die in ungefähr 400 Ejidos zusammengeschlossenen 80.000 Ejidatarios mit ihren Familien fast die Hälfte der Bevölkerung des Staates Yucatán aus. Die Folgen sind eine weit verbreitete Arbeitslosigkeit, sehr geringe Einkommen, unzureichende Lebensbedingungen und eine wachsende Abhängigkeit der Ejidatarios und ihrer Familien von finanziellen Hilfen der Banco Rural. Diese wiederum verzeichnet nicht zuletzt durch die Zahlung von Unterstützungsgeldern und Gewährung von Anleihen beträchtliche Verluste.

Nach mehrfachen Anstrengungen, die Henequén-Industrie neu zu beleben, Henequénfaser oblag. Als 1964 der Weltmarktpreis für Henequén durch die Entkam es zur Gründung der Firma Cordemex, der die industrielle Aufbereitung der Henequénfaser oblag. Als 1964 der Weltmarktpreis für Henequén durch die Entwicklung synthetischer Fasern in Verfall geriet, kaufte die Regierung fast die Gesamtzahl der Aktien der Cordemex auf und organisierte die Henequén-Industrie erneut um. Durch die Anwendung moderner Verfahrenstechniken konnten Qualität und Mannigfaltigkeit der aus Henequén hergestellten Produkte gesteigert und die Ausfuhren erhöht werden. Die in Mérida ansässige Firma Cordemex entwickelte sich zur zweitwichtigsten im Verkauf von fertiggestellten Produkten ins

Ausland²⁾. 1974 wurde der Preis für die Faser, der zwischen 1965 und 1972 bei \$ 1.55 gelegen hatte, auf \$ 7.00 heraufgesetzt.

Obwohl zwischenzeitlich verschiedene Erholungsphasen in der Produktion von natürlichen Hartfasern eingetreten sind, läßt sich zusammenfassend doch sagen, daß der internationale Bedarf immer weiter nachläßt und dadurch die Ausfuhren der produzierenden Länder zurückgehen werden (Abb. 4).

An der Cordemex wird in Yucatán Kritik geübt, weil die Firma luxuriöse und aufwendige Investitionen durchführte, die weder notwendig noch wünschenswert sind und der heutigen Lage der Henequén-Industrie nicht entsprechen. Deshalb verzeichnete Cordemex trotz der "erreichten Ziele" 1976 Verluste in Höhe von 988 Mill. Pesos (ca. 44 Mill. Dollar), und ihre Gesamtschulden summierten sich auf 2.736 Mill. Pesos.

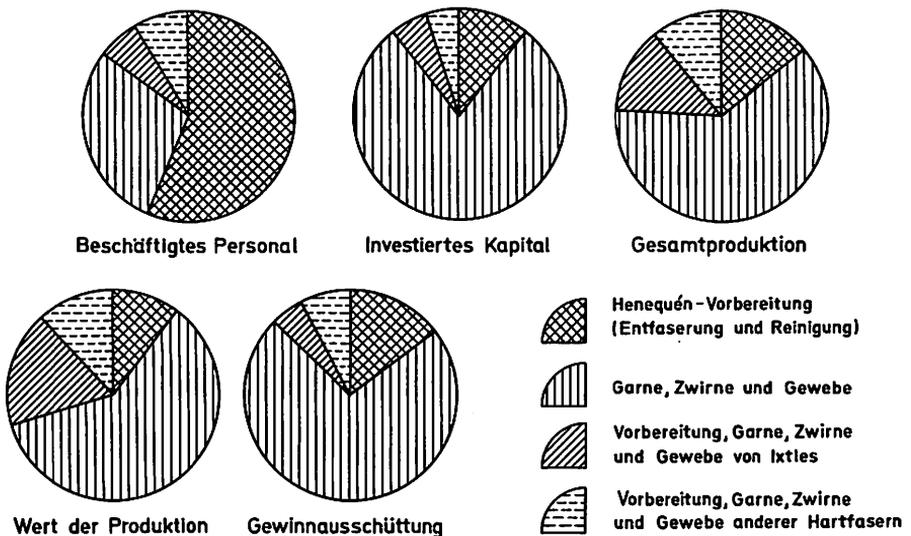


Abb. 5: Merkmale der Industrialisierung der Hartfasern in Mexiko 1975 (Quelle: X. Cenco Industrial 1975, Secretaría de Programación y Presupuesto, Mexico 1976)

2) Auskunft über Organe und halbstaatliche Institute (Secretaría del Patrimonio Nacional, 1975)

Gegenwärtige Lage

Wie zuvor erwähnt, ergibt sich eine Konzentration der Henequén-Industrie im Staat Yucatán mit fast 90% der Anbauländereien und 85% der Fertigstellung.

Das Henequengebiet umfaßt 75% des dichter besiedelten Nordens von Yucatán. Die hier lebende Bevölkerung bildet das Arbeitskräftereservoir für die Henequénherstellung.

Abb. 5 zeigt einige Merkmale der Hartfaser-Industrie in Mexiko im Jahre 1975. Dabei fällt der hohe Prozentsatz der in der Entfaserung und Reinigung des Henequéns Beschäftigten auf, der im Gegensatz zum niedrigen Prozentsatz des investierten Kapitals und zum Gesamtwert der Produktion steht.

Tab. 3: Die Henequén-Industrie in Mexiko, 1975.

Gebiet	Zahl der Betriebe			Zahl der Beschäftigten	Gesamtwert der Produktion in 1000 Pesos
	gesamt	< 5 Beschäftigte	> 5 Beschäftigte		
Mexiko insgesamt I ¹⁾	159	1	158	8 830	330 340
	II	355	328	8 416	1 489 409
Yucatán	I	137		7 066	272 133
	II	12		5 319	1 217 474
Tamaulipas	I	22		1 764	58 207
	II	4		512	70 707
San Luis	I	--		--	--
Potosí	II	88		1 440	136 501
Andere ²⁾	I	--		--	--
	II			1 145	64 727

1) I : Aufbereitung des Henequén

II : Herstellung von Garnen, Zwirnen u. Geweben aus Henequén

2) Campeche, Distrito Federal, Querétaro, Jalisco, Michoacán y Sinaloa.

Quelle: X. Censo Industrial, 1975, Tomos I y II, S.P.P. México.

Tab. 3 zeigt die wesentlichen Merkmale der Henequén-Industrie auf der nationalen und der Bundesstaatsebene. Hinsichtlich der Betriebsgröße sind zwei Tatsachen besonders interessant: Bei der Aufbereitung des Henequén beschäftigen fast 100% der Betriebe sechs und mehr Arbeitskräfte, was u.a. durch die Eigenschaften dieser Tätigkeit und durch die Merkmale des Ejido zu erklären ist. Im Gegensatz dazu sind in 92% der Fertigungsanlagen von Garnen, Zwirnen und Geweben aus Henequén lediglich fünf und weniger Personen tätig. Daraus ist zu folgern, daß die meisten Betriebe dieses Industriezweiges vorwiegend auf Handarbeit basieren.

Gegenwärtig existieren rund 150 private Entfaserungsanlagen in Yucatán, die der Banco Rural gehören, und weitere 17, deren Inhaber Cordemex ist. Letzterer könnte die ganze Henequénproduktion von Yucatán verarbeiten. Das bedeutet, daß die Entfaserungsanlagen weit unter ihrer Kapazität arbeiten und das, obwohl viele aufgrund des geringen Anbaus der letzten acht Jahre stillgelegt worden sind.

Über 90% des Gesamtvolumens der Ausfuhren wurden über viele Jahre hinweg an die Vereinigten Staaten verkauft. In den letzten fünf Jahren ging dieser Prozentsatz auf 77% zurück. Dagegen wuchsen die Exporte an Märkte, wie die Schweiz, die Niederlande, England, Deutschland, Japan usw..

Seit längerem findet eine langsame und stetige, aber unaufhaltsame Schrumpfung des Weltbedarfs an Hartfasern statt. Der Grund dafür liegt in der geringen Bedeutung der verschiedenen Endverwertungen und der verstärkten Konkurrenz von synthetischen polyolefinischen Produkten. Im Jahre 1975 erreichte die Weltproduktion 791.000 t, 1976 verringerte sie sich auf 624.000 t, und der Rückgang der Nachfrage war sogar noch steiler. Das zwang die faserproduzierenden Länder, wie Brasilien, Mexiko und Tansania, vorübergehend ihre Produkte zu gleichen und sogar zu niedrigeren Preisen als die unverarbeiteten Faser zu verkaufen, um ihren Marktanteil gegen die direkte Konkurrenz von den aus synthetischen Fasern gefertigten Produkten zu halten.

Durch die Preiserhöhung der Harze, die von der petrochemischen Industrie zur Fertigung von synthetischen Fasern benötigt werden, wurde der Rückgang der Nachfrage nach Naturfasern etwas gebremst. Möglicherweise werden die Preiserhöhungen des Öls zur Stabilisierung dieser Lage beitragen. Für den zukünftigen Absatz könnte es von Nachteil sein, daß in den Vereinigten Staaten, dem größten Verbraucher der aus Hartfasern hergestellten landwirtschaftlichen Garne, seit 1973 intensiv neue Methoden erforscht werden, um die Ernte und Einlagerung von Heu auch ohne das Binden zu Garben zu ermöglichen.

Um die Henequénerte besser auszunutzen und den Verkauf von Henequénprodukten auf dem Binnenmarkt zu verstärken, werden gegenwärtig neue Verwendungsmöglichkeiten erforscht. Darunter sind vor allem zu nennen: die Herstellung von Kunstseide-Viskose mit Hilfe italienischer Technologie; die Fertigung einer neuen Platte aus Henequénabfall (die kurze Faser, Sosoc genannt), deren Unkosten unbedeutend wären, im Materialienforschungszentrum der Universität (UNAM); die Errichtung einer Fabrik zur Herstellung von Zellulose aus Henequén; die Erzeugung von Esteroiden aus den 'Schmetterlingszwiebeln' in Höhe von 375 t pro Jahr; die Herstellung von Chemikalien und Dünger aus dem Saft der Preßrückstände; die Verwendung des Fruchtfleisches als Futter durch die Konzentration der Faserinhalte usw. .

Schlußbetrachtungen

Als wichtigste Probleme der Henequénindustrie können die mangelhafte Verwaltung und Organisation, das Schwanken der internationalen Nachfrage und die Konkurrenz anderer Naturfasern, wie Sisal, sowie die der Kunstfasern angesehen werden.

Um die schwerwiegenden Wirtschaftsprobleme Yucatáns zu lösen, erscheint es dringlich, die Agrarproduktion zu diversifizieren. Dieses kann weder leicht, noch schnell und billig erreicht werden. Es sei aber daran erinnert, daß in früheren Zeiten Yucatán Watte, Rizinus, Mais, Zuckerrohr usw. produziert hat.

Was die Henequénkultur selbst und die Verarbeitung der Ernte anbetrifft, so ist es unerlässlich, den Anbau durch Verkürzung der Beschneidungszeit zu intensivieren und die Zahl der Entfaserungsanlagen zu verringern. Eine gute Lösung wäre die Bildung einer großen landwirtschaftlich-industriellen Anlage, in der Henequén vollständig verwertet werden könnte.

Die Sorge um eine Lösung dieser Probleme kommt u. a. in der Gründung des Zentrums für Wissenschaftsforschung in Yucatán (CICY) am 16.11.1979 zum Ausdruck. Dieses Institut hat die Aufgabe, die wissenschaftliche und technologische Entwicklung auf der Halbinsel Yucatán zu fördern, vorwiegend durch Forschungsarbeiten verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen über die Verwertung dort vorkommender Naturprodukte und dabei insbesondere von Henequén. Ein Abkommen zwischen der Universidad Nacional Autónoma de México und dem Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., das am 23.10.1980 unterschrieben wurde, unterstützt das interdisziplinäre Projekt zur Erforschung des Henequén. Beteiligt sind die Institute für Biologie, Geographie, Geologie, Chemie, Biomedizin und Materialforschung sowie das Zentrum für Zellphysiologie. Es bleibt zu hoffen, daß die Ergebnisse dieses Projektes zum Nutzen der Bauern und Arbeiter Yucatáns Anwendung finden werden.

Resumen

La industria del henequén en México

En el presente estudio se analizan en forma breve el desarrollo histórico y la situación actual de la industria henequenera en México. Un numeroso núcleo de población localizado en la zona más densamente poblada de la península de Yucatán y en otras áreas del país, depende del cultivo e industrialización de dicha planta, para su sustento y vive en la miseria; por ello se hace necesario conocer cuáles han sido y cuáles son hoy día los factores decisivos que van a determinar el futuro desarrollo de la industria henequenera, lo que constituye el objetivo central del presente trabajo.

Se concluye que dada la creciente competencia de los sucedaneos — productos sintéticos poliolefinicos —, a la inestabilidad de precios y a otras causas se hace necesario buscar otros usos finales para los productos del henequén, que cuentan con diversos proyectos en proceso; encontrar nuevas técnicas de cultivo, y paralelamente procurar diversificar la economía de la zona henequenera hacia otras actividades.

Literatur

MESA y VILLANUEVA R.: La producción de fibras duras en México, Departamento de Investigaciones Industriales, Banco de México, México, 1948.

SANDERS, THOMAS, G. : Henequén: la estructura de la frustración agraria, tres partes, Periódico "El Día", Mayo 29, 30 y 31, 1978, México.

Vegetable Fibers. Little change forecast in world hard fiber, Output in 1975, Foreign agriculture circular, May, 1975, Washington, D.C.

X. Censo Industrial, 1975, S.P.P. México I y II.

Enciclopedia Yucatanese III, 1947, México.

EIN JAHRZEHNT AGRARREFORM IN CHILE: VERSUCH EINER VORLÄUFIGEN BILANZ

mit 2 Abbildungen und 14 Tabellen

RICARDO RIESCO

I. Einführung und Problemstellung

Die unzureichende und hinter dem Bevölkerungswachstum zurückbleibende landwirtschaftliche Produktion, die rückständige sozio-ökonomische Entwicklung der ländlichen Bevölkerung verbunden mit einer nur schwachen Integration in das Staatswesen sowie eine starke Landflucht haben während mehrerer Jahrzehnte weite Gebiete Lateinamerikas geprägt und zählen bis heute zu den schwerwiegendsten Strukturproblemen dieses Subkontinents. Weltweit betrachtet ist Lateinamerika nicht nur die Region mit einer sehr starken und kontinuierlichen Bevölkerungszunahme, sondern auch die Region mit einer der höchsten Verstärkerungsraten (LAUER 1976)¹⁾.

Die Ursachen dieses, sich seit Anfang der dreißiger Jahre verstärkenden Phänomens sind vielfältig und reichen in ihren Wurzeln bis in die fast drei Jahrhunderte lange Kolonialzeit zurück. Bereits das extrem zentralistische und vorwiegend städtisch geprägte Verwaltungssystem der Spanier bevorzugte eindeutig die Hauptstadt gegenüber dem ländlichen, in der Regel sehr mangelhaft organisierten Hinterland.

Ein Großteil der Fachliteratur der letzten 20 Jahre sieht den Grund für die rasch fortschreitende Verstärkerung einseitig in der Agrar- und Besitzstruktur Ibero-Amerikas. Diese Faktoren gelten sogar als ausschlaggebend für die sozio-ökonomische Situation und die Abhängigkeit der Mehrheit der Länder dieser Re-

1) Nach Angaben des "World Population Data Sheet 1982" beträgt die Verstärkerungsrate Lateinamerikas z.Zt. 63% (im Vergleich zu Afrika mit 28% und Asien mit 23%). In den Ländern des außertropischen Südamerika ist der Anteil der städtischen Bevölkerung noch wesentlich höher. So gehören in Chile laut vorläufigem Ergebnis der Volkszählung 1982 81% der 11,28 Mill. Ew. der städtischen Bevölkerung an.

Die jährliche Wachstumsrate der Bevölkerung wird für Lateinamerika insgesamt gegenwärtig auf 2,3% (im Vergleich zu 2,9% in Afrika und 1,9% in Asien) geschätzt. In Chile beträgt sie dagegen nur 1,5% (Werte nach World Population Data Sheet 1982).

gion. Diese sehen sich gezwungen, einen Großteil ihrer Devisen für den Import von Agrarprodukten auszugeben, welche ohne weiteres im Inland erzeugt werden könnten.

In diesen Studien wird die iberamerikanische Agrarstruktur als ein koloniales Erbe dargestellt, worauf einerseits der krasse Gegensatz zwischen Kleinbetrieben und Großgrundbesitz, andererseits der Unterschied zwischen einer geringen Zahl von Latifundienbesitzern und der großen Anzahl besitzloser Landarbeiter beruht. Aus dieser Tatsache erklärt man sowohl die Landflucht und die zunehmende Zusammenballung der Bevölkerung in Stadtgebieten, als auch die unzureichende Agrarproduktion. Mit einer Förderung von Agrarreformen, durch die das Struktur- und Besitzgefüge auf dem Lande geändert wird, glaubt man daher, gleichzeitig eine Zunahme der Agrarerzeugung, eine Verbesserung der Lebensbedingungen der Landbevölkerung und eine Eindämmung bzw. Kontrolle der Landflucht erreichen zu können.

Hauptgedanke dieser Überlegung ist die Schaffung einer Wirtschaftsordnung, die sich auf eine "Entwicklungspolitik" stützt, die die "Comisión Económica para América Latina" (CEPAL) im Rahmen der Organisation Amerikanischer Staaten (OAS) während der 50er Jahre erarbeitete. Ibero-Amerika wird als unterentwickelt eingestuft, da wichtige Voraussetzungen fehlen, um eine Entwicklung in Gang zu setzen. Die ungünstigsten Strukturmerkmale sind das gleichzeitige Bestehen traditioneller und veralteter sozial-wirtschaftlicher Strukturen (insbesondere in der Landwirtschaft) und eher moderner Strukturen in der Industrie und im internationalen Handel. Weil neuerungsfreudige und schöpferische Unternehmen fehlen, werden entschlossene Eingriffe des Staates als notwendig angesehen, um den Status der Unterentwicklung zu überwinden (GONGORA 1981).

Zweifellos entspricht die oben genannte Diagnose in vielen Fällen der Wirklichkeit, wenigstens in ihren Grundideen. Zu einer weiteren und tieferen Behandlung dieses Problems ist jedoch eine räumliche Differenzierung unumgänglich. Es würde zu einer gefährlichen und zweifelhaften Generalisierung führen, sich auf das Agrargefüge Lateinamerikas zu beziehen, ohne die Divergenzen in der historisch-kulturellen Entwicklung und die höchst unterschiedlichen geographischen Gegebenheiten dieses Raumes zu berücksichtigen, wobei die letzteren allein schon aus der Mannigfaltigkeit der physischen Umwelt hervorgehen.

Im Fall Chiles kann man in der Fachliteratur den Vorrang dieser Betrachtungsweise des Problems während der 60er und zu Beginn der 70er Jahre beobachten (siehe AMMON 1971; BARRACLOUGH 1969; GAZMURI 1970; ZICHE 1970; ICIRA 1967, 1970; RINGLIEN 1971; u.a.)¹⁾

1) Die Arbeit von WEISCHET (1974) stellt eine klare und ausführliche Übersicht der Agrarreform in Chile dar. Dort können die Grundlagen, die Verfahren und die Ausführung des Prozesses nachgeschlagen werden. Das Werk von BAHR (1979) enthält den gegenwärtigen Stand, und die Arbeiten von ROTHER (1973, 1974) zeigen ergänzende Aspekte des gleichen Prozesses.

Jüngere Untersuchungen haben andere Gesichtspunkte in den Vordergrund gestellt und neue Kenntnisse ergeben. Wenn es sich dabei bisher auch nur um Fallstudien für einzelne Länder handelt, so unterstreichen sie doch die Notwendigkeit einer grundlegenden Änderung der bis dahin als allgemeingültig angenommenen Problemstellung. In diesen Arbeiten werden die anfänglich genannten Merkmale der 'unterentwickelten' Agrarstrukturen auf eine unangemessene und die Landwirtschaft diskriminierende Wirtschaftspolitik zurückgeführt. Der Nachdruck, mit dem zu Beginn der 40er Jahre die Industrialisierung des Landes durchgeführt und vorangetrieben wurde, hatte eine negative Wirkung auf die Entwicklung der Landwirtschaft, da dafür niedrige Industrielöhne und damit auch niedrige Preise für Lebensmittel Voraussetzung waren. Hohe industrielle Schutzzölle verteuerten die ausländischen Konkurrenzprodukte, während ein niedriger Wechselkurs die Lebensmitteleinfuhren verbilligte und so die Entwicklung des Exportsektors der Landwirtschaft, in dem das Land vergleichsweise gute Aussichten hatte, verhinderte und bremste. Aus der Sicht der industriellen Entwicklung des Landes konnte diese Politik einen relativen Erfolg verzeichnen. Daraus erklärt sich der Versuch, die gleiche Entwicklungsstrategie in der Landwirtschaft zu wiederholen.

Unter den ausländischen Autoren hat z.B. WEISCHET (1974) auf eine Reihe struktureller Engpässe hingewiesen, die auf die Agrarreform zurückzuführen sind und sich in einem Rückgang der Produktion äußerten. ROTHER (1974) läßt Zweifel an der ausnahmslos individuellen Landaufteilung laut werden, da sie zu wenig Rücksicht auf die bestehenden Betriebsformen nimmt und die dadurch entstehende Streusiedlung hohe Kosten für Infrastrukturmaßnahmen erfordert. GOLTE (1976) hebt die Tatsache hervor, daß in zwei naturräumlich sehr ähnlich ausgestatteten Gebieten eine ganz unterschiedliche Entwicklung zustande kommen kann. Ähnliche Beobachtungen hat z.B. MONHEIM (1981) in Peru gemacht.

Es waren aber vor allem chilenische Autoren, die durch ihre Untersuchungen einen Beitrag zur Versachlichung der Argumentation vorlegen konnten. Die Anfänge liegen bei BORDE und GONGORA (1956), die in ihrer Analyse der Struktur der Güter im Tal des Puangue (Mittelchile) zeigen konnten, daß die Betriebsgröße größtenteils von der Beschaffenheit der Böden abhängt. Die Unterteilung der Betriebe ging aber nicht nur in Gebieten mit guten Böden schnell vonstatten, sondern wurde auch vom unterschiedlichen Handelswert der Agrarfläche je nach ihrer Lage bezüglich der städtisch-ländlichen Verkehrs- und Kommunikationsachsen beeinflusst. So haben die ursprünglichen *mercedes reales*, die wahrscheinlich primär aus ähnlichen Landflächen hervorgingen, zu extrem unterschiedlichen Betriebsstrukturen geführt. Der *latifundio* in Chile wäre demnach nicht das Ergebnis einer fortschreitenden Aneinanderreihung kleinerer Besitztümer.

IRARRAZAVAL (1979) hat den Rhythmus der natürlichen Unterteilung der Betriebe in Chile vor der Agrarreform mit dem während der Reform verglichen und daraus den Umfang der Eigentumsübertragung durch die Agrarreform errechnet. Er kommt zu dem Schluß, daß für jede Eigentumsübertragung im Wert

von 1,0 US \$ zwischen 0,46 und 0,74 US \$ als Operationskosten bezahlt werden mußten. CORTAZAR und DOWNEY (1977) untersuchten die Umverteilungswirkungen der Reform in Chile. FRANCISCO (1980) konnte nachweisen, daß das verfügbare Einkommen eines neuen Einzelzuwendungsempfängers (*asignatario individual*) im Mittel vier- bis siebenmal größer ist als dasjenige eines Landarbeiters, der von der Reform nicht begünstigt wurde. Die Gruppe der Empfänger ist jedoch sehr heterogen, und die Abweichungen vom Durchschnitt sind außerordentlich groß; ein nicht unbeträchtlicher Teil der neuen Besitzer ist unfähig, ohne technologische und wirtschaftliche Hilfe gewinnbringend zu wirtschaften.

All diese Studien zeigen, daß Agrarreformen während der Enteignungsphase meist recht positiv verlaufen; sie belegen zugleich jedoch ein völliges Versagen im Hinblick auf die sozio-ökonomische Struktur der neu geschaffenen Betriebe und die angestrebte Steigerung der Produktivität auf den enteigneten Flächen. Daraus läßt sich ablesen, daß in Lateinamerika vor allem eine ideologisch-politische Absicht hinter derartigen Initiativen steht¹⁾.

Am Beispiel Chile wird das Problem aus dieser neuen Perspektive betrachtet, um später den Versuch zu unternehmen, eine vorläufige Bilanz der Agrarreform im Lande zu ziehen.

II. Agrarstruktur und Rhythmus der Betriebsunterteilung

Tab. 1 zeigt eine zusammenfassende Übersicht der Struktur und Größe der landwirtschaftlichen Nutzfläche Chiles für die Jahre 1955, 1965 und 1976. Außerdem ermöglicht die erwähnte Tabelle eine Analyse der ländlichen Betriebsunterteilungen während der letzten 20 Jahre.

Nach dem III. Agrarzensus des Jahres 1955 gab es in Chile 151.082 Agrarbetriebe. Zehn Jahre später zeigte der IV. Agrarzensus des Jahres 1965 eine Gesamtzahl von 253.532. Das Datum dieses letzten Zensus stimmt mit dem Beginn der systematischen Agrarreform in Chile unter den Regierungen der Christdemokraten und der *Unidad Popular* überein²⁾. Die Initiative zur Agrarreform erfolgte hier wie in anderen Staaten Lateinamerikas auf Verlangen der USA im Rahmen des Programms 'Allianz für den Fortschritt'. Darin wurde die Wirtschaftshilfe für diese Länder an die Durchführung einer Agrarreform geknüpft.

Der Vergleich der Betriebszahl in beiden Zählungen erlaubt, auf den Rhythmus und die 'natürliche' Geschwindigkeit der Unterteilung der Landgüter in Chi-

1) Vgl. in diesem Zusammenhang das Programm *Alianza para el Progreso* (Allianz für den Fortschritt), das durch Präsident Kennedy im Jahre 1960 entworfen wurde und darauf hinarbeitete, das "Image" der USA als Verbündetem der traditionellen Führungsschichten Lateinamerikas abzubauen. Politisch gesehen bedeutete dies eine nordamerikanische Unterstützung der gemäßigten Regierungen des Kontinents.

2) Genauer gesagt wurde das erste Gesetz der Agrarreform im Jahre 1963 unter der Regierung Alessandri verabschiedet. Die während dieser Regierung enteignete Landfläche war jedoch sehr gering.

Tab. 1: Vergleich des natürlichen Betriebsaufteilungsrhythmus vor (1955-1965) und während (1965-1975) der Agrarreform nach Betriebsgrößenklassen

Betriebsgrößenklassen (in ha)	Zahl der Betriebe (nach censo 1954-55) A	Zahl der Betriebe (nach censo 1964-65) B	Differenz der Betriebszahl 1955-1965 abs. in % (B - A)		Zahl der Betriebe (nach censo 1975-76) C	Differenz der Betriebszahl 1965-1975 abs. in % (C - B)		Gesamtfläche 1975-76 (in 1 000 ha) D	Gesamtfläche 1975-76 (in 1000 ha) E	Differenz der L. N. F. 1965-75 (in 1 000 ha) E-D
< 1 ha	28 246	49 233	20 987	19,7	48 705	-528	-1	20,5	20,4	-0,1
1,0 - 4,9	27 515	78 460	50 945	47,9	101 073	22 613	43,7	172,4	184,9	+12,5
5,0 - 9,9	19 866	33 076	13 210	12,4	41 167	8 091	15,6	216,7	242,0	+25,3
10,0 - 19,9	19 225	29 976	10 751	10,1	37 965	7 989	15,4	385,4	431,2	+45,8
20,0 - 49,9	22 195	29 360	7 165	6,7	36 445	7 085	13,7	840,9	880,5	+39,6
Subtotal	88 801	170 872	82 071	77,1	216 650	45 778	88,4	1 615,4	1 738,6	+123,2
50,0 - 99,9	12 346	14 785	2 439	2,3	17 921	3 136	6,1	933,4	906,6	-26,8
100,0 - 199,9	8 474	9 164	690	0,6	10 769	1 605	3,1	1 147,7	1 050,8	-96,9
200,0 - 499,9	6 766	6 998	232	0,2	8 415	1 417	2,7	1 963,7	1 812,8	-150,9
Subtotal	27 586	30 947	3 361	3,2	37 105	6 158	11,9	4 044,8	3 770,2	-274,6
500,0 - 999,9	3 076	3 156	80	0,0	3 384	228	0,4	1 909,7	1 484,4	-425,3
1 500,0 - 1 999,9	1 555	1 533	-22		1 523	- 10	-0	1 824,9	1 233,8	-591,1
2 000,0 - 4 999,9	999	1 061	62	0,0	1 900	839	1,6	2 768,4	9 274,0	-3 977,5
Subtotal	5 630	5 750	120	0,1	6 807	1 057	2,0	6 503,0	11 992,2	-4 993,9
> 5 000 Ha ohne Angaben	696 123	730	34 -123	0,0		-730	-1,4	10 483,1		
T o t a l :	151 082	257 532	106 450	100 %	309 267	51 735	100 %	22 666,8	17 521,4	-5 145,4

Quelle: Agrarzensus

le zu schließen. Darüber hinaus kann man die Größenstruktur der Betriebe, die vor der Agrarreform, z.B. durch Unterteilung des Landes, durch Teilverkauf oder Schenkung entstanden, mit der durch die Reform geschaffenen vergleichen. Während des Jahrzehnts von 1955 bis 1965 entstanden 106.450 neue landwirtschaftliche Betriebe, d.h. im Jahre 1965 konnte man 70,4% mehr Betriebe im Lande zählen als zehn Jahre zuvor.

Tab. 1 zeigt außerdem die Größenverteilung der neuentstandenen Landgüter. 77,1% der neuen Betriebe weisen eine Fläche zwischen 1,0 und 49,9 ha auf; 19,7% der Güter sind kleiner als 1,0 ha.

Aus dieser Sicht kann man das Jahrzehnt vor der chilenischen Agrarreform als einen Zeitabschnitt betrachten, in dem der Rhythmus der natürlichen Landunterteilung ziemlich hoch war. Durch die Unterteilung entstanden zumeist Betriebe mit einer Fläche von weniger als 50 ha. Der Jahresdurchschnitt lag bei 8.200 neuen Agrarbetrieben.

Wiederholt man diesen methodischen Schritt und betrachtet die Anzahl der neu entstandenen Betriebe während des darauffolgenden Jahrzehnts, so zeigt Tab. 1, daß zwischen 1965 und 1976¹⁾ insgesamt 51.735 neue Landgüter entstanden, d.h. nur 50% der Zahl des vorangegangenen Jahrzehnts. 88,4% der neuen Güter haben eine Fläche zwischen 1,0 und 49,9 ha. Das bedeutet, daß die Flächenaufteilung ähnlich geblieben ist, während der Rhythmus der Betriebsunterteilung um die Hälfte zurückging.

Die Tabelle zeigt gleichzeitig einen Rückgang der bewirtschafteten Fläche zwischen 1965 und 1976 um 22,7%. Während im Jahre 1965 22,6 Mill. ha Land bebaut wurden, betrug die Fläche im Jahre 1976 nur noch 17,5 Mill. ha. Mehr als drei Viertel (77,3%) der nicht mehr bebauten Fläche entfallen auf die Betriebsgrößenklassen von über 2.000 ha.

Diese letzte Auskunft bietet wichtige Hinweise im Zusammenhang mit einer Diskussion der Agrarstruktur. Sie zeigt, daß sowohl die Ausdehnung der landwirtschaftlichen Nutzfläche wie auch der Rückgang der bebauten Fläche, mit anderen Worten, sowohl die Einbeziehung neuer Kulturlächen wie auch deren Vernachlässigung, ihren Grund und Anfang in den größten Betriebsgrößenklassen nahm, und stellt demnach einen indirekten Beleg für das umgekehrt proportionale Verhältnis zwischen Bodengüte und Betriebsgröße dar. BORDE und GONGORA (1956) konnten nachweisen, daß gute Bodenqualitäten das Bestehen relativ kleiner Betriebe ermöglichen und andererseits Betriebe mit schlechten Bodenqualitäten notwendigerweise größer sein müssen.

Tab. 1 belegt diese Tatsache in zweifacher Hinsicht: Erstens: Die Betriebe mit kleinerer Fläche wurden stärker unterteilt, da sie von ihrer Bodenqualität her eine

1) Dieser Zeitabschnitt kann als das Jahrzehnt betrachtet werden, in dem das ganze Programm der Agrarreform durchgeführt wurde. — In diesem Abschnitt der Arbeit wird versucht, zunächst unabhängig von der Durchführung der Agrarreform die Betriebzahlen zweier aufeinanderfolgender Jahrzehnte zu vergleichen.

bessere Aussicht auf eine rentable Bewirtschaftung bieten. Zweitens: Während wirtschaftspolitisch schwieriger Perioden geht die Kulturfläche jener Betriebe zurück, die schlechte Bodenqualität besitzen, was meistens für die großen Güter zutrifft.

Aus diesen Beobachtungen kann man schließen, daß der *Latifundio* nicht immer das Ergebnis einer fortwährenden Aneinanderreihung kleiner Landgüter ist oder zumindest während der vergangenen drei Jahrzehnte so nicht entstanden ist. Aus den vorliegenden Angaben kann man eher den Schluß ziehen, daß die großen Betriebe einen Prozeß der Unterteilung durchmachen, der einen merklich schnelleren natürlichen Rhythmus aufweist, als er während der Agrarreform erreicht wurde.

III. Struktur der Agrarnutzung und Eigentumsverhältnisse

Die offiziellen chilenischen Statistiken teilen die landwirtschaftliche Fläche nach drei Arten der Bodennutzung folgendermaßen ein: Dauergrünland, Anbau (Acker- und Futterpflanzen), Wälder und Waldweide. Es wird noch eine vierte Kategorie hinzugefügt, die sog. "sonstige Nutzungen", die zwar schwierig zu erläutern und zu analysieren ist, jedoch ganz allgemein als eine Kombination bzw. Abart der drei oben genannten Kategorien betrachtet werden kann, in der der Nebenerwerb vorherrscht¹⁾.

Etwas weniger als die Hälfte der Agrarfläche des Landes wurde im Jahre 1965 als Dauergrünland genutzt, während nur der fünfte Teil als Anbauland diente. Diese Werte differieren jedoch je nach geographischer Lage der Provinzen erheblich, wie aus Tab. 2 hervorgeht, die die Aufgliederung der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach den vier genannten Kategorien in den 25 Provinzen des Landes für das Jahr 1965 darstellt.

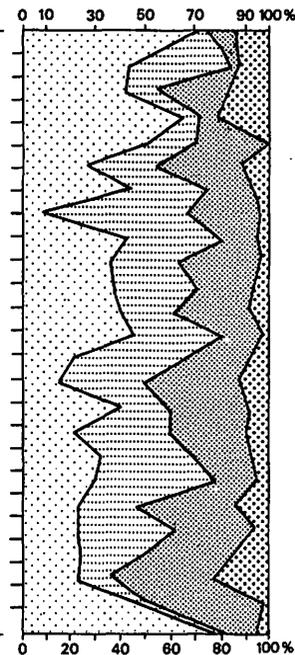
Aus dieser Tabelle geht hervor, daß für das gesamte Land ein Durchschnittsverhältnis zwischen den verschiedenen Arten der Bodennutzung besteht, daß jedoch in den einzelnen Provinzen bedeutende Abweichungen davon auftreten, die indirekt die charakteristischen geoökologischen Eigenschaften jeder Region wiedergeben.

In Tab. 3 wurden die vier Arten der Bodennutzung für fünf Betriebsgrößenklassen ausgewiesen. Die derartig aufgegliederten Daten zeigen ein sehr unterschiedliches Verhältnis zwischen den Arten der Bodennutzung je nach Größenordnung. In den beiden unteren Betriebsgrößenklassen werden zwei Drittel der Agrarfläche von den Acker- und Futterpflanzen eingenommen; ein sehr niedri-

1) Die Schwierigkeit, diese Kategorie einzuordnen, zeigt sich z.B. in der großen Flächenausdehnung, die sie in den aus landwirtschaftlicher Sicht unbedeutenden Regionen des Landes (z.B. im extremen Norden und in den extrem südlichen Provinzen), einnimmt. Sie stellt somit eine zweifelhafte Kategorie der eigentlichen Bodennutzung dar.

Tab. 2: Kulturartenverhältnis, bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche für die 25 Provinzen Chiles (1965)
(Quelle: IV. Landwirtschaftserhebung 1965)

PROVINZ	Landwirtschaftliche Nutzfläche (in 1000 ha) (A)	Dauergrünland (in % A)	Acker und Futterpflanzen (in % A)	Wälder und Waldweiden (in % A)	Sonstige Nutzungen (in % A)	
Tarapacá	314,1	100	75	2	7	16
Antofagasta	8,7	100	44	40	1	15
Atacama	333,7	100	42	6	4	48
Coquimbo	2 132,2	100	65	8	6	21
Aconcagua	367,7	100	52	17	27	4
Valparaíso	314,6	100	27	26	36	11
Santiago	932,2	100	44	29	20	7
O'Higgins	234,9	100	10	56	29	5
Colchagua	567,2	100	42	35	17	6
Curicó	325,6	100	37	29	30	4
Talca	608,3	100	38	33	23	6
Maule	444,8	100	40	21	31	8
Linares	589,8	100	46	33	17	4
Ñuble	1 067,6	100	22	44	25	9
Concepción	414,6	100	16	34	37	13
Arauco	415,2	100	40	19	31	10
BíoBío	790,9	100	22	36	32	10
Malleco	1 070,8	100	32	36	25	7
Cautín	1 285,2	100	30	48	16	6
Valdivia	1 352,2	100	24	21	41	14
Osorno	629,0	100	24	37	32	7
Llanquihue	678,5	100	26	23	36	15
Chiloé	801,7	100	25	9	42	24
Aysén	2 943,4	100	47	2	47	4
Magallanes	4 043,9	100	75	3	16	6
Absolut in 1000 ha	22 666,8		10 151,0	4 434,4	5 807,1	2 274,3
relativ zu (A)	100%		44,8%	19,6%	25,6%	10%



Dauergrünland
 Acker- und Futterpflanzen
 Wälder und Waldweide
 Sonstige Nutzungen

Tab. 3: Kulturartenverhältnis in der landwirtschaftlichen Nutzfläche nach Betriebsgrößenklassen (1965) (Quelle: IV. Landwirtschaftserhebung 1965)

Provinzen 1)	Betriebsgröße 0 bis 4,9 ha				Betriebsgröße 5 bis 49,9 ha				Betriebsgröße 50 bis 499 ha				Betriebsgröße 500 bis 1 999 ha				Betriebsgröße 2 000 ha und mehr			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
1.	695	1 306	3	297	2 827	2 539	89	2 097	21 661	1 561	50	2 104	32 683	97	162	2 475	177 820	117	22 778	42 733
2.	199	873	2	120	486	1 688	0	285	427	145	80	888	2 704	776	0	0	0	0	0	0
3.	7	1 666	11	127	259	3 615	144	521	888	3 535	222	1 501	1 801	2 858	946	4 770	137 733	9 587	11 233	152 198
4.	1 379	13 295	120	542	7 903	27 050	644	3 310	29 248	24 033	2 128	7 622	73 945	20 012	5 462	15 689	1 273 816	83 994	109 173	432 796
5.	7 934	5 525	218	43	13 238	1 367	1 070	320	14 450	170	1 642	1 089	9 134	43	15 533	9 097	15 959	47	173 435	87 839
6.	6 702	5 549	327	58	15 267	1 671	3 347	1 614	16 963	348	10 569	8 840	16 486	88	19 766	36 288	26 135	52	49 263	66 288
7.	688	19 095	148	354	8 153	40 666	2 287	2 212	27 438	85 881	11 511	9 500	68 353	62 722	32 412	18 221	304 919	62 948	135 117	39 498
8.	12 828	12 242	510	393	20 304	2 000	1 854	3 469	52 609	498	4 227	10 836	30 384	98	7 722	20 432	14 391	31	9 395	32 012
9.	10 965	8 841	928	92	22 949	2 420	3 768	1 960	59 111	864	34 604	10 531	56 496	162	47 094	25 877	51 194	69	143 167	58 121
10.	6 907	4 873	350	79	14 474	1 526	4 388	3 986	37 070	546	19 634	13 211	25 030	110	34 741	27 647	11 513	32	62 750	51 519
11.	8 247	5 958	507	36	24 846	2 607	8 123	2 896	71 131	911	33 257	14 741	47 651	141	45 947	15 954	46 281	66	143 733	105 937
12.	5 314	2 495	653	218	30 933	4 202	21 187	13 786	30 933	4 202	21 187	13 786	18 514	135	56 508	37 689	8 687	27	23 304	38 931
13.	9 541	5 914	1 010	75	32 149	3 397	12 836	3 587	75 317	1 090	15 962	18 183	51 016	173	70 998	19 436	29 202	56	132 041	60 324
14.	17 925	10 112	1 988	187	105 710	9 724	29 048	7 484	172 783	2 436	80 137	29 009	94 004	278	63 025	45 460	74 168	69	62 059	180 223
15.	601	4 265	254	177	13 002	38 267	11 571	8 521	33 956	66 298	62 535	24 676	15 062	27 620	38 382	8 917	2 501	4 999	42 338	10 746
16.	704	2 177	29	28	20 346	15 078	3 409	2 358	64 347	32 504	23 291	13 315	37 992	15 889	34 136	11 311	43 914	11 836	69 646	12 855
17.	7 788	5 060	803	162	42 285	4 398	12 542	5 236	107 697	1 628	58 474	32 972	82 313	233	46 186	46 610	47 562	56	58 041	168 043
18.	402	3 387	47	75	24 331	58 903	7 891	5 980	101 525	134 052	49 159	29 049	59 529	112 187	42 099	15 262	156 376	80 466	163 511	26 587
19.	2 346	10 340	202	89	78 186	140 126	17 278	9 608	191 029	248 373	95 252	36 093	75 872	156 974	53 296	24 746	75 872	156 974	53 296	24 746
20.	2 064	5 106	97	86	38 998	40 217	11 165	11 653	109 442	101 929	77 460	56 489	92 236	84 679	103 020	46 545	86 532	49 117	358 083	77 282
21.	2 067	3 001	1 159	59	21 631	2 924	17 486	3 882	88 752	1 252	56 843	37 833	101 108	292	47 441	62 296	16 374	29	26 771	99 049
22.	2 271	1 923	1 179	352	29 995	5 427	27 336	21 355	80 638	2 683	90 617	105 201	33 313	216	46 149	57 367	6 295	20	11 115	59 096
23.	2 309	3 489	325	513	48 168	36 764	25 664	25 493	72 016	18 513	90 345	45 386	32 941	6 998	48 682	22 685	46 311	3 547	173 967	97 543
24.	36	140	3	7	2 378	1 764	279	458	108 747	17 833	42 083	13 815	319 079	27 167	171 011	51 967	957 020	16 620	1 169 201	43 714
25.	103	141	0	10	1 471	236	12	15	31 936	2 191	7 167	718	52 980	1 348	3 075	566	2 941 478	135 019	620 932	244 545
Summe	110 887	136 772	4 179	4 179	620 269	448 576	223 418	142 286	1 600 910	753 476	888 436	537 390	1 430 626	521 296	1 033 793	627 307	6 552 053	615 778	3 824 345	2 212 615

A: Dauergrünland; B: Acker- und Futterpflanzen; C: Wälder und Waldweide; D: Sonstige Nutzungen

- 1) 1. Tarapaca 6. Valparaiso 11. Talca 16. Arauco 21. Osorno
 2. Antofagasta 7. Santiago 12. Maule 17. Bio-Bio 22. Llanquihue
 3. Atacama 8. O'Higgins 13. Linares 18. Malleco 23. Chiloé
 4. Coquimbo 9. Colchagua 14. Ñuble 19. Cautín 24. Aysén
 5. Aconcagua 10. Curico 15. Concepción 20. Valdivia 25. Magallanes

ger Prozentsatz wird als Dauergrünland genutzt. Wälder und potentiell produktive Flächen existieren kaum. Somit besteht ein großer Unterschied zu den Durchschnittsanteilen für das ganze Land (vgl. Tab. 2).

In mittleren und besonders in großen Betrieben ist die Bodennutzung wiederum anders. Weniger als ein Viertel der Agrarfläche (in einigen Provinzen noch um einiges weniger) ist für den Anbau bestimmt, zwischen 40% und 50% sind Dauergrünland, während der Rest auf Wälder oder Waldweiden und auf Ländereien entfällt, die als potentiell produktiv gelten. Somit weicht das Kulturartenverhältnis in mittleren und großen Betrieben nicht nur von demjenigen in den unteren Betriebsgrößenklassen ab, sondern auch von den in Tab. 2 wiedergegebenen Provinzdurchschnitten.

In Abb. 1 sind diese Unterschiede in der Bodennutzung zwischen den verschiedenen Betriebsgrößenklassen wiedergegeben. Als Beispiel wird die Lage in den acht Kommunen der Provinz Bío-Bío graphisch dargestellt. Darüber hinaus wird das Kulturartenverhältnis in Bezug auf vier verschiedene Besitztypen gezeigt (Eigenbewirtschaftung, Pachtbetrieb, Halbpachtbetrieb, Deputatsland). Dieses Diagramm ist zwar nicht für alle Provinzen des Landes repräsentativ, wenn man es jedoch an die für die einzelnen Provinzen vorliegenden Informationen anpaßt, d.h. die regional unterschiedliche ökologische Situation berücksichtigt, so hat es einen ziemlich realistischen und repräsentativen Wert.

Um die quantitativen Werte der statistischen Erhebungen genau zu deuten, ist es notwendig, zunächst die in den chilenischen Statistiken verwendeten Konzepte in Hinblick auf die Agrarnutzung zu präzisieren. Diese dürfen nicht in allen Fällen mit der z.B. in Deutschland angewandten Terminologie verglichen werden. Nach Auffassung des Verf. hat die begriffliche Unklarheit häufig zu völligen Fehldeutungen in bezug auf den chilenischen Agrarsektor geführt, vor allem was Forschungen ausländischer Autoren anbelangt¹⁾.

Unter der Bezeichnung "Agrarfläche" (*superficie agrícola*) wird in der chilenischen Statistik die Gesamtfläche aller landwirtschaftlichen Betriebe unter Abzug der unfruchtbaren Böden und der nichtlandwirtschaftlichen Zwecken dienenden Areale verstanden. Die Agrarfläche ist somit nicht immer gleichbedeutend mit der tatsächlich kultivierten Fläche, da wertlose Ländereien miteingeschlossen sind, die zwar nicht unfruchtbar sind, jedoch nicht rentabel genutzt werden können. Dieses ist z.B. der Fall bei abgeholzten, zu steilen Abhängen, oder bei vernäßten und salzhaltigen Böden, die nur unter hohem finanziellen Aufwand in die Agrarwirtschaft einbezogen werden könnten²⁾. Aus diesem Grunde täuscht die Agrarfläche eine übermäßig große Nutzfläche vor und entspricht nicht dem, was im Deutschen unter dem Begriff der "landwirtschaftlichen Nutzfläche" (L.N.F.) und "Kulturfläche" (K.F.) verstanden wird.

1) Zu den Gliederungsprinzipien vgl. auch WEISCHET (1970, S. 75 ff.).

2) Diese Klassifizierung gibt eher die Gesamtoberfläche wieder, mit der die landwirtschaftliche Nutzung in den einzelnen Katastern registriert ist.

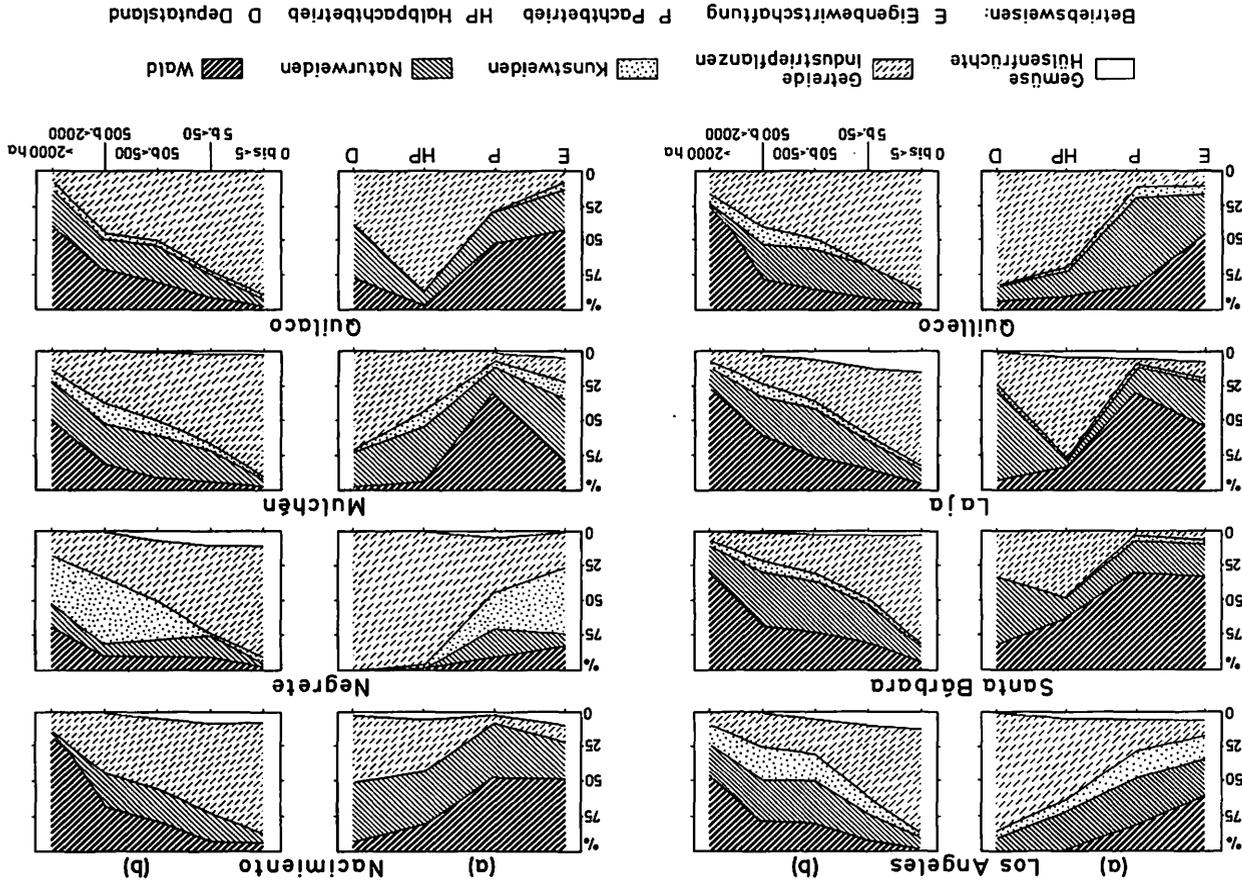


Abb. 1: Kulturartenverhältnis nach Bodenbesitzverhältnissen und Betriebsgrößenklassen in der Provinz Bio-Bio (1965). (n. RUISSCO, 1980, S. 37)

Noch schwerer fällt eine präzise Definition des Begriffes "Dauergrünland". Hier sind Ländereien mit mehr als 5jährigen Futterpflanzen und Naturweiden eingeschlossen. Davon nehmen die Naturweiden den größten Flächenanteil ein. Felder mit Futterpflanzen, deren vegetativer Zyklus weniger als fünf Jahre beträgt, fallen in den chilenischen Statistiken unter die Bezeichnung "Kunstweiden" und werden den "Anbauflächen" zugerechnet. Somit werden in Chile recht unterschiedliche Nutzungsformen in der Kategorie des "Dauergrünlandes" zusammengefaßt; ein Vergleich mit dem entsprechenden Begriff in Europa (Dauerweiden und Dauerwiesen) ist kaum möglich. In der Regel handelt es sich um Naturweiden und recht minderwertige Hutungen, die zwar statistisch noch als landwirtschaftlich genutzt angegeben werden, in Wirklichkeit aber an der Grenze der Kulturwürdigkeit stehen. Vielfach sind es Flächen, die einst raubauartig abgeholzt wurden und später in einem Zustand der Halbkultur liegen blieben und zu den Grenzertragsböden zählen.

Zumindest in gewissen Regionen des Landes erscheint es zweifelhaft, die in der Spalte "Wälder und Waldweiden" angeführten Flächen noch der landwirtschaftlichen Nutzfläche zuzuordnen. Die Statistik faßt unter diesem Begriff Aufforstungen, Naturwälder und Waldweiden zusammen, die aufgrund ihres Holzes wertvoll sind.

Im Jahre 1965 betrug die bewässerte Agrarfläche 1.090.646 ha und war folgendermaßen aufgeteilt:

Tab. 4: Bewässerungsflächen in den einzelnen Provinzen

Provinz		abs.	Bewässerungsfläche (in Hektar) %
1.	Tarapaca	7.838,9	0,7
2.	Antofagasta	3.636,5	0,3
3.	Atacama	14.960,8	1,3
4.	Coquimbo	72.307,1	6,6
5.	Aconcagua	47.233,9	4,3
6.	Valparaiso	33.795,7	3,0
7.	Santiago	179.134,6	16,4
8.	O'Higgins	125.935,7	11,5
9.	Colchagua	85.109,9	7,8
10.	Curico	63.513,4	5,8
11.	Talca	112.982,7	10,3
12.	Maule	2.448,9	0,2
13.	Linares	119.161,5	10,9
14.	Nuble	94.969,1	8,7
15.	Concepcion	11.646,7	1,0
16.	Arauco	1.111,1	0,1
17.	Bio-Bio	80.618,5	7,3
18.	Malleco	16.796,8	1,5
19.	Cautin	14.082,6	1,2
20.	Valdivia	43,8	0,0
21.	Osorno	15,7	0,0
22.	Llanquihue	56,2	0,0
23.	Chiloe	2,0	0,0
24.	Aisen	1.561,0	0,1
25.	Magallanes	1.683,3	0,1
Gesamt		1.090.646,4 Hektar	100%

Das bedeutet, daß über 90% der Anbaufläche vom Trockenfeldbau eingenommen werden. Aus den Informationen der statistischen Erhebung geht hervor, daß die Bewässerung zu über 90% ackerbaulichen Zwecken dient. Die gesamte unter dem Begriff "Dauergrünland" eingeordnete Agrarfläche ist demnach ausschließlich von Niederschlägen und der Wasserkapazität der Böden abhängig. Folgendes Beispiel kann diese Situation erläutern: Die Provinzen Tarapacá, Antofagasta und Atacama bilden die trockenste Wüste der Erde, die Atacamawüste. Laut Daten der Statistik wird in diesen drei Provinzen eine Oberfläche von 380.251 ha als "Dauergrünland" eingeordnet. Dieses Beispiel veranschaulicht unmittelbar die Notwendigkeit einer Präzisierung der verwendeten Begriffe, denn in den drei genannten Nordprovinzen bleibt eine wirkliche landwirtschaftliche Nutzung auf die Bewässerungsböden beschränkt, die insgesamt nur 26.436 ha umfassen.

Wenn man die oben genannten Einschränkungen in Betracht zieht, so unterscheidet sich die tatsächliche chilenische Agrarfläche erheblich von den im Agrarzensus und vielen Untersuchungen zur Agrarstruktur angeführten Daten. Man sollte beachten, daß fast zwei Drittel der Fläche der Betriebe mit über 500 ha überwiegend nur für die Vieh- oder Forstwirtschaft und weniger als 40% für den Feldbau geeignet sind. Andererseits gehören etwa 95% der landwirtschaftlich nicht nutzbaren Böden mit einer Gesamtfläche von 4,5 Mill. ha zu Höfen mit über 500 ha.

In anderen Untersuchungen ist versucht worden, die Größenstruktur des Eigentums auf der Grundlage der offiziellen Schätzwerte zu analysieren. Unserer Meinung nach ist dieses Verfahren ungeeignet, und zwar aus zwei Gründen:

1. Bei der Schätzung der Betriebe wird nur ihre Größe, d.h. ihre Gesamtoberfläche, in Betracht gezogen, und die enormen Rentabilitätsunterschiede werden nicht berücksichtigt. Dadurch, daß die Bewertung in direktem Verhältnis zur Größe ansteigt, ergeben sich Verzerrungen in dem Sinne, daß Betriebe mit einer großen Oberfläche im Vergleich zu Betrieben mit kleiner Landfläche überbewertet werden.
2. Der Schätzwert der Betriebe wurde zum Zwecke der Durchführung der Agrarreform künstlich niedrig gehalten, denn das Agrarreformgesetz sieht vor, daß sich die Höhe der Entschädigungen, die der Staat für die Enteignungen zahlen muß, nach dem offiziellen Schätzwert der einzelnen Besitztümer richtet. Aus diesem Grunde vermittelt der Schätzwert der Agrarflächen für die letzten Jahre ein völlig verzerrtes Bild.

Die gegebenen Hinweise und begrifflichen Präzisierungen können nicht über die Tatsache hinwegtäuschen, daß der Agrarbesitz in Chile bis zum Jahre 1964 (Beginn der systematischen und fortschreitenden Agrarreform) in wenigen Händen konzentriert war. Diese Konzentration hatte jedoch weder die Intensität noch die Eigenschaften, die ihr in verschiedenen Untersuchungen zugeschrieben werden, die auf unsachgemäßem Gebrauch der quantitativen Informationen der jeweiligen landwirtschaftlichen Erhebungen und ähnlicher Umfragen basieren.

IV. Enteignete Fläche, Enteignungsrhythmus, Fläche und Zahl der individuellen Übereignung

Während der Durchführung der Agrarreform zwischen 1965-1973 wurden 5.809 Betriebe mit einer Gesamtfläche von 9.965.868 ha enteignet. In Tab. 5 wird die enteignete Fläche in drei Bodenkategorien gegliedert und in bezug zur Gesamtfläche jeder dieser drei Kategorien gesetzt. Die Agrarreform betraf 44% der im IV. Agrarzensus (1965) und 56,8% der vom V. Agrarzensus (1976) angegebenen landwirtschaftlichen Nutzfläche. Die Unterlagen lassen erkennen, daß sich dieser Prozeß im Bewässerungsland mit sehr viel größerer Intensität vollzog als im ackerfähigen und nicht-ackerfähigen Trockenland. 61,4% der gesamten bewässerten landwirtschaftlichen Nutzfläche und damit die besten Agrarböden des Landes wurden enteignet.

Tab. 5: Enteignete Fläche nach verschiedenen Kategorien der landwirtschaftlichen Nutzfläche
Quelle: Agrarzensus des INE (1965) und Unterlagen der CORA

	Aufteilung der landwirtschaftlichen Nutzfläche	Gesamtfläche (1000 ha) (A)	Enteignete Fläche (B)	(B) % ----- (A)
1.	Bewässerungsland (mit 85% Wahrscheinlichkeit)	1.187,5	729,5	61,4
2.	ackerfähiges Trockenland und Bewässerungsland (mit geringer Wahr- scheinlichkeit).	4.012,5	1.471,1	36,7
3.	nicht-ackerfähiges Trockenland.	17.466,8	7.765,3	44,4
	Landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt	22.666,8	9.965,9	44,0

Tab. 6 ermöglicht einen Gesamtüberblick über den jährlichen Enteignungsrhythmus zwischen 1965 und 1973. Gleichzeitig spiegelt sie die politischen Gegebenheiten dieser Jahre wider. Während der Regierungszeit der Christdemokraten — zwischen 1964 und 1970 — wurden 1.415 Betriebe enteignet. Das entspricht 24,3% der Gesamtzahl aller enteigneten Betriebe. Die restlichen 4.394 Betriebe (75,6% der Gesamtzahl der enteigneten Betriebe) mit einer Gesamtfläche von 5.872.900 ha (58,9% der gesamten enteigneten Fläche) entfallen auf die Beschleunigungsphase des Prozesses unter der sozialistischen Regierung der *Unidad Popular*.

Dieses 2:3-Verhältnis der Enteignungen beider Regierungen gilt sowohl für bewässertes Land als auch für den Trockenfeldbau und das nicht ackerfähige Trockenland: 39,8% der gesamten enteigneten bewässerten Fläche, 40,9% des bebaubaren Trockenlandes und 41,2% des nicht-ackerfähigen Trockenlandes wurden zwischen 1965 und 1970, die restlichen Flächen zwischen 1971 und 1973 enteignet.

Tab. 6: Anzahl der Betriebe und enteignete Fläche pro Jahr (1965-1973)

Jahr	Anzahl der Betriebe		Landwirtschaftliche Nutzfläche (A)		Bewässerungsland		Ackerland ohne Bewässerung		Nicht ackerfähiges Trockenland	
	abs.	%	abs.	%	abs.	% von (A)	abs.	% von (A)	abs.	% von (A)
1965	99	1,70	541,2	5,43	41,3	7,63	21,1	3,89	478,8	88,47
1966	265	4,56	526,1	5,27	57,8	10,98	38,0	7,22	430,3	81,79
1967	217	3,73	285,0	2,85	50,6	17,75	31,6	11,08	202,8	71,15
1968	223	3,83	657,3	6,59	44,7	6,80	36,0	5,47	576,6	87,72
1969	314	5,40	870,0	8,72	54,3	6,24	84,8	9,74	730,9	84,01
1970	297	5,11	1 213,4	12,17	41,6	3,42	390,4	32,10	781,4	64,39
1971	1 374	23,65	2 026,7	20,33	177,6	8,76	370,8	18,29	1 478,3	72,94
1972	2 180	37,68	3 012,7	30,23	211,8	7,03	302,6	10,03	2 498,3	82,92
1973	831	14,30	833,5	8,36	49,8	5,97	195,8	23,49	587,9	70,53
Gesamt	5 809	100%	9 965,9	100%	729,5	7,31%	1 471,1	14,76%	7 765,3	77,91%

Quelle: CORA versch. Jahrgänge

Tab. 7: Endgültige Enteignungsregulierungen nach 1973 (abgeschlossen am 30.04.1980)

l)	Enteignungen		Vollständige Rückgabe		Teilweise Rückgabe		Rückgabe insgesamt		Tatsächlich enteignet						
	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche	Betriebe	Fläche					
	H.F.	HRB.	H.F.	HRB.	H.F.	HRB.	H.F.	HRB.	H.F.	HRB.					
I	12	9 137,3	2 945,42	4	156,0	176,00	-	4	156,0	176,00	8	8 981,3	2 769,42		
II	12	2 206,2	1 836,76	1	150,0	248,80	3	209,0	4	359,0	11	1 847,2	1 369,90		
III	24	43 729,7	5 852,97	11	22 928,9	855,93	9	2 727,6	412,57	20	25 656,5	1 268,50	13	18,073,2	4 584,47
IV	243	1 350 959,8	70 421,14	56	249 513,3	8 051,91	53	22 707,3	2 388,79	109	272 220,6	10 440,70	187	1 078 739,2	59 980,44
V	450	888 536,9	110 285,48	87	86 687,3	8 912,44	146	41 556,9	7 614,44	233	128 244,2	16 526,88	363	760 292,7	93 758,60
VI	895	848 955,6	153 031,88	181	147 532,8	16 880,06	449	112 702,3	25 596,32	630	260 235,1	42 478,38	714	588 720,5	110 553,50
VII	1 135	787 676,0	136 957,66	274	266 441,3	20 445,62	505	100 585,4	22 559,13	779	367 026,7	43 004,75	861	420 649,3	93 952,91
VIII	796	927 181,0	92 483,18	264	347 077,0	19 320,35	256	71 431,2	11 381,55	520	418 508,2	30 701,90	532	508 672,8	61 781,28
IX	695	763 056,3	58 516,07	294	362 940,6	16 956,45	163	80 810,1	9 186,21	457	443 750,7	26 142,66	399	319 305,6	32 373,41
X	642	1 432 727,0	81 305,32	228	450 124,5	21 992,99	275	124 133,2	12 018,89	503	574 257,7	34 011,88	414	858 469,3	47 293,44
XI	65	296 097,2	8 757,17	31	11 218,4	1 735,62	6	5 320,2	341,55	37	36 538,6	2 077,17	34	259 558,6	6 660,00
XII	39	1 727 831,5	35 955,17	2	13 095,0	353,56	11	69 306,7	1 502,48	13	82 401,7	1 856,04	37	1 645 429,8	34 099,13
R.H.	803	887 773,5	137 403,84	226	331 504,6	28 609,22	295	77 769,1	17 144,73	521	409 273,7	45 753,95	577	478 499,8	91 649,89
	5 809	9 965 866,0	895 752,06	1 659	2 309 369,7	144 538,95	2 171	709 259,0	110 366,72	3 830	3 018 628,7	254 905,67	4 150	6 947 239,3	640 846,39
	100%	100%	100%										71,44%	69,71%	71,54%
	(A)	(B)	(C)										(von A)	(von B)	(von C)

H.F. = hectáreas físicas
 HRB. = hectáreas de riego básico
 Quelle: Servicio Agrícola y
 Dirección Ejecutiva, Juni 1980

l) I = Tarapacá
 II = Antofagasta
 III = Atacama
 IV = Coquimbo
 V = Valparaíso
 VI = Libertador General Bernardo O'Higgins
 VII = Maule

VIII = Bio-Bio
 IX = La Araucanía
 X = Los Lagos
 XI = Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo
 XII = Magallanes y la Antártica Chilena
 R.H. = Región Metropolitana de Santiago

Eine gründliche Analyse erlaubt eine weitere Unterscheidung beider Zeitabschnitte. Zwischen 1965 und 1970 wurden ca. 25% aller Enteignungen durchgeführt. Die Fläche entspricht aber 40% der gesamten enteigneten Fläche. Dagegen wurden zwischen 1971 und 1973 drei Viertel der Enteignungen ausgeführt, die aber nur 60% der Gesamtfläche entsprechen. Dem Verhältnis 2:3 hinsichtlich der enteigneten Fläche steht also ein Verhältnis von 1:4 im Hinblick auf die Zahl der enteigneten Betriebe gegenüber. Das läßt sich dadurch erklären, daß die Fläche, die der Eigentümer als *reserva* behalten durfte, nach 1970 von 80 ha auf 40 ha *riego básico*¹⁾ verkleinert wurde. Deshalb kam es häufig vor, daß Betriebe, die während der ersten Enteignungsphase zwischen 1965 und 1970 auf 80 ha *riego básico* verkleinert worden waren, während der zweiten Phase von 1971 bis 1973 noch einmal enteignet und auf 40 ha *riego básico* zurückgestuft wurden.

Zwischen 1973 und 1978²⁾ wurden diese und andere illegale Überschreitungen bereinigt, so daß am 30.04.1980 4.150 enteignete Betriebe mit einer Gesamtfläche von 6.947.239,3 ha bestanden. Tab. 7 zeigt die ursprünglich enteigneten Flächen nach Regionen, die nach 1973 vollständig oder teilweise zurückerstatteten Flächen und die wirklich enteigneten Flächen. Insgesamt beläuft sich der Ausgleich wegen illegaler Übergriffe und anderer nicht mit dem Agrarreformgesetz im Einklang stehender Maßnahmen — besonders zwischen 1970 und 1973 — auf 30% der Gesamtzahl der betroffenen Betriebe und der Gesamtfläche.

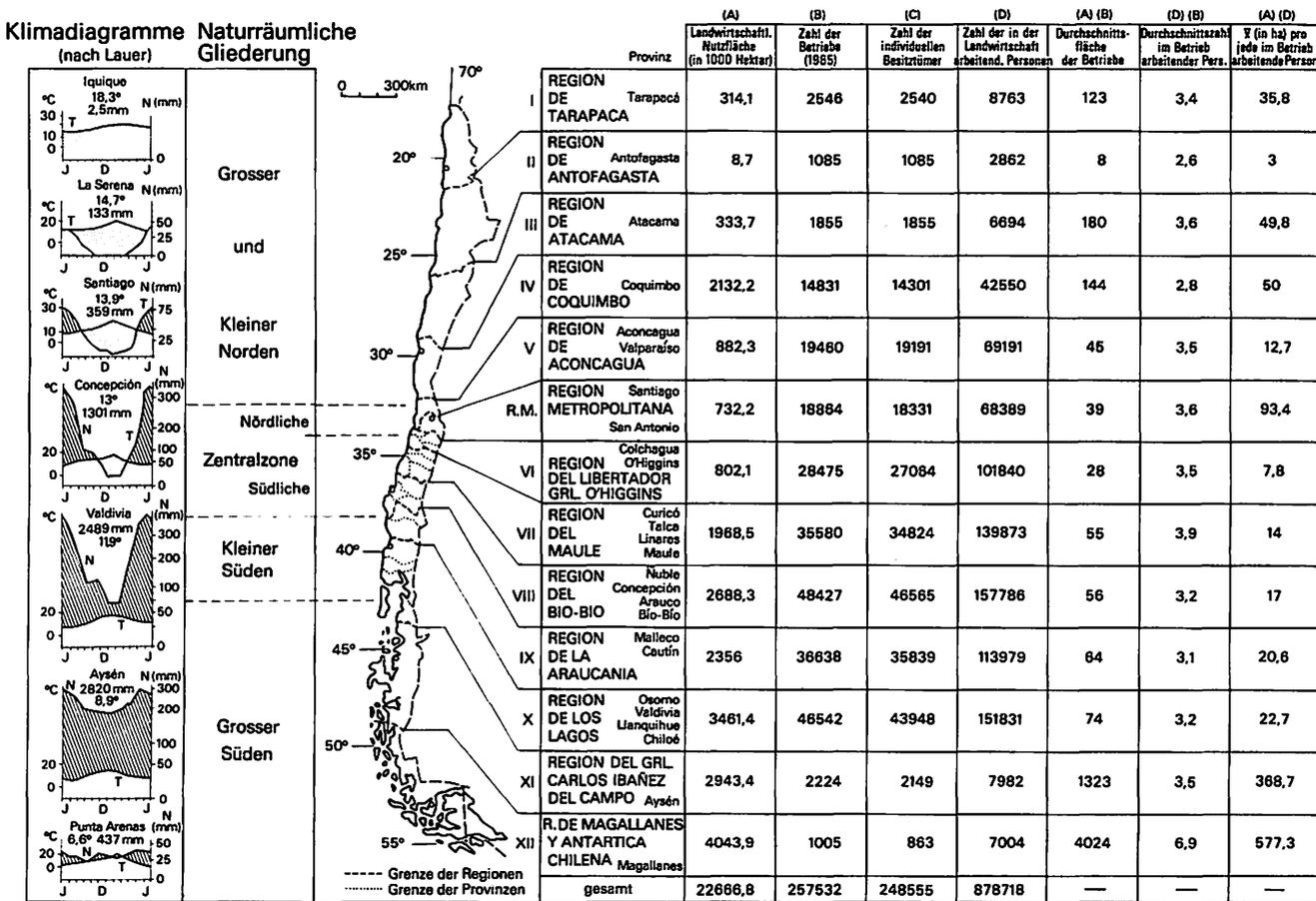
Abb. 2 stellt eine allgemeine Zusammenfassung des chilenischen Landwirtschaftsgefüges zu Beginn der Agrarreform dar. Ihr sind neben den Angaben über Fläche und Anzahl der Betriebe Auskünfte über die Bewirtschaftungsintensität, die geographischen Gegebenheiten und den Mechanisierungsgrad zu entnehmen. Darüber hinaus wurde der Arbeitskräftebesatz pro Fläche berechnet³⁾. Aus den Zahlenwerten geht hervor, daß die nördliche und südliche Zentralzone den höchsten Stand bezüglich Intensität und Entwicklungsgrad der Landwirtschaft aufweist, während die peripheren Landesteile im Norden und Süden außerordentlich extensiv bewirtschaftet werden.

Ganz allgemein ist die relativ geringe Zahl der in der Landwirtschaft tätigen Arbeitskräfte hervorzuheben. Außerdem sei darauf hingewiesen, daß die durchschnittliche Betriebsgröße in der Zentralzone sehr viel niedriger als in den übrigen Landesteilen ist. Dieser Durchschnittswert liegt weit unter den 80 ha *riego básico*, die als obere Grenze im Agrarreformgesetz festgelegt wurden.

Tab. 8 gibt einen abschließenden Überblick zur Agrarreform mit dem Stand

-
- 1) Basiseinheit, die 80 ha Bewässerungsland in der Provinz Santiago entspricht.
 - 2) Die CORA (Corporación de la Reforma Agraria) wurde am 12.12.1978 durch Dekret aufgelöst. An ihrer Stelle wurde ODENA (Oficina de Normalización Agraria) gegründet, mit der Aufgabe, bis 31. Dezember 1979 die Zuweisung der enteigneten Betriebe und die Regulierung des Besitzes im allgemeinen durchzuführen.
 - 3) Die Unterlagen zur Berechnung entstammen dem IV. Agrarzensus von 1965; nur aufgrund dieser Daten ist ein Vergleich möglich. Leider erlaubt das Aggregationsniveau der Daten nur durchschnittliche Angaben auf der Basis von Regionen.

Abb. 2: Naturräumliche Gliederung Chiles und agrarsoziale Struktur der landwirtschaftlichen Nutzfläche. (Quelle: IV. Censo Agropecuario 1964-65)



Tab. 8: Vorläufiger Endstand der Agrarreform in Chile (30.04.1980)

Region	L.N.F. nach Agrarzensus 1975 (in 1000 ha)	tatsächlich enteignete Fläche (30. 4. 80) (in H.R.B. u. H.F.)	Zahl enteignete Betriebe (30.4.80)	Fläche der enteigneten Betriebe (in H.R.B.)	individuell überreignete Fläche (in H.R.B. u.H.F.) (30. 4. 80) (A)	Von der gesamten überreigneten Fläche (in H.F.)			Zahl gebilligte U. A. F. (31.10.78) (B)	Fläche der U.A.F. (in H.R.B. u. H.F.) (A/B)
						Bewässerungsland	Ackerland ohne Bewässerung	nicht ackerfähiges Trockenland		
I Tarapacá	769 431,9	2 769,42 8 981,3	8	346,11	4 011,68	2 842,1	132,9	1 887,1	153 57	19,20 23,15
II Antofagasta	115 611,7	1 369,90 1 847,2	11	124,53	4 862,10					
III Atacama	329 538,8	4 584,47 18 073,2	13	352,65	55 998,22	41 827,5	8 047,3	485 966,2	205	
IV Coquimbo	1 685 144,0	59 980,44 1 078 739,2	187	320,75	535 841,0				1 528	32,31 309,19
V Valparaiso	833 311,0	93 758,60 760 292,7 91 649,89	363	258,28	56 775,07 186 311,9 70 231,96	41 342,4	6 253,2	138 716,3	3 430	16,55 54,31 12,22
R.M. Región Metropolitana de Santiago	499 365,7	478 499,80 110 553,50	577	158,83	133 647,60 83 034,37	67 571,4	8 599,7	57 476,5	5 744	23,26 12,25
VI Libertador General Bernardo O'Higgins	992 799,3	588 720,5 93 952,91	714	154,83	132 181,7 81 725,33	93 468,7	8 123,1	30 589,9	6 773	19,51 8,71
VII Maule	1 596 226,9	420 649,3 61 781,28	861	109,12	225 464,7 40 773,50	158 670,5	22 915,6	43 878,6	9 380	24,03 10,51
VIII Bio-Bio	2 200 850,8	508 672,8 32 373,41	532	116,13	194 597,2 21 399,36	81 226,3	52 316,7	61 054,2	3 877	50,19 6,63
IX La Araucanía	2 072 324,5	319 305,6 47 293,44	399	81,13	211 992,7 25 368,16	13 984,3	134 345,6	63 662,8	3 224	65,75 8,72
X Los Lagos	2 145 981,1	858 469,3 6 680,00	414	114,23	236 168,1 1 252,35	-	142 038,4	94 129,7	2 906	81,26 -
XI Aysén del General Carlos Ibañez del Campo	1 025 774,6	259 558,6	34	196,47	42 399,5	-	42 399,5	-	-	-
XII Magallanes y la Antártica Chilena	3 255 368,3	34 099,13 1 645 429,8 640 846,39	37	921,59	26 758,17 1 218 705,0 467 328,17	-	174 109,0	1 044 596,0	143	187,12 8 522,41
Gesamt	17 521 728,6	6 947 239,3	4 150	154,42	3 122 171,5	500 933,2	599 281,0	2 021 957,3	37 420	12,48 83,43

Quelle: Oficina de Normalización Agrícola (ODENA) 1980

A = 30. 4. 80

B = 31.10. 78

vom 30. April 1980. Danach wurden nur noch geringe Änderungen in der Zahl der neu geschaffenen Familienbetriebe (*Unidades Agrícola Familiares*; UAF) verzeichnet, während die restlichen Angaben der Tabelle unverändert blieben. Nach Schätzungen von ODENA kamen zu den bis Ende 1978 ausgegebenen 37.420 UAF rund 12.000 neue Bewilligungen. So ist insgesamt eine Zahl von rund 50.000 neuen Besitzern erreicht worden, die zusammen mit ihren Familien eine Gesamtzahl von rund 300.000 Personen ausmachen. Etwa drei Fünftel der zugewiesenen Fläche (64,8%) gehören zur Kategorie "nicht-ackerfähiges Trockenland"; die restlichen zwei Fünftel entsprechen je zur Hälfte dem ackerfähigen Trockenland (19,1%) und dem Bewässerungsland (16,1%).

Nach vorläufigen Schätzungen verschiedener Quellen (ODENA, Dpto. Economía Agraria der Universidad Católica, ODEPA u.a.) wird angenommen, daß sich der Anteil derjenigen Neubesitzer, die ihre Betriebe bereits verkauft haben oder in Kürze verkaufen werden, bei rund 40% stabilisieren wird.

Es wird vermutet, daß etwas mehr als die Hälfte der neuen Besitzer die mit dem Agrarreformgesetz angestrebten Ziele erreichen werden, d.h. ihre Überschußprodukte zu verkaufen und damit von einer Selbstversorgungswirtschaft zu einer Marktwirtschaft überzugehen.

V. Wirtschaftsgeographische Bilanz eines Jahrzehnts Agrarreform

Die Analyse und Ausdeutung der quantitativen Daten zur Agrarreform ermöglichen eine zusätzliche Schätzung der Vermögensumverteilung, die der Prozeß mit sich brachte¹⁾. Wenn man der tatsächlich enteigneten bewässerten Fläche von 640.846,39 ha *riego básico* (s. Tab. 7) verschiedene Durchschnittswerte pro ha zuordnet, so kommt man zu der folgenden Berechnung:

	Tatsächlich enteignete Fläche	640.846,39 ha
I.	Angenommener kommerzieller Wert der Flächen:	
	a) US \$ 1.500 pro ha	insgesamt US \$ 961.269.585
	b) US \$ 2.500 pro ha	insgesamt US \$ 1.281.692.780
II.	Aktueller Wert der von den Eigentümern erhaltenen Entschädigung für den enteigneten Teil:	
	a) US \$ 1.500 pro ha	insgesamt US \$ 96.126.958
	b) US \$ 2.000 pro ha	insgesamt US \$ 128.169.278
III.	Nettovermögensverlust der betroffenen Eigentümer	
	a) US \$ 1.500 pro ha	insgesamt US \$ 865.142.627
	b) US \$ 2.000 pro ha	insgesamt US \$ 1.153.523.502

1) Zu diesem Zwecke wurde die vom "Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica de Chile" anhand von Vorlagen der CORA entwickelte Methodik aktualisiert (vgl. IRARRAZAVAL 1979).

Die Zahl der betroffenen Eigentümer beläuft sich auf 4.150 (s. Tab. 7), folglich schwankt der durchschnittliche individuelle Verlust zwischen US \$ 208.468 und US \$ 277.957.

Anhand der gleichen Überlegung ist es möglich, den Vermögenszugewinn der von der Agrarreform Begünstigten zu kalkulieren. Dabei wird die von IRARRAZAVAL (1979) vorgeschlagene Kalkulation zu Grunde gelegt, die sich auf eine zugewiesene Gesamtfläche von 588.010 ha *riego básico* bezieht.

Zugewiesene Gesamtfläche	588.010 ha
I. Angenommener kommerzieller Wert der zugewiesenen Fläche:	
a) US \$ 1.500 pro ha	insgesamt US \$ 837.015.000
b) US \$ 2.000 pro ha	insgesamt US \$ 1.116.020.000
II. An die CORA gezahlter Wert für die zugewiesenen Ländereien	US \$ 444.733.970
III. In den Zahlungsbedingungen inbegriffener Zuschuß	US \$ 107.430.170
IV. Korrigierter Wert des von der CORA verlangten Verkaufspreises	US \$ 337.303.800
V. Kosten der Eigentumsübertragung an die Empfänger	
a) US \$ 1.500 pro ha	insgesamt US \$ 499.711.200
b) US \$ 2.000 pro ha	insgesamt US \$ 778.716.200

Dies würde bedeuten, daß die Begünstigten eine Vermögensübertragung erhalten haben, die zwischen 500 und 800 Mill. US \$ schwankt. Wenn man eine annähernde Zahl von 50.000 neuen Grundbesitzern annimmt, so hätte jeder von ihnen ein Vermögen erhalten, das zwischen US \$ 10.000 und US \$ 16.000 liegt.

Es ist interessant, die Vermögensumverteilung mit den Kosten der Reform oder zumindest mit den Direktausgaben der CORA zu vergleichen. Darüber hinaus hat die chilenische Agrarreform zweifellos eine Reihe wichtiger indirekter Ausgaben verursacht, die schwierig zu erläutern sind und aus diesem Grunde unberücksichtigt bleiben. Nach IRARRAZABAL ergibt sich dabei das folgende Bild (alle Werte auf US \$ des Jahres 1978 umgerechnet):

Tab. 9: Kosten der chilenischen Agrarreform von 1964 bis 1978

Jahr	laufende Ausgaben (in 1.000 US \$)	Kapitalausgaben (in 1.000 US \$)
1964	13.033,9	1.274,6
65	15.118,6	1.844,9
66	19.467,0	3.942,0
67	25.972,9	6.211,9
68	25.708,7	6.713,2
69	25.262,2	9.317,3
1970	26.866,4	9.216,7
71	39.116,0	13.809,1

Jahr	laufende Ausgaben (in 1.000 US \$)	Kapitalausgaben (in 1.000 US \$)
72	38.076,4	14.418,2
73	20.611,6	3.344,0
74	22.429,7	1.214,6
75	13.180,5	-73,2
76	10.975,1	-45,9
77	8.960,0	-33,6
1978	7.000,0	-20,0
	a) 311.779	b) 71.133,8
	a + b = 382.912,8	

Die Unterlagen ermöglichen eine gute Einschätzung der Effektivität des Prozesses der Neuverteilung. So kann man zeigen, daß die CORA für eine Vermögensumverteilung in Höhe von 500 - 800 Mill. US \$ in ca. zehn Jahren ungefähr 380 Mill. US \$ investierte. Aufgrund dieser Berechnungen stellt IRARRAZAVAL die Behauptung auf, die CORA habe für eine Umverteilung von 1 US \$ zwischen 0,46 und 0,74 US \$ benötigt.

Zur richtigen Beurteilung dieses Ergebnisses muß erneut auf Tab. 1 zurückgegriffen werden. Aus ihr geht hervor, daß zwischen 1965 und 1975 im Lande 51.735 neue landwirtschaftliche Betriebe entstanden sind. Wir können annehmen, daß diese Zahl im wesentlichen den durch die Agrarreform geschaffenen neuen Betrieben entspricht, deren Gesamtzahl nach Schätzungen von ODENA ungefähr 50.000 beträgt. Zur Durchführung der Reform gab der Staat (die Steuerzahler) ungefähr eine Summe von 380 Mill. US \$ aus. Andererseits wurden im vorangegangenen Jahrzehnt (1955 - 65) 106.450 neue Betriebe geschaffen, mit anderen Worten, doppelt so viele wie aus der Agrarreform hervorgegangen sind (s. Tab. 1).

Die Erfolgsaussichten der rund 50.000 neuen Familienbetriebe, die im Rahmen der Agrarreform gebildet wurden, hängen notwendigerweise von der ökonomischen und technischen Hilfe ab, die den neuen Landbesitzern geboten wird. Aus Schätzungen, sowohl des Landwirtschaftsministeriums als auch anderer Organisationen, ist zu ersehen, daß rund 40% der Neubesitzer ihre Höfe verkauft

Tab. 10: Entwicklung der öffentlichen Investitionen in der Landwirtschaft nach Ministerien 1974-1979 (in Mill. US \$ vom Dezember 1978)

Jahr	Wirtschaft	MINISTERIEN			Finanzen	Gesamt
		Obras Públicas	Landwirtschaft	Tierra y colonización		
1974	4,00	42,70	39,20	0,10	—	86,00
1975	5,20	13,30	19,30	—	0,30	38,00
1976	0,04	12,80	34,90	0,03	—	47,80
1977	1,40	9,90	35,40	0,10	—	46,80
1978	2,50	10,30	39,40	0,20	—	52,40
1979	1,80	19,80	64,40	0,20	—	86,20
Durchschnitt						
1965-69	17,74	12,48	41,10	0,06	—	71,36
1974-79	2,49	18,13	38,76	0,12	—	59,53

Quelle: Schätzungen des "Departamento de Economía Agraria" der "Universidad Católica" auf der Basis von Angaben des "Ministerio de Hacienda" (Finanzministerium) und der "Contraloría General de la República" (Rechnungshof).

Tab. 11: Entwicklung der öffentlichen Investitionen in der Landwirtschaft seitens des Landwirtschaftsministeriums nach Behörden 1976-1979 (in Mill. US \$ vom Dezember 1978)

Jahr	INDAP	CORA	INIA	SAG	INFOR	IREN	CONAF	Sonstige	Gesamt
1976	13,99	16,20	0,67	0,70	0,51	—	0,91	1,95	34,90
1977	17,82	7,04	7,79	0,65	0,07	—	1,27	0,76	35,40
1978	19,65	10,92	0,82	0,36	4,77	0,04	1,73	1,11	39,40
1979	30,55	21,71	0,79	0,65	0,06	1,29	9,14	0,20	64,30
Durchschnitt									
1976-79	20,50	13,96	2,51	0,59	1,35		3,26	1,00	43,50

INDAPA: Instituto de Desarrollo Agropecuario
 CORA: Corporación de la Reforma Agraria
 INIA: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
 SAG: Servicio Agrícola Ganadero
 INFOR: Instituto Forestal
 IREN: Instituto de Investigación de Recursos Naturales
 CONAF: Corporación Nacional Forestal

Quelle: Erarbeitet vom "Departamento de Economía Agraria" der "Universidad Católica" auf der Basis von Informationen des "Ministerio de Hacienda" und der "Contraloría General de la República".

Tab. 12: Entwicklung der privaten Netto-Investitionen in ausgewählten Zweigen der Landwirtschaft 1974-1979 (in Tausend US \$ vom Dezember 1978)

Jahr	Netto-Investitionen in				Gesamt (1) + (2) + (3) + (4)
	Maschinen und andere Ausrüstung (1)	Obstbäume (2)	Weinstöcke (3)	Vieh (4)	
1974	- 4.611	17.234	-13.390	71.711	60.944
1975	- 1.630	- 1.300	- 4.334	44.287	37.023
1976	-13.032	9.466	1.732	-52.645	-54.479
1977	- 5.554	18.512	-10.847	6.987	9.098
1978	622	24.485	- 1.955	53.618	76.770
1979	6.760	33.811	- 1.375	49.504	88.700
Durchschnitt					
1965-69	7.323	3.320	2.675	3.691	17.008
1974-79	2.908	17.035	- 5.028	27.244	36.343

Quelle: Schätzungen des "Departamento de Economía Agraria" der "Universidad Católica"

haben oder sie verkaufen werden. Gerade deswegen ist die Frage nach der Höhe und den Merkmalen der Förderung, die der Agrarsektor in den letzten Jahren erhielt, von Bedeutung. Dabei muß die liberalisierte ökonomische Struktur in Betracht gezogen werden, in der sich die Neueigentümer bewegen müssen. Die vorliegenden Unterlagen ermöglichen einen Überblick über die Höhe der privaten und staatlichen Investition im Agrarbereich während der letzten Jahre (Tab. 10-12). Es liegt auf der Hand, daß die privaten Investitionen nicht ausschließlich dem reformierten Sektor zugute gekommen sind. Dagegen ist es wahrscheinlich, daß ihm die staatlichen Investitionen überwiegend zuteil wurden.

Die Angaben lassen erkennen, daß die staatlichen Investitionen in der Zeit nach der Reform im Vergleich zur Reformperiode um 16,6% zurückgingen. Die Struktur der staatlichen Investitionen nach Institutionen (Tab. 11) zeigt, daß der größte Anteil auf INDAP und CORA entfällt. Dies beweist, daß die Investitionen wirklich dem reformierten Sektor zugute kamen.

In Tab. 12 sind die Privatinvestitionen nach verschiedenen landwirtschaftlichen Bereichen aufgeschlüsselt. Insgesamt waren sie zwischen 1974 und 1979 um 113,6% höher als im Durchschnitt der Jahre 1965-1969, d.h. sie waren in der Zeit nach der Reform größer als während derselben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß die staatlichen und privaten Investitionen in der chilenischen Landwirtschaft im Zeitraum von 1974-1979, d.h. nach der Agrarreform, durchschnittlich um 8,5% über denen der Jahre 1965-1969, d.h. in der ersten Phase der Reform, lagen.

Eines der angestrebten Ziele der Agrarreform bestand darin, die Landflucht zu verhindern oder wenigstens zu verringern. Dieses Ziel konnte nicht erreicht werden. Die Angaben der Tab. 13 zeigen, daß die Landflucht zwischen 1970 und 1982 erschreckende Ausmaße angenommen hat. Der Gesamtunterschied zwischen der Landbevölkerung 1970 und 1982 beläuft sich auf 643.454 Bewohner.

Tab. 13: Interzensale Abnahme der ländlichen Bevölkerung nach Regionen (1970-1982)

Region ¹⁾	ländliche Bevölkerung 1970		ländliche Bevölkerung 1982		Interzensale Abnahme %
	(A) abs.	% (A)	(B) abs.	% (B)	
I	23.148	13,2	15.107	5,5	-34,8
II	18.389	7,3	7.074	2,1	-61,5
III	52.042	34,1	17.688	9,6	-66,0
IV	172.489	50,7	117.125	27,9	-32,1
V	221.528	22,9	146.569	12,0	-33,8
R.M.	245.801	7,8	187.095	4,0	-23,8
VI	315.638	64,8	260.111	44,5	-17,6
VII	377.050	60,9	331.936	45,9	-11,9
VIII	498.831	39,8	370.140	24,4	-25,7
IX	365.338	60,9	301.150	43,5	-17,5
X	452.834	60,6	364.153	43,2	-19,5
XI	26.705	53,5	14.404	21,9	-46,0
XII	16.189	18,1	9.976	7,5	-38,3
Gesamt	2.785.982		2.142.528		-23,09

¹⁾vgl. Tab. 7

Quelle: Instituto Nacional de Estadísticas

Zwar ist die Abwanderung aus dem ländlichen Raum im extremen Norden und Süden des Landes besonders groß, jedoch sind die Werte auch für Zentralchile ziemlich hoch, obwohl diese Zone am stärksten von der Agrarreform be-

troffen wurde. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Extremzonen des Territoriums keine nennenswerte landwirtschaftliche Bedeutung haben und daher nicht als repräsentativ anzusehen sind, um das Ausmaß der Landflucht beurteilen zu können.

Ein ausführlicher Vergleich hinsichtlich der Agrarproduktion auf den enteigneten Flächen vor und nach der Reform ist kaum durchführbar, da keine diesbezüglichen Angaben vorliegen. Darüber hinaus muß hervorgehoben werden, daß sich inzwischen die Wirtschaftspolitik des Landes geändert hat. Dies wirkte sich entscheidend auf die Produktionsstruktur des Agrarsektors aus. Deshalb erscheint es unangemessen, die Zu- bzw. Abnahme der Agrarzeugnisse in bestimmten Bereichen als Auswirkung der Agrarreform anzusehen. Die beobachteten Veränderungen können nur als Antwort des gesamten Agrarsektors auf das zur Zeit geltende Wirtschaftssystem aufgefaßt werden.

Dagegen kommen die Auswirkungen der Agrarreform in der Struktur und Zusammensetzung der im Agrarsektor in den Jahren 1960, 1970, 1976 und 1980 Beschäftigten klar zum Ausdruck. Tab. 14 zeigt, daß während der untersuchten Zeitspanne die nicht-bezahlte Arbeit zugenommen hat, vor allem unter jenen, die auf eigene Rechnung arbeiten, und deren Familienangehörigen. Hierin spiegelt sich die Übereignung von Familienbetrieben (UAF) wider, die einen Großteil der im Zuge der Agrarreform enteigneten Landfläche umfassen. Dagegen ist die Zahl der bezahlten Arbeiter und Angestellten stetig zurückgegangen.

Tab. 14: Änderungen in der Zusammensetzung der im Agrarsektor Beschäftigten (1960-1980) in %

Beschäftigungskategorie	1960	1970	1976	1980
A. Nicht-bezahlte Beschäftigte				
Arbeitgeber	1,9	2,8	2,8	2,0
Arbeiter auf eigene Rechnung	23,1	26,9	37,6	37,5
Nicht-bezahlte Familienangehörige	5,1	8,0	11,0	11,7
Gesamt	30,1	37,7	51,4	51,2
B. Bezahlte Beschäftigte				
Angestellte	3,0	4,5	2,7	2,2
Arbeiter	66,8	57,7	45,9	46,4
Dienstpersonal	0,1			0,2
Gesamt	69,9	62,2	48,6	48,8

Quelle: Erarbeitet vom "Departamento de Economía Agraria" der "Universidad Católica" auf der Basis von Volkszählungsdaten und Umfragen zur Beschäftigungssituation des "Instituto Nacional de Estadísticos".

Zusammenfassung und Ausblick

Während des Jahrzehnts der Agrarreform vollzog sich in Chile eine radikale

Umschichtung des politischen, wirtschaftlichen und sozialen Lebens, die in keinem Verhältnis zu den durch die Reform erreichten dauerhaften Strukturumformungen steht.

Auch wenn die enteignete Fläche 44% der Agrarfläche des Jahres 1965 — oder 56,8% der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche des Jahres 1975 — umfaßt, so war dennoch der Unterteilungsrythmus während dieses Zeitabschnittes nur halb so groß wie im Jahrzehnt vor der Agrarreform. Andererseits weicht die Betriebsgrößenstruktur, die durch den Prozeß entstand, nicht von den bestehenden Verhältnissen vor der Reform ab. Darüber hinaus wurde in den zehn Jahren zwischen 1965 und 1975, die hauptsächlich mit der Durchführung der Reform übereinstimmen, ein Rückgang der gesamten landwirtschaftlichen Fläche von 22,6% verzeichnet.

Aus wirtschaftlicher Sicht hat der Prozeß eine bedeutsame Umverteilung des Agrarvermögens bewirkt. Für die früheren Besitzer, die von der Reform betroffen wurden, bedeutete dies einen Gesamtverlust zwischen 800 und 1.100 Mill. US \$. Die rund 50.000 Begünstigten verzeichneten einen Gesamtvermögensgewinn zwischen 500 und 800 Mill. US \$. Dieser Umverteilungseffekt konnte jedoch nur unter erheblichem Verwaltungsaufwand erreicht werden. So benötigte der Staat für die Umverteilung eines Agrarvermögens von 1 US \$ einen finanziellen Aufwand von 0,46 US \$ bis 0,74 US \$.

Die Agrarreform konnte das Ausmaß der Landflucht nicht verringern. Dies geht aus dem starken Anstieg der Stadtbevölkerung und dem erschreckenden Rückgang der Landbevölkerung hervor, wie der letzten Volkszählung von 1982 zu entnehmen ist. Einmal mehr wird unterstrichen, daß die Landflucht, zumindest in Chile, nicht überwiegend von den Besitz- und Betriebsgrößenverhältnissen in der Landwirtschaft abhängig ist. Dagegen kann nach zehn Jahren Agrarreform eine Verschiebung der Beschäftigungsstruktur im Agrarsektor beobachtet werden.

Die bedeutsamste und irreversible Auswirkung des Agrarreformprozesses liegt in der Auflösung eines Produktionssystems, das — unabhängig von jeder Bewertung — insgesamt und in jeder der verschiedenen Produktionsstufen ein harmonisches Ganzes darstellte. Der *Fundo* in Chile, vor allem in Mittelchile, bildete eine Produktionseinheit, in der eine Vielzahl kulturell-historischer und physisch-geographischer Faktoren zusammenwirkten. Er repräsentierte in diesem Sinne eine Ordnungsidee im ländlichen Raum und spiegelte die vielfältigen, hier bestehenden Verflechtungen wider. Ausdruck einer solchen Idee waren z.B. die Infrastruktur und die Systeme der künstlichen Bewässerung, das Zusammenleben der Landbevölkerung in Weilern oder Häusergruppen, die Rotation der Feldbearbeitung, die Infrastruktur der Wege und Straßen und ihre Unterhaltung usw.

Selbstverständlich ist es zulässig, die Vor- und Nachteile dieser das ländliche Chile so prägenden Struktur unter verschiedenen Gesichtspunkten zu diskutieren. Ohne Zweifel kann man den traditionellen chilenischen *Fundo* in vieler Hinsicht kritisieren, jedoch war es ein schwerwiegender Fehler, auf mehr als der

Hälfte der landwirtschaftlichen Nutzfläche Chiles ein Sozial- und Produktionssystem abzubauen, ohne dieses durch ein neues zu ersetzen.

Aus dieser Perspektive wird die ideologisch-politische Absicht des Agrarreformprozesses deutlich, und man versteht den relativen Erfolg der Agrarreform in der Enteignungsphase verglichen mit dem großen Mißerfolg bei den späteren Bemühungen um eine volle und dauerhafte Integration des reformierten Sektors. Hier liegt wohl auch der Grund dafür, daß rund 40% der neuen Besitzer den Prozeß rückgängig gemacht haben.

Dagegen steht der krasse Rückgang der Agrarerzeugnisse während des Zeitabschnittes, in dem die Reform durchgeführt wurde, nicht direkt mit diesem Prozeß in Zusammenhang, sondern vor allem mit der politisch-wirtschaftlichen Gesamtsituation des Landes während dieser Periode. Ebenso ist der ab 1973 beobachtete Anstieg der Produktion und der Produktivität in einigen Zweigen des Agrarsektors überwiegend auf die grundlegende Veränderung der Wirtschaftspolitik zurückzuführen.

Resumen

El decenio de Reforma Agraria en Chile significó en la vida política, económica y social del país un impacto y trastocamiento funcional cuya magnitud no guarda correspondencia con las transformaciones estructurales definitivas que este proceso logra en el paisaje agrícola del país. Revela así la intencionalidad ideológico-política que ha caracterizado este proceso en América Latina.

A pesar de que la expropiación abarcó el 44% de la superficie agrícola del año 1965 (56,8% de la de 1975) la velocidad de subdivisión de la propiedad alcanza, en este decenio, la mitad del valor correspondiente al ritmo pre-reforma agraria. La estructuración por tamaño a que el proceso da lugar no difiere de las características del periodo anterior a su aplicación.

Desde el punto de vista económico el proceso significó una transferencia importante de patrimonio agrícola, pero caracterizado por una baja eficiencia económica administrativa. No se incluye expresamente el impacto en la producción agropecuaria, ya que no existen antecedentes que permitan conclusiones a este respecto.

Finalmente la Reforma Agraria no logró aminorar la intensidad del éxodo rural en el país como lo revela el último censo de población.

Literatur

- AMMON, A. (1971): Probleme der Agrarreform in Chile. Übersichtsstudie und Bibliographie. Bonn-Bad Godesberg.
- BÄHR, J. (1979): Chile. Stuttgart.
- BARRACLOUGH, S. (1969): Agrarian reform in Latin America: Actual Situation and Problems. Land Reform, Land Settlement and Cooperatives. Rom.
- BORDE, J. & GONGORA, M. (1956): Evolución de la propiedad rural en el Valle del Puangue. Ed. Universitaria. Santiago.
- CORPORACION DE LA REFORMA AGRARIA CORA (1970): Reforma agraria Chilena 1965-1980. Ministerio de Agricultura, Santiago.
- CORTAZAR, R. & DOWNEY, R. 1977: Efectos redistributivos de la reforma agraria. El Trimestre Económico, vol. XLIV. Santiago.

- DEPTO. DE ECONOMIA AGRARIA UNIVERSIDAD CATOLICA (1982): Panorama económico de la agricultura. Nr. 22, Mayo 1982, Facultad de Agronomía Universidad Católica, Santiago.
- FRANCISCO, E. (1980): Asignatarios CORA: ¿Cómo están efectivamente?. Rev. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 7, Nr. 3. Universidad Católica, Santiago.
- GAZMURI, J. (1970): Asentamientos campesinos. Una evaluación de los primeros resultados de la reforma agraria en Chile. Buenos Aires.
- GOLTE, W. (1976): Isleños Briones. Ein Beitrag zum Problem des Minifundio in Mittelchile in: Landflucht und Verstädterung in Chile. Hrsg. W. Lauer: Erdkundliches Wissen. H. 42. Geographische Zeitschrift: Beih. Wiesbaden.
- GONGORA, M. (1981): Ensayo histórico sobre la noción de Estado en Chile en los siglos XIX y XX. Santiago.
- INST. DE CAPACITACION E INVESTIGACION EN REFORMA AGRARIA; ICIRA (1967): Evaluación preliminar de los asentamientos de la reforma agraria de Chile. Santiago.
- ICIRA (1977): Análisis de la situación de los asignatarios de tierras a Diciembre de 1976. Segundo diagnóstico. Santiago.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS; INE: (versch. Jahre): verschiedene Agrar- und Bevölkerungszählungen
- IRARRAZAVAL, R. (1979): Reforma agraria en Chile. Rev. Ciencia e Investigación Agraria. Vol. 6, Nr. 1. Universidad Católica, Santiago.
- LAUER, W. 1961/62: Chile. Geographische Probleme eines lateinamerikanischen Entwicklungslandes. Sitzungsberichte der Ges. zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zu Marburg; Band 83/84.
- LAUER, W. Hersg. (1976): Landflucht und Verstädterung in Chile. Erdkundliches Wissen. H. 42. Geographische Zeitschrift: Beih. Wiesbaden.
- MONHEIM, F. (1981): Die Entwicklung der peruanischen Agrarreform 1969-1979 und ihre Durchführung im Departement Puno. Erdkundliches Wissen. H. 55. Geographische Zeitschrift: Beih. Wiesbaden.
- RIESCO, R. (1980): Vergrünlandung in der Bodennutzung Süd-Chiles. Dargestellt am Beispiel des jüngsten Kulturlandschaftswandels in der Frontera. Ibero-Amerikanisches Archiv N.F. Jg. 6, H. 1.
- RINGLIEN, W.R. (1971): Economic effect of chilean national expropriation policy on the private commercial farm sector 1964-69. Ph. D. Dissertation, University of Maryland.
- ROTHER, K. (1973): Stand, Auswirkungen und Aufgaben der chilenischen Agrarreform. Beobachtungen in der nördlichen Längssenke Mittelchiles. Erdkunde, Bd. 27, Bonn.
- ROTHER, K. (1974): Zum Fortgang der Agrarreform in Chile. Erdkunde, Bd. 28, Bonn.
- WEISCHET, W. (1970): Chile. Seine länderkundliche Individualität und Struktur. Wiss. Länderkunden, 2/3. Darmstadt.
- WEISCHET, W. (1974): Agrarreform und Nationalisierung des Bergbaus in Chile. Darmstadt.
- ZICHE, J. (1971): Agrarreform in Chile 1965-1970. Zeitschrift f. ausländ. Landwirtschaft 10, Frankfurt/M.

DAS TOPOGRAPHIE-PROBLEM IM HEUTIGEN GEOGRAPHIE- UNTERRICHT ALS FOLGE DES FACHDIDAKTISCHEN "MASS- STABS-WECHSELS". ASPEKTE UND VORSCHLÄGE

mit 2 Abbildungen

GERHARD FUCHS

1.

Über den grundlegenden Wandel in der fachdidaktischen Konzeption des Schulfaches Erdkunde/Geographie braucht an dieser Stelle nicht neu berichtet zu werden.

Die damit verbundene Neuorientierung läßt sich — je nach der Betrachtungsperspektive — schlagwortartig kennzeichnen:

— als Lernziel-Orientierung

wenn man damit meint, daß an die Stelle des bildungstheoretischen Selbstverständnisses der Schulerdkunde mit ihrem Denken von den Inhalten aus nunmehr der Aufbau eines Curriculums von der Wozu-Frage, von der Orientierung an lebensbedeutsamen Lernzielen ausgehen soll, wobei die Raumbeispiele unterschiedlicher Größenordnung als austauschbare Exempla gelten;

— als allgemeingeographische Orientierung

wenn man damit meint, daß die Verwirklichung eines eigentlich exemplarischen Unterrichts nur mit einem Lehrplan geschehen kann, bei dem die idio-graphischen Raumbeispiele der Länderkunde durch Themen/Inhalte abgelöst werden, die entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit für transferfähige (Fach-)Struktureinsichten ausgewählt wurden;

— als sozialgeographische Orientierung

wenn man damit meint, daß sich die lebensbedeutsamen Lernziele des Faches in erster Linie aus der Frage nach der räumlichen Organisation der Lebensverhältnisse in unserer Gesellschaft und nach deren Bestimmungsfaktoren ergeben, wobei der Schüler als zukünftig Betroffener für ein raumverantwortliches Verhalten in entsprechenden Situationen (vorwiegend seines Erfahrungsbereiches) vorbereitet werden soll;

— als Spiralcurriculum-Orientierung

wenn man damit meint, daß sich die Lehrplansequenz, die schrittweise Folge der Lernziele/Themen nicht mehr am Fortschreiten der Länderbeispiele "vom

Nahen zum Fernen" orientiert, sondern am Prinzip des "Wiederaufgreifens" (des Anwendens und Erweiterns) von Zielen/Themen auf jeweils höheren Lernebenen (Schuljahren). Wie offen die Diskussion gerade an dieser Stelle noch ist, zeigen nicht zuletzt unterschiedliche Konzeptionsvorstellungen, die sich in den Begriffen Spirale, Rampe, Säule, Plattform, Sequenz u.a. widerspiegeln.

2.

Von den Konsequenzen, die sich aus dem didaktischen Wandel des Schulfaches ergeben, sei hier eine herausgegriffen und für die folgenden Überlegungen zentral gestellt: das Aufgeben der Länder als lehrplanorganisierendem Prinzip und damit zugleich als der zentralen 'didaktischen Maßeinheit' zugunsten von thematisch- oder lernzielorientierten Raum-Beispielen ganz unterschiedlicher Größenordnungen. "Land" als traditionelle didaktische Maßstabs-Einheit bezog sich sowohl auf einen erdräumlichen Flächenausschnitt bestimmter Größe als auch auf das korrespondierende fachtheoretische Verständnis: daß es innerhalb der Landesgrenzen jeweils um spezifisch organisierte, wechselseitig verflochtene und damit den Gesamttraum strukturierende Faktoren und Kräfte ging.

"Raum-Beispiele" des didaktischen Neuansatzes konstituieren sich in ihrer Flächengröße und in der Komplexität ihrer Organisation höchst unterschiedlich, orientiert jeweils an der unterrichtlichen Erfahrung/Einsicht, die sie anstreben und an den Fachkategorien, die sie repräsentieren.

Fachdidaktische Neuorientierung heißt somit an zentraler Stelle: M a ß - s t a b s w e c h s e l. Maßstabswechsel beim Zuschnitt der Lerneinheit, wobei sich — in deutlichem Kontrast zur Länderkunde — die Tendenz zum kleinräumigen Fallbeispiel durchsetzt. Diese Entwicklung wird auf der einen Seite mit lerntheoretischen Argumenten begründet, auf der anderen Seite spiegelt sie aber deutlich den Einfluß der Sozialgeographie, deren Beispielgröße und Erklärungsanspruch sich in vielen Forschungsbereichen als ein "Rückzug aus der Fläche" (THOMALE) beschreiben läßt.

Erst in jüngster Zeit hat SPERLING (1980) wieder in Erinnerung gebracht, daß der Umgang mit erdräumlichen Einheiten unterschiedlichen Maßstabs schon immer eine Art Axiom geographischer Raumerforschung und Raumerfahrung darstellt. Er führt dies in Anlehnung an die Kennzeichnung der drei Maßstabsdimensionen durch NEEF (topologische Dimension, chorologische Dimension und geosphärische/planetarische Dimension) aus und folgert dann: "Der 'länderkundliche Durchgang' der früheren Schulgeographie war also weiter nichts als eine Darstellungstechnik in der chorologischen Maßstabsdimension" (1980/26).

Nun hat jeder Maßstabswechsel Folgerungen für die Struktur des Inhalts, für die Art der Aussage sowie für die Methode des Umgangs mit einem Beispiel. Dies zeigt schon mit hinreichender Deutlichkeit das Verfahren des Maßstabs-

wechsels in der Kartographie selbst; ähnlich wie hier Maßstabswechsel nicht ein schematischer Vorgang der Informationsreduktion oder -erweiterung ist, sondern ein vom interpretierenden Sachverstand getragenes Auswählen, Zusammenfassen, Betonen oder Zurücknehmen von Aussagen zugunsten neu hinzukommender Aspekte, so ist auch der fachdidaktische Maßstabswechsel nicht nur von formaler Auswirkung. Wenn an Stelle von Länderbeispielen wie Österreich oder Indien nun "Raum-Beispiele" wie 'Bergflucht und ihre Folgen in einem Alpen-tal' oder die Bedeutung des 'Projekts Rourkela' oder die Entwicklungsproblematik Indiens am Beispiel eines Dorfes in Dekkan treten, dann sind das Beispiele nicht nur anderer Größenordnung, sondern auch veränderter Aussage-Qualität.

Für die Betrachtung des Zusammenhangs zwischen dem Maßstab der Beispiele und der darin enthaltenen Topographie ist nun die Tatsache von Bedeutung, daß unterschiedliche Beispiel-Dimensionen auch verschiedene Qualitäten von Topographie aufwiesen. Wenn man von einigen weltweiten topographischen Übersichten absieht, war die Topographie im Unterricht jahrzehntelang vorherrschend an nur eine Beispieldimension gebunden gewesen: an die Länder der Erde und ihre Teillandschaften. Sie war also der Länderkunde immanent (nicht, wie man oft fälschlich vereinfachte, mit ihr identisch). Länderkunde war ohne den gleichzeitigen Aufbau topographischen Wissens nicht denkbar, und geographisches und topographisches Weltbild wuchsen aus und mit der Länderkunde.

Das Aufgeben der fachdidaktischen Maßeinheit Land hatte somit eine doppelte Konsequenz: die Notwendigkeit einer inhaltlichen Alternative und zugleich die Notwendigkeit einer alternativen Lern-Strategie für eine "Topographie ohne Länderkunde".

These: Das Topographieproblem des heutigen Geographieunterrichts ist — soweit man es nicht als ein Legitimationsproblem sieht (wozu noch Topographie?) — in wesentlichen Teilen eine Folge des fachdidaktischen Maßstabswechsels.

3.

Worin liegen nun Folgen für den Unterricht?

Zunächst einmal wohl ganz allgemein im Verlust an Selbstverständlichkeit, an gewohnheitsmäßiger Sicherheit über den didaktischen und methodischen Ort der Topographie. Schien es doch Übereinstimmung darüber zu geben, daß die "lernrelevante" Topographie einen Länderbezug habe, in Hinblick auf die räumliche Verortung der täglichen weltweiten Informationsfülle auch haben müsse.

Diese Verunsicherung ist nicht zuletzt durch die Abwertung der Topographie — freilich im Blick auf ihre oft dominierende Rolle im Unterricht — in der Lernziel Diskussion sowie durch ihre Einstufung als eine Art Lernens minderer Qualität noch verstärkt worden. Auch läßt sich nicht leugnen, daß der unreflektierte oder nachlässige Gebrauch der neuen Unterrichtswerke es leicht dazu kommen ließ, die Topographie "zu vergessen" — die jüngsten Überarbeitungen ver-

suchen dem mittlerweile in verschiedener Weise vorzubeugen (vgl. z.B. die "blauen Seiten" in Klett Geographie/TERRA).

Klagen über den schlechten Stand der Topographiekennntnisse der Schüler von Seiten der Eltern oder aus verschiedenen Bereichen des öffentlichen Lebens treten heute zu dieser Situation hinzu und haben kontroverse Diskussionen und Stellungnahmen bewirkt (z.B. FICK 1978, ACHILLES 1979, DAUM/SCHMIDT-WULFFEN 1980). Allerdings: die Befürchtung, die in letzter Zeit geäußert wurde, daß es in der Fachdidaktik Tendenzen gebe, über den Vorwand des Topographie-Defizits auf eine Restauration des länderkundlichen Unterrichts hinzuwirken, scheint in dieser Argumentation kaum diskussionswürdig; derartige Gedankengänge würden nur bedeuten, daß man sich nicht der Mühe alternativer Überlegungen zum Topographieproblem stellt. Zwar kann kein Zweifel darüber bestehen, daß sich die Fachdidaktik noch weiter mit den Folgerungen beschäftigen muß, die sich daraus ergeben, daß einem allgemeingeographischen Unterricht eine auf Länder bezogene (Alltags)Information sowie vielfältige länderbezogene Verwendungssituationen gegenüberstehen — ein Junktim zwischen länderkundlichem Unterricht und Topographie kann es jedoch nicht mehr geben.

Konkret faßbar werden die Auswirkungen aber an anderer Stelle. Mit dem Vordringen der Fallbeispiele, der 'Einzelbilder' und der weltweiten Themenstreuung schiebt sich, zugleich mit der jetzt gegebenen Beispieldimension, eine andere Qualität topographischer Information in den Vordergrund: die sog. "Feintopographie". Dieser Typ topographischer Information unterscheidet sich in seinen Merkmalen grundlegend von dem, wie er der Länderkunde immanent war.

Kennzeichen der Topographie im länderkundlichen Unterricht war die Aneignung eines erdräumlichen Merkwissens, auf dessen Voraussetzung aufbauend und mit dessen schrittweisem Zuwachs man sich ein erstes Mal dem jeweiligen Land als einem topographisch zu bestimmenden Erdraum-Ausschnitt näherte: durch Einordnen in Großräume, durch Vorstellungsbildung über Konfiguration, Größenverhältnisse und Flächen-/Streckendimensionen, durch räumliches Gliedern, Abgrenzen, Markieren, Zuordnen, durch Benennung erinnerbarer Fixpunkte eines topographischen Raumgerüsts sowie durch den Versuch, einen Kanon an Merkwissen (Flüsse, Gebirge, große Städte u.a.) zu finden und lernen zu lassen. In jedem Fall war die länderkunde-bezogene Topographie eine geographische Methode des Umgangs mit der "Fläche".

Anders beim kleindimensionierten (Fall-)Beispiel: Umgang mit der "Fläche" ist hier gar nicht mehr das primäre Anliegen. Diese neue Maßeinheit, die sich z.T. stark an einem standorttheoretischen Raumbegriff orientiert, ist darüber hinaus weit weniger "maßstabsempfindlich" in Hinblick auf ihre unterrichtliche Leistungsfähigkeit. Am Beispiel einer Teillandschaft, eines Standortes mit der Reichweite seiner Funktionen oder aber eines Stadtteils liegt eine Topographie vor, die man früher in Unterscheidung zur 'geographischen Lage' als 'topographische Lage' hätte bezeichnen können. Die Wo-Frage ordnet zunächst nurmehr kurz ein, dann paust sich der großmaßstäblich-ausschnitthafte Charakter des

Beispiels durch: kleinräumige Höhenunterschiede, Expositionen, topographische Details, Standortbezeichnungen, Richtungen, nachbarschaftliche Lagekonstellationen, Namen mit interpretatorischer Qualität (Flurnamen, Straßennamen) wie andererseits auch ohne Beziehung oder Assoziationen (z.T. Ortsnamen). Die großmaßstäbliche topographische Karte/Kartenskizze wird — meist im Schulbuch — zur notwendigen Quelle und Hilfestellung.

Etwas überspitzt ließe sich sagen, daß die exemplarische Struktureinsicht, um die es am jeweiligen Beispiel geht, in vielen Fällen sogar ohne "konkrete" Topographie auskäme; häufig ließe sie sich auf typologische Lage-Konstellationen oder auch auf einfache räumliche Beschreibungsmodelle reduzieren.

War die länderkunde-orientierte Topographie in jedem Fall auch konstituierend für das Länderbeispiel, so hat die Feintopographie der Raum-Beispiele für das Sachverständnis und die pädagogische Intention nicht mehr das gleiche Gewicht (Beispiele sollen ja auch austauschbar sein).

Ähnlich wie im Bereich des Exemplarischen die vertiefende und verweilende Arbeit mit dem einzelnen Beispiel durch ein ergänzendes orientierendes Verfahren gestützt, eingeordnet und erweitert werden muß, so bedarf offensichtlich auch die 'Feintopographie' jetzt einer komplementären topographischen Dimension, um erst durch die wechselseitige Ergänzung zur Wirkung zu kommen. Unter dem Stichwort "Raster" siehe dazu später.

Unterrichtliche Konsequenzen hat die Feintopographie darüber hinaus auch für eine eigenständige Arbeit der Schüler: der Maßstab der Atlas-Karten (vor allem der physisch-geographischen) und der Maßstab der Topographie der Unterrichtsbeispiele stimmen immer weniger überein, vor allem bei Karten des außerdeutschen Raumes. Häufig sind die Beispiele nicht mehr unmittelbar zu lokalisieren; eine zunehmende Zahl von Sonderkarten und Kartenskizzen in vermittelnden Maßstäben sind Ausdruck dieser Diskrepanz.

Auch der Lehrer muß in Hinblick auf die Feintopographie methodisch flexibler planen. KIRCHBERG hat zum Problem der "topographischen Anbindung eines Raumbeispiels" einen Strukturierungsvorschlag gemacht und dabei einen Dreischnitt vorgeschlagen, der — aus der Perspektive der Topographie — vom großräumigen Einordnen und Anbinden über die Detailarbeit (+ Feintopographie) erneut zur nunmehr thematisch orientierten Zuordnung und Verknüpfung zurückkommt; in jedem Fall aber müsse "das bearbeitete Fallbeispiel aus seiner Isolation befreit werden" (1980/326). Gibt es also die Gefahr einer maßstabsbedingten "Isolation" gerade in Hinblick auf die Topographie der Beispiele?

4.

Das vorne angesprochene, der Feintopographie komplementäre Verfahren rückt nun auch in einem anderen Zusammenhang ins Blickfeld. Anlaß dazu ist der mit dem fachdidaktischen Umdenken gegebene Verzicht auf die Ausrichtung des

Curriculums am "Aufbau eines geographischen Weltbildes", soweit sich diese Weltbild-Konzeption als Summe eines lückenlos-flächendeckenden länderkundlichen Durchgangs verstand und die "Abdeckung" des sog. (erdräumlichen) Kontinuums anstrebte.

Das hat zu der Situation geführt, daß der auf geographische Struktureinsichten an ausgewählten Raumbeispielen zielenden didaktischen Konzeption heute die Forderung parallel geht, wenigstens im Bereich der Topographie noch ein erdumspannendes Orientierungssystem im Sinne des Kontinuums anzustreben (vgl. dazu auch die Theorie vom "Gegenstromprinzip"/KIRCHBERG 1977/35).

Diese Forderung nach einem erdumspannenden topographischen Maßstab läßt sich in doppelter Weise begründen:

- nur so erhalte das exemplarische Vereinzeln der Beispiele ein räumliches Gegengewicht, einen Zu- und Einordnungsrahmen ("Rasterfunktion der Topographie"/KREUZER 1980).
- das zunehmende Bewußtsein vom Leben in einer "One World", von den räumlichen Verflechtungen durch Versorgung, Reisen und Verkehr sowie die tägliche raumbezogene Information ergebe eine kontinuierliche Verwendungssituation, die einen Orientierungsrahmen dieses Maßstabs verlange.

Es gehört in diesem Zusammenhang zu den Merkwürdigkeiten der Topographie-Diskussion, daß sie von nicht wenigen Didaktikern zwar im Rahmen der neuen fachdidaktischen Konzeption, andererseits aber mit der Legitimations-Vokabel Kontinuum geführt wird, die eindeutig einem anderen fachdidaktischen Gesamtverständnis entstammt. Welche legitimatorische Rolle dabei der Umgang mit dem Begriff Kontinuum spielt, läßt sich beispielhaft an den Vorläufigen Richtlinien für Erdkunde an Gymnasien/Nordrhein-Westfalen (1978) zeigen:

"... Die Kritik aus der Kollegenschaft an der 'Tupfengeographie' hat verdeutlicht, daß auch im lernzielorientierten Unterricht die Topographie einen bedeutenden Stellenwert hat. Die zunehmende Verflechtung des Geschehens auf der Erde erfordert intensivere Kenntnisse vom erdräumlichen Kontinuum. Die fachliche Neuorientierung ... hat andererseits klargestellt, daß diese Aufgabe nicht im Rahmen eines länderkundlichen Durchgangs bewältigt werden soll ..." (8).

Nur wer von einem bestimmten Kontinuum-Verständnis her argumentiert, kann der neuen fachdidaktischen Konzeption den Vorwurf einer "Tupfengeographie" machen. Einzelne, räumlich u.U. weit streuende Beispiele im Sinne eines exemplarischen Unterrichts haben nämlich ein anderes "Kontinuum": das der gemeinsamen Aussage, des gemeinsam auf eine Struktureinsicht zielenden Lernpotentials. Nicht zufällig sind sie in Themenblöcken gruppiert.

Es ergibt eben eine unterschiedliche Bewertung des didaktischen Stellenwertes der Raum-Beispiele, je nachdem, ob ich vom Kontinuum her denke oder von den Einsichten in fachliche Grundkategorien. Es sei denn, beides macht den didaktischen Anspruch des Erdkundeunterrichts aus?

Wege zum Aufbau eines topographischen erdräumlichen Kontinuums im Rahmen einer lernzielorientierten Gesamtkonzeption werden derzeit in zwei Richtungen gesucht:

- über das Instrument des "Rasters" (topographisches Orientierungs-Raster),

das anstelle der größtmöglichen Vollständigkeit flächenbezogener Topographie-Kenntnisse (Merkwissen) ein bedeutungsvolles topographisches Zuordnungsnetz geben soll, das es erlaubt, Beispiele der Feintopographie ebenso wie zufällige topographische Alltagserfahrungen einzuordnen. (Großräumige topographische Weltübersichten oder zonale Raster sind im Erdkundeunterricht nicht neu, wohl aber in der neuen Akzentuierung und der von ihnen erwarteten Leistungsfähigkeit).

- Über die Zuordnung der Topographie zu einem Lernziel: Orientierungsfähigkeit oder einer Lehrplan-Säule: Orientierung. So wird versucht, die Topographie vom Image des Merkwissens wegzuführen zu einem handelnden Lernen, als Gegenstand selbständiger Operationen des Schülers. Er soll unterschiedliche Situationen in Hinblick auf Topographie selbst bewältigen können, weil er den Umgang mit den topographischen Orientierungshilfen gelernt/eingeübt hat.

5.

Topographie in der lernzielorientierten Konzeption: R a s t e r . Der Raster-Begriff entstammt der Technologie und bezieht sich auf die Technik der Bildübertragung und Bildwiedergabe. In gewisser Weise ist die Bildfläche dabei einem — durch Farbtonwerte gegliederten — Kontinuum vergleichbar. Der Raster ist in diesem Zusammenhang ein Liniennetz oder Punktsystem, das über die Bild-Fläche gelegt wird, und mit dessen Hilfe man die Fläche mit ihrem Inhalt "zerlegen", übertragen und wieder zusammensetzen kann. Ein Hilfssystem also, das es ermöglicht, räumliche Anordnungen von Punkten, Zeichen, Farbwerten, also von über die Fläche verstreuten Phänomenen, auch bei selektivem Umgang mit Einzelphänomenen des Bildes zu erhalten und die Reproduktion des Gesamtzusammenhanges zu ermöglichen.

Unter diesem Anspruch wird die Begriffsübertragung für die Topographie-Diskussion wichtig. In Hinblick auf die vielfältig gegliederte Erdoberfläche mit ihren topographisch verorteten Einzelphänomenen bedeutet Raster den Aufbau von "Koordinatensystemen" der räumlichen Orientierung, die, entsprechend dem thematischen oder topographischen Aspekt der Lernsituation

- eine geordnete Aufgliederung (Zerlegung) in räumliche Bezugssysteme ermöglichen (vgl. globale Grobraster, zonale Ordnungssysteme u.a.)
- noch mehr aber: einen geordneten Wieder- Aufbau, ein an den erdräumlichen An-Ordnungen orientiertes Wiedereinfügen/Zuordnen von Details ermöglichen (z.B. das Einfügen der Feintopographie).

Die "Maschenweite" der einzelnen Raster (Bezugssysteme) wird dabei für die Leistungsfähigkeit beim Topographielernen von großer Wichtigkeit sein.

So wie man Kontinuum als den Legitimationsbegriff der an die Länderkunde gebundenen Topographie bezeichnen kann, so gilt Raster als Legitimationsbegriff für den Umgang mit der Topographie im lernzielorientierten Unterricht: al-

so als eine Reaktion auf den didaktischen Maßstabswechsel. War das Kontinuum im länderkundlichen Gang wie ein Puzzle-Spiel flächendeckend und auch erst am Ende des Durchgangs wirklich flächendeckend, so sollen Raster unterschiedlicher Maschenweite von Anfang an die ganze Erdoberfläche (oder wenigstens große Teilräume) erfassen. Sie sollen die Feintopographie einbinden und sich durch Überlagerung in der Maschenweite verdichten, selbst wenn Lücken bleiben.

Raster müssen somit als Antwort auf den didaktischen Maßstabswechsel gelten, weil sie als grobmaschige Bezugssysteme den Einbau anderer Maßstäbe ermöglichen, das Nebeneinander verschiedener Maßstäbe der Raumbeispiele zusammenführen, und weil sie schließlich als ein "erinnerbares Bezugssystem" für das Lernziel Orientierungsfähigkeit wirken (d.h. wenigstens die Raster müssen als Verfügungswissen gelernt und behalten werden!).

"Das Kontinuum der EO entsteht im Bewußtsein der Schüler nicht dadurch, daß im Laufe von vier oder fünf Schuljahren eine Teilfläche an die andere gereiht wird ... Statt dessen wird mehrfach und somit wiederholend und vertiefend die Erde als Ganzes betrachtet, zu Beginn orientierend, später stärker unter thematischen Aspekten. So wird ein einfaches topographisches Grobraster gesichert. Eine Verfeinerung des Netzes topographischer Daten erfolgt dann stets in Anlehnung an das jeweils ausgewählte Thema". (Deutscher Schulgeographenverband/Empfehlungen zu Richtlinien und Lehrplänen .../1975/352)

"Raster stellen die exemplarischen Einsichten aus konkreten Fällen in einen räumlich-größeren und thematisch-allgemeineren Zusammenhang. Sie decken den Lernzielbereich "sich orientieren" ab und geben sich durch ihren orientierenden Charakter als primär topographische Raster zu erkennen. Sie entlassen die Topographie aus ihrer Rolle als Selbstzweck und heben sie auf die höhere Ebene einer dienenden Funktion im Wechselspiel von exemplarischen und orientierenden Verfahren ... Raster bieten sich dazu an, auch im thematisierten, problemorientierten Unterricht das räumliche Kontinuum der Erde in einem für die Bedürfnisse der Schule ausreichenden Maße abzudecken." (KREUZER 1980/229-230)

Am ausführlichsten hat KIRCHBERG (1977/1980) dann deutlich gemacht, daß es in Hinblick auf die aufsteigende Lehrgangssequenz des Curriculums auch einer gestuften Differenzierung des Raster-Verständnisses bedarf und hierzu konkrete Vorschläge entwickelt. Entsprechend dem unterrichtlichen Fortschreiten geht es dabei um Raster unterschiedlicher Qualität und Leistungsfähigkeit, und zwar in der Abfolge von einfachen "Orientierungsrastern" zu anspruchsvollen "Ordnungssystemen".

"Die Begriffe 'Orientierungsraster' und 'Ordnungssystem' sind dabei nicht als Synonym zu betrachten. Beide erleichtern die erdumspannende topographische Orientierung und Einordnung durch eine Gliederung des Raumkontinuums. Während ein 'Orientierungsraster' den geographischen Raum aber nur nach einfachen Kriterien 'zerlegt', hat das 'Ordnungssystem' einen viel höheren Anspruch: es erfüllt die Forderung nach Systemcharakter ...". (KIRCHBERG 1977/78)

Als Beispiele für einfache Orientierungsraster gelten KIRCHBERG etwa die Gliederung der Erdoberfläche in Kontinente und Ozeane, die orographische Großgliederung des Festlandes oder aber die Temperaturzonen der Erde; für die komplexeren Ordnungssysteme verweist er auf Beispiele wie Klima- und Vegetationszonen, Siedlungs- und Wirtschaftsräume, das Muster der Bevölkerungsverteilung, entwickelte und unterentwickelte Länder u.a. mehr.

Spätestens bei dem Vergleich der Raster mit Ordnungssystemen wird deut-

lich, daß es sich um eine Strukturierung der Erdoberfläche in Form einer engen Verzahnung von Topographie und Thema handelt. Entsprechend dieser Verzahnung lassen sich dann auch eine Vielzahl themenorientierter Raster finden; genau genommen birgt jede thematische Weltkarte/Erdeilkarte im Atlas die Möglichkeit, durch Interpretation oder skizzenhafte Strukturierung (Umformung) sowie durch Kartenvergleich in diesem Sinne zu arbeiten. Oft reicht auch schon ein Blatt Transparentpapier, um etwa aus der Informationsfülle einer Karte zum Bruttosozialprodukt der Länder der Erde das weltweite Raster "arme Länder — reiche Länder" entstehen zu lassen, aus einer Karte der Rohstoff-Lagerstätten und der Verbraucherländer verschiedene Raster der Angebots-Nachfrage-Konstellation, aus einer Karte der Ernährungssituation der Erdbevölkerung die Konstellation von "satten Ländern — Hungergürtel" u.a. mehr.

Das Aufsuchen und Erstellen solcher Beispiele könnte seinen besonderen Platz am Ende der Erarbeitung einzelner Themenblöcke mit weltweit streuenden Raumbeispielen haben: die Notwendigkeit, solchen Rastern als Lehrer selbst nachzugehen bzw. sie zusammen mit den Schülern zu entwickeln und zu skizzieren, kann durchaus als unterrichtliche Chance für die Phase der Systematisierung und des Transfers, oder einfacher auch nur für eine topographisch orientierte zusammenfassende Verallgemeinerung des Themas verstanden werden. Methodische Aussagen für Unterrichtsarbeit und Selbstkonstruktion finden sich beispielsweise bei ITTERMANN (1977) oder bei BRUCKER/HASEITL (1980).

Für das Anliegen des Geographieunterrichts sind die Raster also ein raum-/flächenbezogenes Strukturierungsinstrument, das seine — im Vergleich zum reinen Merkwissen topographischer Namen — größere Leistungsfähigkeit daraus ableitet, daß es im konkreten Fall jeweils nur eine begrenzte und gefilterte Menge an topographischer Information enthält. Dieser Filter stammt aus dem jeweiligen Thema, wodurch das immer wieder für das Topographielernen geforderte Lernen in sinnvollen Sachzusammenhängen sichergestellt wird.

6.

In den folgenden Ausführungen soll der Gedanke entwickelt werden, daß der Umgang mit der Topographie im Sinne von Raster und der damit verbundenen Strukturierungsleistung nicht erst auf der "Makroebene", also bei den großräumigen/erdumspannenden Orientierungsrastern, zum Tragen kommen sollte.

Die Tatsache, daß sich beim Raster jeweils Topographie und Thema eng verschränken, daß Topographie dadurch besser lernbar (weil im Zusammenhang) und gefiltert (weil im Themenbezug) wird, und daß darüber hinaus das gesamte Beispiel eine Systematisierung unter dem Gesichtspunkt der räumlichen Ordnung erfährt: dieser Aspekt kann sein Potential auch schon auf der Ebene der einzelnen Raum-Beispiele und Themenblöcke entfalten.

Gegebenenfalls sollte hier anstelle des Begriffs des Rasters der einer 'thematisch-topographischen Strukturskizze' treten; im Anspruch sind beide vergleichbar.

An dieser Stelle sei wieder auf die Verdienste und Vorarbeiten von P. SCHÄFER verwiesen (vgl. FUCHS, 1977, 21). SCHÄFER sieht eine wichtige Nahtstelle für die unterrichtliche Vermittlung geographischer Themen/Beispiele im Herausarbeiten der dem Beispiel immanenten "räumlichen Ordnung". In Anbetracht der topographischen Vielfalt des Kontinuums im jeweiligen Fall erschließe sich dem Schüler die geographische Aussage nur durch das Zurückführen der räumlichen Wirklichkeit auf überschaubare Ordnungen und Ordnungsgebilde. Diese entstehen in der Regel als Ergebnis der thematisch-topographischen Strukturierungsbemühungen und haben meist keine Vorgaben in den seitherigen Unterrichtshilfen.

1979 greift er im Zusammenhang mit Überlegungen zur Kartenarbeit die damit verbundenen methodischen Aspekte wieder auf, indem er darlegt, daß auch bei Themen im Maßstab der Fallbeispiele und mittlerer Dimension sich die Topographie nicht in einer isolierten Kartenarbeit und einer kritiklosen Übernahme jeder Karte erschöpfen dürfe. Die Karten ließen oft die für die Schüler notwendige Strukturierung noch nicht erkennen und müßten deshalb didaktisch aufbereitet werden. Derartige Systematisierungsarbeit fördere die auf das Thema bezogene räumliche Ordnung und die darin gegebene topographisch-thematische Konstellation zutage; diese ist mit der vorne genannten topographisch-thematischen Strukturskizze weitgehend identisch.

7.

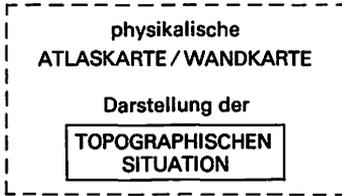
Das folgende Beispiel, das zur Erläuterung der Arbeit mit topographisch-thematischen Strukturskizzen dienen soll, knüpft an eine Vorgabe von SCHÄFER (in: Das Land Nordrhein-Westfalen/1980) an. Diese Vorgabe wird hier in den seitherigen Argumentationszusammenhang eingebaut und soll in erster Linie dazu dienen, die Konstruktionsprinzipien zu verdeutlichen und die einzelnen Schritte zu veranschaulichen, die bei der Unterrichtsarbeit zu durchlaufen sind. Kennzeichen des Arbeitsablaufs ist der Wechsel von Kartenarbeit und Eigenkonstruktion der angesprochenen Strukturskizze, wobei jeweils enge Bezüge zur methodischen Organisation der jeweiligen Unterrichtsphase bestehen.

Vorschlag für eine Phasengliederung des Arbeitsablaufs (am Beispiel: Fernwasserversorgung Ruhrgebiet):

I Kartenarbeit zur topographischen Situation im Maßstab des Themas (vgl. Abb. 1, (1)).

Hier geht es um die Verortung des Themas, um Informationen zur traditionellen Wo-Frage. Erste Namen werden genannt und Raumvorstellungen aufge-

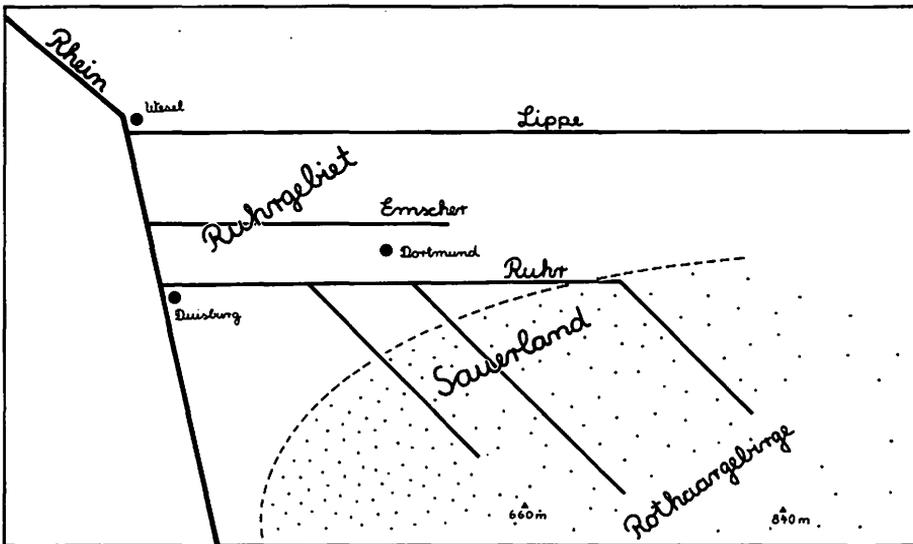
(1)



Ausgangssituation

- Karte mit der Fülle und Vielfalt der topographischen Information
- die "räumliche Ordnung" und die themenbezogene Topographie ist für den Schüler nicht ohne Strukturierung erkennbar

(2)



"GRUNDRISSLICHES BASISGEFÜGE" (Schäfer)

als Stufe der Reduktion und Elementarisierung.

Topographische Strukturierung im Sinne einer themenbezogenen Lage-Konstellation.

Abb. 1: Von der Karte zum "grundrißlichen Basisgefüge"
(Beispiel: Wasser(fern)versorgung Ruhrgebiet).

baut (Städte, Flüsse, höchste Berge, aber auch Entfernungen, Höhenunterschiede, Richtungen usw.). Die Arbeit verläuft in dieser Phase ohne den Anspruch der Fixierung der topographischen Situation oder der Erstellung eines Kanons an topographischem Merkwissen (etwa als Tafelanschrieb), allerdings werden schon erste Kenndaten herausgestellt. Der entdeckende Umgang mit der Vielfalt der topographischen Information steht hier noch im Vordergrund.

II Schritte zur topographisch-thematischen Strukturskizze (vgl. Abb. 1, (2)).

II a "grundrißliches Basisgefüge" (SCHÄFER)

"Das Basisgefüge ist eine der Bedingungen, ohne die eine Karte nicht deutbar ist. Soll sie also ei-

nen Lehreffekt ausüben, dann muß es (das Basisgefüge/Anm. v. Verf.) im Lernprozeß präsent und leicht erfaßbar sein. Ist das nicht der Fall, dann bleibt die intendierte Aussage objekthaft, isoliert. Sie leistet gerade das nicht, wozu sie aufgrund ihrer Struktur fähig wäre, nämlich sachliche und räumliche Einbindung" (SCHÄFER 1979/17).

Basisgefüge heißt für die planende Arbeit des Lehrers: Was von der topographischen Situation der Karte ist konstituierend für das Thema, wieviel Topographie brauche ich in jedem Fall?

Der daraus resultierende Vorgang ist ein solcher der Reduktion im Hinblick auf die topographische Faktenfülle und ein solcher der Elementarisierung, weil nach den für das Beispielverständnis grundlegenden topographischen Fakten gefragt wird. Das Ergebnis kann als die Herausarbeitung der topographischen "Konstellation" bezeichnet werden (vgl. dazu FUCHS 1977/16 ff); diese dient gerade durch die Reduktion dem Ziel, Raum für eine ergänzende Einordnung und Zuordnung thematischer Elemente zu schaffen. Die Skizzierung des Basisgefüges ist also nicht Selbstzweck, sondern gibt

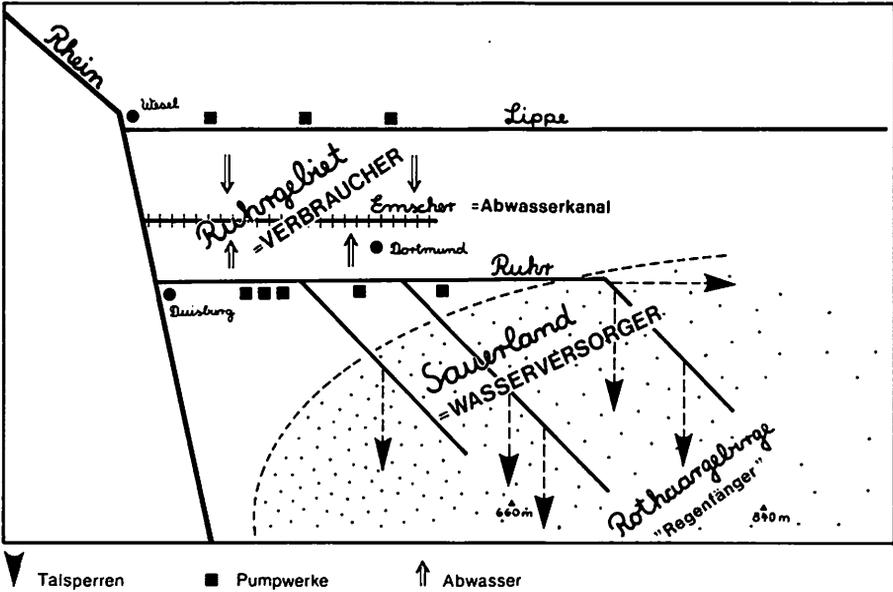
- für die topographischen Fakten: eine bessere Voraussetzung für den Aneignungsprozeß (Lernen)
- für das Einordnen in grobmaschige Raster: Anknüpfungspunkte
- für das Thema die Gewähr: daß es in seinen wesentlichen Aussagen topographisch verortet wird und daß nach der immanenten räumlichen Ordnung gefragt wird.

Die Skizze, die entsteht, hat einen bestimmten Grad an Abstraktion im Vergleich zur Karte in Phase I (1); sie wird aber dem Schüler vor allem dann keine Schwierigkeiten machen, wenn er — unterrichtsbegleitend — ihre Entwicklung miterlebt oder auch selbst mitentworfen und mitgezeichnet hat. Ist der Umgang mit diesem Typ der Darstellung erst einmal eingeübt, kann sie auch eine gute Basis für die Unterrichtsphase der Zusammenfassung und Ergebnissicherung abgeben. Sie entspricht der fachspezifischen Arbeit in jedem Fall mehr als nur ein Tafeltext.

II b "Thematisch-inhaltliche Ergänzung" (vgl. Abb. 2, (3)).

Begleitend oder erst nach Erstellung der Skizze vom Basisgefüge kann die Ergänzung um die für das Thema wichtigen Begriffe und räumlichen Fakten erfolgen. Damit entsteht die Verschränkung aus Topographie und Thema: das Gebirge (Sauerland) wird gleichzeitig zum "Versorgungsraum", das Ballungsgebiet Ruhrgebiet zum "Bedarfsraum", der Fluß Emscher zum "Abwasserkanal" usw. Die Identifikation von Raumelement und Raumelement-Bedeutung (Funktion) wird möglich, einprägsam und wechselseitig erinnerbar. Zugleich könnte dies ein Verfahren sein, das eine Alternative zum "Kanon" an topographischem Merkwissen dargestellt. War es bei einer Gleichbehandlung der länderkundlichen Topographie schwierig, einen hohen Grad an Verbindlichkeit der Auswahl zu erreichen, so bietet das Thema für die jeweilige Strukturskizze eindeutiger Kriterien.

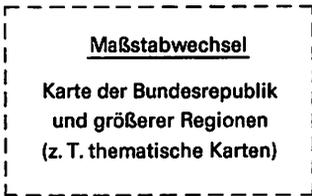
(3) Aufgabe der Strukturskizze: Verzahnung von Topographie und Thema



(4) Orientierend-erweiternde Kartenarbeit

"Wo noch"? - Die Leitfrage zur orientierenden Erweiterung.

Hier die Frage: Wo gibt es noch die Konstellation der Wasserfernversorgung städtisch-industrieller Ballungsräume?



Erweiterung topographischen Wissens mit der "Konstellation" als "Suchbild":

- Ballungsgebiete Hannover und Hamburg: Fernversorgung Harz
- Ballungsgebiet Stuttgart: Fernversorgung Bodensee und Donauried
- San Francisco: Fernversorgung Sierra Nevada

Abb. 2: Vom "grundrißlichen Basisgefüge" zur topographisch-thematischen STRUKTURSKIZZE und zur topographisch-thematischen Erweiterung

III Orientierend-erweiternde Kartenarbeit (vgl. Abb. 2, (4)).

Als Grundproblem für den Maßstab der "Feintopographie" gilt: wie komme ich vom isolierten Raumbispiel zur großräumigen Einordnung. Das gilt auch für die Arbeit mit der Strukturskizze. Diesem Problem kann man aber nun in einem abschließenden Schritt (wiederum als Kartenarbeit) auf zweierlei Weise begegnen:

— durch die Einordnung in ein vorgegebenes Grobraster, z.B. Landschaftsty-

pen/Klimazonen, orographische Gliederung eines Landes/Kontinents
— besser aber durch die Frage: Wo noch? Wo liegt noch eine vergleichbare räumliche und inhaltliche Konstellation vor; hier z.B.: Wo gibt es noch die Situation der Wasser-Fernversorgung von großstädtischen Industrie- und Ballungsgebieten?

Auf diesem Wege erfolgt dann sowohl der Versuch eines inhaltlichen Transfers auf andere Raumbeispiele (etwa die Versorgung von Hannover und Hamburg aus dem Harz, die Versorgung von Stuttgart aus dem Bodensee, oder aber die Versorgung von San Francisco aus der Sierra Nevada) als auch die Erweiterung der Topographiekennntnisse um weitere Beispielräume. In vielen Fällen kann das mit Hilfe von thematischen Karten geschehen.

Wesentlich für diese zweite Phase der Kartenarbeit nach der Erarbeitung des Themas und der Skizze ist die Hinwendung zu großräumigen physikalischen/thematischen Karten (Maßstabswechsel!).

8.

Die vorangehenden Ausführungen verstehen sich als ein Baustein zu einem Topographie-Konzept für den lernzielorientierten Erdkundeunterricht.

Sie stellen das Topographielernen in den größeren Zusammenhang des fachdidaktisch begründeten Maßstabswechsels bei den Themen/Beispielen und diskutieren das Konzept der (topographischen Orientierungs-) Raster.

Das mündet in die Frage ein, ob die in der Raster-Konzeption liegenden Möglichkeiten nicht auch außerhalb der großräumig-globalen Ebene für das Topographielernen nutzbar gemacht werden sollten: in Form der auf Beispiele anderer Maßstabs bezogenen topographisch-thematischen Strukturskizze.

Nur so kann das Mißverständnis vermieden werden, daß man mit den großräumigen Rastern das Topographieproblem scheinbar bewältigt hat, es aber tatsächlich nur auf die Ebene der Feintopographie weiterschiebt.

Schließlich soll hier für weitere Überlegungen bewußt die Frage aufgeworfen werden, wie man letztlich die kontroverse Situation bewältigen soll, die dadurch entsteht, daß die Länder/Staaten der Erde nach wie vor die gesellschafts- und informationsbedeutsamen Teilgebiete der Erde und damit grundlegende Bezugseinheiten für ein topographisches Verfügungswissen sind, ohne den Unterricht selbst wieder an ein "länderkundliches" Prinzip zu binden.

Wie für alle methodischen Ausführungen gilt auch für die Aussagen zu den Strukturskizzen, daß sie kein "Rezept" darstellen, sondern für den Bereich einer bestimmten Lernsituation folgendes leisten sollen:

- die Verdeutlichung der Elemente der Lernsituation und ihrer Struktur, so daß vergleichbare Lernsituationen (und auch ihre Probleme) wiedererkannt werden können
- die Sicherung der Assoziation zwischen Lernsituation und spezifischen Lern-

strategien

— die Bereicherung der methodischen Alternativen.

In der Frage des Topographie-Lernens und des Aufbaus eines topographischen Orientierungswissens ist allerdings die eigenverantwortliche Planung des Lehrers als Folge sowohl der Legitimations-Diskussion als auch der reduzierten Stundenzahl des Faches weiterhin in besonderer Weise gefordert.

Summary

The problem of topography in present-day geography teaching as the outcome of the didactic "change of scale".

Aspects and suggestions.

In German geography teaching the building-up of a body of topographical knowledge has for decades traditionally been achieved in conjunction with "regional geography". The examples of regional geography were the unit of reference, and this also provided the scale for topographical learning. The change in the didactics of geography, which has taken place since the Sixties, has made regional geography give way to thematic instruction in geography. Its examples — in part the result of educational psychology reasoning — are of much smaller dimensions: case studies. This implied that the traditional frame of reference for the former learning of topography, with its land by land build-up of a so-called topographical "continuum", no longer existed. Since then the new strategy of topographical learning is learning by means of topographical orientation patterns. The topography of case studies is to be arranged within these patterns. The patterns are predominantly of a global or continental nature.

This paper suggests the application of the concept of patterning to the topographical learning at the level of case studies in the form of so-called "topographical-thematic structural sketches" as well. Their most important characteristic is the conjunction of topography and theme. One example is used to develop four constituent methodological steps. In this way it is intended to indicate a way towards the meaningful learning of topography, even in the new dimension of case studies.

Translation: Dr. Anthony Hellen

Literatur

- ACHILLES, F.W. (1979): Das Europabild unserer Schüler — topographisches Wissen heute und Methoden der Vermittlung, In: *Geographie im Unterricht* 9: 289 - 306
- BAUER, L. (1976): Einführung in die Didaktik der Geographie. Darmstadt
- BRUCKER, A. u. W. HASEITL (1980): Aufbau, Vertiefung und Festigung von topographischen Grobrastern. In: *Praxis Geographie* 10 (1980) H. 8 (Topographie u. Orientierung) S. 356 - 59
- DAUM, E. u. W.-D. SCHMIDT-WULFFEN (1980): Erdkunde ohne Zukunft? Paderborn
- FICK, K.E. (1980): Erdkunde mangelhaft. In: *FAZ* v. 4.10.1978 S. 10
- FUCHS, G. (1977): Überlegungen zum Stellenwert und zum Lernproblem des topographischen Orientierungswissens. In: *Hefte zur Fachdidaktik* 1. Jg.; H. 3: 4 - 24
- ITTERMANN, R. (1977): Topographische Orientierungsmuster — Arbeitsmittel und Möglichkeiten zu ihrer Ausbildung und Sicherung. In: *Beiheft Geogr. Rdsch.* 4 (1977): 188 - 92
- KIRCHBERG, G. (1977): Der Lernzielbereich "Topographie" im geographischen Lehrplan. In: *Hefte zur Fachdidaktik* 1. Jg.; H. 3: 25 - 44
- KIRCHBERG, G. (1980): Topographie als Gegenstand und Ziel des geographischen Unterrichts. In: *Praxis Geographie* 10, H. 8: 322 - 29
- KREUZER, G. (Hrsg.) (1980): *Didaktik des Geographieunterrichts.* Hannover

- SCHÄFER, P. (o.J.): Grundriß des Erdkundeunterrichts. Bochum (Kamps Pädagogische Taschenbücher 24)
- SCHÄFER, P. (Hrsg.): Das Land Nordrhein-Westfalen. Erdkundliches Arbeitsbuch für das 4. Schuljahr. Düsseldorf (Neubearbeitung)
- SCHÄFER, P. (1979): Funktion und konzeptioneller Ansatz der Arbeit mit der Karte. In: Geographie und Schule 1; H. 2: 14 - 21
- SPELTING, W. (1980): Das Problem: Geographie in der Krise. In: BIRKENHAUER, J. u. W. SPELTING (u.a.) "Länderkunde-Regionale Geographie" München S. 5 - 40
- Verband Deutscher Schulgeographen: Zwischenbilanz. Die Geographie im Bereich der Sekundarstufe I (Klassen 5 - 10), Richtlinien und Lehrplan. In: Geogr. Rdsch. 27: 350 - 58
- Vorläufige Richtlinien Erdkunde Gymnasium/Sekundarstufe I. Köln (1978)

CARL RITTER UND ALEXANDER VON HUMBOLDT — IHR BEITRAG ZUR ENTWICKLUNG DER THEMATISCHEN KARTOGRAPHIE

mit 4 Abbildungen

LOTHAR ZÖGNER

“Was ich Ihnen nun heute mit einigen Worten zu sagen habe, ist der Wunsch, daß Sie die geographischen Erinnerungsblätter zu meinem Buche bearbeiten mögten, einen Atlas der physischen Erdkunde, etwa nach dem Muster der Versuche, die ich in dem Atlas zu meiner Reise gemacht habe: Karten für die Vertheilung der Pflanzen und Thiere über die Erde, für Meer- und Flußgebiete, für die Verbreitung der thätigen Vulkane, für Declination und Inclination der Magnetnadel, Intensität der magnetischen Kraft, für Meeresströme und Ebbe und Fluth, Luftströmungen, für Züge der Gebirge, Wüsten und Ebenen, für Verbreitung der Menschenrassen, ferner für Darstellung der Gebirgshöhen, Stromlängen usw.” 1)

ALEXANDER VON HUMBOLDT legte in diesem Brief vom 20. Dezember 1827 an HEINRICH BERGHAUS die Idee für ein thematisches Kartenwerk dar, das der Kartograph BERGHAUS verwirklichen sollte und unter dem Titel “Physikalischer Atlas” — hiermit einer Wortprägung CARL RITTERS folgend²⁾ — 1837 bis 1848 veröffentlichte. Mit diesem Atlas war ein Meilenstein in der Geschichte der thematischen Kartographie geschaffen. Die thematische Kartographie stand in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in ihrer entscheidenden Entwicklungsphase. CARL RITTER und ALEXANDER VON HUMBOLDT, die Begründer der modernen wissenschaftlichen Geographie, haben hieran ihren wesentlichen Anteil gehabt. Sie schufen die wissenschaftstheoretischen Grundlagen für die Entwicklung der thematischen Kartographie und sie setzten ihre Ideen direkt in die kartographische Darstellung um.

In CARL RITTERS theoretischen Schriften finden sich wiederholt Überlegungen zur Anwendung von kartographischen Mitteln und Ansätze zur Konzeption einer thematischen Kartographie. Er schlägt vor, “die Kunst der Graphik für die Eintragung der Zeitverhältnisse” einzusetzen,³⁾ wobei erstmals an die Isochronenkarte gedacht worden ist.⁴⁾ In seinen “Bemerkungen über Veranschaulichungsmittel räumlicher Verhältnisse bei graphischen Darstellungen durch Form und Zahl” stellt er Gedanken zur Verarbeitung von Zahlenmaterial durch eine vor allem auch qualitative graphische Erfassung und darstellende Interpretation an. Ein “Atlas der räumlichen Erdverhältnisse” sollte Größen- und Flächenverhältnisse, Landbau und weitere geographische Themen veranschaulichen.⁵⁾

RITTERS eigene Versuche zum thematischen Kartenentwurf sind zunächst eng mit seiner Lehr- und Unterrichtstätigkeit verknüpft. Eine pädagogische Zielsetzung lässt sich in dieser Zeit in Deutschland auch für andere kartographische Arbeiten mit thematisch ausgerichtetem Inhalt feststellen. Dies kann für die Karten mit wirtschaftlichen und statistischen Themen von A.W.F. CROME, dem Lehrer am Dessauer Philanthropin und Professor für Statistik und Kameralwissenschaft in Gießen, gelten. Vom Bertuchschens Verlag in Weimar wurde 1792/93 ein Schulatlas herausgebracht, der u.a. eine Anzahl stummer Länderkarten mit Wirtschaftssymbolen enthält.⁶⁾ Schließlich sind von dem an der Göttinger Universität Geographie und Geschichte lehrenden JOHANN CHRISTOPH GATTERER Karten bekannt geworden, die er um 1780 als Anschauungsmaterial für seine Vorlesungen entwickelt hatte: In vier Erdkarten sind Sachverhalte der physischen Geographie (Witterungsverhältnisse, Klassifikationen) handschriftlich eingetragen.⁷⁾

Entsprechend dem in seinem gleichzeitig verfassten Textwerk genannten Ziel, "den Leser zu einer lebendigen Ansicht des ganzen Landes, seiner Natur- und Kunstproducte, der Menschen und Naturwelt zu erheben, und dieses alles als ein zusammenhängendes Ganzes so vorzustellen, daß sich die wichtigsten Resultate über die Natur und die Menschen von selbst, zumahl durch die gegenseitigen Vergleichen, entwickelten",⁸⁾ entwarf RITTER seine "Sechs Karten von Europa".⁹⁾ Von RITTER als "ein Hülfsmittel beym Unterricht in der Erdbeschreibung", d.h. als pädagogisches Werk gedacht, erschien es 1806 im Verlag der Erziehungsanstalt Schnepfenthal.¹⁰⁾ RITTER schuf mit diesem Kartenwerk den ersten thematischen Atlas.¹¹⁾ Unter Vernachlässigung der politischen Grenzen und Staaten zugunsten des geographischen Raumes stellte er die Verbreitung geographischer Faktoren "nicht als Detail, sondern in bezug auf das Ganze" dar. Diese Betrachtungsweise und ihre Darstellung in analytischen Karten bildeten den Ausgang für neue Entwicklungen in der Kartographie.

Auf drei Karten wird die Verbreitung von Pflanzen und Tieren "geographisch nach den Climates" dargestellt. (Abb. 1) Eingetragen sind Namen und Verbreitungsgrenzen, die als punktierte Linien mit verschiedenfarbiger Kolorierung gekennzeichnet sind. Die klimatische Verknüpfung ist durch die graphische Hervorhebung der Breitengrade gegeben. Sehr deutlich wird dadurch, wie die Verbreitungsgrenzen zum Inneren des Kontinentes gegenüber den Breitengraden nach Süden abfallen.¹²⁾ Vergleichen wir gerade auch die zoologische Karte mit der 1778 erschienenen Karte von ZIMMERMANN,¹³⁾ so sehen wir bei RITTER in der Verbindung der Faktoren den grundsätzlichen Fortschritt der geographisch-themakartographischen Aussage.

Eine Karte des Atlases ist anthropogeographischen Sachverhalten gewidmet. Die Karte über die Bewohner Europas gibt zunächst eine ethnographische Gliederung der Bevölkerung, für die RITTER aber noch kaum wissenschaftlich fundierte Untersuchungen zur Verfügung standen. Zum anderen werden die Volksdichtewerte (mittlere Einwohnerzahl pro Quadratmeile) in Ziffern einge-

tragen: damit der frühe Versuch zu einer Bevölkerungsdichtekarte, wenn auch noch mit dem einfachen Mittel der Zahleneintragung. Hier wird sich dann eine entscheidende Entwicklung bis zum Administrativ-statistischen Atlas von Preußen aus dem Jahre 1828 vollziehen (s.u.).

Einen neuen Gesichtspunkt in RITTERs Kartenwerk bildete die Berücksichtigung der Dritten Dimension. Zu seiner "Tafel der Gebirgshöhen von Europa nebst ihren Vegetationsgrenzen und Luftschichten verglichen mit den Cordilleren unter dem Äquator" (Abb. 2) sind noch vier handgezeichnete Entwürfe vorhanden, die bis in das Jahr 1802 zurückreichen und uns den Werdegang veranschaulichen.¹⁴⁾ Die Höhentafel gehört zu den ersten Versuchen, die Berghöhen der Erde in einem vergleichenden, stark überhöhten Profil darzustellen. Diese Darstellungsmethode erreichte in den folgenden Jahrzehnten mit der Veröffentlichung immer neuer exakter Höhenmessungen eine erhebliche Popularität. RITTER aber hatte die Höhendarstellung mit thematischen Eintragungen verbunden: Er versuchte erstmals die Verbreitung bestimmter Faktoren in ihrer Abhängigkeit von der Höhenlage aufzuzeigen. So trägt er die Höhengrenze der Vegetation, des Feldbaus, des Waldes, der Alpenweiden, des ewigen Schnees ein, aber auch die Lage der höchsten Siedlungen, die Grenze der Höhenkrankheit und atmosphärische Zonen.

1805 bzw. 1807 wurde HUMBOLDTs bekanntes Höhenprofil der Anden mit seinen Vegetationsgrenzen veröffentlicht.¹⁵⁾ Angeregt durch HUMBOLDTs ihm gewidmete Schrift veröffentlichte GOETHE 1813 in den Allgemeinen Geographischen Ephemeriden seine idealisierte Tafel der Gebirgshöhen der Alten und Neuen Welt. 1815 entstand HUMBOLDTs zusammenfassende Darstellung über die geographische Verbreitung der Vegetations- und Kulturgrenzen in den verschiedenen Klima- und Höhenzonen.¹⁶⁾ HUMBOLDT wollte in den Profilen großer Länder die Höhe des Bodens, die Art der Gesteine, die Schneegrenzen, die Vegetation und "schließlich alles, was den Physiogeographen interessiert, der um richtig zu sehen, alles umfassen muß, weil in der Natur alles wechselseitig als Ursache und Wirkung verknüpft ist" darstellen.¹⁷⁾ Diese Form des Vegetations- und Höhenprofils hat dann in BERGHAUS' Physikalischem Atlas seine kartographische Vollendung erreicht.¹⁸⁾

Schon früh unternahm RITTER den Versuch, die räumliche Verbreitung von wirtschaftlichen Faktoren im Kartenbild darzustellen. Er knüpfte damit an die erste bekannte Karte dieser Art an, die A.W.F. CROME 1782 veröffentlicht hatte.¹⁹⁾ Sieben handgezeichnete "Produktenkarten" RITTERs aus dem Jahre 1800 sind überliefert²⁰⁾: Symbole geben die verschiedenen Produkte an, land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen sind unterschieden. Für seine Produktkunde²¹⁾, ein zentrales Thema in RITTERs geographischem Gedankengebäude und für ihn "ein nicht unwesentlicher Teil der geographischen Wissenschaft", entwickelte er die Produktenkarten räumlich und inhaltlich weiter. Zu seinem Akademievortrag am 14. April 1836 "Über eine geographische Productenkunde" legte RITTER eine Anzahl von Handzeichnungen vor. Zwei dieser Produktenkar-

ten sind später ausgeführt und veröffentlicht worden.²²⁾ In diesen Karten stellte RITTER nicht mehr nur einen augenblicklichen Zustand dar, sondern zeigte zugleich Entwicklungen auf. Die Verbreitung des Produktes wird von seiner Naturheimat über die verschiedenen Wanderungswege in eine Wanderungsheimat verfolgt. Bereits HUMBOLDTs Mexiko-Atlas (1808-1812) enthielt eine Karte über den Zug des amerikanischen Silbers durch Europa bis nach China. Produktenkarten fanden allgemeine Verbreitung und wurden auch in Atlanten aufgenommen. BERGHAUS fertigte Entwürfe für seinen Physikalischen Atlas an.²³⁾

Aus RITTERS Schülerkreis sind vor allem kartographische Leistungen gekommen, die sich auf die Erfassung und Wiedergabe der topographischen Situation, die Herstellung von Länderkarten, auf die Atlasgestaltung und -konzeption richteten.²⁴⁾ Namen wie HEINRICH KIEPERT, EMIL VON SYDWOW, J.M. ZIEGLER und HELMUTH VON MOLTKE sind hier besonders zu nennen. ADOLF BORBSTAEDT hat versucht, in einem Atlas geographisch-statistische Fakten im Sinne von RITTERS Verhältnislehre mit dem graphischen Mittel des Diagramms in die Anschauung umzusetzen. In seinem Vorwort erklärte RITTER dies als den einen möglichen Weg, demgegenüber habe BERGHAUS mit dem Physikalischen Atlas die andere Richtung ausgeführt.²⁵⁾

PHILIPP VON CANSTEIN²⁶⁾ gab 1837 eine von einem Textheft begleitete "Charte von der Verbreitung der nutzbarsten Pflanzen über den Erdkörper" heraus. Dargestellt sind die Pflanzengürtel der Erde in ihrer Abhängigkeit von den klimatischen Verhältnissen (Niederschlag und Temperatur). In Vertikalschnitten werden die Höhenzonen aufgezeigt. Ganz nach der RITTERSchen Theorie charakterisiert CANSTEIN die Vegetationsgebiete vor allem durch "Culturgewächse, da diese für das Geographische wichtig sind".

Für die Frage nach RITTERS Einfluß auf themakartographischem Gebiet vermag ein kartographisches Werk neue Hinweise zu geben, das bisher von der Forschung noch nicht beachtet wurde.²⁷⁾ Daher soll hierauf im folgenden etwas ausführlicher eingegangen werden. Es handelt sich um den "Administrativ-statistischen Atlas vom Preußischen Staate", der 1826 bei SIMON SCHROPP in Berlin erschien. Eine weitere Auflage kam 1845 heraus, für die ein Preis von 30 Th. gefordert wurde, der nur mit einer sehr kleinen Auflagenhöhe und der "Handarbeit" zu erklären ist. Die 22 Karten des Werkes sind nicht nur die ersten thematischen Karten von Preußen, sie stellen auch eine der ersten bekannten thematischen Kartenfolgen über einen einzelnen Staat dar. Zeitlich ordnet sich der nationale Atlas zwischen den Europa-Atlas RITTERS von 1806 und den thematischen Weltatlas von BERGHAUS (ab 1837) ein. Der Atlas gibt keinerlei Hinweise über Verfasser oder Urheber, ein Verfahren, das bereits auf eine ungewöhnliche Entstehung bzw. Verfasserschaft hindeutet. Das gesamte Konzept, die Betrachtung des Entstehungsumfeldes sowie die Entdeckung einer Reihe von Karten in der Kartensammlung der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, die mit dem Werk in direktem Zusammenhang stehen, lassen den Atlas in enger Verbindung mit dem Wirken CARL RITTERS sehen.

Als Grundkarte für die 22 Atlaskarten diente die "Karte des Preußischen Staates" von 1827 (weitere Auflagen sind 1836, 1839 und 1844 erschienen), die von dem Militärkartographen FERDINAND VON DOERING entworfen und gezeichnet und von dem bekannten Berliner Kupferstecher HEINRICH KLIEWER gestochen wurde. Die Karte im Maßstab 1:1 650 000 bot eine übersichtliche (Format 70 x 49 cm) und topographisch ausreichende Grundlage mit Provinz-, Bezirks- und Kreisgrenzen und einem dreifach klassifizierten Straßennetz. In der Atlasausgabe sind auf diese Grundkarte die jeweiligen neuen Blatt-Titel sowie die Legende mit evtl. Erläuterungen zu den thematischen Eintragungen aufgeklebt worden. Alle thematischen Eintragungen sind handgezeichnet. Zu dem Kartenband wurden noch das Titelblatt und ein Blatt mit statistischen Angaben hinzugefügt. Der Atlas beinhaltet Karten zum Militärwesen, zu Verwaltung, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen, Wirtschaftskarten, Verkehrskarte, Bevölkerungskarte und eine Bodenkarte.

Als graphische Mittel der thematischen Gestaltung werden hauptsächlich Positionssignaturen eingesetzt. Es sind meist geometrische Figuren; nur vereinzelt werden symbolische Signaturen für seltener vorkommende Fakten verwendet (z.B. Zweig für Botanischen Garten). Hinzu kommt die Linie als Unterstreichungselement. Flächenkolorierung wird gebraucht, um in den Wirtschaftskarten bestimmte Gebiete zu charakterisieren (z.B. Gebiete mit Leinenherstellung, wobei zwischen fabrikmäßiger und nebenerwerbsmäßig betriebener Herstellung unterschieden wird). Diese Wirtschaftskarten gehen mit der Darstellung strukturmäßiger Fakten über einfache Verbreitungskarten hinaus.

In zwei Karten wird das Flächenkolorit zur Aufstellung von Wertskalen benutzt. Karte 13 ist eine Karte der Bevölkerungsdichte. (Abb. 3) Dargestellt ist die Einwohnerzahl pro Quadratmeter in einer 17-stufigen Skala von Brauntönen mit Zuhilfenahme von Schraffierung bzw. Punktierung. Nach der Kenntnis von ROBINSON liegt hier die erste echte Choroplethenkarte mit einer Legende und festgelegter Klassifizierung vor.²⁸⁾

Auf Karte 22 wird die "Fruchtbarkeit des Bodens" in sechs Stufen dargestellt. Auch diese Karte muß als ein sehr frühes Beispiel für eine Bodengütekarte angesehen werden. Zur Klassifizierung dient eine Farbskala, die über Grüntöne nach gelb und braun verläuft (dazu Sumpfgelände blau schraffiert). Zu dieser Karte existiert ein Legendenentwurf mit anderer Farbskala, der demnach nicht zur Ausführung kam, sondern es wurde einer auch nach heutigen Vorstellungen gelungenen Farbskala der Vorzug gegeben.

Diese Entwurfskarte gehört zu einer Anzahl von Karten aus der Kartensammlung der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, die eng mit der Konzeption des Atlases verbunden zu sein scheinen. Sie stammen aus dem Besitz von CARL RITTER bzw. eine Karte befand sich im Generalstabsarchiv und trägt außerdem den Stempel CARL VON VINCKES. Es handelt sich um die Grundkarten des Atlases, die mit verschiedenen Legenden und handschriftlichen Legendenentwürfen versehen sind. So ist z.B. eine Karte als Entwurf für eine geomeditzinsche

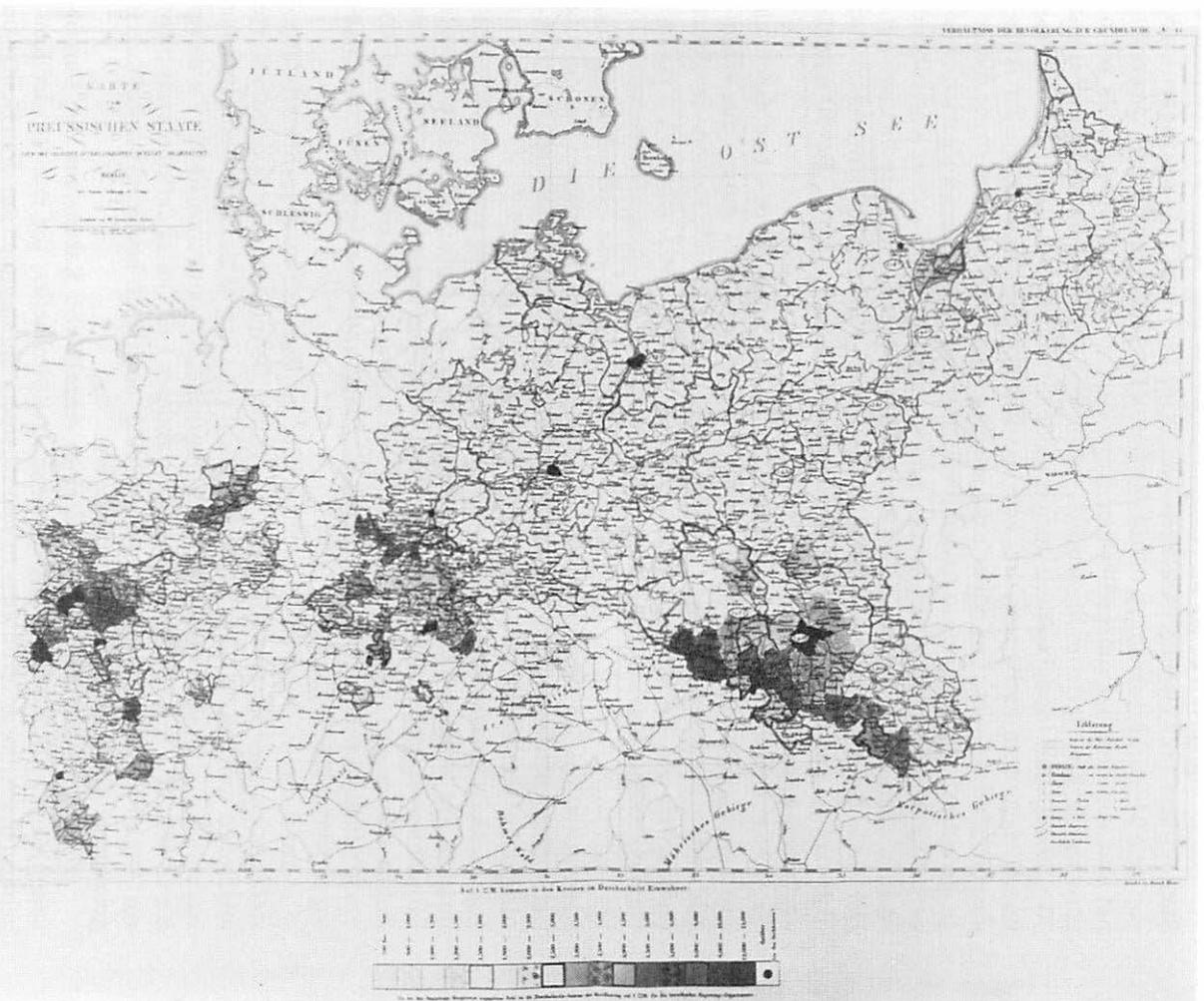


Abb. 3: Administrativ- statistischer Atlas des Preussischen Staates, Berlin 1828, Karte 13: Verhältnis der Bevölkerung zur Grundfläche, Original: 69 x 47 cm, handkolor. (Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz, Berlin)

Karte anzusehen: Signaturentwurf und der Vermerk "Cholera" in RITTERS Schrift deuten darauf hin, daß hier vielleicht das erste Auftreten der Cholera in Preußen im Jahre 1817 dargestellt werden sollte. Vorhanden ist auch der Legendenentwurf für "Fluß- und Kanalschiffbarkeit" in RITTERS Handschrift, die in dem veröffentlichten Atlas zu der Verkehrskarte Bl. 7 gehört.

Nicht zuletzt das Angebot des Generalstabs für eine Zusammenarbeit auf kartographischem Gebiet hatte RITTER bewogen, die Berufung an die Universität in Berlin anzunehmen.³⁰⁾ Ein Kreis ausgezeichneter Militärkartographen sowie das Königl. Lithographische Institut, das zu dieser Zeit dem Kriegsministerium zugeordnet war, als technische Einrichtung standen zur Verfügung. In den Karten zu RITTERS "Allgemeiner Erdkunde" hat die Zusammenarbeit ihren erfolgreichen Niederschlag gefunden. Es wäre nun durchaus denkbar, daß RITTER — vielleicht auf Wunsch und Anregung der Verwaltung — gemeinsam mit Militärkartographen ein Kartenwerk erarbeitet hat, das die wichtigsten statistischen Fakten über den Preußischen Staat für die Verwaltung und Planung kartographisch auswertet und darstellen sollte.

Eine andere Interpretation ließe sich aus RITTERS Tätigkeit an der Allgemeinen Kriegsschule ableiten.³¹⁾ RITTER lehrte hier von 1820 bis 1853 und war 1825-31 Studiendirektor des Cadettenhauses. Gerade in den Jahren 1826/27 gelang ihm die Durchsetzung seiner Pläne für eine verstärkte Ausbildung der Generalstabsoffiziere im Fache Geographie. RITTER fand hier einen Kreis engagierter und befähigter Studierender, die ihre Prägung auch unter dem Einfluß RITTERS erfahren haben. Vor allem in den Jahren bis 1830 fanden sich die Offiziere zusammen, die später selbst als Lehrer für geographische Fächer bzw. nicht ohne Erfolg auf wissenschaftlich-geographischem Gebiet tätig waren (MOLTKE, ROON, SYDOW; BORBSTAEDT und CANSTEIN wurden bereits erwähnt). Auch an den selbst kartographisch tätigen Vorgesetzten RÜHLE VON LILIENSTERN sollte in diesem Zusammenhang gedacht werden. Unter diesen hier nur kurz angedeuteten Verhältnissen besteht durchaus die Möglichkeit, daß unter der Anleitung RITTERS die Geographie-Studierenden an der Allgemeinen Kriegsschule als praktische Übungsaufgabe statistische Daten über den Preußischen Staat in Karten umsetzten. Beide hier genannten Varianten der Erarbeitung, in jedem Falle innoviert und eng verbunden mit der Person RITTERS, bieten eine Erklärung für die ursprünglich kaum vorgesehene, aber dann im kleinen Rahmen erfolgte Veröffentlichung des Kartenwerkes ohne Verfasserangabe.

Auch ALEXANDER VON HUMBOLDT'S großer Beitrag zur thematischen Kartographie ist keine Veröffentlichung mit seinem Namen: Der "Physikalische Atlas" ist das Werk von HEINRICH BERGHAUS. In diesem großen Kartographen hatte HUMBOLDT den Interpreten gefunden, der seine Ideen kongenial verwirklichen und mit seinen eigenen schöpferischen Vorstellungen anreichern und weiter ausbauen konnte. Auch Anregungen von CARL RITTER mögen in den Physikalischen Atlas eingeflossen sein. Eng waren die wissenschaftlichen Kontakte im damaligen Berlin und HEINRICH BERGHAUS' Lehrbuch der Geographie von 1830

Carte des lignes Isothermes par Mr. A. de Humboldt

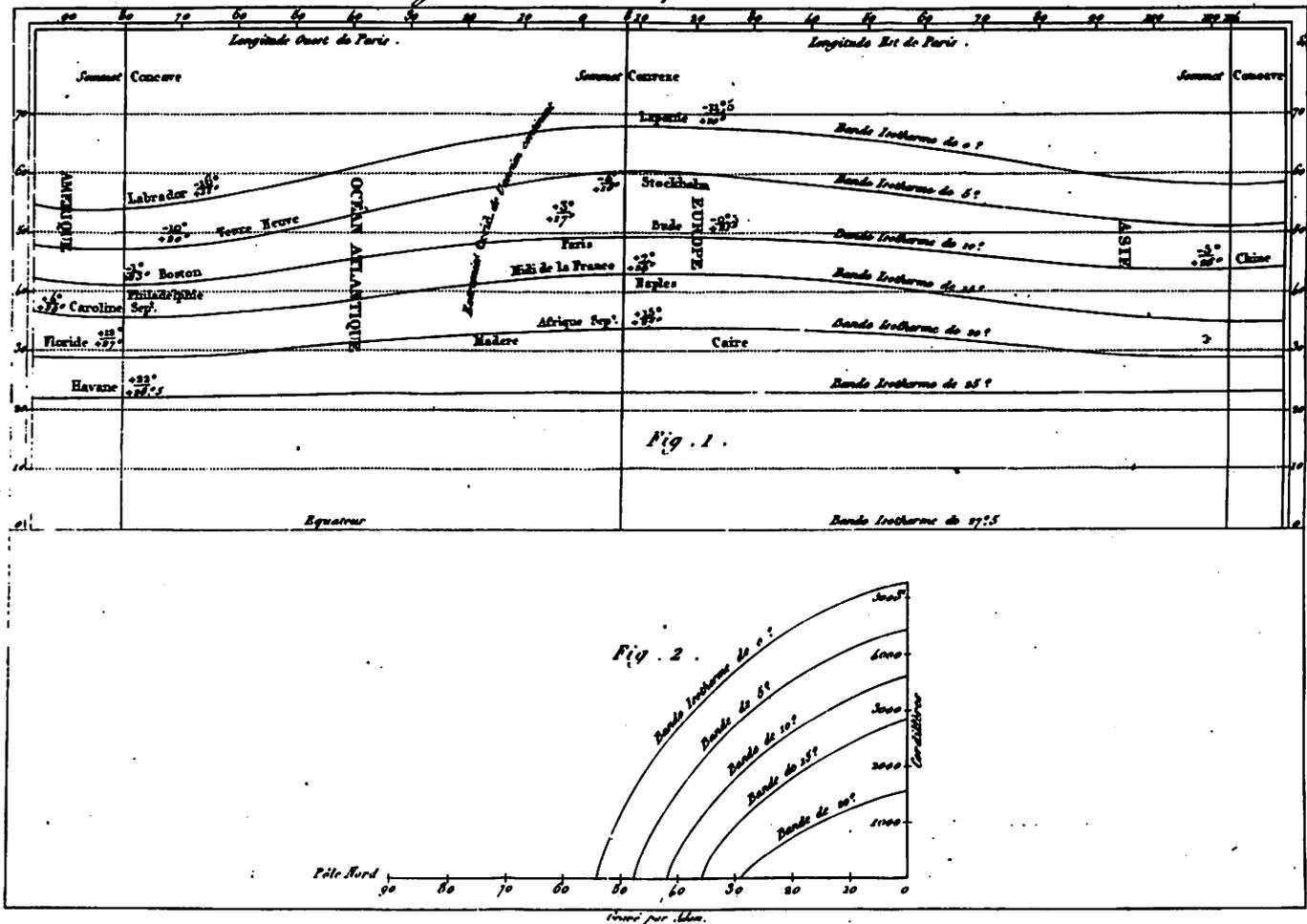


Abb. 4: ALEXANDER VON HUMBOLDT: Isothermenkarte. Original: 22 x 9,5 cm, Kupferst. (Staatsbibliothek Preussischer Kulturbesitz, Berlin)

bestand zu großen Teilen aus dem Vorlesungsmaterial RITTERS.³¹⁾

HUMBOLDT hatte von seiner amerikanischen Reise zahlreiche thematische Skizzen (v.a. geologischer Art) und reiches Beobachtungsmaterial mitgebracht. Manches davon ist in die Atlanten zu seinem Reisewerk eingegangen.³²⁾ Enthalten sind Höhenprofile, ozeanographische Eintragungen, Karten zur Pflanzengeographie. HUMBOLDTs Ansatz zur Weiterentwicklung der geographischen Karten zu geologischen Formationskarten findet ebenfalls seinen Niederschlag. Er wollte "cartes des formations" unter Verwendung von pasigraphischen Zeichen darstellen; 18 Zeichen schienen ihm zur Charakterisierung notwendig.³³⁾

Mit HUMBOLDTs Namen verbindet sich vor allem die Einführung der Isolinie in die kartographische Methodik. EDMUND HALLEYS Isogonen für den Erdmagnetismus hatten bis dahin wenig Resonanz gefunden. Erst HUMBOLDT erkannte den Wert von Isolinien für eine vergleichende Betrachtung. In seiner Isothermenkarte wendete er sie zum ersten Mal auf klimatologischem Gebiet an.³⁴⁾ (Abb. 4) HUMBOLDTs Anregungen zur Ableitung weiterer Isolinien, z.B. von Isothermen und Isochimenen, wurden im Physikalischen Atlas von BERGHAUS verwirklicht.

Der Physikalische Atlas war von HUMBOLDT als Ergänzung zu seinem Kosmos gedacht (s.o.).³⁵⁾ Die unglücklichen Verlagsbeziehungen von BERGHAUS haben einen formalen Bezug zum Kosmos letztlich verhindert. Erst in der zweiten Auflage kann sich BERGHAUS auf HUMBOLDT berufen. Während der gesamten Entstehungszeit stand ihm HUMBOLDT mit regem Gedankenaustausch und häufigen Besuchen in der Geographischen Kunstschule fördernd und beratend zur Seite. Das Atlaswerk hat von der inhaltlichen Gestaltung bis zur kartographischen Darstellungsmethode durch HUMBOLDT seine Prägung erhalten. Dies betrifft weniger die letzten Teile mit ihren anthropo-geographischen und ethnographischen Karten, die BERGHAUS zuletzt hinzufügte. Bezeichnenderweise beginnt der Atlas mit der Karte "ALEXANDER VON HUMBOLDT's System der Isotherm-Kurven in MERCATOR's Projektion"; die Abteilung Klimatologie und Meteorologie leitet anstelle der üblichen Geologie den Atlas ein. BERGHAUS stand inzwischen ein reiches Quellenmaterial für seine Karten zur Verfügung. Die schnelle Entwicklung in den Wissenschaften in dieser Zeit und der Beginn systematischer Beobachtungsreihen gehen nicht zuletzt auch auf HUMBOLDTs Initiativen zurück. So konnten beispielsweise die Karten über den tellurischen Magnetismus von der durch HUMBOLDT angeregten weltweiten Errichtung geomagnetischer Stationen gewinnen. Mit dem Physikalischen Atlas wurden die Bestrebungen einer ganzen Entwicklungsepoche zusammengefasst und die Grundlagen für die weitere Entwicklung einer thematischen Kartographie gelegt.

Summary

Subject is the development of early thematic cartography in Germany under the influence of CARL RITTER and ALEXANDER VON HUMBOLDT, the founders of modern scientific geography. It was C. RITTER who had, in 1806, with his "Sechs Karten von Europa" made the first thematic atlas. In RITTERS

circle there originated the "Administrativ-statistischer Atlas des Preußischen Staates" (1828), which is explained in some detail. Finally the author deals with A. v. HUMBOLDT's contributions to thematic cartography, especially the application of isolines (HUMBOLDT's Map of Isothermal Lines) and the "Physikalischer Atlas" 1837- 1848 executed by HEINRICH BERGHAUS and conceived as a supplement to HUMBOLDT's "Kosmos".

Anmerkungen

- 1) Briefwechsel ALEXANDER VON HUMBOLDTS mit HEINRICH BERGHAUS aus den Jahren 1825-1858. Bd.1.Leipzig 1863. S. 117 ff.
- 2) ENGELMANN, GERHARD: HEINRICH BERGHAUS. Der Kartograph von Potsdam. - Halle 1977. (Acta Historica Leopoldina, 10) S. 120.
- 3) RITTER, CARL: Über das historische Element in der geographischen Wissenschaft. In: Abhandl. der Königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Histor.-philol. Abh. a. d. Jahre 1833. Berlin 1835. S. 41-67.
- 4) ECKERT, MAX: Die Kartenwissenschaft. Bd. I. Berlin, Leipzig 1921. S. 36
- 5) RITTER, CARL: Bemerkungen über Veranschauligungsmittel räumlicher Verhältnisse bei graphischen Darstellungen durch Form und Zahl. In: Abhandl. der Königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. Abh. d. hist.-phil. Kl. a. d. Jahre 1828. Berlin 1831. S. 213-232.
- 6) GASPARI, ADAM CHRISTIAN: Neuer methodischer Schul-Atlas. Entw. v. F.L. GÜSSEFELD. Cur-sus 1.2.-Weimar 1792.- Vgl. FICK, KARL E.: Die kartographische Darstellung wirtschaftsgeographischer Sachverhalte im 18. Jahrhundert. Anmerkungen zu Arbeiten M. SEUTTERS und des Geographischen Institutes in Weimar. In: Geogr. Zeitschr. 59, 1971, S. 131-139.
- 7) Vgl. PLEWE, ERNST: Ein verschollener Atlas von JOHANN CHRISTOPH GATTERER. In: Petermanns Geogr. Mitt., 86, 1940. S. 393-399. - PLEWE beschreibt eine gebundene Kartensammlung von 31 Karten. Die vier thematischen Erdkarten befinden sich einzeln im Bestand der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Berlin.
- 8) RITTER, CARL: Europa, ein geographisch-historisches statistisches Gemälde für Freunde und Lehrer der Geographie. 2 Bde. Frankfurt am Main 1804, 1807. Vorrede, S.V.
- 9) Sechs Karten von Europa mit erklärendem Text. Von CARL RITTER.. Karten gestochen von GERHARD: CARL, RITTERS "Sechs Karten von Europa". In: Erdkunde 20, 1966, S. 104-110. Erläuterungen. 2. Ausgabe zusätzlich mit der Karte: Oberfläche von Europa als ein Bas-Relief. Tafel I erschien bereits als Vorveröffentlichung mit dem Stecherdatum 1804.
- 10) Eine Auflage von 1813, die Plott in seiner Ritter-Bibliographie verzeichnet (PLOTT, ADALBERT: Bibliographie der Schriften CARL RITTERS. - In: Die Erde, 94, 1963, S. 13-36) ist nicht nachweisbar und hat wohl auch nicht existiert. Eine neue Auflage ist erst 1820 erschienen. 1829 gab DENAIX eine französische Fassung heraus; er beruft sich in seinem Vorwort zwar ausdrücklich auf RITTER, läßt aber auch BUACHE nicht unerwähnt. RITTER hat diese Fassung niemals anerkannt.
- 11) Eine Analyse der Quellenlage und der kartographischen Vergleichsmaterialien gibt ENGELMANN, GERHARD: CARL, RITTERS "Sechs Karten von Europa". In: Erdkunde 20, 1966, S. 104-110.
- 12) PLEWE stellt fest, daß diese Karten RITTERS A.v. HUMBOLDTS späteres Bild vom Verlauf der Jahresisothermen um 13 Jahre vorweg nehmen. - S. PLEWE, ERNST: CARL RITTER, 1779-1859. Leben und Wirken des Begründers der Geographie als Hochschulfach. In: Mannheimer Geogr. Arbeiten H. 16, 1982, S. 20.
- 13) ZIMMERMANN, EBERHARD AUGUST WILHELM: Tabula mundi geographico zoologica. AUGUST WILHELM KNOCH del. (ca. 1 : 30 000 000) 65 x 47 cm, Kupferst., kol. In: ZIMMERMANN, Geographische Geschichte des Menschen Bd. 3. Leipzig 1783.

- 14) Sammelband mit handschriftlichen Entwürfen von C. RITTER zu den "Sechs Karten von Europa" in der Kartensammlung der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Berlin. Vgl. auch ZÖGNER, LOTHAR: Die CARL-RITTER-Ausstellung in Berlin — eine Bestandsaufnahme. In: CARL RITTER — Geltung und Deutung. Hrsg. v. KARL LENZ. Berlin 1981. S. 218 ff.
- 15) HUMBOLDT, ALEXANDER VON: Géographie des Plantes équinoxiales. Tableaux physique des Andes et Pays voisins. Kartenanhang zu: HUMBOLDT, A. v. u. AIMÉ BONPLAND: Essai sur la Géographie des Plantes. Paris u. Tübingen 1807.
- 16) HUMBOLDT, ALEXANDER VON: De distributionem geographica plantarum secundum coeli temperiem et altitudinem montium. Paris und Lübeck 1817. Mit Tafel: Geographiae plantarum lineamenta. (1815).
- 17) Nach BECK, HANNO: ALEXANDER VON HUMBOLDT's "Essay de Pasigraphie, Mexico 1803/04. In: Forschungen u. Fortschritte 32, 1958, S. 34.
- 18) Umriss der Pflanzengeographie, 1838. Bl. 1 in der Abth. 5, Pflanzengeographie.
- 19) CROME, A.W.F.: Neue Carte von Europa welche die merkwürdigsten Producte und vornehmsten Handelsplätze nebst den Flächen-Inhalten aller Europäischen Länder in deutschen Quadrat-Meilen enthält. Dessau 1782.
- 20) Produktkarten von Bayern, Böhmen, Franken, Niedersachsen, Oberrheinkreis, Schwaben. Handzeichnungen in der Kartensammlung der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Berlin.
- 21) Vgl. PLEWE, ERNST: CARL RITTERS Produktkundliche Monographien im Rahmen seiner wissenschaftlichen Entwicklung. In: Geographische Zeitschr. 1979, S. 12-28.
- 22) Verbreitungs-Sphaere des Zuckerrohrs in der Alten Welt. Entw. v. CARL RITTER, bearb. v. HEINRICH MAHLMANN; ca. 1: 31 000 000, 57 x 40 cm, ZIEGLER, JAKOB MELCHIOR: Karte über die geographische Verbreitung des Kamels nach einer Handzeichnung von CARL RITTER reducirt und vermehrt mit der geographischen Verbreitung der Dattelpalme (*Phoenix dactylifera*) zu RITTERS Erdkunde, Bd. XIII, pag. 609-858. Winterthur o.J. 1: 20 000 000.
- 23) Vgl. ENGELMANN, GERHARD: CARL RITTERS Produktkarten 1800-1836. In: Internationales Jahrbuch für Kartographie 6, 1966, S. 41-46.
- 24) Vgl. ZÖGNER, LOTHAR: CARL RITTER in seiner Zeit. Ausstellungskatalog der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz, Berlin 1979; KRETSCHMER, INGRID: Der Einfluß CARL RITTERS auf die Atlaskartographie des 19. Jahrhunderts. In: CARL RITTER — Geltung und Deutung. Hrsgg. v. KARL LENZ. Berlin 1981. S. 165-189.
- 25) BORBSTAEDT, ADOLF: Allgemeine geographische und statistische Verhältnisse in graphischer Darstellung. Mit einem Vorwort von CARL RITTER. Berlin 1846. Vgl. auch ZÖGNER, LOTHAR, a.a.O., 1979, S. 59.
- 26) PHILIPP VON CANSTEIN (1804-1877) gehörte seit 1826 dem Cadettenkorps an und lehrte dann an der Allgemeinen Kriegsschule Geographie. Er veröffentlichte außerdem 1835 eine "Anleitung, die physischen Erdräume mittelst einfacher Constructionen aus freier Hand zu entwerfen", mit der er ebenfalls einen Gedanken RITTERS aufgriff.
- 27) Der Atlas wurde 1979 in einer Ausstellung präsentiert. Er fand danach zum ersten Mal in der Fachliteratur Erwähnung bei ROBINSON, ARTHUR H.: Early thematic mapping in the history of cartography. Chicago, London 1982.
- 28) ROBINSON, ARTHUR H., a.a.O., S. 113.
- 29) CARL VON VINCKE (1800-1869) Absolvent der Allgemeinen Kriegsschule 1822-24; Generalstabs-offizier und Freund HELMUTH VON MOLTKE.
- 30) Vgl. zu folgendem ZÖGNER, LOTHAR, a.a.O., 1979, S. 59 ff.
- 31) S. BECK, HANNO: Die Streitfälle FRÖBEL — RITTER und PESCHEL — KLÖDEN. In: Petermanns Geogr. Mitt. 1961, S. 105-118.

- 32) Atlas géographique et physique du Nouveau Continent. Paris 1814-1834; Atlas géographique et physique du Royaume de la Nouvelle-Espagne. Paris 1811.
- 33) Hierüber handelt HUMBOLDT in einem in der Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz vorliegenden Manuskript "Essay de Pasigraphie". — Hierzu BECK, HANNO: ALEXANDER VON HUMBOLDTS "Essay de Pasigraphie, Mexico 1803/04". In: Forschungen und Fortschritte 32, 1958, S. 33-39.
- 34) HUMBOLDTS Abhandlung: Des lignes isothermes et de la distribution de la chaleur sur le globe (in: Mémoires de physique et de chimie de la Société d'Arcueil, 1817, S. 462-602 enthält keine Karte. Diese erschien erst zu dem Auszug: Sur les lignes isothermes (Extrait) in: Annales de chimie et de physique, Paris 1817, S. 110-115.
Vgl. ROBINSON, A.H. und WALLIS, H.: Humboldt's Map of Isothermal Lines: A milestone in Thematic Cartography. In: Cartographic Journal 1967, S. 119-123.
- 35) Vgl. ENGELMANN, G.: Der physikalische Atlas des HEINRICH BERGHAUS. In: Internationales Jahrbuch für Kartographie 4, 1964, S. 153-161.

VERÖFFENTLICHUNGEN VON WILHELM LAUER

1. Hygrische Klimate und Vegetationszonen der Tropen mit besonderer Berücksichtigung Ostafrikas. *Erdkunde* V/4, Bonn 1951, 284-293
2. Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln. *Bonner Geogr. Abh.* 9, Bonn 1952, 1-98
3. Zusammenfassender Bericht über das gleiche Thema. *Dissertations-Jb. der Math.-Nat. Fak. d. Univ. Bonn für das Jahr 1950*, Bonn, 153-157
4. L'indice xéothermique. (Zur Frage der Klimaindices) *Erdkunde* VII/1, Bonn 1953, 48-52
5. Formen des Feldbaus im semiariden Spanien - dargestellt am Beispiel der Mancha. *Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel*, XV/1, Kiel 1954, 80 S.
6. Las formas de la vegetación de El Salvador. *Comunicaciones del Instituto Tropical de Investigaciones Científicas*, III/1, San Salvador 1954, 41-45
7. Zentralamerika. Bericht über eine Forschungsreise 1953-54. *Erdkunde* VIII/3, Bonn 1954, 207-212
8. Wirtschaftskarte: Mittelamerika. *Der Große Herder*, Bd. 6, Freiburg 1955
9. Vegetación de El Salvador (mit Karte). *Atlas de El Salvador*; hrsg. v. Ministerio de Economía. Dir. de Estadística y Censos, San Salvador 1955, 30-31
10. Der San Vicente. *Geogr. Skizze eines mittelamerikanischen Vulkans. Mitt. d. Geogr. Ges. Hamburg*, Bd. 52, Hamburg 1955, 71-103
11. Vegetation, Landnutzung und Agrarpotential in El Salvador (Zentralamerika). *Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel*, XVI/1, Kiel 1956, 98 S.
12. Problems of Subclassification and Methods of their Delineation of Tropical Climates. *Abstracts of Papers, XVIIIth Int. Geogr. Congress, Rio de Janeiro 1956*, S. 65
13. Esbozo geográfico del volcán San Vicente (El Salvador). *Comunicaciones del Instituto Tropical de Inv. Cient.* V/4, San Salvador 1956, 105-125
14. Rasgos Geográficos de la Zona forestal de Chile. *Silvicultura Chilena Actual*, Temuco (Chile) 1957, 3-11
15. Agrarklimatologie und Landwirtschaft. *Climatología agraria y agricultura. Tagungsbericht des Bundes der Landwirte, Puerto Varas (Chile) 1957*, 19-22, 49-52
16. Länderberichte Nicaragua, Costa Rica und Panamá mit Wirtschaftskarte von Mittelamerika und Westindien. *Großer Herderatlas*, Freiburg 1958, 215, 246/47, 436/37, 458/60
17. El clima de Chile, representado por un nuevo mapa climático. *Publicaciones de la Universidad Austral. Sección Geografía y Geología. Manuskript*, Valdivia 1958
18. Einführung zu GÜNTHER KUNKEL, Meteorologisch-mikro-klimatologische Beobachtungen in Valdivia (Südchile). *Abh. d. Dt. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Kl. f. Chemie, Geologie, Biologie*, Berlin 1959, 1959/5

19. Klimatische und pflanzengeographische Grundzüge Zentralamerikas. Erdkunde XIII/4, Bonn 1959, 344-354
20. Outlines of the Plant Geography in Central America. Abstracts of Papers, XIXth Int. Geogr. Congress, Stockholm 1960, 170/171
21. Probleme der Vegetationsgliederung auf der mittelamerikanischen Landbrücke. Tagungsber. u. wiss. Abh. d. 32. Dt. Geogr.-Tages in Berlin 1959, Wiesbaden 1960, 123-132
22. Klimadiagramme. Gedanken und Bemerkungen über die Verwendung von Klimadiagrammen für die Typisierung und den Vergleich von Klimaten. Erdkunde XIV/3, Bonn 1960, 232-242
23. Mittelamerika. Handwörterbuch der Sozialwissenschaften. 34. Lfg., Göttingen 1960, 381-392
24. Die Typisierung der Tropenklimate nach der Zahl der humiden bzw. ariden Monate. Comptes Rendus de XVIII. Congrès Int. de Géographie, Rio de Janeiro 1956; Rio de Janeiro 1960, 533-542
25. Tipos de cultivo en la España semiárida ilustrados con el ejemplo de la Mancha. (spanische Fassung von 5) Estudios Geográficos, Vol. XXI, Madrid 1960, 509-527
26. Oskar Schmieder - zu seinem 70. Geburtstag. Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Bd. XX, Kiel 1961, 9-14
27. Wandlungen im Landschaftsbild des südchilenischen Seengebietes seit Ende der spanischen Kolonialzeit. Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Bd. XX, Kiel 1961, 227-276
28. Chile: Geographische Probleme eines lateinamerikanischen Entwicklungslandes. Sitzungsber. d. Ges. z. Beförd. d. ges. Naturwiss. zu Marburg, Bd. 83/84, Marburg 1962, 202-239
29. Im Hochland von Puebla-Tlaxcala (Mexiko). 10 Jahre Deutsch-Ibero-Amerikanische Gesellschaft, Frankfurt/Main 1964, 60-68
30. Die Bevölkerungs- und Wirtschaftsstruktur Zentralamerikas. Geogr. Taschenbuch 1964/65, Wiesbaden 1965, 213-236
31. Bacharach und Oberwesel. Ber. z. Dt. Landeskunde, Bd. 33/1, Bad Godesberg 1964, 12-13, 105-106
32. Estudios fitogeográficos como base para la planeación agraria en los trópicos. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana. Tomo II, Mexico 1966, 118-140
33. Marburg und Umgebung. Ein landeskundlicher Exkursionsführer. (Hrsg., Vorwort) Marburg 1966, 2. Aufl. 1967
34. Südamerika. Erdkundliches Lehrbuch zum Diercke Weltatlas. Band Amerika. Braunschweig 1968, 80 S.
35. Die Pampa - Ein Klimagebiet beiderseits der Trockengrenze? Erdkunde XXII/2, Bonn 1968, 155-159
36. Physical and Ecological Balance in Tropical Central America. Abstract of Paper No. 309; 21st Inst. Geogr. Congress in New Delhi (India) 1968, S. 133

37. Vorwort zu Beiträgen der Rheinischen Landeskunde. Rheinische Heimatpflege, N.F. III (Juli-Sept.), 1968, S. 181
38. Gestalt und Gesicht Mexikos. Das Parlament Nr. 38/39 v. 18.9.1968, 10-11
39. Die Glaziallandschaft des südchilenischen Seengebietes. Acta Geographica 20, No. 16, Helsinki 1968, 215-236
40. Problemas de la división fitogeográfica en America Central. In: Geocology of the mountainous regions of the tropical America. Coll. Geogr., Bd. 9, Bonn 1968, 139-156
41. Bericht über den 21. Int. Geographen-Kongreß in New Delhi v. 1.12. bis 8.12.1968; als Manuskript veröffentlicht, Deutschlandfunk, 27. Januar 1969, 16 S.
42. Johannes Justus Rein. Coll. Geogr., Bd. 10, Bonn 1969, 9-12
43. Bericht über den 37. Dt. Geographentag Kiel 1969 v. 20. bis 26. Juli 1969, als Manuskript veröffentlicht, Deutschlandfunk, 4.8.1969, 13 S.
44. Naturgeschehen und Kulturlandschaft in den Tropen - Beispiel Zentralamerika. Tübinger Geogr. Studien. Beiträge zur Geographie der Tropen und Subtropen. Heft 34 (Sonderband 3), Festschr. für Herbert Wilhelmy, Tübingen 1970, 83-105
45. El Proyecto Mexicano-Alemán de Investigación Científica en la Region Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones del Proyecto Puebla-Tlaxcala, 1/1970, Puebla 1970, 1-3
46. Carl Troll zum 70. Geburtstag. Argumenta Geographica. Festschrift CARL TROLL, Coll. Geogr. Bd. 12, Bonn 1970, 11-17
47. Naturwissenschaftliche Arbeiten im Rahmen des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Deutsche Geographische Forschung in der Welt von heute. Festschr. f. Erwin Gentz, Kiel 1970, 29-38
48. Westermann Lexikon der Geographie (ein Literaturbericht). Erdkunde XXV/1, Bonn 1971, 70-71
49. Antrittsrede in der Akademie der Wissenschaften und der Literatur zu Mainz. Jahrbuch 1971 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Wiesbaden 1971, 58-59
50. zus. mit TONI BREUER: Wettersatellitenbild und klimaökologische Zonierung. Ein kritischer Beitrag zur Bedeutung des Satellitenbildes für geographische Fragestellungen am Beispiel Tropisch-Westafrikas. Erdkunde XXVI/2, Bonn 1972, 81-98
51. Stand des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Informationsdienst der ADLAF 7/1, Hamburg 1972, 21-23
52. zus. mit J. BÄHR und W. GOLTE: Forschungsschwerpunkte der ADLAF: Entwicklungsprobleme im außertropischen Lateinamerika in historischer, geographischer und regionalpolitischer Sicht. Informationsdienst der ADLAF 7/2, Hamburg 1972, 5-12

53. Problemas climato-ecológicos de la vegetación de la región montañosa oriental mexicana (mit: "mapa preliminar de los tipos ecológicos de la vegetación 1:1000000" von W. LAUER und H.-J. KLINK). Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala 7, Puebla (Pue.) 1973, 37-46
54. Introducción zu: Comunicaciones 7: Proyecto Puebla-Tlaxcala, Puebla (Pue.) 1973, p. 1
55. zus. mit E. STIEHL: La clasificación del clima en la región Puebla-Tlaxcala (mit: "mapa preliminar 1:500000"). Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala 7, Puebla (Pue.) 1973, 31-35
56. zus. mit H.-J. KLINK: Mapa de tipos ecológicos de la vegetación en la región de Puebla-Tlaxcala 1:500000. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala 7, Puebla (Pue.) 1973
57. 10 Jahre Mexiko-Projekt. Forschungsarbeiten in Mexiko. Mitt. d. Dt. Forschungsgem. 1, Bonn 1973, 10-21
58. Diez años de investigación científica en la región Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala 8, Puebla (Pue.) 1973, 9-14
59. Zusammenhänge zwischen Klima und Vegetation am Ostabfall der mexikanischen Meseta (mit Karte 1:1000000, LAUER/KLINK). Erdkunde XXVII/3, Bonn 1973, 192-213
60. zus. mit H.-J. KLINK und H. ERN: Erläuterungen zur Vegetationskarte 1:200000 des Puebla-Tlaxcala-Gebietes (Karte: Ökologische Vegetationstypen im Puebla-Tlaxcala-Gebiet 1:200000). Erdkunde XXVII/3, Bonn 1973, 225-229
61. zus. mit E. STIEHL: Hygrothermische Klimatypen im Raum Puebla-Tlaxcala (Mexiko). Erläuterungen zu einer Klimatypenkarte 1:500000. Erdkunde XXVII/3, Bonn 1973, 230-234
62. Vorwort zu: W. GOLTE: Das südchilenische Seengebiet. Bonner Geogr. Abh., Bd. 47, Bonn 1973, V/VI
63. The Altitudinal Belts of the Vegetation in the Central Mexican Highlands and their Climatic Conditions. Arctic and Alpine Research, Vol. 5, No. 3, Pt. 2, Boulder 1973, 99-113
64. Nature Process, Ecological Balance and Cultural Landscape in the Tropics: Central America as an Example. Proceedings of the Commission on Regional Aspects of Development of the International Geographical Union, Vol. I, Hayward, Cal. 1974, 473-500
65. Interdisziplinäre Forschung am Beispiel des Mexiko-Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Vortrag gehalten am 21.2.1974 in Zürich. Zusammenfassung in: Zur Theorie der Geographie. Beiheft zu Geographica Helvetica 2/3 1974, 29/30.
66. Geleitwort zur Festschrift Maximilian Steiner. Decheniana, Verh. d. Naturhist. Ver. d. Rheinl. und Westf., Bd. 127 (1974), Bonn 1975
67. zus. mit J. BÄHR und W. GOLTE: Verstädterung in Chile. Ibero-Amerikanisches Archiv N.F., Jg 1, H. 1, Berlin 1975, 3-38

68. Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. zu Mainz, Nr. 3, Wiesbaden 1975, 5-52
69. zus. mit D. KLAUS: The Thermal Circulation of the Central Mexican Meseta Region within Influence of the Trade Winds. Arch. Met. Geoph. Biokl., Serie B, 23/4, Wien 1975, 343-366
70. zus. mit D. KLAUS: Geoecological Investigations of the Timberline of Pico de Orizaba, Mexico. Arctic and Alpine Research, Vol. 7, No. 4, Boulder, Colorado, 1975, 315-330.
71. Carl Troll (Nachruf). Decheniana 129, Bonn 1976, 1/2 zugleich (veränderter Text) Nachr. d. Ges. f. Ökologie 2/1976, S. 8
72. Carl Troll - Naturforscher und Geograph. Erdkunde 30/1, Bonn 1976, 1-9
73. Klimatische Grundzüge der Höhenstufung tropischer Gebirge. Tag.-Ber. und wiss. Abh., 40. Dt. Geogr.-Tag Innsbruck 1975, Wiesbaden 1976, 76-90
74. zus. mit TONI BREUER: Das Wettersatellitenbild. Beispiele seiner geographischen Aussagemöglichkeiten. Forsch.-Ber. d. Landes Nordrhein-Westfalen. Nr. 2556. (Westdeutscher Verlag) Opladen 1976, 101 S.
75. Some results of recent investigations on the timberline of the Central Mexican volcanoes. Abstract of paper, 23. Int. Geogr. Congress, Moscow 1976. (Masch.Schr. 4 S.), russ. Fassung in: Vysokogornaja Geoekologija, Moskwa 1976. Geogr. Inst. d. Akad. Nauck der UdSSR, 94-97
76. Puebla-Tlaxcala. Ein interdisziplinäres Forschungsprojekt. Bemerkungen zur Bibliographie 1964-1976, S. V-VII. Spanische Fassung: Puebla-Tlaxcala. Un proyecto mexicano-alemán de investigación científica interdisciplinaria. Observaciones acerca de la bibliografía 1964-1976, IX-XI; in: Bibliographie (Bibliografía) (1964-1976), 51 S. (hrsg. v. W. LAUER). Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1976
77. Landflucht und Verstädterung in Lateinamerika. Eine Einführung. Geogr. Zeitschr., Beihefte, Erdkundl. Wiss., H. 42, Wiesbaden 1976, p. XI-XVII
78. zus. mit J. BÄHR und W. GOLTE: Urbanización en Chile. Resumen y conclusiones. Landflucht und Verstädterung in Chile. Geogr. Zeitschr., Beihefte, Erdkundl. Wiss., H. 42, Wiesbaden 1976, 119-149
79. Zur hygischen Höhenstufung tropischer Gebirge. (STOLI-Festschrift). Biogeographica VII, The Hague 1976, 169-182
80. Nachruf auf Carl Troll. Jahrbuch 1975 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag Wiesbaden 1976, 71-74
81. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). Jahrbuch 1975 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz. Franz Steiner Verlag Wiesbaden 1976, 114-118
82. Deutsche Lateinamerikaforschung. Jahrbuch Stiftung Preußischer Kulturbesitz XII - 1974/1975. Berlin 1976, 71-86

83. zus. mit P. FRANKENBERG: Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. *Erdkunde* 31/1, Bonn 1977, 1-15
84. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). *Jahrbuch 1976 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz*. Franz Steiner Verlag Wiesbaden 1977, 101-110
85. zus. mit E. JÁUREGUI und D. KLAUS: Estimación de la evaporación y evapotranspiración potencial del centro de México. *Recursos Hidráulicos*, Vol. VI, Núm. 1, 1977, 11-26
86. zus. mit D. KLAUS: Características de la temperatura en una altiplanicie tropical - el valle de Puebla-Tlaxcala. *Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala* 14, Puebla (Pue.) 1977, 1-8
87. Carl Troll - 24.12.1899 bis 21.7.1975. - Ansprache anlässlich der Trauerfeier am 25. Juli 1975 auf dem Poppelsdorfer Friedhof in Bonn. *Geogr. Taschenbuch 1977/78*, 1977, 176-178
88. *Klimatologie*. (Das Geographische Seminar). 9. verb. Aufl. von R. SCHERHAG, J. BLÜTHGEN, W. LAUER. Braunschweig 1977. Neubearbeitung der Kapitel: Der Einfluß des Klimas auf den Menschen (135-145); Die Umgestaltung des Klimas durch den Menschen (146-164) sowie Anhang (183-185; 189-204)
89. zus. mit H.-J. KLINK (Hrsg.): *Pflanzengeographie. Wege der Forschung* Bd. CXXX, *Wiss. Buchges. Darmstadt*, Darmstadt 1978, 573 S.
90. zus. mit H.-J. KLINK: Gegenstand und Fragestellungen der Pflanzengeographie. Eine Einführung. *Pflanzengeographie - Wege der Forschung* Bd. CXXX, *Wiss. Buchges. Darmstadt*, Darmstadt 1978, 1-21; *Literatur zur Einleitung, Literaturauswahl und Register*, 543-573
91. zus. mit H.-J. KLINK: Die räumliche Anordnung der Vegetation im östlichen Hochland von Zentralmexiko. *Pflanzengeographie - Wege der Forschung* Band CXXX, *Wiss. Buchges. Darmstadt*, Darmstadt 1978, 472-506
92. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). *Jahrbuch 1977 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz*, Franz Steiner Verlag Wiesbaden 1978, 125-134
93. *Ökologische Klimatypen am Ostabfall der mexikanischen Meseta*. Erläuterungen zu einer Klimakarte 1 : 500000. *Erdkunde* 32/2, Bonn 1978, 101-110
94. zus. mit P. FRANKENBERG: Untersuchungen zur Ökoklimatologie des östlichen Mexiko. Erläuterungen zu einer Klimakarte 1 : 500000. *Coll. Geogr.*, Bd. 13, Bonn 1978, VII-X und 1-134
95. zus. mit E. JÁUREGUI und D. KLAUS: On the Estimation of Potential Evaporation and Evapotranspiration in Central Mexico. *Coll. Geogr.*, Bd. 13, (hrsg. von W. LAUER), Bonn 1978, 163-190 (englische Fassung von Nr. 85)
96. *Timberline Studies in Central Mexico*. *Arctic and Alpine Research*, Vol. 10, No. 2, Boulder 1978, 383-396
97. *Tipos ecológicos del clima en la vertiente oriental de la meseta mexicana*. Comentario para una carta climática 1 : 500000 (apéndice). *Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala* 15, Puebla (Pue.) 1978

98. zus. mit C. TROLL (Hrsg.) Erdwissensch. Forsch., Bd. XI: Geoökologische Beziehungen zwischen der temperierten Zone der Südhalbkugel und den Tropengebirgen. Steiner Verlag, Wiesbaden 1978 (darin: Vorwort (Preface)), p. V-VIII; sowie: Abstract of Paper zu C. TROLLs Vortrag über: The Asymmetrical Structure of the Earth's Climate and Landscape and the Geocological Relations between the Southern Hemisphere's Temperate Zone and the Tropical High Mountains, p. 1-9; sowie: Abstract of Paper zu C. TROLLs Vortrag über: *Polylepis - Hagenia - Leucosidea*. p. 561-563
99. zus. mit P. FRANKENBERG: Zur Klima- und Vegetationsgeschichte der westlichen Sahara. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Wiesbaden 1979, Nr. 1, 61 S.
100. Puebla-Tlaxcala — A German-Mexican Research Project. Geo-Journal 3.1, Akad. Verl. - Ges., Wiesbaden 1979, 97-105
101. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). Jahrbuch 1978 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1979, 118-127
102. Die hypsometrische Asymmetrie der Páramo-Höhenstufe in den nördlichen Anden. Innsbrucker Geogr. Studien, Bd. 5 (LEIDLMAIR-Festschr.), Innsbruck 1979, 115-130
103. Im Vorland der Apolobamba-Kordillere. Physisch-geographische Beobachtungen auf einer kurzen Studienreise nach Bolivien. In: Estudios Americanistas II (Eds.: R. HARTMANN, U. OBEREM). Festschr. für H. TRIMBORN. St. Augustin 1979 (Coll. Inst. Anthr. 21), 9-15
104. Carl Troll. Naturalista y Geógrafo. Geographica 1975-1976. Madrid 1979 (span. Übersetzung von Nr. 72)
105. zus. mit K. TYRAKOWSKI (Hrsg.): Procedimientos del segundo Simposio (2 al 7 de Octubre 1978). Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, 16/1979, 316 S.
106. Sintesis y perspectivas tras 17 años de investigación científica de la región de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, 16/1979, 17-25
107. Medio ambiente y desarrollo cultural en la región de Puebla-Tlaxcala. Comunicaciones Proyecto Puebla-Tlaxcala, 16/1979, 29-54
108. zus. mit P. FRANKENBERG: Der Jahrgang der Trockengrenze in Afrika. Erdkunde 33/4, Bonn 1979, 249-257
109. Klima und Mensch auf dem mexikanischen Hochland. Bonner Universitätsblätter, GEFFRUB, Bonn 1979, 53-74
110. La posición de los páramos en la estructura del paisaje de los andes tropicales. In: El medio ambiente páramo. (Ed. M. L. Salgado Labouriau) Actas del Seminario de Mérida, Venezuela, 5-12 de Noviembre 1978, pp 29-45, Carácas 1979
111. 150 Jahre Geographie in Bonn. Bonner Universitätsnachrichten. 13/Jan.-Febr. 1980, S. 10/11 und 14

112. zus. mit P. FRANKENBERG: Modelling of Climate and Plant Cover in the Sahara for 5.500 B.P. and 18.000 B.P. in: Palaeoecology of Africa. Vol. 12, p. 307-314, Symposium d. Akad. in Mainz, Rotterdam 1980
113. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). Jahrbuch 1979 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1980, 123-136
114. IN MEMORIAM Carl Troll — in: Alma Mater, Beiträge zur Geschichte der Universität Bonn 45, Bonn 1980, p. 16-20
115. zusammen mit P. FRANKENBERG: Ökologische Überlegungen zum Problem der Humidität/Aridität. Ein Beitrag zur Klassifikation der Klimate, in: 42. Deutscher Geographentag Göttingen 5.-10.6.1979; Wiesbaden 1980, 313-315
116. Das Hochland von Puebla. — Anmerkungen zu einer mexikanischen Kulturlandschaft. Verf. Manuskript 1980 Festschr. f. Jürgen Rausch zum 70. Geburtstag. Bonn 1980, 13 S.
117. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). Jahrbuch 1980 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Mainz, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1981, 138-150
118. Klimawandel und Menschheitsgeschichte auf dem mexikanischen Hochland. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. zu Mainz, Math.-Nat. Kl., 1981/2, Wiesbaden 1981, 49 S.
119. zus. mit P. FRANKENBERG und J. SCHNÜTTGEN-WEBER: Zur ornithogeographischen Differenzierung Nordafrikas. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. zu Mainz. Math.-Nat. Kl., 1981/3, Wiesbaden 1981, 27 Seiten
120. zus. mit D. KLAUS: Zur thermischen Asymmetrie der West- und Osthänge der Sierra Nevada. Ibero-Amerikanisches Archiv N.F., Jg. 7, H. 1/2, 1981, 55-67
121. zus. mit P. FRANKENBERG: Wasser und Raum in der Bundesrepublik Deutschland. Erdkunde 35/3, 1981, Bonn 1981, 231-234
122. zus. mit P. FRANKENBERG: Eine Karte der hygrothermischen Klimatypen Afrikas. Erdkunde 35/4, 1981, Bonn 1981, 245-248
123. zus. mit P. FRANKENBERG: Untersuchungen zur Humidität und Aridität von Afrika. Bonner Geogr. Abh., H. 66, Bonn 1981, 127 S.
124. Ecoclimatological conditions of the Paramo Belt in the tropical High Mountains. Mountain Research Development, Vol. 1, No. 3-4, 1981, 209-221
125. zus. mit E. JAUREGUI und D. KLAUS: Una primera estimación del transporte de SO₂ sobre la ciudad de México. In: Geofísica Internacional, Vol. 20, No. 1, Mexico 1981, 55-79
126. Kommission für Erdwissenschaftliche Forschung (Bericht). Jahrbuch 1981 der Akad. d. Wiss. u. d. Lit., Mainz, Franz Steiner Verlag, Wiesbaden 1982, 135-142

127. zus. mit P. FRANKENBERG: Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. (Zweitdruck von Nr. 83). In: Phys. Geogr. der Trockengebiete. Wiss. Buchges. Darmstadt. Darmstadt 1982, 336-365
128. zus. mit P. FRANKENBERG: Weltkarten der Relation von fühlbarer und latenter Wärme. Erdkunde 36/3, Bonn 1982, 137-142
129. Klimatologie. (Das Geographische Seminar). 10. verb. Aufl. von R. SCHERHAG, W. LAUER. Braunschweig 1982. (Neubearbeitung der Kapitel: Klimaklassifikationen; Klimageschichte und Klimaschwankungen; Grundzüge der Mikroklimatologie), 99-164
130. Zur Ökoklimatologie der Kallawaya-Region (Bolivien). Erdkunde 36/4, Bonn 1982, 223-247

DISSERTATIONEN

unter Leitung von W. LAUER bearbeitet

1. DIEKMANN, SIBYLLE (Tag der Promotion: 12.1.1963) Die Ferienhaussiedlungen Schleswig-Holsteins. — Eine siedlungs- und sozialgeographische Studie. Diss. Kiel, Math.-Nat. Fak. 1963; Gedruckt in: Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel Bd. 21, H. 3, 1963
2. ERIKSEN, WOLFGANG (28.2.1963) Beiträge zum Stadtklima von Kiel. Witterungsklimatologische Untersuchung im Raume Kiel und Hinweise auf eine mögliche Anwendung der Erkenntnisse in der Stadtplanung. Diss. Kiel, Phil. Fak. 1963; Gedr. in: Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Bd. 22, H. 1, 1964
3. OHRTMANN (REIMERS), ELKE (24.7.1963) Die englischen und walisischen Kohlenreviere — ein geographischer Vergleich. Diss. Marburg, Phil. Fak. 1963; Gedr. in: Marburger Geogr. Schriften, H. 20, 1965
4. JACOBSEN, HANS CARSTEN (14.12.1963) Geländeklimatologische Untersuchungen auf der Insel Föhr. Ein Beitrag zur Klimakunde des nordfriesischen Küstenraumes. Diss. Kiel, Math.-Nat. Fak. 1963
5. KAUFMANN, GERHARD (25.7.1964) Probleme des Strukturwandels in ländlichen Siedlungen Schleswig-Holsteins. Diss. Kiel, Math.-Nat. Fak. 1964; Gedr. in: Schriften d. Geogr. Inst. d. Univ. Kiel, Bd. 26, H. 2, 1967
6. KERN, HORST (20.2.1965) Siedlungsgeographische Geländeforschungen im Amöneburger Becken und seinen Randgebieten. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1964; Gedr. in: Marburger Geogr. Schriften, H. 27, Marburg 1966
7. NUHN, HELMUT (20.2.1965) Industrie im Hessischen Hinterland. Entwicklung, Standortproblem und Auswirkungen der jüngsten Industrialisierung im ländlichen Mittelgebirgsraum. Diss. Kiel, Phil. Fak. 1965; Gedr. in: Marburger Geogr. Schriften, H. 23, 1965
8. OLTERS DORF, BERNHARD (13.11.1965) Siedlungs- und wirtschaftsgeographische Probleme der zentralchilenischen Küstenfischerei. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1966
9. ZÖGNER, LOTHAR (18.12.1965) Hugenottendörfer in Nordhessen. Planung, Aufbau und Entwicklung von siebzehn französischen Emigrantenkolonien. Eine Studie zur historisch-geographischen Landeskunde. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1965; Gedr. in: Marburger Geogr. Schriften, H. 28, 1966
10. FUCHS, GERHARD (9.2.1966) Der Wandel zum anthropogeographischen Denken in der amerikanischen Geographie — dargestellt an den vorliegenden wissenschaftlichen Veröffentlichungen 1900 - 1930. Diss. Marburg, Phil. Fak. 1966; Gedr. in: Marburger Geogr. Schriften, H. 32, 1966

11. BÄHR, JÜRGEN (1.11.1967) Kulturgeographische Wandlungen in der Farmzone Südwestafrikas. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1966; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 40, 1968
12. HEINE, KLAUS (6.7.1968) Fluß- und Talgeschichte im Raum Marburg. - Eine geomorphologische Studie. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1968; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 42, 1970
13. BRUGGER, EVA MARIA (18.12.1968) Côte Basque — Côte d'Argent — Wandlungen der aquitanischen Küstenlandschaft durch den Fremdenverkehr. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1969
14. BÄHR, WOLFGANG (14.5.1969) Die Marismas des Guadalquivir und das Ebrodelta. Zwei spanische Reisbaulandschaften. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1969; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 45, 1972
15. RUCKERT, HANS-JÜRGEN (9.7.1969) Die Kulturlandschaft am mittleren Guadiana — junge Wandlungen durch den Plan Badajoz. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1970
16. STIEHL, ECKART (1.7.1970) Niederschlagsanalysen im Raum Marburg/Lahn — unter besonderer Berücksichtigung der Witterungs- und Reliefeinflüsse. Diss. Marburg, Nat. Fak. 1970
17. FRIEDRICH, VOLKER (12.5.1971) Die Saarlandgrenze — kulturgeographische Untersuchungen über die Landesgrenze zwischen dem Saarland und Rheinland-Pfalz. Diss. Marburg, Phil. Fak. 1971
18. MÜLLER-GOLDKUHLE, JAN (9.6.1971) Interne und externe funktionale Bindungen des Raumes Eitorf/Sieg. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1972
19. GOLTE, WINFRIED (27.10.1971) Das südchilenische Seengebiet. Besiedlung und wirtschaftliche Erschließung vom 18. Jahrhundert bis zur Gegenwart. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1971; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 47, 1973
20. KLAUS, DIETER (7.7.1972) Niederschlagsgenese und Niederschlagsverteilung im Hochbecken von Puebla-Tlaxcala. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1972; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 53, 1975
21. NISANCI, AHMET (7.5.1973) Studien zu den Niederschlagsverhältnissen in der Türkei unter besonderer Berücksichtigung ihrer Häufigkeitsverteilung und ihrer Wetterlagenabhängigkeit. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1973
22. PUENTE-LUTTEROTH, SOFIA (21.5.1973) Studien zum System der zentralen Orte in Mexiko am Beispiel von Tlaxcala. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1974
23. JÁUREGUI, ERNESTO (8.6.1973) Untersuchungen zum Stadtklima von Mexiko-Stadt. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1974
24. KUNZE, SIGRID (10.1.1974) Die "kleine Trockenzeit" im tropischen Afrika. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1974
25. BREUER, TONI (19.6.1974) Die Bewölkungsverhältnisse des südhemisphärischen Südamerika und ihre klimageographischen Aussagemöglichkeiten. — Eine Untersuchung auf der Grundlage von Wettersatellitenbildern. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1975

26. FRANKENBERG, PETER (13.7.1976) Florengographische Untersuchungen im Raume der Sahara. — Ein Beitrag zur pflanzengeographischen Differenzierung des nordafrikanischen Trockenraumes, insbesondere zur Tropen-/Außertropengrenze. Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1976 Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 58, 1978
27. GÄB, GÜNTHER MICHAEL (21.12.1976) Untersuchungen zum Stadtklima von Puebla (Mexiko). Diss. Bonn, Math.-Nat. Fak. 1977
28. RIESCO, RICARDO (3.11.1977) Untersuchungen zur Bevölkerungsdynamik und Agrarentwicklung in der chilenischen Frontera. Diss. Bonn. Math.-Nat. Fak. 1978
29. LIEBHOLD, EIKE (18.6.1978) Zentralörtlich-funktionalräumliche Strukturen im Siedlungsgefüge der Nordmeseta in Spanien. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1978; Gedr. in: Bonner Geogr. Abhandl., H. 60, 1979
30. ROSSKOPP, ROBERT (8.2.1979) Gastarbeiterwanderung — eine Extremform geographischer Mobilität. — Eine wirtschafts- und sozialgeographische Analyse der Ansiedlung, Mobilität und Auswanderungsmotivation griechischer Gastarbeiter in der Bundesrepublik Deutschland — unter besonderer Berücksichtigung der Stadt Troisdorf/Rheinland und der drei ostmakedonischen 'Nomoi' Drama, Kavala und Serres. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1979
31. HOENERBACH, VOLKER (18./20.6.1979) 'Cultivos Enarenados' — eine Sonderanbauform an der andalusischen Mittelmeerküste. Anbautechnik — Vermarktung — demographische Auswirkungen. Diss. Bonn, Phil. Fak. 1980

ANSCHRIFTEN DER AUTOREN

- Prof. Dr. JÜRGEN BÄHR
Geograph. Institut d. Universität Kiel,
Olshausenstr. 40 - 60, 2300 Kiel
- Dr. EDUARDO BESOAIN
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Estación Experimental La Platina,
Casilla 5427, Santiago de Chile
- Dr. TONI BREUER
Geograph. Institut d. Universität Düsseldorf,
Universitätsstr. 1, 4000 Düsseldorf
- Prof. Dr. WOLFGANG ERIKSEN
Geograph. Institut d. Universität Hannover,
Schneiderberg 50, 3000 Hannover 1
- Dr. PETER FRANKENBERG
Geograph. Institut d. Universität Bonn,
Franziskanerstr. 2, 5300 Bonn 1
- Prof. Dr. GERHARD FUCHS
Fak. 12, Universität Bielefeld, Universitätsstraße,
4800 Bielefeld
- Dr. WINFRIED GOLTE
Geograph. Institut d. Universität Bonn,
Franziskanerstr. 2, 5300 Bonn 1
- Prof. Dr. KLAUS HEINE
Geograph. Institut d. Universität Saarbrücken,
Bau 11, 6600 Saarbrücken
- Dr. ERNESTO JAUREGUI
Instituto de Geografía, U.N.A.M.,
Mexico 20. D.F.
- Prof. Dr. DIETER KLAUS
Geograph. Institut d. Universität Bonn,
Franziskanerstr. 2, 5300 Bonn 1
- Dr. JAN MÜLLER-GOLDKUHLE
Am Bach 47, 5202 Hennef-Lauthausen
- Prof. Dr. HELMUT NUHN
Wirtschaftsgeograph. Abt. d. Instituts für
Geographie und Wirtschaftsgeographie d. Universität
Hamburg, Bundesstr. 55, 2000 Hamburg 13
- Doz. Dr. AHMET NISANCI
Ata. Üniv. Edebiyat Fak. Erzurum,
Türkei
- Prof. Dr. BERNHARD OLTERS DORF
Fachbereich 1, Universität-Gesamthochschule
Siegen, Adolf-Reichwein-Str., 5900 Siegen 21
- Dr. SOFIA PUENTE-LUTTEROTH
Instituto de Geografía, U.N.A.M. Ciudad
Universitaria, Mexico D.F.
- Prof. Dr. RICARDO RIESCO
Instituto de Geografía, Universidad Católica,
Casilla 114-D, Santiago de Chile

WOLFGANG SCHMIEDECKEN

**Geograph. Institut d. Universität Bonn,
Franziskanerstr. 2, 5300 Bonn 1**

Dr. GLORIA SEPULVEDA

**Instituto Nacional des Investigaciones
Agropecuarias, INIA. Santiago-Chile**

Dr. ECKART STIEHL

**Geograph. Institut d. Universität Bonn,
Franziskanerstr. 2, 5300 Bonn 1**

Dr. LOTHAR ZÖGNER

**Staatsbibliothek Preußischer Kulturbesitz,
Kartenabteilung, Potsdamer Str. 33, 1000
Berlin 30**