

## UNTERSUCHUNGEN ZUR FLORISTISCH-PFLANZENGEOGRAPHISCHEN DIFFERENZIERUNG DES XIZANG-PLATEAUS (TIBET), CHINA\*)

Mit 16 Abbildungen, 1 Tabelle und 1 Beilage (II)

ZHENG DU\*\*)

*Summary:* Study on the floristic phytogeographical differentiation of the Xizang-Plateau (Tibet), China.

The geo-ecological conditions of Xizang (Tibet) are very complicated, and the horizontal zonation of vegetation is closely correlated with the vertical. The horizontal differentiation of the geo-ecological zones is mainly determined by topographic configuration and atmospheric circulation: Warm and humid in the southeast, cold and arid in the northwest. The natural landscapes appear in the following succession: forests-meadows-steppes-deserts.

An approach to the floristic phytogeographical differentiation of the study area has been made in the present paper with the help of a quantitative floristic method. According to the areal types of the species the flora of Xizang may be classified under five major geo-elements: the north temperate zone geo-element (N), the Central Asiatic geo-element (Z), the Tibetan geo-element (T), the Sino-Himalayan geo-element (SH) and the tropical geo-element (Tr). A brief outline of them has been presented with regard to their distribution areas and the significance in vegetation, with some examples of the characteristic species.

The map of the spectra of floristic elements of Xizang (Tibet) in a grid-square system is presented with the paper. Five profiles were chosen to illustrate the spatial differentiation of the spectra of floristic elements of Tibet. Profiles A, B and C follow a nearly south-north direction, profiles D and E are cross-sections nearly east-west orientated. The spatial differentiation of the main floristic elements of the study area is obvious: the SH-geo-element prevails in the eastern and south-eastern Tibet, and the Tr-geo-element is confined at the lower elevation of the southern flanks of the Himalayas. On the contrary, on the Plateau proper the T-geo-element dominates, and the Central Asiatic geo-element (Z) plays a significant role in the north-western part of Tibet. It corresponds to the following horizontal zones of vegetation from south-east to north-west: montane forest – alpine meadow – alpine steppe – alpine desert.

An example on the southern slopes of the Eastern Himalayas has been taken to investigate the vertical variation of the spectra of floristic elements. The boundary between the both sub-belts of the montane evergreen broad-leaved forest belt – at an elevation of 1,800 m – has been proposed as the upper limit dominated by the tropical geo-element.

On the basis of dominance spectra of the floristic elements in the grid-square system floristic boundaries are defined, which separate different floristic regions from one another; thereafter a floristic division of Tibet is discussed. There are the sub-region of the „Himalayan flanks“ belonging to the Indo-Malaysian sub-kingdom of the Palaeo-tropical kingdom, the Sino-Himalayan region and the Tibetan Plateau region of the Holarctic kingdom. As a whole, the Tibetan Plateau may be considered as a floristic region under the Holarctic kingdom, lawing a young and derivative flora, and a close connection with the neighbouring regions.

### *Die allgemeine geoökologische Gliederung*

Das Qinghai-Xizang (Tibet)-Plateau, eines der jüngsten und größten Plateaus der Erde, ist infolge verstärkter Hebungstendenzen seit dem späten Tertiär entstanden. Es liegt in durchschnittlich 4000 m Höhe und umfaßt 2,4 Mio km<sup>2</sup>.

Die räumliche Differenzierung der Flora von Tibet stellt eine sehr interessante Aufgabe dar, der sich bereits F. K. WARD (1935), V. I. GRUBOV (1963), H. MEUSEL et al. (1965), R. GOOD (1974), J. F. DOBREMEZ (1976), M. S. MANI (1978), WU ZHENG-Y (1979 sowie WU ZHENG-Y et al. (1981) gewidmet haben.

Unsere Kenntnisse der Flora von Tibet basierten lange Zeit auf wenigen Expeditionen, die vor den fünfziger Jahren unseres Jahrhunderts durchgeführt worden waren. Erst in den letzten Jahrzehnten sind mit der allseitigen Unterstützung der Academia Sinica wieder eine Reihe von Expeditionen in das Autonome Gebiet Xizang (Tibet) durchgeführt worden. Es ist das Ziel der vorliegenden Studie, einen Überblick über die dreidimensionale geoökologische Gliederung des Untersuchungsraumes zu geben und eine räumliche Differenzierung der Flora von Xizang nach Arealtypenspektren zu erarbeiten. Der Untersuchungsraum – das Autonome Gebiet Xizang (Tibet) – bildet einen wesentlichen Bestandteil des Qinghais-Xizang-Plateaus. Er grenzt im Südosten an die Südflanke des Himalaya. Auf dem tibetanischen Plateau sind höhere Gebirgsketten in der Regel west/ostgerichtet. Zwischen Kunlun im Norden und Himalaya im Süden liegen mit Karakorum, Tanggula und dem Gangdise-Nyainqentanglha-Gebirge Höhenzüge, die mehr als 5000 m Meereshöhe erreichen. Sie werden in ca. 4000 m Höhe von breiten Tälern und Becken durchzogen. Im Südosten des Plateaus verläuft das Hengduan-Gebirge mit seinen meridionalen Stromfurchen von Nord nach Süd. Den nordwest-

\*) Für wertvolle Anregungen, wissenschaftliche Beratung und vielseitige Unterstützung der vorliegenden Arbeit ist der Autor Herrn Prof. Dr. W. LAUER zu Dank verpflichtet. Herr Priv.-Doz. Dr. P. FRANKENBERG, mit dem vor allem die methodischen Ansätze der Arbeit diskutiert werden konnten, hat diesen in deutsch geschriebenen Aufsatz korrigiert.

\*\*) Herr Zheng Du war von Feb. 1981 bis Jan. 1983 Stipendiat der Academia Sinica am Geographischen Institut der Universität Bonn.

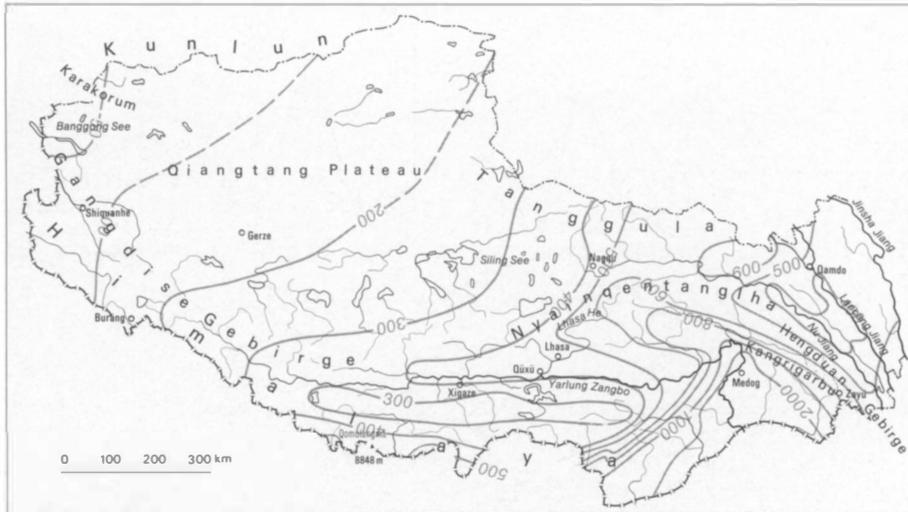


Abb. 1: Karte des mittleren Jahresniederschlages (mm) von Xizang (Tibet)

Quelle: ZHANG YONG-ZU et al. 1982

Map of average annual precipitation (mm) in Xizang (Tibet)

lichen Teil des Untersuchungsgebietes macht vornehmlich die weite Hochebene des Qiangtang (Changtang)-Plateaus mit einer durchschnittlichen Höhe von über 4500 m aus.

Xizang (Tibet) liegt zwischen  $26^{\circ}50' N$  und  $36^{\circ}30' N$ . Im Winterhalbjahr sind Westwinde vorherrschend. Im Sommer werden vor allem im südlichen und südöstlichen Teil des Plateaus warme und feuchte Monsunwinde wirksam. Von Oktober bis Mai ist die westliche Höhenströmung über Zentralasien in zwei Äste gespalten: in einen Strahl-Strom im Süden und einen im Norden des zentralasiatischen Hochlandes. Der Winter ist in Tibet besonders zu Beginn (November-Dezember) ausgesprochen trocken, mit Ausnahme des inneren Himalaya (z. B. Burang). Dort fallen noch Winter- und Frühlingsregen.

Während der Phase des Sommermonsuns (Mitte Juni bis September) kommt es gelegentlich zu einer Konfluenz der wandernden Höhenträge der Westwinddrift mit den relativ seichten Monsunzyklonen. Die flachen, an der innertropischen (Monsun-)Konvergenz entstandenen und SE-NW-wandernden Monsuntiefs können an der Vorderseite eines Höhentrog der Westwinddrift mit der südlichen Höhenströmung nach Norden geleitet werden. Sie führen bei anhaltenden Aufgleitvorgängen zu intensiven Niederschlägen, die bis in den Karakorum hinein ausgreifen (FLOHN 1958, 1959, 1968).

Die Karte der mittleren jährlichen Niederschlagssummen von Xizang (Abb. 1) macht deutlich, daß im Untersuchungsgebiet die Jahresniederschlagssummen von Südosten nach Nordwesten abnehmen. Die Südhänge des Himalaya erhalten jährliche Niederschläge von 1000–4000 mm; der mittlere Teil des Untersuchungsgebietes erhält 300–500 mm und der Nordwesten weniger als 100 mm Niederschlag.

Einige Klimadiagramme (vgl. Abb. 2) sollen verdeutlichen, daß der südöstliche Teil von Tibet zu den humiden/subhumiden Regionen gehört. Die humide Periode währt dort 4–8 Monate. Südtibet und das Qiangtang-Plateau sind als semiarid zu bezeichnen. Die humide Zeit dauert dort 1–3 Monate an. Dem Nordwesten von Tibet eignet kein humider Monat.

ZHENG DU et al. (1981) (vgl. HÄFFNER 1981) haben eine Reihe von Vegetationsprofilen durch das Qinghai-Xizang Plateau vorgelegt. Die Abb. 3 zeigt ein landschaftsökologisches Profil durch den Untersuchungsraum in SE-NW Richtung. Im Südosten – dem Bezirk Zayü und dem Bereich des Yarlung Zangbo-Knies mit warmem und feuchtem Klima – finden sich tropische Regenwälder und immergrüne Laubwälder. Die feuchten Misch- und Nadelwälder reichen über den Himalaya hinweg bis an die Südflanken des Nyainqentanglha-Gebirges. Nordwestwärts setzen dann die Nadelbäume am Oberlauf des Lhasa He-Flusses aus. Vorherrschend sind vor allem die Gattungen *Rhododendron*, *Salix*, *Sabina*, *Berberis* und *Kobresia*. Die Hochebene des Qiangtang-Plateaus, wo das Klima kalt und trocken ist, wird von alpinen Steppen mit *Stipa purpurea* und *Stipa subsessiliflora* eingenommen. Im äußersten Nordwesten – dem Becken des Banggong-Sees – steigen die Hochgebirge aus wüstenhaften Gebieten auf. Die Wüstensteppen und Wüstengebiete kennzeichnen *Stipa glareosa*, *Ceratoides latens* (= *Eurotia ceratoides*) und *Ajania fruticulosa*.

Im Untersuchungsraum kann zwischen dem ozeanischen und dem kontinentalen System vertikaler Gliederung unterschieden werden. Das ozeanische System integriert hauptsächlich die Waldstufen des Ostens und des Südens. An den humiden Südhängen des Himalaya sind z. B. sieben verschie-

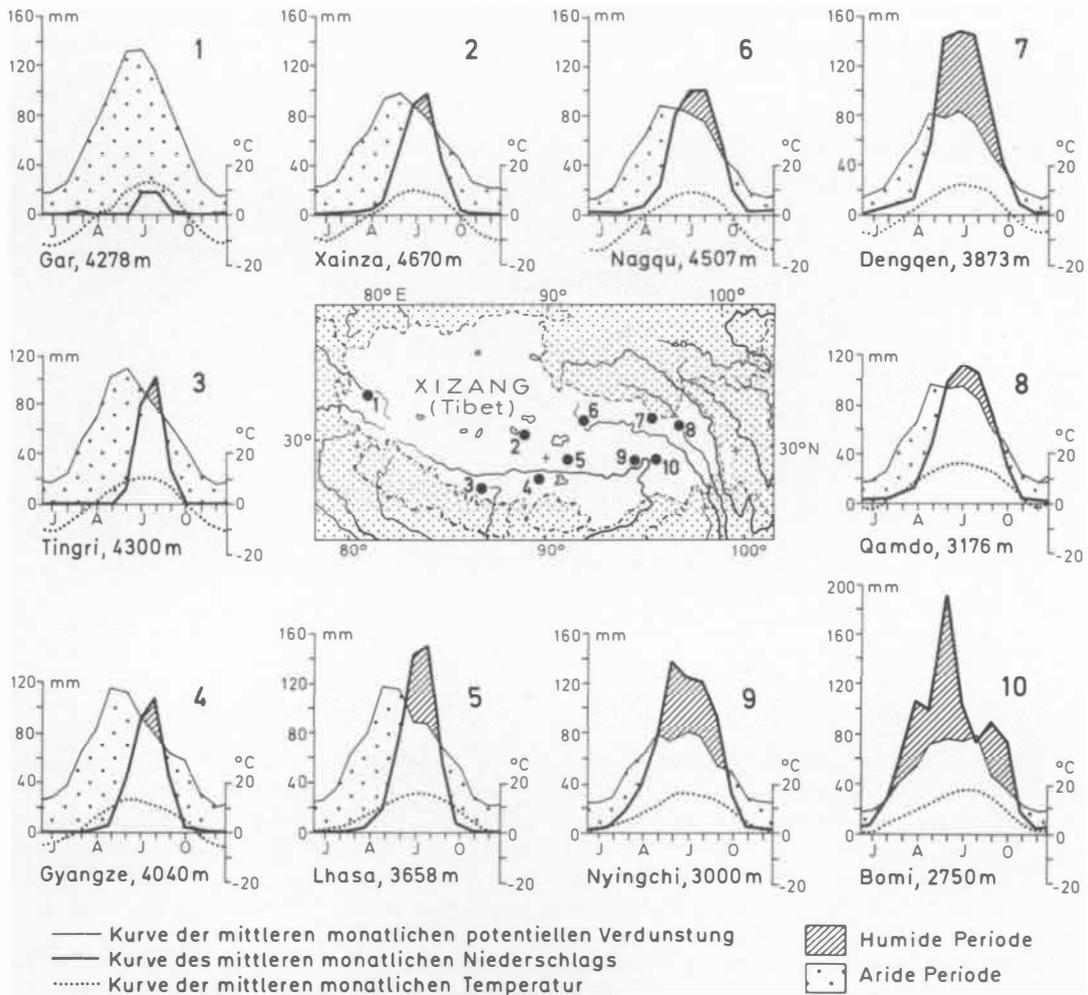


Abb. 2: Klimadiagramme verschiedener Klimatypen des Xizang-Plateaus (Tibet)  
Climatic diagrams of different climatic types in Xizang (Tibet)

dene Vegetationsstufen ausgebildet (vgl. Abb. 4). Den kontinentalen Typ des zentralen und nordwestlichen Teils von Tibet kennzeichnen vornehmlich alpine Matten, Steppen und Wüsten (vgl. Abb. 5). Im kontinentalen Kunlun-Gebirge sind als Höhenstufen zu differenzieren: die alpine Wüstenstufe, die subnivale Stufe und die nivale Stufe. Auf dem Plateau des Untersuchungsraumes sind die geökologischen Zonen mehr horizontal als vertikal differenziert: Von Südosten nach Nordwesten gehen die Vegetationstypen allmählich von alpinen Matten zu alpinen Steppen und schließlich zu alpinen Wüsten über.

Die obere Waldgrenze verläuft im Untersuchungsraum zwischen 3800–4600 m Höhe. Die Schneegrenze tritt zwischen 4600–6200 m auf. Die obere Waldgrenze gehört zu den am höchsten gelegenen Waldgrenzen irdischer Gebirge (v. WISSMANN 1961; ZHENG DU et al. 1981b). Die Schneegrenze zeigt in Tibet die höchste Lage der gesamten Nordhemisphäre.

Klimatische Hauptfaktoren einer Unterscheidung verschiedener geökologischer Raumeinheiten sind die Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen. In Abb. 6 werden die Temperatur-Feuchtigkeits-Verhältnisse der geökologischen Zonen des Qinghai-Xizang-Plateaus mit denen der gemäßigten Zone Chinas verglichen. Es wird ein Wärmedefizit des Untersuchungsraumes deutlich.

#### Grundlagenmaterial und Methode

Die ‚florengeographische‘ Analyse von Tibet ist auf der Grundlage eines Auszuges der „Flora Xizangnica (Tibetica) – An Enumeration of the Vascular Plants of Xizang (Tibet)“ (WU 1980c) sowie einer Reihe von Monographien, Berichten und Aufsätzen über die Flora und Vegetation von Tibet (CHANG 1981; GRUBOV 1963; HARA et al. 1978, 1979; KITAMURA 1960, 1964; LIU 1981; LIU et al. 1979; MANI 1978;

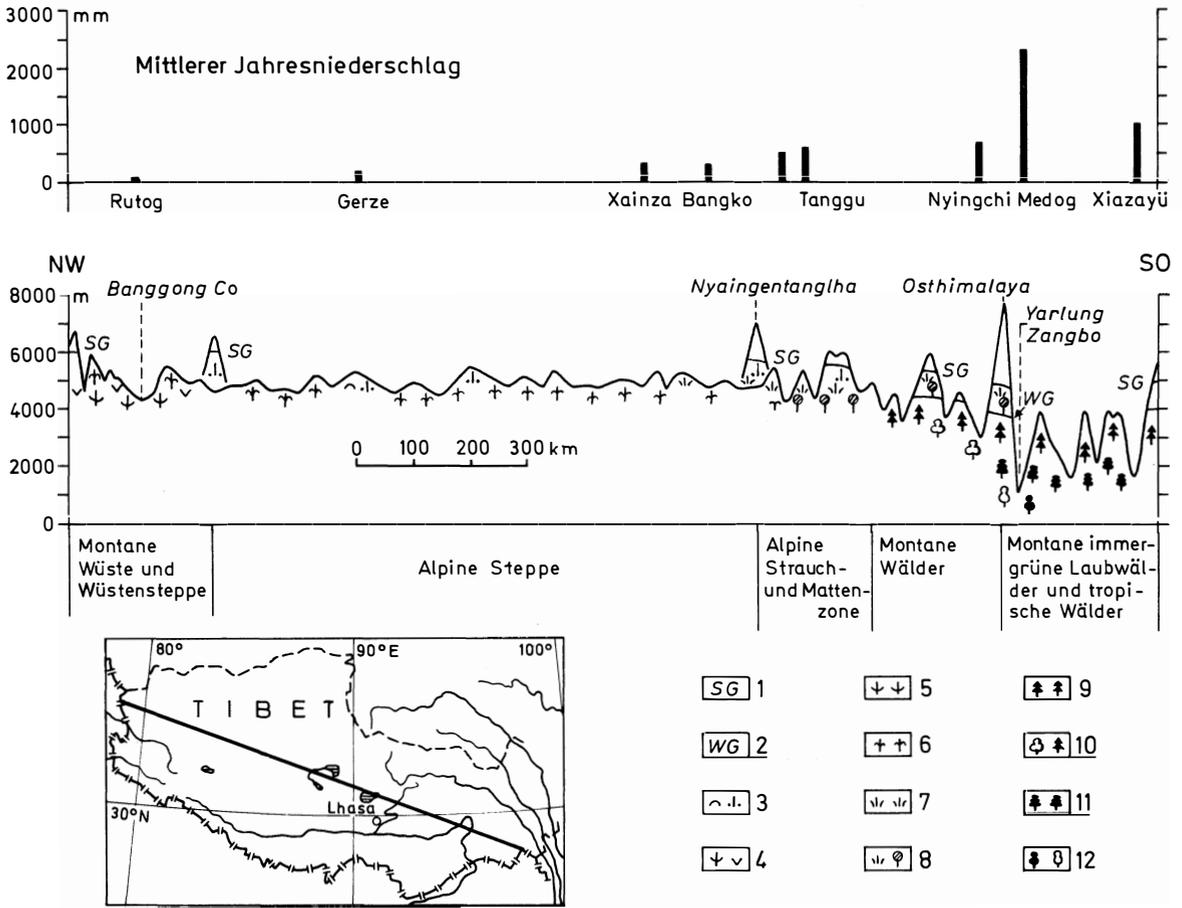


Abb. 3: Landschaftsökologisches Profil durch das Xizang-Plateau von SE nach NW

1 = Schneegrenze, 2 = Waldgrenze, 3 = Subnivale Stufe, 4 = Montane Wüstensteppe, 5 = Montane Wüste, 6 = Alpine Steppe, 7 = Alpine Matten, 8 = Alpine Strauch- und Matten-Gesellschaften, 9 = Montaner Nadelwald, 10 = Montaner Mischwald, 11 = Immergrüner Laubwald, 12 = Tropischer Wald

Geo-ecological profile of the Xizang Plateau from S. E. to N. W.

MEUSEL et al. 1971; RAU 1974; SCHWEINFURTH 1957; WALTER 1974; WU et al. 1979, 1980b, 1981, 1982; ZHANG 1966; ZHANG 1982; u. a.) durchgeführt worden. Als Unterlage der kartographischen Darstellung der Arealtypenspektren der Florenelemente diente die topographische Übersichtskarte des Qinghai-Xizang-Plateaus im Maßstab 1:3 Mio (herausgegeben vom Geographischen Institut der Academia Sinica, 1979) sowie die Karte des Autonomen Gebietes Xizang (Tibet) im Maßstab 1:4 Mio (herausgegeben vom Wissenschaftlichen Expeditions-Team des Qinghai-Xizang-Plateaus der Academia Sinica, 1979).

Die floristische Analyse beruht im wesentlichen auf Arealtypenspektren. Die Erarbeitung und Darstellung von Arealtypenspektren der Flora Tibets wurde nach einer von P. FRANKENBERG (1978) entwickelten Methode durchgeführt. Als normierte Raumeinheiten wurden Quadrate in der Größe von 40×40 km<sup>2</sup> gewählt, um den unterschiedlichen topographischen Verhältnissen sowie den vorhande-

nen floristischen Informationen über Tibet gerecht zu werden. Zur Erstellung der Arealtypenspektren wurden die relativen Anteile der Arten jedes einzelnen Florenelementes an der Gesamtzahl der Arten aller Florenelemente pro Gitternetzseinheit (40×40 km<sup>2</sup>) errechnet.

#### Gruppierung der Florenelemente

Zur Erstellung von Arealtypenspektren mußte die Flora von Tibet nach Florenelementen gruppiert werden. Die Flora von Xizang (Tibet) umfaßt 164 Familien, 1145 Gattungen und 5296 Spermatophytenarten (WU ZHENG-YI et al. 1981). Der vorliegenden Studie liegen mehr als 5400 Arten und Varietäten zugrunde.

Unter Florenelement wird hier entsprechend der Definition von H. WALTER und H. STRAKA (1970) ein „Geoelement“ verstanden. Ein Geoelement faßt Arten mit gleicher

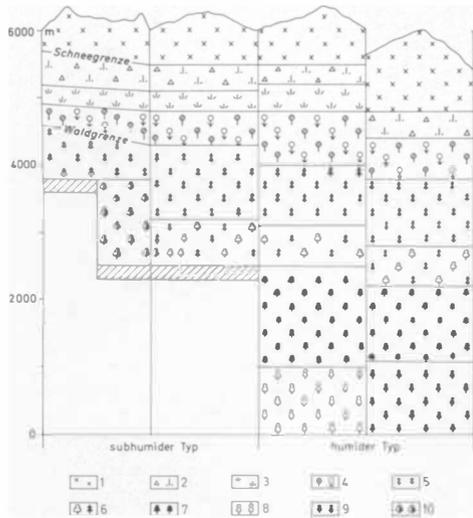


Abb. 4: Höhenstufen der Vegetation des maritimen Bereichs von Tibet (Xizang)  
 1 = Nivale Stufe, 2 = Subnivale Stufe, 3 = Alpine Matten, 4 = Alpine Strauch- und Matten-Gesellschaften, 5 = Montaner Nadelwald, 6=Montaner Mischwald, 7=Montaner immergrüner Laubwald, 8 = Tropischer Monsunwald, 9 = Tropischer immergrüner und halbbimmergrüner Regenwald, 10 = Trockentäler  
 Vegetation belts of the maritime regions of Tibet (Xizang)

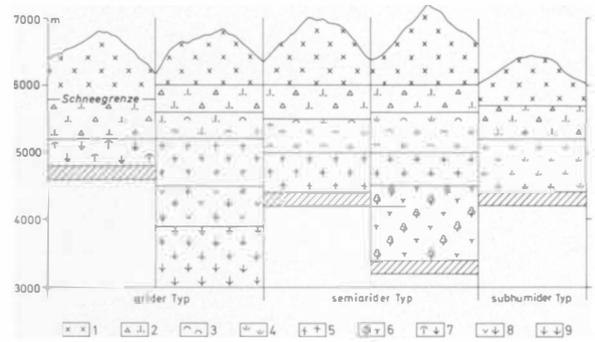


Abb. 5: Höhenstufen der Vegetation des kontinentalen Bereichs von Tibet (Xizang)  
 1 = Nivale Stufe, 2 = Subnivale Stufe, 3 = Polsterpflanzen, 4 = Alpine Matten, 5 = Alpine Steppe, 6 = Montane Strauchsteppe, 7 = Alpine Wüstensteppe und Wüste, 8 = Montane Wüstensteppe, 9 = Montane Wüste  
 Vegetation belts of the continental regions of Tibet (Xizang)

Hauptverbreitung, also mit zumindest ähnlichem Areal, zusammen.

Im Untersuchungsgebiet können in Anlehnung an WU ZHENG-YI et al. (1980, 1981) folgende Florenelemente unterschieden werden: Nördliches Geoelement (N), Zentralasiatisches Geoelement (Z), Tibetantisches Geoelement (T), Sino-Himalayisches Geoelement (SH), Tropisches Geoelement (Tr); überdies wurden nach den sippengenetischen Verwandtschaftsbeziehungen drei lokalendemische Geoelemente differenziert: Nördlich-endemisches Geoelement (eN), Sino-Himalayisch-endemisches Geoelement (eSH), Tropisch-endemisches Geoelement (eTr) sowie ein Pluriregionales Florenelement (P).

Das Nördliche Geoelement (N) umgreift alle Arten, die ihre Hauptverbreitungsgebiete in den klimatisch-temperierten bis borealen Zonen Eurasiens und Nordamerikas aufweisen. Dazu sind auch das Arktisch-alpine Geoelement, das neben dem Hauptareal in der Arktis noch Exklaven in der alpinen Stufe der europäisch-asiatischen und amerikanischen Hochgebirge zeitigt, gerechnet worden, um in dieser Untersuchung die Zahl der Hauptgeoelemente nicht unübersichtlich groß werden zu lassen.

Das Nördliche Geoelement umfaßt 7,4% der Flora des Untersuchungsgebietes, einschließlich seiner Endemiten (eN) sogar 16,9%. Typische Vertreter dieses Geoelements

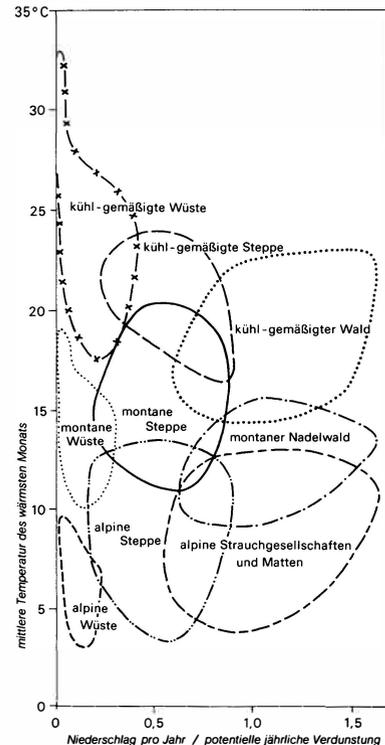


Abb. 6: Vergleich des Temperatur-Feuchtigkeit-Verhältnisses zwischen den geökologischen Zonen des Tibet-Plateaus und denen der gemäßigten Zonen Chinas  
 Quelle: ZHENG DU et al. 1981

Comparison between temperature-humidity conditions in the geo-ecological zones of the Tibetan Plateau with those of Chinese temperate zones



Abb. 7: Areale von Arten des Nördlichen Geoelements (N)

Quelle: MEUSEL et al. 1965, ergänzt und verbessert

1 = *Polygonum viviparum*, 2 = *Festuca ovina*, 3 = *Potentilla fruticosa* (= *Dasiphora fruticosa*), 4 = Bereich des Qinghai-Xizang-Plateaus

Areas of species of the temperate zone geo-element (N)

sind: *Potentilla fruticosa* (= *Dasiphora fruticosa*), *Festuca ovina* und *Polygonum viviparum*. Ihre Areale sind in Abb. 7 dargestellt. Als weitere charakteristische Spezies gelten: *Thalictrum alpinum*, *Oxyria digyna*, *Iris lactea*, *Trisetum spicatum*, *Spiraea alpine*, *Myricaria germanica*, *Caragana jubata* usw. angeführt werden. Einige dieser Arten kennzeichnen die alpinen Sträucher und Matten.

Das Zentralasiatische Geoelement (Z) umfaßt hauptsächlich Pflanzenarten des inneren ariden Asiens sowie im mediterranen Raum verbreitete Spezies. Der Arealtyp entspricht der West- und Zentralasiatischen sowie der Mediterranen Florenregion nach R. GOOD (1974). Das Zentralasiatische Geoelement integriert ca. 7% der Spermatophytenarten des Untersuchungsgebietes. Es bestimmt die

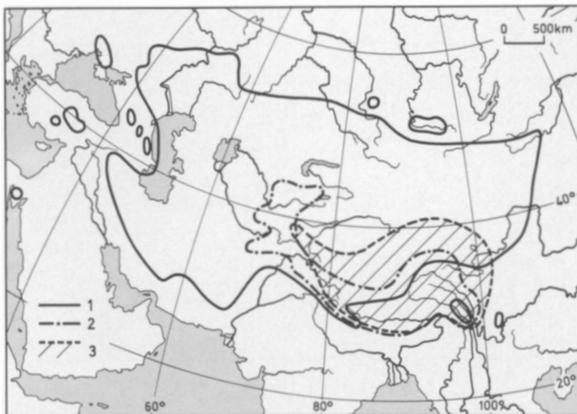


Abb. 8: Areale von Arten des Zentralasiatischen Geoelements (Z)

Quelle: *Ceratoides latens* nach JÄGER 1971; *Kobresia* nach MEUSEL et al. 1965, ergänzt und verbessert

1 = *Ceratoides latens* (= *Eurotia ceratoides*), 2 = *Kobresia royleana*, 3 = Bereich des Qinghai-Xizang-Plateaus

Areas of species of the Central Asiatic geo-element (Z)

Vegetationszusammensetzung von Westtibet. Die Areale zweier typischer Arten dieses Geoelements, nämlich von *Ceratoides latens* und *Kobresia royleana*, sind in Abb. 8 dargestellt. Überdies sind als typische Vertreter des Zentralasiatischen Geoelements zu nennen: *Ajania fruticulosa*, *Stipa glareosa*, *Stipa gobica*, *Bassia dasyphylla*, *Christolea crassifolia*, *Artemisia macrocephala* usw.

Das Tibetische Geoelement (T) integriert Arten, die ihre Arealschwerpunkte auf dem Qinghai-Xizang-Plateau ausweisen. Einige Spezies des Tibetischen Geoelements stammen aus Zentral- und Ost-Asien. Das Tibetische Geoelement gruppiert 5,8% der Spermatophytenarten von Tibet.

Das Tibetische Geoelement gliedert sich in vier Untertypen. Typische Areale dieser Untertypen sind in Abb. 9 zusammengestellt worden: *Stipa purpurea*, *Orinus thoroldii*, *Artemisia wellbyi*, *Ceratoides compacta*, *Dracocephalum tanguticum* und *Sophora moorcroftiana*. Weiter können *Artemisia younghusbandii*, *Trikeria hookeri*, *Carex moorcroftii*, *Kobresia pygmaea*, *Arenaria musciformis*, *Hedinia tibetica* usw. genannt werden. Das Tibetische Geoelement tritt in der alpinen Steppe, der montanen Steppe und den alpinen Matten vor allem des Qiangtang-Plateaus und in Südtibet hervor.

Das Sino-Himalayische Geoelement (SH) entspricht weitgehend dem Ostasiatischen Geoelement nach WU ZHENG-YI et. al. (1980, 1981). Sein Hauptverbreitungsgebiet erstreckt sich vom Himalaya ostwärts bis hin zu den westlichen Provinzen Chinas. Es stellt 54,0% der Gesamtartenzahl der Spermatophyten des Untersuchungsraumes. In Abb. 10 sind die Areale einiger typischer Vertreter des SH-Geoelements dargestellt: *Lyonia ovalifolia*, *Pinus densata* und *Pinus griffithii*.

Die Gattung *Rhododendron* ist für dieses Geoelement charakteristisch. Ihr Hauptverbreitungsgebiet findet sich in Südwest-Sichuan, Nordwest-Yunnan, Südost-Tibet und Ober-Burma bis hin zum östlichen Teil des Himalaya. In Tibet wachsen 170 *Rhododendron*-Arten, in China insgesamt 460 Arten.

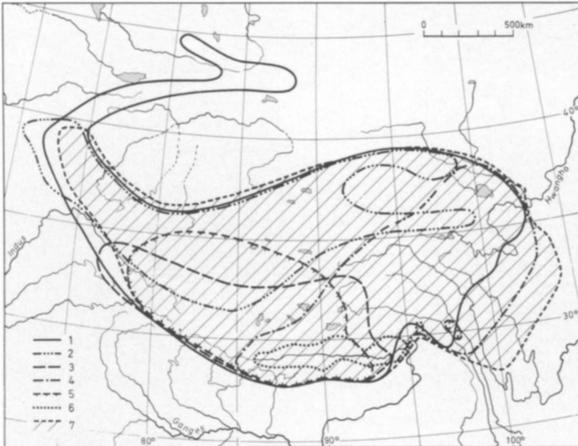


Abb. 9: Areale von Arten des Tibetanischen Geoelements (T)  
 1 = *Stipa purpurea*, 2 = *Ceratioides compacta*, 3 = *Orinus thoraldii* (ergänzt nach LIU LIANG 1981), 4 = *Dracocephalum tanguticum*, 5 = *Artemisia wellbyi*, 6 = *Sophora moorcroftiana*, 7 = Bereich des Qinghai-Xizang-Plateaus  
 Areas of species of the Tibetan geo-element (T)

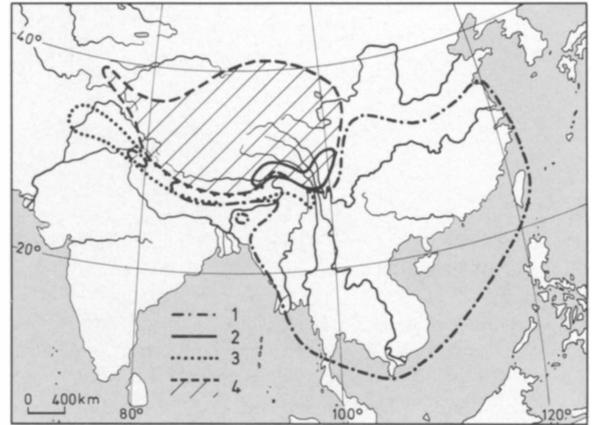


Abb. 10: Areale von Arten des Sino-Himalayischen Geoelements (SH)  
 1 = *Lyonia ovalifolia* (nach MEUSEL et al. 1971), 2 = *Pinus densata* (nach WU u. WANG 1980, CHEN WEI-LIE et al. 1980), 3 = *Pinus griffithii* (nach WU u. WANG 1980, CHEN WEI-LIE et al. 1980), 4 = Bereich des Qinghai-Xizang-Plateaus  
 Area of species of the Sino-Himalayan geo-element (SH)

Andere charakteristische Baumarten des Sino-Himalayischen Geoelements sind: *Abies spectabilis*, *Picea likiangensis*, *Tsuga dumosa*, *Quercus aquifolioides*, *Cyclobalanopsis glauca* usw. Es sind dies vorwiegend Leitarten der Nadel- und Laubwälder.

Das Tropische Geoelement (Tr) herrscht in den unteren Höhenstufen der Südhänge des Himalaya vor. Es stellt 12,9% Artenzahl von Tibet. Genetisch ist es mit dem Indo-Malayischen Florenelement eng verwandt. Bis zu einer Höhe von 1000–1200 m werden die Südflanken des Himalaya von tropischen immergrünen und halbbimmergrünen Regenwäldern mit Arten dieses Geoelements beherrscht: *Dipterocarpus turbinatus*, *Shorea robusta*, *Artocarpus chaplamosha*, *Dysoxylum gobara*, *Tetrameles nudiflora*, *Terminalia myriocarpus*, *Altingia excelsa* usw. Die Areale der Gattungen *Castanopsis*, *Shorea* und von *Bombax malabaricum*, typische Vertreter des Tropischen Geoelements, sind in der Abb. 11 dargestellt.

Die Endemiten werden nach ihrer Abstammung drei endemischen Florenelementen (eN, eSH, eTr) zugeordnet und sind als Lokalendemiten definiert. Der Flora von Tibet eignen nur wenige endemische Gattungen gegenüber dem Reichtum an 955 endemischen Arten (vgl. WU ZHENG-YI et al. 1981).

Die Nördlichen Endemiten (eN) integrieren 9,5% der Artenzahl von Tibet, die Sino-Himalayischen Endemiten (eSH) und die Tropischen Endemiten (eTr) dagegen jeweils kaum 2% der Gesamtartenzahl. Wegen ihrer geringen Artenzahl sind die Zentralasiatischen Endemiten und die Tibetanischen Endemiten den entsprechenden Geoelementen zugeordnet worden.

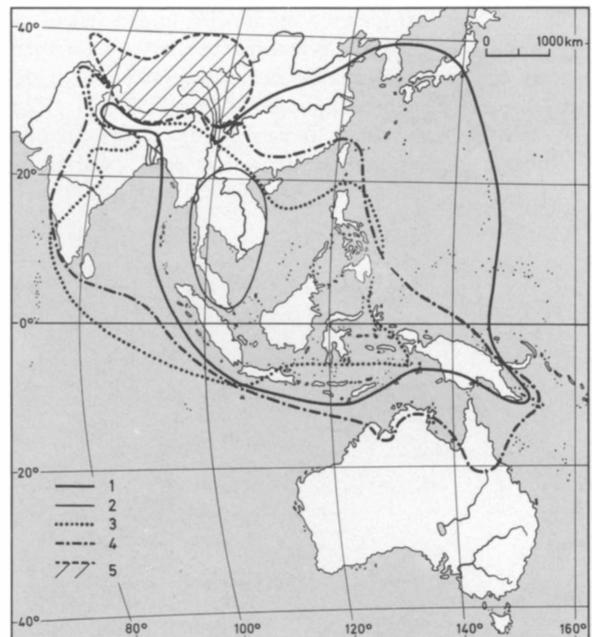


Abb. 11: Verbreitung von *Bombax malabaricum* und der Gattungen *Castanopsis* und *Shorea* des Tropischen Geoelements (Tr)  
 1 = *Castanopsis* (nach MEUSEL et al. 1965), 2 = Entfaltungszentrum von *Castanopsis* (>70 Arten, nach MEUSEL et al. 1965), 3 = *Shorea* (nach MEUSEL et al. 1971), 4 = *Bombax malabaricum* (nach MEUSEL et al. 1971), 5 = Bereich des Qinghai-Xizang-Plateaus  
 Distribution of *Bombax malabaricum* and of the genera *Castanopsis* and *Shorea* of the tropical geo-element (Tr)

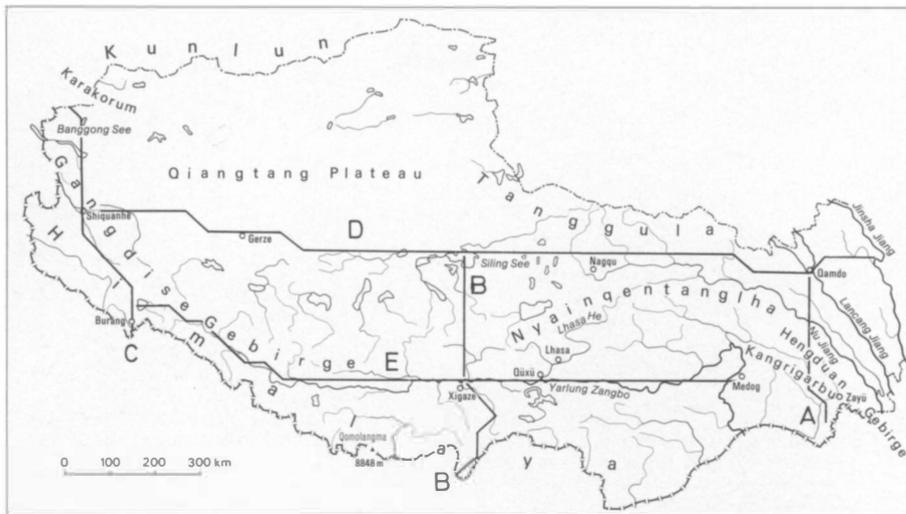


Abb. 12: Lage der Profile der Arealtypenspektren  
Location of the cross-sections of the spectra of floristic elements

Das Pluriregionale Florenelement (P) faßt Arten zusammen, die über mehrere Florenreiche verbreitet sind, so *Phragmites communis*, *Triglochin maritimum* und *Potamogeton pectinatus*. Bei der Berechnung des prozentualen Anteils der einzelnen Geoelemente an der Gesamtartenzahl aller Florenelemente pro Gitternetzzeitung blieben die Arten des Pluriregionalen Florenelements unberücksichtigt.

#### Arealtypenspektren der Flora in ihrer horizontalen Differenzierung

Das Kartogramm der Arealtypenspektren (Beilage II) weist einen relativ kontinuierlichen Florenwandel aus. Um diesen räumlichen Wandel der Arealtypenspektren zu verdeutlichen, wurden fünf Profile gezogen. Drei von ihnen verlaufen in süd-nördlicher Richtung, die beiden anderen in Ost-West-Richtung. In Abb. 12 ist die Lage der entsprechenden Profile verzeichnet.

Auf der Abszisse der Abb. 13 und 14 sind die Gitternetzzeitungen, auf der Ordinate die prozentualen Anteile der einzelnen Florenelemente eingetragen. Die Anteile der Endemischen Florenelemente sind den entsprechenden Geoelementen zugerechnet worden.

Das Profil A quert den östlichen Teil Tibets in süd-nördlicher Richtung, einschließlich des Waldgebietes der Südflanke des Kangrigarbu-Gebirges und des westlichen Teils des Hengduan-Gebirges (Abb. 13). Es zeigt sich als Rangordnung der Geoelemente die Abfolge von SH, N, T, Z und Tr, unter Ausnahme der Gitterquadrate U 44–W 45 mit ihren subtropischen und tropischen Wäldern. Das Sino-

Himalayische Geoelement ist das vorherrschende Florenelement des Profilschnittes mit Anteilen von 50–75%.

Das Profil B quert von Süd nach Nord den zentralen Abschnitt des Himalaya und des Gangdise-Gebirges. Es endet im Norden am Qiangtang-Plateau. Als Rangordnung der Geoelemente tritt im Süden SH, N, T, Z und Tr, im Norden eine nahezu umgekehrte Abfolge von T, Z, N zu SH auf.

Markante Wendepunkte der Rangordnung sind die Gitternetzzeitungen X 26–Y 26. Sie liegen auf den Bergrücken des Himalaya und bilden eine scharfe Grenze zwischen dem humiden Raum des Südens, der im Einflußbereich des indischen Monsuns liegt, und der semiariden Region an den Nordflanken des Himalaya.

Im südlichen Waldgebiet dominiert das Sino-Himalayische Geoelement mit prozentualen Anteilen von mehr als 60%. Im Norden herrscht das Tibetische Geoelement mit einem prozentualen Anteil von 40–50% vor. Es entspricht dem Vegetationstyp der alpinen Steppe.

Vergleicht man die prozentualen Anteile der Profile A und B, so wird deutlich, daß der Anteil des T-Geoelements an den Arealtypenspektren im umgekehrten Verhältnis zu demjenigen des SH-Geoelements steht.

Das Profil C zeigt einen Querschnitt durch Westtibet in süd-nördlicher Richtung. Es umfaßt den westlichen Teil des Zentralen Himalaya, die Oberläufe des Indus, das Becken des Banggong-Sees und den Karakorum-Gebirgsraum. Entlang dem Profilschnitt nimmt der Jahresniederschlag von 200 mm auf 20 mm ab. So wandeln sich die Haupttypen der Vegetation von montanem Wald zu alpiner Steppe sowie zu montaner und alpiner Wüste (vgl. Abb. 13).

In Abb. 13 wird deutlich, daß die prozentualen Anteile des Z- und des T-Geoelements die Anteile der N- und SH-Geo-

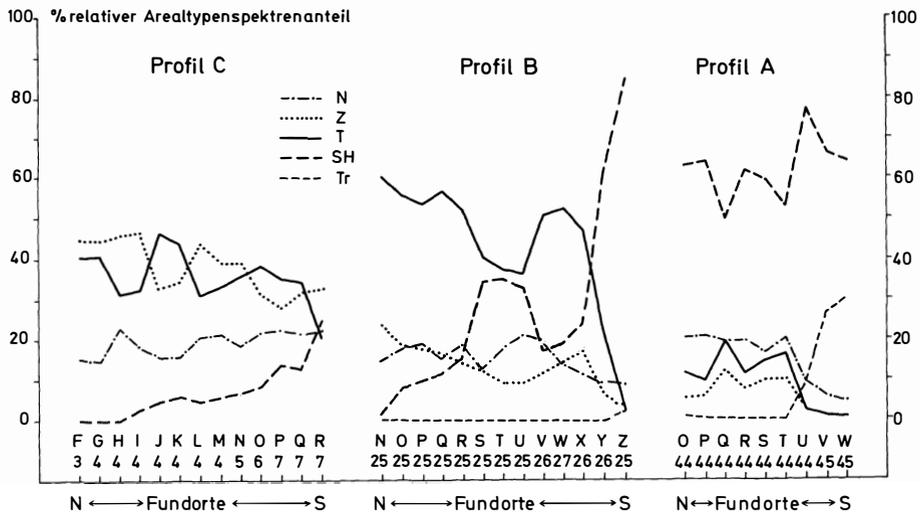


Abb. 13: Profildiagramme der Arealtypenspektren (Profile A, B und C)  
Cross-section diagrams of spectra of floristic elements

elemente übertreffen. Der prozentuale Anteil von SH nimmt von Norden nach Süden zu und erreicht am südlichen Ende des Profils Werte von 25%, während der Anteil von T auf weniger als 21% zurückgeht. Der relative Anteil des Z-Geoelements liegt stets über dem der übrigen Arealtypen.

Das Profil D stellt einen Ost-West Querschnitt durch das Plateau dar, beginnend mit dem Hengduan-Gebirge im Osten quert es die Quellflüsse des Nu Jiang, den ausgedehnten Raum des Qiangtang-Plateaus und schließlich die Oberläufe des Indus. Der Jahresniederschlag nimmt von 400/600 mm im Osten auf weniger als 100 mm im Westen des Profils ab. Dem entspricht die Vegetationsabfolge mit montanen Wäldern, alpinen Sträuchern und Matten, gefolgt von der alpinen Mattenzone und der alpinen Steppenzone. Sie schließt mit der montanen Wüstensteppe Westtibets ab (Abb. 14).

Unter Ausnahme des tropischen Geoelements, das nur in der Talsohle des Lancang Jiang-Flusses deutlicher hervortritt, ist im Osten des Profils eine Rangordnung der Florenelemente von SH, N, T zu Z festzustellen. Im Gegensatz hierzu weist Westt Tibet eine umgekehrte Rangordnung von Z, T, N zu SH auf.

Das Z-Geoelement erreicht im Westen mehr als 40% Anteil an den Arealtypenspektren. Seine Anteile nehmen nach Osten allmählich ab. Sie erreichen an den Fundorten N33–N35 nur 15%, am östlichen Ende des Profils sogar nur noch 5%. Von Westt Tibet zum Qiangtang-Plateau hin nehmen die relativen Anteile des T-Geoelements zu. Sie erreichen ihr Maximum von >50% an den Fundorten L9–N30. Ostwärts gehen die Anteile des T-Geoelements rasch zurück

und fallen im Bereich der meridionalen Stromfurchen auf weniger als 25–20% ab.

Entlang dem Profil D nimmt das N-Geoelement relativ gleichmäßig Anteile von 15–25% an den Arealtypenspektren ein. In Westt Tibet und auf dem Qiangtang-Plateau erreicht das SH-Geoelement weniger als 10% Anteil an den Arealtypenspektren. Östlich des Quadrats N30 steigert es seine relative Bedeutung und dominiert an den Fundorten N36–N47 mit 40–60%.

Es wird deutlich, daß der Bereich der Quellflüsse des Nu Jiang sowie die Nagqu-Region zwischen den Quadraten N31–N36 eine florengeographische Übergangszone darstellen. Als Vegetationstypen treten alpine Sträucher und alpine Matten hervor. Sie leiten von montanen Wäldern des Hengduan-Gebirges im Osten zu alpinen Steppen des Qiangtang-Plateaus im Westen über.

Das Profil E ist ein weiterer fast in Ost-West Richtung verlaufender Querschnitt (Abb. 14), der von Südt Tibet mit der großen Schlucht des Yarlung Zangbo-Knies im Osten entlang dem Yarlung Zangbo nach Westen verläuft. Der Jahresniederschlag nimmt von Osten nach Westen ab: Er erreicht in der großen Schlucht des Yarlung Zangbo-Knies 2000 mm, an dessen Mittelabschnitt 400–600 mm und an seinem Oberlauf weniger als 200–300 mm. Dementsprechend wechselt die Vegetation von montanen Wäldern zu Strauch-Steppen und schließlich zu alpiner Steppe. In der Rangordnung der Florenelemente gleicht das Profil E im Osten dem Profil D: SH, N, T zu Z. Eine Ausnahme bildet das Tr-Geoelement, das am Fundort U40 mit mehr als 60% Anteil dominiert. Im Westen des Profils E ist eine nahezu umgekehrte Rangordnung von T, Z, N zu SH festzustellen.

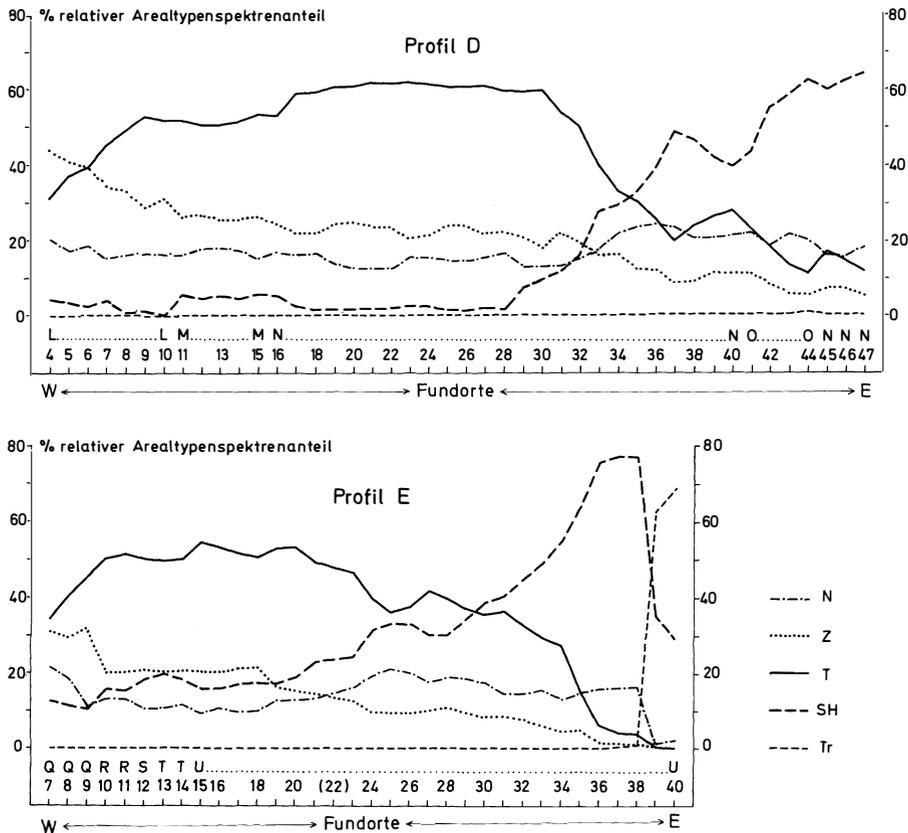


Abb. 14: Profildiagramme der Arealtypenspektren (Profile D und E)  
Cross-section diagrams of spectra of floristic elements

Entlang dem Profil E liegt der prozentuale Anteil des SH-Geoelements über dem in Profil D. Das SH-Geoelement erreicht im Profil E westlich von Xigarze Anteile von 15–30%, in seinem Mittelabschnitt Anteile von mehr als 30%. Es dominiert östlich des Quadrats U 34 (>50%). Das Z-Geoelement weist im Westen des Profils E einen prozentualen Anteil von ca. 30% auf, um im Mittelabschnitt auf ca. 10% und im Osten auf weniger als 10% zurückzugehen.

In einer Gesamtschau dominiert das Z-Geoelement den Westen und Nordwesten des Untersuchungsraumes. Auf dem Plateau herrscht das T-Geoelement vor. Dort nimmt das N-Geoelement einen Anteil von 15–20% ein. Im Gegensatz hierzu spielen die Arten des SH-Geoelements im Osten und Südosten von Tibet eine wichtige Rolle. Das Tropische Geoelement beherrscht die niedrigeren Höhen der Südflanken des Himalaya.

Zur vertikalen Differenzierung der Flora des Untersuchungsraumes reichen die Materialien kaum aus. Lediglich an den Südhängen des Ost-Himalaya kann eine vertikale Differenzierung nach Hauptgeoelementen vorgenommen werden.

Dort sind sieben verschiedene Höhenstufen der Vegetation zu erkennen: Unterhalb von 1000–1200 m findet sich der tropische immergrüne und halbimmergrüne Regenwald, gefolgt von dem montanen immergrünen Laubwald, dem montanen Mischwald, dem montanen Nadelwald, der alpinen Strauch- und Mattenstufe, der subnivalen Stufe und schließlich der nivalen Stufe (ZHENG DU, CHEN WEI-LIE 1981).

Die Flora setzt sich hauptsächlich aus drei Geoelementen zusammen: dem N-Geoelement, dem SH-Geoelement und dem Tr-Geoelement. Die vertikale Gliederung der Vegetation ist zusammen mit den prozentualen Anteilen der Geoelemente an der Gesamtartenzahl in Abb. 15 dargestellt.

Es wird deutlich, daß in der tropischen Waldstufe, also unterhalb von 1100 m, das Tropische Geoelement mit einem Anteil von mehr als 90% vorherrschend ist. Mit zunehmender Höhe geht es zurück und erreicht in der montanen Mischwaldstufe Anteile von weniger als 20% an den Arealtypenspektren. Das SH-Geoelement nimmt in der tropischen Waldstufe einen Anteil von 10–20% ein. Sein Anteil erhöht sich in der montanen immergrünen Laubwaldstufe

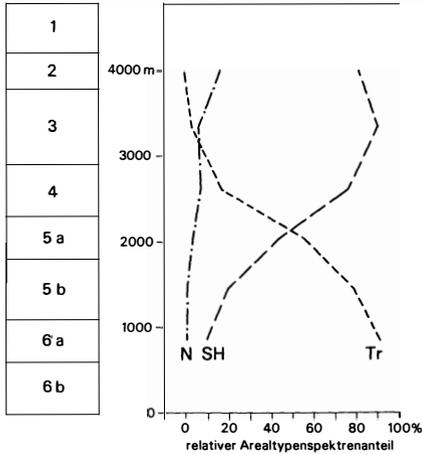


Abb. 15: Vertikale Gliederung mit den prozentualen Anteilen der Florenelemente im Ost-Himalaya

1 = Subniveale Stufe, 2 = Alpine Strauch- und Mattenstufe, 3 = Montane Nadelwaldstufe, 4 = Montane Mischwaldstufe, 5 = Montane immergrüne Mischwaldstufe: a = obere Substufe, b = untere Substufe, 6 = Tropische Regenwaldstufe: a = halbimmergrüne Regenwald-Substufe, b = immergrüne Regenwald-Substufe

Vertical differentiation of floristic elements in the Eastern Himalayas

und erreicht in den Misch- und Nadelwaldstufen Werte von mehr als 75%. Das Nördliche Geoelement spielt in den unteren Höhenstufen keine Rolle. Oberhalb der Nadelwaldstufe erreicht es jedoch prozentuale Anteile von mehr als 15%.

Die obere Substufe der montanen immergrünen Laubwaldstufe (1800 bis 2300 m) stellt eine entscheidende Übergangsstufe dar, in der der prozentuale Anteil des Tr-Geoelements den des SH-Geoelements leicht übertrifft. Die obere Substufe ist hauptsächlich von der Gattung *Cyclobalanopsis* charakterisiert. In der unteren Substufe herrschen die Gattungen *Castanopsis* und *Lithocarpus* vor. Die Höhe von 1800 m kann an den Südhängen des Ost-Himalaya als obere Grenze der Dominanz des Tropischen Geoelements angesehen werden.

Die floristischen Grenzlinien

Auf der Basis der Arealtypenspektren wird das Untersuchungsgebiet nach der Dominanzmethode von P. FRANKENBERG (1978) floristisch gegliedert. Primäre floristische Grenzen umfassen Räume (Gitternetzquadrate) gleicher Florenelementdominanz. Sie trennen den Raum der absoluten oder relativen Dominanz eines Florenelementes von Räumen der Dominanz anderer Florenelemente. Sekundäre floristische Grenzlinien trennen bei Dominanz desselben Florenelementes Räume unterschiedlicher zweitrangiger Florenelemente (vgl. Abb. 16).

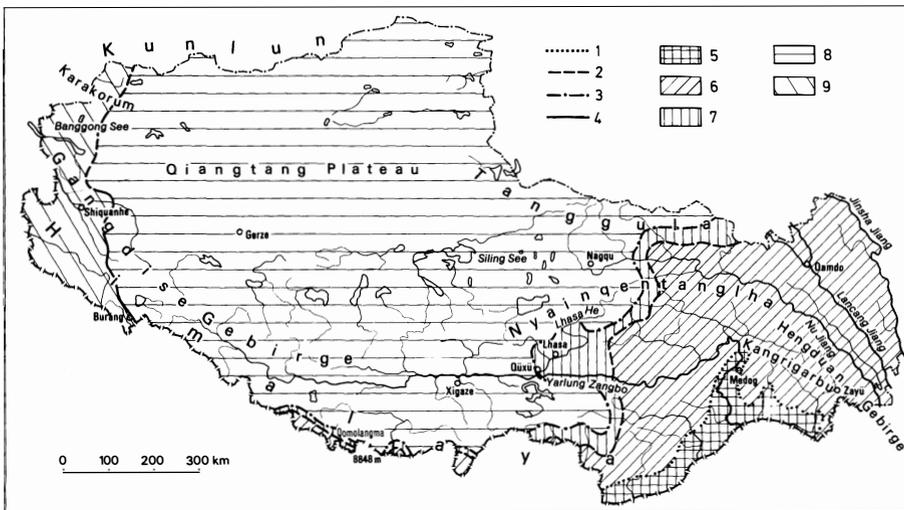


Abb. 16: Karte der floristischen Grenzlinien und der Florenregionen des Xizang-Plateaus (Tibet)

1 = Floristische Tropengrenze, 2 = Floristische Grenze der Sino-Himalayischen Flora, 3 = Floristische Grenze der Tibetischen Flora, 4 = Floristische Grenze der Zentralasiatischen Flora, 5 = Indo-Malayische Florenregion, 6 = Sino-Himalayische Florenregion, 7 = Übergangsbereich zwischen der Sino-Himalayischen und der Tibetischen Florenregion, 8 = Tibetische Florenregion, 9 = Zentralasiatische Florenregion

Map of the floristic boundaries and the floristic regions of the Xizang Plateau (Tibet)

Eine erste floristische Grenze verläuft in geringer Höhe an den Südflanken des Ost-Himalaya. Sie trennt die Tropische Florenregion im Süden von der Sino-Himalayischen Florenregion im Norden. Sie kann somit als „floristische Tropengrenze“ angesehen werden (vgl. LAUER, FRANKENBERG 1977). In der Sahara erstreckt sich die primäre Tropengrenze der Flora inmitten des Trockenraumes. Im Gegensatz zur Sahara verläuft die floristische Tropengrenze hier in einem feuchten Raum und gehorcht daher anderen Klimabedingungen. An den Südflanken des Ost-Himalaya geht die Tropische Florenregion sehr rasch in die Sino-Himalayische Region des Holarktischen Florenreiches über. Im Süden dominiert oberhalb von 1800 m das SH-Geoelement die montanen und alpinen Stufen. Die Hauptvegetationstypen der Sino-Himalayischen Region sind montane Misch- und Nadelwälder sowie alpine Strauchfluren und Matten.

Eine zweite floristische Grenzlinie, die von Nordost nach Südwest verläuft, trennt den Raum des SH-Haupttyps nach den zweitrangigen Florenelementen. Es handelt sich um eine sekundäre floristische Grenze der Sino-Himalayischen Flora. Ihr östlicher Abschnitt entspricht der nordwestlichen Grenzlinie des Waldgebietes in Ost-Tibet. Ihr westlicher Abschnitt erstreckt sich im Süden entlang den Hauptgebirgszügen des zentralen Himalaya. Dort stellt das T-Geoelement den zweiten Rang in den Arealtypenspektren. Im östlichen Bereich ist das N-Geoelement zweitrangig.

Eine zweite primäre floristische Grenzlinie trennt die Florenregion der Dominanz des SH-Geoelementes von der Florenregion der Dominanz des T-Geoelementes. Sie erstreckt sich von den Quellflüssen des Nu Jiang im Nordosten nach Südwesten entlang dem Fuße des Nyainqentanghla-Gebirges, überquert den Mittelteil des Yarlung Zangbo in Qüxü bei der Mündung des Lhasa He-Flusses, wendet sich dann nach Südosten und verbindet die Gebirgszüge des Himalaya. Sie kann als eine floristische Grenze des Tibet-Plateaus gelten. Hauptvegetationstypen dieses von dem T-Geoelement dominierten Raumes sind montane Steppen, alpine Steppen, alpine Matten und Polsterpflanzen.

Eine weitere floristische Grenze verläuft in West-Tibet. Sie umfaßt den größten Teil des Indus-Oberlaufs und das breite Becken des Banggong-Sees. Wegen der unzureichenden Datenlage kann diese Grenzlinie nur als wenig gesichert angesehen werden. Westlich von ihr liegt der Raum der Dominanz des Z-Geoelementes. Untergeordnete Elemente sind dort das T-Geoelement und das N-Geoelement. Hauptvegetationstypen sind montane Wüstensteppen und Wüsten sowie alpine Steppen.

#### Schlussbemerkungen

GRUBOV (1963), MEUSEL et al. (1965), GOOD (1974), DOBREMÉZ (1976) sowie MANI (1978) haben Tibet vegetationsgeographisch als einen Teil Zentralasiens betrachtet. Der südöstliche Teil Tibets wurde als ein Teilgebiet der Sino-Japanischen Region oder der Sino-Himalayischen Region angesehen. Demgegenüber bezeichnete GOOD das Tibet-Plateau

als ein floristisch eigenständiges Gebiet, das durch seine große Meereshöhe geprägt wird.

WU ZHENG-YI et al. (1979, 1981) haben die Flora des Qinghai-Xizang-Plateaus einem Unterbereich des Holarktischen Florenreiches zugeordnet. Nach WU ZHENG-YI et al. (1981) macht das Sino-Himalayische Geoelement den Hauptteil der Flora von Xizang aus, und es besteht kaum eine verwandtschaftliche Beziehung zwischen der Flora von Tibet und der Zentralasiens.

Es sollte jedoch angemerkt werden, daß das Gebiet von Xizang (Tibet) keine einheitliche pflanzengeographische Region darstellt. Die räumliche Differenzierung der Arealtypenspektren seiner Flora stellte das Hauptmerkmal der pflanzengeographischen Regionalisierung Tibets. In der vorliegenden Arbeit wurden die Arealtypenspektren und danach die Florendominanzen pro Flächeneinheit nach statistischen Methoden (FRANKENBERG 1978) ermittelt und kartographisch dargestellt. Damit konnten Grenzlinien der Dominanz Tropischer, Sino-Himalayischer und Tibetischer Arten im Untersuchungsraum festgestellt werden. Wie diese Analyse gezeigt hat, stellt das tibetanische Plateau eine floristisch recht eigenständige Raumeinheit dar, in die randlich benachbarte Florenregionen ausgreifen, die Teilräume Tibets zu floristischen „Mischgebieten“ gestalten.

#### Literatur

- BANERJI, M. L.: On Nepal phytogeography. *Vegetatio* 11, 1962/1963, S. 288–296.
- CHANG HSIN-SHI: The plateau zonality of vegetation in Xizang. *Acta Botanica Sinica* 20 (2), 1978, S. 140–149. (chinesisch)
- : The vegetation zonation of the Tibetan plateau. *Mountain Research and Development* 1 (1), 1981, S. 29–48.
- CHEN FENG-HUAI, HU QI-MING: Distribution of the genus *Primula* L. in Xizang. In: *Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Vol. II, S. 1299–1304. Beijing 1981.
- CHEN WEI-LIE et al.: The pines and pine forests of Xizang. *Acta Botanica Sinica* 22 (2), 1980, S. 170–176. (chinesisch)
- DOBREMÉZ, J. F.: *Népal, écologie et biogéographie*. Editions du CNRS, Paris 1976.
- : Relationships between the flora of Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and flora of the Himalayas. In: *Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Vol. II, S. 1249–1254. Beijing 1981.
- FANG RUI-ZHENG, MIN TIAN-LU: Differentiation and development of genus *Rhododendron* during the process of the uplift of Qinghai-Xizang Plateau. In: *Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau*, Vol. II, S. 1289–1298. Beijing 1981.
- FLOHN, H.: Beiträge zur Klimakunde von Hochasien. *Erdkunde* 12, 1958, S. 294–308.
- : Bemerkungen zur Klimatologie von Hochasien. In: *Ak. Wiss. Lit. Mainz, Abh. math.-nat. Kl.* 14, 1959, S. 1409–1431.
- : Contributions to a meteorology of the Tibetan Highlands. *Atmospheric Science Paper No. 130*, Colorado State University 1968.
- FRANKENBERG, P.: Florengographische Untersuchungen im Raum der Sahara. Ein Beitrag zur pflanzengeographischen Differenzierung des nordafrikanischen Trockenraumes. *Bonner Geogr. Abh.*, H. 58, 1978.

- GOOD, R.: The Geography of the Flowering Plants, 4th ed. London 1974.
- GRUBOV, V. I.: Plants of Central Asia, Vol. I, S. 1–69. Moscow-Leningrad 1964. (russisch)
- : Flora and Vegetation. In: The Physical Geography of China, Vol. I, S. 265–364. New York 1969.
- HAFFNER, W.: Die Exkursion der Academia Sinica durch Süd-Xizang (Tibet) – Beobachtungen und Gedanken. Erdkunde 35, 1981, S. 72–79.
- HANDEL-MAZZETTI, H.: Die pflanzengeographische Gliederung und Stellung Chinas. Bot. Jahrb. Engl. 64, 1931, S. 309–323.
- HARA, H. (Ed.): The Flora of Eastern Himalaya, Vol. I (1966), Vol. II (1971). Tokyo.
- HARA, H., STEARN, W. T., WILLIAMS, L. H. J.: An Enumeration of the Flowering Plants of Nepal, Vol. II. London 1979.
- HE TING-NONG: The floristic analysis of *Gentianaceae* in Xizang and its geographical relationships. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1305–1312. Beijing 1981.
- JÄGER, E. J.: Die pflanzengeographische Ozeanitätsgliederung der Holarktis und die Ozeanitätsbindung der Pflanzenareale. Feddes Repertorium, Bd. 79, H. 3–5, S. 157–335. Berlin 1968.
- : Die pflanzengeographische Stellung der „Steppen“ der Iberischen Halbinsel. Flora, Bd. 160, 1971, S. 217–256.
- KIHARA, H.: Fauna and Flora of Nepal Himalaya. Scientific results of the Japanese expeditions to Nepal Himalaya, 1952–1953, Vol. I. Kyoto 1955.
- KITAMURA, S.: Flora of Afghanistan. Results of the Kyoto University Scientific Expedition to the Karakoram and Hindukush, 1955, Vol. II. Kyoto 1960.
- : Plants of West Pakistan and Afghanistan. Results of the Kyoto University Scientific Expedition to the Karakoram and Hindukush, 1955, Vol. III. Kyoto 1964.
- LANG KAI-YONG: A study on the geographical distribution and floristic features of the Xizang orchid flora. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1329–1336. Beijing 1981.
- LAUER, W., FRANKENBERG, P.: Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. Erdkunde 31, 1977, S. 1–15.
- LI PEI-QIONG, NI ZHI-CHENG: The formation and differentiation of the *Leguminosae* flora in Xizang. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1277–1282. Beijing 1981.
- LIN ZHEN-YAO, WU XIANG-DING: Characteristics of the precipitation distribution in Xizang. Meteorology 1978, No. 3, S. 12–14. (chinesisch)
- LIU DONG-SHENG (Ed): Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau. Proceedings of Symposium on Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau (Beijing, China), Vol. II: Environment and Ecology of Qinghai-Xizang Plateau. Beijing 1981.
- LIU LIANG: The floristic features and evolution of *Gramineae* in Xizang. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1337–1348. Beijing 1981.
- LIU SHANG-WU et al.: Flora of the Ngari Region, Xizang. In: Report on the Plants and Animals of the Ngari Region, Xizang, S. 83–134. Beijing 1979. (chinesisch)
- MANI, M. S.: Ecology and Phytogeography of High Altitude Plants of the Northwest Himalaya. London 1978.
- MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E.: Vergleichende Chorologie der zentral-europäischen Flora. Jena 1965.
- MEUSEL, H., SCHUBERT, R.: Beiträge zur Pflanzengeographie des Westhimalajas. Flora 160, 1971, S. 137–194, 373–432, 573–606.
- OHASHI, H.: Flora of Eastern Himalaya, Vol. III. Tokyo 1975.
- PAN JIN-TANG et al.: Vegetation of the Ngari Region, Xizang. In: Report on the Plants and Animals of the Ngari Region, Xizang, S. 148–164. Beijing 1979. (chinesisch)
- RAO, A. S.: The vegetation and phytogeography of Assam-Burma. In: Ecology and Biogeography in India. Monographiae Biologicae 23, S. 204–246. The Hague 1974.
- RAU, M. A.: The vegetation and phytogeography of the Himalaya. In: Ecology and Biogeography in India. Monographiae Biologicae 23, S. 247–280. The Hague 1974.
- SCHWEINFURTH, U.: Die horizontale und vertikale Verbreitung der Vegetation im Himalaya, Bonner Geogr. Abh., H. 20. Bonn 1957.
- : The distribution of vegetation in the Tsangpo gorge. The Oriental Geographer 1 (1), 1957, S. 59–73.
- SHAN REN-HUA, SHE MENG-LAN: Xizang Umbellifers: their geographical patterns and floristic characteristics. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1283–1288. Beijing 1981.
- SHI ZHU, CHEN YI-LIN: The *Compositae* of Xizang. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1313–1320. Beijing 1981.
- STANTON, J. D. A.: Forests of Nepal. London 1972.
- TROLL, C.: Die klimatische und vegetationsgeographische Gliederung des Himalaya-Systems. Khumbu Himal., Bd. 1, Liefg. 5, S. 353–388, München 1967.
- : The three-dimensional zonation of the Himalaya system. In: Geoeology of the high mountain regions of Eurasia. Erdwissenschaftliche Forschung 4, S. 264–275, Wiesbaden 1972.
- WALTER, H.: Die Vegetation Osteuropas, Nord- und Zentralasiens. Vegetationsmonographie der einzelnen Großräume, VII. Stuttgart 1974.
- WALTER, H., STRAKA, H.: Arealkunde. Floristisch-Historische Geobotanik. Einführung in die Phytologie, Bd. III, 2. Stuttgart 1970.
- WANG HO-SHENG: The basic features of Chinese flora. Acta Geographica Sinica 34 (3), 1979, S. 224–237. (chinesisch)
- WANG JING-TING et al.: The fundamental characteristics of the steppe vegetation in Xizang Plateau. Acta Botanica Sinica 22 (2), 1980, S. 161–169. (chinesisch)
- WARD, F. K.: A sketch of the geography and botany of Tibet, being materials for a flora of that country. Jour. Linn. Soc. Bot. 50, 1935, S. 239–265.
- WISSMANN, H. v.: Stufen und Gürtel der Vegetation und des Klimas in Hochasien und seinen Randgebieten. Teil B. Erdkunde 15, 1961, S. 19–44.
- WU ZHENG-YI: The regionalization of Chinese flora. Acta Botanica Yunnanica 1 (1), 1979, S. 1–22. (chinesisch)
- (Ed): Vegetation of China. Beijing 1980 a. (chinesisch)
- (Ed): An Enumeration of the Vascular Plants of Xizang (Tibet). Beijing 1980 b. (chinesisch)
- WU ZHENG-YI, TANG YAN-CHENG, LI XI-WEN, WU SU-GONG, LI HENG: Dissertations upon the origin, development and regionalization of Xizang flora through the floristic analysis. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1219–1244. Beijing 1981.
- WU ZHENG-YI, WANG HO-SHENG: The floristic features of Chinese vegetation. In: Vegetation of China, S. 82–140. Beijing 1980. (chinesisch)
- : Flora. In: Phytogeography-Monographs of the Physical Geography in China. Beijing 1982. (chinesisch, im Druck)
- YE DU-ZHENG, GAO YOU-XI et al.: The Meteorology of Qinghai-Xizang Plateau. Beijing 1979. (chinesisch)
- YU DE-JUN, LU LING-TI, GU CUI-ZHI: Study on the floristic characteristics and geographical distribution of the *Rosaceae* of Xizang. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1269–1276. Beijing 1981.

- ZHANG JING-WEI, JIANG SHU: A primary study on the vertical vegetation belt of Mt. Qomolangma region and its relationship with horizontal zone. *Acta Botanica Sinica* 15 (2), 1973, S. 235–252. (chinesisch)
- ZHANG JING-WEI, WANG JIN-TING: Vegetation of the Central Xizang. Beijing 1966. (chinesisch)
- ZHANG XONG-ZU, ZHENG DU, YANG QIN-YE: Physical Geography of Xizang (Tibet). The Series of the Scientific Expedition to the Qinghai-Xizang Plateau. Beijing 1982. (chinesisch)
- ZHENG DU, CHEN WEI-LIE: A preliminary study on the vertical belts of vegetation of the eastern Himalayas. *Acta Botanica Sinica* 23 (3), 1981. S. 228–234. (chinesisch)
- ZHENG DU, HU CAO-BIN, ZHANG YONG-ZU: Altitudinal natural belts of Mt. Qomolangma District. In: Report on the Scientific Investigation in Mt. Qomolangma District (1966–1968) – Physiogeography, S. 147–202. Beijing 1975. (chinesisch)
- ZHENG DU, ZHANG YONG-ZU, YANG QIN-YE: On the natural zonation in the Qinghai-Xizang Plateau. *Acta Geographica Sinica* 34 (1), 1979, S. 1–11. (chinesisch)
- : Physio-geographical differentiation of the Qinghai-Xizang Plateau. In: Geological and Ecological Studies of Qinghai-Xizang Plateau, Vol. II, S. 1851–1860. Beijing 1981.

## UNTERSUCHUNGEN ZUR AGRARSTRUKTUR INDIANISCHER GEMEINDEN IN DER CHILENISCHEN ARAUCANÍA (IX. REGION)

Herrn Professor Wilhelm Lauer zum 60. Geburtstag

Mit 6 Abbildungen (z. T. als Beilage III) und 5 Photos

URSULA FRIEBEL W.

*Resumen:* Investigaciones de la estructura agraria de las comunidades indígenas en la Araucanía (IX Región de Chile)

Es propósito de este trabajo describir las características de la estructura agraria, uso y tenencia de la tierra de tres comunidades mapuche que tipifican a las comunidades de la depresión intermedia de la IX Región. Encontramos reducciones mapuche en las provincias de Bío Bío, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno y Llanquihue en nuestro país, dándose la mayor concentración poblacional en Malleco y Cautín (IX Región). Aproximadamente 200 000 mapuche de la IX Región viven en 354 813 Has.

Para apreciar geográficamente la distribución de las comunidades se confeccionó una carta de 1:500 000 de la IX Región, basándose en la carta histórica de Bologne de 1:100 000. Una segunda etapa significó la confección de una carta de la Comuna de Temuco (1:250 000) con especificación de comunidades mapuche divididas y no divididas. Se eligieron posteriormente tres comunidades 9 km. al S. de Temuco con una superficie total de 258 Has. para realizar la investigación. De este sector se confeccionaron cartas de 1:10 000 con el propósito de mapear la tenencia de la tierra y finalmente su uso agrícola.

120 salidas a terreno, muchas horas de entrevistas y aplicación de encuestas, mapeo y trabajo fotográfico, observación de campo, 18 horas cronológicas de grabación permitieron formarse una clara visión de las características de tenencia y uso de la tierra en las comunidades estudiadas, sus potenciales y reales sistemas de producción, las características de la población, sus limitaciones y esperanzas.

La autora agradece a todas las personas e instituciones que le colaboraron en su estudio, y que le permitió vislumbrar un mundo donde la supervivencia está determinada por la autosubsistencia y ésta por la autosuficiencia, que se podrá lograr sólo a través del apoyo educacional y tecnológico de una sociedad mayoritaria generosa.

Es ist bekannt, daß das Produktionsaufkommen der Landwirtschaft in Chile nicht mehr den Nahrungsmittelbedarf zu decken vermag. Eines der Ziele der seit etwa 1968 durchgeführten Agrarreform war es, durch eine Umverteilung des Bodeneigentums und mit ihr verbundene soziale Maßnahmen die Voraussetzungen für eine Produktionssteigerung zu schaffen. Die Bodenreform war vor allem auf den Großgrundbesitz gerichtet, der bis Ende des Jahres 1972 vollständig enteignet wurde.

Ein viel schwerer zu lösendes Problem bot und bietet allerdings der Kleinbesitz, der sogenannte *minifundio*, der größtenteils einer unzureichenden Eigenversorgung dient. Innerhalb des Minifundiosektors nehmen die indianischen Gemeinden im *Kleinen Süden* Chiles eine Sonderstellung ein. Diese *comunidades* oder *reducciones indígenas* genannten Gemeinden verteilen sich insgesamt über sieben Provinzen (Bío-Bío, Arauco, Malleco, Cautín, Valdivia, Osorno und Llanquihue), konzentrieren sich aber zum weitaus größten Teil in der sogenannten *Frontera* (Abb. 1, Beilage III), zu der die Provinzen Cautín und Malleco gerechnet werden. Die Bezeichnung *Frontera* (Grenze) weist auf die ehemalige Bedeutung dieses Raumes als Grenzgebiet zwischen der chilenischen und der indianischen Bevölkerung, den Mapuche oder Araukanern, hin.

Die Erfassung und Erklärung der räumlichen Verbreitung der indianischen Gemeinden, die Untersuchung ihrer Agrarstruktur sowie die Analyse ihrer besonderen – bereits im Landschaftsbild deutlich erkennbaren – Probleme sind die Ziele meiner Arbeit, die im Jahre 1974 begonnen wurde.

# Räumliche Verteilung von Arealtypenspektren in Tibet (Xizang-Plateau)

Beilage II zu ERDKUNDE 37,1 Beitrag Zheng Du

