

- HOLZKAMP, K.: Kritische Psychologie, Frankfurt 1972.
- KOESTLER, A.: The act of creation, London 1964.
- KRAFT, V.: Geschichtsforschung als strenge Wissenschaft. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1955).
- LASSWELL, H. D.: Das Qualitative und das Quantitative in politik- und rechtswissenschaftlichen Untersuchungen. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1961).
- MATZAT, W.: „Genetische“ und „Historische“ Erklärung in der Geographie und die analytische Wissenschaftstheorie. In: Neue Wege in der Erforschung städtischer und ländlicher Siedlungen. Festschrift für A. KRENZLIN zu ihrem 70. Geburtstag. = Rhein-Mainische Forschungen H. 80, 1975.
- MAYNTZ, R.: Soziologie in der Eremitage? Kritische Bemerkungen zum Vorwurf des Konservatismus der Soziologie. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1961).
- MORGENSTERN, O.: Logistik und Sozialwissenschaften. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 1971, Köln – Berlin (1936).
- MYRDAL, G.: Objektivität in der Sozialforschung, Frankfurt 1971.
- NAGEL, E.: Über die Aussage: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.“ In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1955).
- NOWAK, J.: Simulation und Stadtentwicklungsplanung. Berlin 1973.
- OPP, K. D.: Methodologie der Sozialwissenschaften, Reinbeck 1970.
- PFANZAGL, J.: Die axiomatischen Grundlagen einer allgemeinen Theorie des Messens, Würzburg 1959.
- POPPER, K. R.: Naturgesetze und theoretische Systeme. In: H. ALBERT (Hrsg.): Theorie und Realität, 2. veränderte Aufl., 1972, Tübingen (1948).
- : Prognose und Prophetie in den Sozialwissenschaften. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1949).
- : Die Zielsetzung der Erfahrungswissenschaften. In: H. ALBERT (Hrsg.): Theorie und Realität, 2. veränderte Aufl., 1972, Tübingen (1957).
- : Die Logik der Sozialwissenschaften. In: TH. W. ADORNO u. a. (Hrsg.): Der Positivismusstreit in der deutschen Soziologie, 3. Aufl., 1971, Neuwied – Berlin (1969).
- : Die Logik der Forschung, 4. verbesserte Aufl., Tübingen 1971.
- PRIM, R. und TILMANN, H.: Grundlagen einer kritisch-rationalen Sozialwissenschaft = UTB 221, Heidelberg 1973.
- SCHUECH, E. K. und RÜSCHEMEYER, D.: Soziologie und Statistik. Über den Einfluß der modernen Wissenschaftslehre auf ihr gegenseitiges Verständnis. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1956).
- SEIFFERT, H.: Einführung in die Wissenschaftstheorie, Bd. 2, 5. Aufl., München 1973.
- : Einführung in die Wissenschaftstheorie, Bd. 1, 7. Aufl., München 1974.
- SELVIN, H. C.: Durkheims „Suicide“ und Probleme empirischer Forschung. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1958).
- TOPITSCH, E.: Das Verhältnis zwischen Sozial- und Naturwissenschaften. Eine methodologisch-ideologiekritische Untersuchung. In: E. TOPITSCH (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., 1971, Köln – Berlin (1963).
- : Zum Gesetzesbegriff in den Sozialwissenschaften. In: H. ALBERT (Hrsg.): Theorie und Realität, 2. veränderte Aufl., 1972, Tübingen (1966).
- (Hrsg.): Logik der Sozialwissenschaften, 7. Aufl., Köln – Berlin 1971.
- TORGERSON, W. S.: Theory and Methods of Scaling, New York 1958.

METHODISCHE ÜBERLEGUNGEN ZUR FLORISTISCHEN PFLANZENGEOGRAPHIE

Mit 5 Abbildungen und 1 Beilage (VII)

PETER FRANKENBERG

Summary: Some remarks on floristic plant geography.

Previous theories in the field of "Arealkunde" will be treated shortly before presenting some basic thoughts on a system of floristic analysis with the aim of undertaking a quantitative plant-geographical areal differentiation: Using floristic elements as a basis, elemental floristic spectra will be presented in a rectangular grid (Gitternetz); the area concerned will be classified in floristic regions according to dominant floristic elements. In addition to these considerations some quantitative methods for grouping floristic elements and the creation of elemental floristic spectra are proposed. Beyond this an attempt is made to integrate life form spectra in a floristic analysis. Furthermore posing of cartographical questions concerning elemental floristic spectra will be dealt with in some examples.

A. Arealkunde

Die floristische Pflanzengeographie befaßt sich als *Arealkunde* in erster Linie mit der Erfassung räumlicher Verbreitungsmuster von Pflanzen. Dabei steht die Erstellung von Arealkarten einzelner Spezies im Vordergrund.

Die ‚vergleichende Arealkunde‘ (vgl. H. MEUSEL, 1943) schließt von Arealen ähnlicher räumlicher Erstreckung und von ähnlichen Hauptentfaltungszentren verschiedener taxonomischer Einheiten auf einen übergeordneten Arealtypus. So gehören etwa *Fagus silvatica* und *Acer pseudoplatanus* trotz im einzelnen abweichender Arealgrenzen einem gemeinsamen Areal-

typus an. Arten eines identischen Arealtypus bilden ein Geoelement (vgl. H. WALTER, H. STRAKA, 1970). Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, Arten nach ihrem Ursprungsgebiet (Genoelement) oder etwa nach ihren ökologischen Standortansprüchen (Ökoelement) zu gruppieren. H. ZOLLER (1954) lehnt eine methodisch derart streng differenzierte Zusammenfassung von Arten zu Artengruppen ab, wie sie von KLEOPOW (nach H. WALTER, H. STRAKA, 1970) vorgeschlagen wurde. Es sollten sowohl räumliche als auch genetische und ökologische Prinzipien zur Zusammenfassung von Arten zu Florenelementen berücksichtigt werden. Eine Forderung, die ebenfalls H. MEUSEL (u. a. 1943) erhebt. Aufbauend auf den Arealtypus hat H. MEUSEL (u. a. 1940) umfassende Analysen von Arealtypenspektren einzelner Pflanzengesellschaften erarbeitet. Dabei werden die relativen Anteile der Artenzahlen jedes einzelnen Florenelementes an der Gesamtartenzahl einer Pflanzengesellschaft für einzelne Standorte ermittelt und in Tabellen- bzw. Diagrammform dargestellt. Im Sinne einer Verbindung von Areal- und Vegetationskunde wird so der räumlich kontinuierliche Charakter der Pflanzengesellschaften herausgearbeitet, der im Gegensatz zu der streng schematischen Pflanzensoziologie der Montpelliererschule steht (vgl. J. BRAUN-BLANQUET, 1964). K.-H. PAFFEN (1951) hat dargelegt, daß die Pflanzensoziologie mit ihren streng hierarchischen und scharf abgegrenzten Einheiten (Assoziationen) das reale Bild der Vegetation in der Landschaft, nämlich ein Kontinuum, nicht widerzugeben vermag. Er hat in diesem Zusammenhang auf den Wert der Arealtypenspektren für eine florengeographische Vegetationsanalyse hingewiesen. Der „arealtypischen Vegetationsanalyse“ mangle es allerdings daran, daß die Lebens- und Wuchsformen der Spezies zu wenig berücksichtigt würden; sie seien als „ökologische Reaktionstypen“ ein wesentlicher Ausdruck der Landschaftsökologie (vgl. dazu auch J. SCHMITHÜSEN, 1968).

Bisher griff eine pflanzengeographische Regionalisierung in der Regel auf Einzelareale zurück, meist auf solche übergeordneter taxonomischer Einheiten, etwa zur Abgrenzung von Florenreichen. Die Grenzen von pflanzengeographischen Provinzen ließ man dort verlaufen, wo eine auffällige Häufung einzelner Arealgrenzen festzustellen war (Grenzbündel im Sinne von H. MEUSEL, 1943). Ein Verfahren, das weitgehend der geographischen Grenzgürtelmethode nach O. MAULL (1936, 1973) entspricht.

Bereits im Jahre 1937 hat J. R. MATTHEWS eine quantitative chorologische Analyse von Artenzahlen verschiedener Florenelemente vorgestellt. Auf der räumlichen Basis von ‚vice counties‘ analysierte er für den Bereich der Britischen Inseln den prozentualen Artenanteil eines jeden Geoelementes an der Gesamtartenzahl dieses Elementes im Untersuchungsraum. Es zeigt sich beispielsweise eine Konzentration mediterraner Arten im SW Cornwalls sowie eine auffällige

Häufung arktisch-subantarktischer Spezies auf den Schottischen Highlands. Eine zusammenschauende Darstellung der relativen Verbreitung aller Florenelemente und eine darauf fußende pflanzengeographische Differenzierung unterblieb jedoch.

Unabhängig von der Arealkunde hat die Vegetationskunde die Lebensformen standörtlicher Artenkombinationen mit Hilfe von Lebensformenspektren anschaulich gemacht (C. RAUNKIAER, 1907). Die Pflanzensoziologie hat sich dann der Lebensformenspektren zur weiteren Charakterisierung ihrer Pflanzengesellschaften bedient.

B. Neue methodische Überlegungen

Im folgenden sollen die bisher vorgestellten arealkundlichen und vegetationskundlichen Ansätze schrittweise zu einer pflanzengeographischen Methode integriert werden. Es wird eine quantitative räumliche Differenzierung der Pflanzenwelt nach arealkundlichen (Florenelemente) und physiognomisch-ökologischen (Lebensformen) Gesichtspunkten angestrebt. Die Erläuterung quantitativer und kartographischer Arbeits- bzw. Darstellungsweisen soll dabei im Vordergrund der Erörterung stehen.

Ausgangspunkt der Überlegungen ist die Arealform, d. h. die Gruppierung von Arten nach ihrem Arealtypus zu Florenelementen (Geoelementen). Darauf basierend werden Arealtypenspektren nicht für einzelne Pflanzengesellschaften, sondern für Raumeinheiten erstellt. Die einzelnen Raumeinheiten eines Untersuchungsraumes werden dabei nach einem Gitternetz ausgegliedert. Dies dient als objektivierte chorologische Erfassungseinheit der Artenkombinationen der betreffenden Flächeneinheiten und als kartographischer Darstellungsrahmen der resultierenden Arealtypenspektren (vgl. Beilage VII).

Im Prinzip werden also, um an das Beispiel der Arbeit von J. R. MATTHEWS (1937) anzuknüpfen, alle Karten der chorologischen Verbreitung von Artenzahlen einzelner Geoelemente zu einer Karte der Verbreitung von Arealtypenspektren integriert. Die Gliederung des Untersuchungsraumes in pflanzengeographische Provinzen wird dann nach den jeweils dominierenden Geoelementen vorgenommen. Es wird so die gesamte greifbare Flora zur pflanzengeographischen Differenzierung eines Raumes herangezogen, während man bisher meist von Arealgrenzen typischer Spezies ausging.

In weiteren Überlegungen werden nach der pflanzensoziologischen Methode von J. BRAUN-BLANQUET (1964) im Sinne von SCHWICKERATH (vgl. G. REICHEL, O. WILMANN, 1973) die Individuenzahlen der einzelnen Arten bei der Erstellung von Arealtypenspektren berücksichtigt.

Daneben wird zur Einbeziehung des Vegetationsaspektes in eine floristische Pflanzengeographie die räumliche Verbreitung von Lebensformenspektren vor-

gestellt; eine Berücksichtigung der Individuenzahlen auch in diesen Spektren sowie eine Integration der Lebensformen in die Arealtypenspektren wird vorgeschlagen.

Es ist aufzuzeigen, daß sich die vorgestellte quantitative Konzeption einer floristischen Pflanzengeographie gut zu einer kombinierten quantitativen Analyse mit Klimaparametern eignet, die den Ursachen der Zusammensetzung der Arealtypenspektren von der klimatischen Seite her näherzukommen erlaubt.

1. Der Arealtypus

Eine Analyse der Hauptverbreitungsgebiete aller in Europa vorkommenden Pflanzenarten läßt erkennen, daß jeweils eine Vielzahl von Artarealen in gleichen Räumen weitgehend koinzidiert. Derartige Koinzidenzbereiche von Artenarealen werden als Arealtypen (s. o.) bezeichnet. In Europa sind nach E. OBERDORFER (1962) der atlantisch-subatlantische, der eurasiatisch-subozeanische, der eurasiatische, der submediterrane, der praealpine und der alpine Arealtypus etc. zu unterscheiden (Hauptarealtypen). Arten, deren Hauptverbreitungsgebiete sich gleichermaßen über zwei Hauptarealtypen erstrecken, werden einem Verbindungs-Arealtypus zugeordnet, so etwa einem submediterran-subatlantischen Arealtypus. Jede Pflanzenart eines Standortes kann aufgrund des Arealtypus, dem sie zugehörig ist, ökologisch-chorologisch gekennzeichnet werden. Jedoch sind die Areale der Einzelarten mit ihrem Arealtypus raumstrukturell nie völlig identisch. Vor allem im Kontaktbereich mehrerer Arealtypen kommt es zu vielfältigen Kombinationen von Florenelementen.

Eine Gruppierung von Arten nach ihrem Arealtypus zu Geoelementen ist in der Regel nach rein qualitativen Verfahrensweisen des Vergleiches der betreffenden Arealkarten vorgenommen worden. Dabei haben auch historisch-genetische und ökologische Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle gespielt (vgl. H. MEUSEL, 1943). Ein quantitatives Verfahren hat H. HAEUPLER (1974 a) bei seinen Studien zur Analyse der Flora Südniedersachsens erprobt. Dabei kann der Chi-Quadrat-Test in Form von Viererfeldtafeln zur Anwendung kommen. Es werden Arealgitternetzarten der einzelnen zu gruppierenden Arten auf gemeinsame, verschiedene oder gar nicht besetzte Felder hin untersucht:

Viererfeldtafel

| | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Art A und B vorhanden (a) | Art B vorhanden, Art A nicht (b) |
| Art A vorhanden, Art B nicht (c) | Art A und B nicht vorhanden (d) |

$$\text{Chi}^2 = \frac{(ad - bc)^2 \cdot n}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)} \quad n = a + b + c + d$$

Liegt der Chi-Quadrat-Wert über den Erwartungswerten nach Snedecor, so gilt die Alternativhypothese als bestätigt. Beide analysierten Arten gehören danach einem Arealtypus an. Sie werden so einem Geoelement zugeordnet. Um auch Aussagen über das Maß der Beziehungen zwischen den einzelnen Arealen machen zu können, schlägt H. HAEUPLER (1974 a) ein Verfahren nach v. HAMMING vor, welches den Vorteil hat, ähnlich den Korrelationskoeffizienten Werte zwischen ± 1 und 0 anzunehmen:

$$r = \sin(T \times 90^\circ); T = \frac{ad - bc}{(a + b)(c + d)(a + c)(b + d)}$$

Möglich ist darüber hinaus eine Gruppierung von Arten nach chorologischen Gesichtspunkten mit Hilfe der Hauptkomponenten- bzw. der Clusteranalyse. Dies haben Versuche von D. KLAUS und P. FRANKENBERG (bisher unveröffentlicht) für die Saharaflora erwiesen. Hauptnachteil der aufgezeigten quantitativen Verfahren ist, daß sie zu einer Arealtypisierung nur die Verbreitung der Arten in ihrem Untersuchungsgebiet heranziehen, obwohl sich ‚Mikroareale‘ und ‚Gesamtareale‘ chorologisch keineswegs gleichartig verhalten (vgl. dazu: H. MEUSEL, 1943 und H. WALTER, H. STRAKA, 1970). Um eine realistischere Arealtypisierung bei der Analyse von Teilräumen zu erreichen, sollten stets die Gesamtareale der betreffenden Arten berücksichtigt werden.

Dabei sind auch die Hauptentfaltungszentren der Arten einzubeziehen, um nicht Arealschwerpunkte und Ausstrahlungen gleichrangig in eine Arealtypisierung eingehen zu lassen. Es ist also nicht nur das Vorhandensein einer Art in einem Raster zu prüfen, sondern es sind weitere pflanzensoziologische Angaben (Individuenzahlen) hinzuzuziehen.

Für Europa kann eine großräumigere Arealtypenspektren-Analyse auf grundlegende arealkundliche Werke zurückgreifen: H. MEUSEL, E. JÄGER, E. WEINERT (1964) bzw. H. MEUSEL (1943) oder etwa für Süddeutschland auf E. OBERDORFER (1962).

2. Arealtypenspektren und ihre kartographischen Darstellungsmöglichkeiten

Das geographische Ziel einer ganzheitlichen floristischen Analyse muß der Vergleich von Arealtypenspektren, d. h. die Analyse ihres räumlichen Wandels im Untersuchungsgebiet sein. Die Art der kartographischen Darstellung von Arealtypenspektren erscheint dabei wesentlich. Säulendiagramme (vgl. Abb. 1a + b) ermöglichen ein exaktes Ablesen der einzelnen relativen Anteile der Spezies verschiedener Arealtypen an der Gesamtartenzahl. Die Beispieldiagramme der Abb. 1a + b sind nach pflanzensoziologischen Angaben bei E. ISSLER (1942) aufgrund der Arealtypen E. OBERDORFERS (1962) erstellt worden. Ein Vergleich beider Diagramme läßt erkennen, daß in den Vogesen die submediterranen Arten in der Höhe

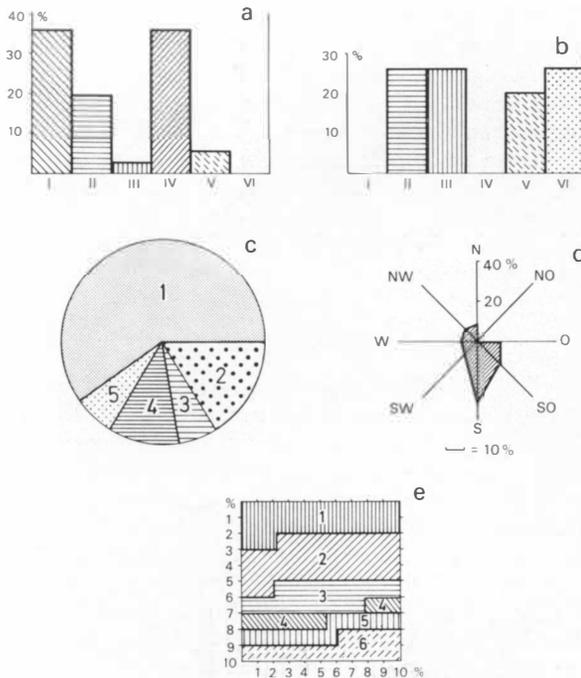


Abb. 1: Verschiedene Darstellungsweisen von Arealtypenspektren

a + b Säulendiagramme Vogesen (a 300 m, b 1250 m hoch gelegen): I submediterranean (smed); II submediterranean-subatlantic (smed + subatl.); III submediterranean-praealpine (praealp.); IV eurasiatisch (euras.)-submediterranean; V eurasiatisch; VI eurasiatisch-suboceanic (subocean.)

c geographisches Spektrum aus: BRAUN-BLANQUET (1948) vereinfacht: 1 subantarktische Arten; 2 mitteleuropäische Arten; 3 alpine Arten; 4 mediterrane Gebirgsarten; 5 Endemiten. (Zur Erläuterung vgl. Beil. VII)

d Arealtypenspektrogramm nach P. FILZER (1963): Vorderpalz: Geoelemente nach Himmelsrichtung der Hauptverbreitungszentren abgetragen

e integriertes Flächendiagramm (Vogesen, 1360 m): 1 eur.; 2 eur.-suboceanic; 3 subatl.; 4 suboceanic-praealp.; 5 praealp.; 6 alpine

Different illustrations of spectra of floristic elements
a + b histogram-spectra

Roman figures indicate different floristic elements: I sub-mediterranean; II sub-mediterranean-sub-atlantic; III sub-mediterranean-praealpine; IV european-asiatic-sub-mediterranean; V european-asiatic; VI european-asiatic-sub-oceanic

c geographical spectrum cf. J. BRAUN-BLANQUET (1948). Arabic figures indicate different floristic elements: 1 sub-antartic species; 2 central-european species; 3 alpine species; 4 mediterranean mountain species; 5 endemites

d spectrogram of floristic elements cf. P. FILZER (1963)

e integrated square diagram. Arabic figures indicate different floristic elements: 1 european-asiatic; 2 european-asiatic-sub-oceanic; 3 sub-atlantic; 4 sub-oceanic-praealpine; 5 pre-alpine; 6 alpine

völlig aussetzen und dafür der Prozentsatz der eurasiatisch-suboceanischen Arten deutlich ansteigt. M. SCHWICKERATH (1954) hat durch eine Differenzierung der Arealtypen nach Arealtypenkreisen und Arealgürteln eine feinere Untergliederung seines Stabdiagrammes erreicht. Sektorendiagramme von Arealtypenspektren (vgl. Abb. 1c) (hier nach J. BRAUN-BLANQUET, 1948) kennzeichnen die Relationen der Artenzahlen der einzelnen Arealtypen zueinander wesentlich besser als Säulendiagramme, lassen jedoch kaum ein schnelles und exaktes Ablesen der einzelnen Prozentwerte zu. Für den Bereich der Ostpyrenäen ist der hohe Anteil subantarktischer Arten an der Silikat-Schneeboden-Gesellschaft bemerkenswert. P. FILZER hat 1963 versucht, Arealtypen nach den Himmelsrichtungen ihrer Lage zum Untersuchungsraum zu benennen und danach polare Diagramme zu konstruieren (vgl. Abb. 1d). Seine Arealtypenspektrogramme erscheinen für den Überblick und damit für Vergleiche sehr anschaulich. Nicht alle Arealtypen lassen sich jedoch nach Himmelsrichtungen einordnen. Ihre Prozentanteile fügt P. FILZER in der Regel einfach als Zahl dem Diagramm hinzu. Das hiermit vorgeschlagene 'Integrierte Flächendiagramm' (vgl. Abb. 1e) versucht eine Synthese aus Säulen- und Sektorendiagramm. Die Relationen der einzelnen Arealtypenspektrenanteile zueinander bleiben ähnlich gut abzuschätzen wie bei dem Sektorendiagramm; dazu ist die Möglichkeit gegeben, auf einfache Weise genaue Prozentsätze ablesen zu können. Das vorgestellte Beispiel eines Standortes des Vogesenhauptkammes basiert auf pflanzensoziologischen Angaben von E. ISSLER (1942). Im Vergleich zu den Spektren tieferliegender Standorte (vgl. Abb. 1a + b) ist eine weitergehende Zunahme des relativen Anteils eurasiatisch-suboceanischer Arten festzustellen. Dazu treten in dieser Gipfelregion des Hohnack alpine und praealpine Arten auf.

3. Arealtypenspektren in ihrer räumlichen Verbreitung

Die floristischen Analysen von Pflanzengesellschaften einzelner Standorte genügen einer pflanzengeographischen Fragestellung nicht. Ziel ist die ganzheitliche, in sich aber differenzierte Erfassung der Flora eines Raumes mit Hilfe der aufgezeigten Florenstatistik und ihrer Darstellung durch Arealtypenspektrenkartogramme. Die Erstellung von Arealtypenspektren auf der Basis von Gitternetzzeinheiten kann dabei eine floristische Differenzierung größerer Räume ermöglichen.

Für die Bundesrepublik Deutschland wäre vorzuschlagen, das Gitternetz zur Erfassung der Gefäßpflanzenflora (vgl. H. HAEUPLER, 1974b) heranzuziehen, das der Kartierung von Artarealen dient. Man könnte die Arten innerhalb eines jeden Gitters aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu Arealtypen gruppieren, für jeden Gitterbereich ein Arealtypenspektrum errechnen und so eine Karte der Arealtypenspektren der Bundesrepublik Deutschland erstellen.

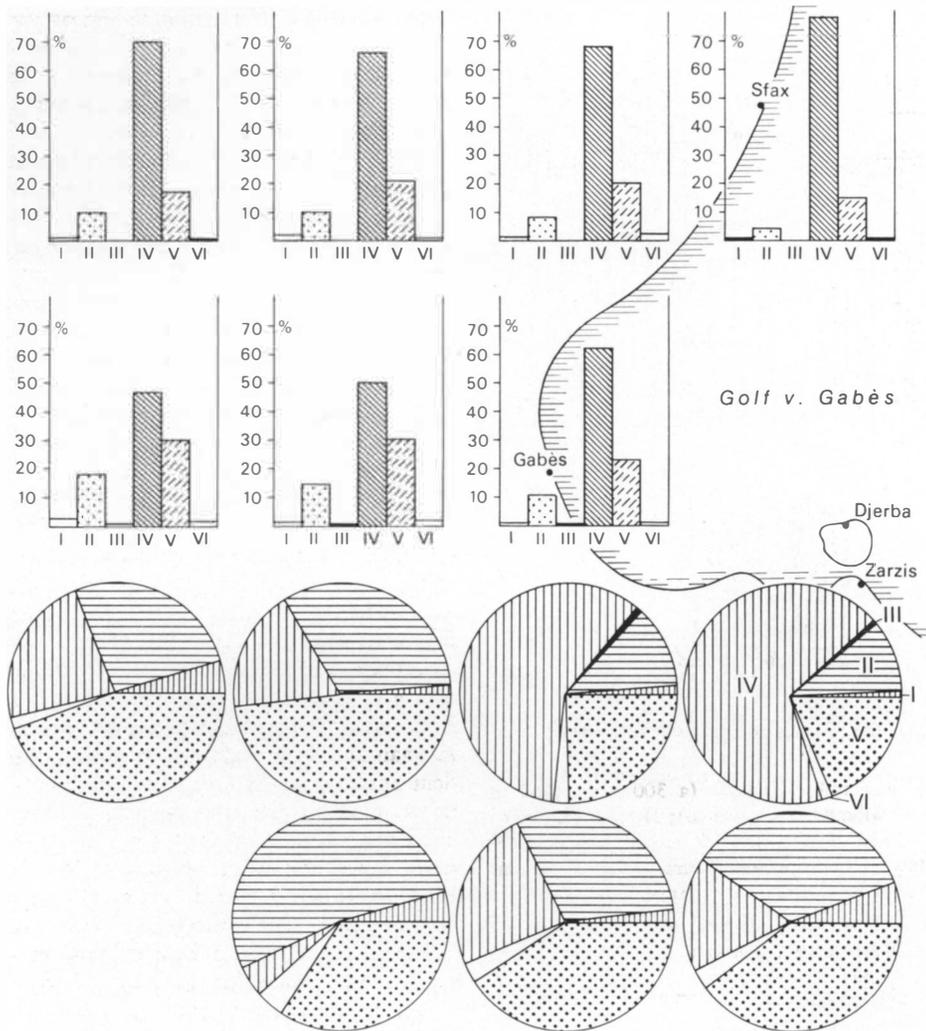


Abb. 2: Arealtypenspektrenkartogramme Südtunesien

I tropisch-saharisches Geoelement; II saharo-sindisches (arabisches) Geoelement; III saharische Endemiten (Genoelement); IV mediterranes (außertropisches) Geoelement; V mediterran-saharisches Geoelement; VI mediterrane Endemiten (Genoelement)

Spectra of floristic elements of Southern Tunisia

I palaeotropical-saharo-arabian floristic element; II saharo-arabian floristic element; III saharian endemites; IV mediterranean floristic element; V mediterraneo-saharian floristic element; VI mediterranean endemites

Am Beispiel Südtunesiens ist auf der Basis eines quadratischen 80 km Gitternetzes nach Angaben bei H. N. LE HOUÉROU (1959) und eigenen Feldforschungen eine derartige floristische Analyse durchgeführt und nach den verschiedenen vorgestellten kartographischen Methoden dargestellt worden. Die Gruppierung der Arten zu Geoelementen wurde nach Arealtypenangaben bei A. EIG (1931) vorgenommen. Zur Darstellung des räumlichen Wandels der Arealtypenspektren werden in Form von Kartogrammen Stabdiagramme, Sektorendiagramme (Abb. 2) und für die westliche Sahara integrierte Flächendiagramme (Beilage VII) einander gegenübergestellt, um eine

kartographisch möglichst ausdrucksvolle Methode der Erstellung von Arealtypenspektrenkartogrammen aufzeigen zu können. Sektoren- und integrierte Flächendiagramme lassen dabei die Abfolge von Raummustern der floristischen Einheiten auch in einer optischen Fernwirkung deutlich werden, wobei die farbige Darstellung der Flächendiagramme deren Fernwirkung potenziert. Die Flächendiagramme gestatten zudem eine genaue Ablesbarkeit detaillierter Prozentwerte. Den Säulendiagrammen geht eine optische Fernwirkung weitgehend ab; zudem sind sie kaum in ein vorgegebenes Gitter, das Erfassungs- und Darstellungseinheit sein soll, durchgehend einzupassen, da die

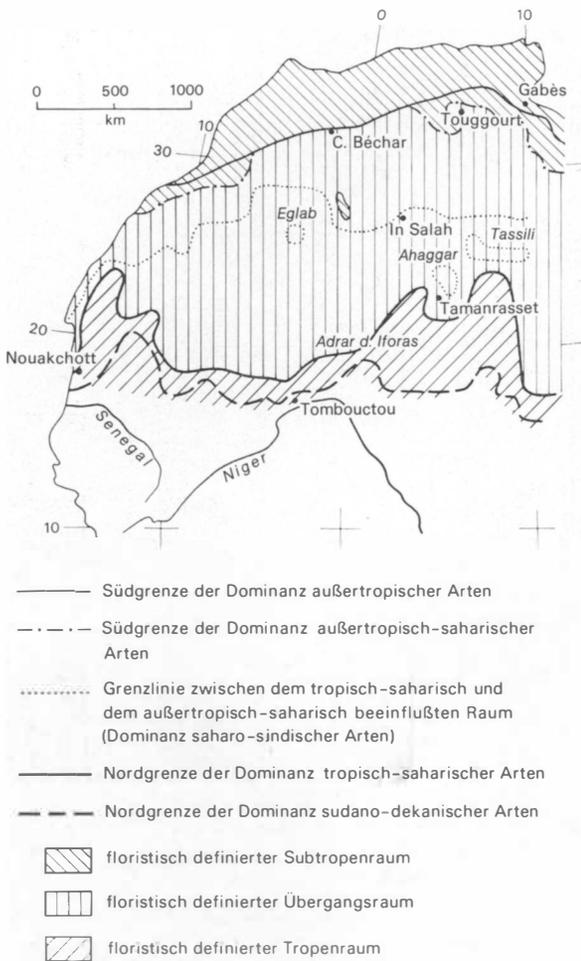


Abb. 3: Pflanzengeographische Gliederung der Westsahara n. FRANKENBERG in W. LAUER (1975)

Plant geographical differentiation of the Western Sahara

maximalen Säulenhöhen stark differieren. So brauchbar diese Stabdiagramme zur Darstellung einzelner Arealtypenspektren auch erscheinen mögen, in einem Kartogramm sind Flächendiagramme vorzuziehen. Am Beispiel Südtunisiens wird ein Nord-Süd-Wandel bzw. ein E-W-Wandel der Flora von mediterranem Typus (M) zu mediterran-saharischem Typus (MS) deutlich.

4. Chorologische Differenzierung in Florenregionen

Aufbauend auf der Karte der Arealtypenspektren der Westsahara (Beilage VII) läßt sich beispielhaft die Methode einer quantitativen pflanzengeographisch-räumlichen Differenzierung aufzeigen.

Eine Florenregion wird dabei definiert als ein Raum der durchgehenden Dominanz eines Florenelementes in den Arealtypenspektren. Aus den zweit-rangigen Florenelementen ergeben sich Subflorenregionen. Für die Westsahara ist eine derartige pflanzen-

geographische Differenzierung erstmals von W. LAUER (1975) nach P. FRANKENBERG (Diss. Bonn 1976) (Abb. 3) publiziert worden. Eine eingehendere Darstellung findet sich dazu für die gesamte Sahara in W. LAUER, P. FRANKENBERG (1977).

Mit der Erstellung einer chorologischen pflanzengeographischen Gliederung des Untersuchungsraumes nach quantitativen Methoden ist das Ziel des skizzierten floristischen Pflanzengeographie im Prinzip erreicht.

Die Erstellung von Arealtypenspektren nach Artenzahlen birgt jedoch eine so große Abstraktion, daß im folgenden einige Überlegungen zur Vervollkommnung von Arealtypenspektren unter Berücksichtigung der Lebensform aufgezeigt werden sollen.

5. Verfeinerung der Arealtypenspektren und Einbeziehung der Lebensformenspektren

Als wesentlicher Mangel der bisher erläuterten Verfahrenswesen kann gelten, daß die Arten unabhängig von ihrer Individuenzahl gleichrangig in die Arealtypenspektren eingegangen sind. Ein direktes Auszählen der Individuenzahlen ist wegen ihrer hohen Variabilität kaum angebracht. Die Abschätzung nach der pflanzensoziologischen Mengenskala (so M. SCHWICKERATH) oder dem mittleren Deckungsprozentwert (vgl. J. BRAUN-BLANQUET, 1964) genügt vollauf, die Arten nach ihrer quantitativen Bedeutung am Standort (im Gitter) zu gewichten. Nach J. BRAUN-BLANQUET (1964) entsprechen folgende mittlere Deckungsprozentwerte der pflanzensoziologischen Mengenskala: + = 0,1%; 1 = 5,0%; 2 = 17,5%; 3 = 37,5%; 4 = 62,5%; 5 = 87,5%. Der relative Anteil eines Geoelementes in einem Arealtypenspektrum wird unter Berücksichtigung des mittleren Deckungswertes der Arten danach folgendermaßen errechnet:

$$\frac{\sum (D_a \times 100)}{\sum D_s}$$

wobei D_a die mittleren Deckungsprozentwerte der Arten eines Geoelementes und D_s diejenigen aller Spezies am Standort repräsentiert. Statt der mittleren Deckungsprozentwerte kann man auch den um 1 vermehrten Wert der pflanzensoziologischen Mengenskala als Maßzahl der Individuen in die Berechnung eines Arealtypenspektrums eingehen lassen. Dann geht eine Art mit dem Rang + unter dem Faktor 1 und eine Art mit dem Rang 2 unter dem Faktor 3 usw. in das Arealtypenspektrum ein, das danach folgendermaßen errechnet wird:

$$\frac{\sum (M_a + 1) \times 100}{\sum (M_s + 1)}$$

wobei M_a die Mengenskalawerte aller Spezies eines Arealtypus, jeweils um 1 vermehrt, und M_s die entsprechenden Mengenskalawerte aller Arten eines

Fundortes oder Gitters repräsentieren. Man erhält so ein ‚soziologisches Arealtypenspektrum‘. Voraussetzung sind pflanzensoziologische Aufnahmen, nach denen auch für Gittereinheiten gewichtete Mittelwerte von Mengenskalenwerten berechnet werden können.

In einem weiteren Schritt bietet sich eine Verbindung von Areal- und Vegetationskunde an, indem man die Lebensformen der Arten auf qualitativem Wege in die Analyse von Arealtypenspektren einbezieht. Eine zahlenmäßige Erfassung von Lebensformen ist nach dem System von C. RAUNKIAER (1907) möglich. Nach den relativen Anteilen der Phanerophyten (Ph), der Chamaephyten (Ch), der Hemikryptophyten (H), der Geophyten (G) und der Therophyten (Th) an der Gesamtartenzahl eines Standortes (Gitters) kann man, ebenso wie Arealtypenspektren, auch Lebensformenspektren erstellen. Ähnlich den Arealtypenspektrenkartogrammen lassen sich auch Lebensformenspektren in ihrer räumlichen Varianz darstellen. Die Abb. 4 macht dies auf der Basis eines 80 km Gitternetzes für Südtunesien deutlich. Es ergeben sich dabei die gleichen kartographischen Darstellungsmöglichkeiten wie bei den Arealtypenspektren. In Südtunesien sind keine größeren Verschiebungen der Relationen der einzelnen Lebensformen zueinander festzustellen. Der Übergang von der Steppen- zur Wüstenflora ist ein taxonomischer, ohne deutlichen Wechsel in der Physiognomie der Pflanzenwelt.

Eine Kombinierung florenstatistischer und quantitativ-physiognomischer Methoden führt zu einem ‚soziologisch-physiognomischen Arealtypenspektrum‘. Dabei wird jede am Standort vertretene Art zunächst einmal durch den Faktor der Mengenskala (plus 1) und dazu durch einen Faktor ihrer Lebensform gewichtet. Je höher die Lebensform, als desto bedeutender wird die entsprechende Art in Relation zu den übrigen Spezies angesehen. Für Therophyten steht so der Faktorwert 1, für Geophyten 2, für Hemikryptophyten 3, für Lianen 4, für Chamaephyten 5 und für Phanerophyten 6. Der relative Anteil eines Geoelementes an der Gesamtartenzahl wird danach wie folgt errechnet:

$$\frac{\sum [(Ma + 1) \times (La)] \times 100}{[(Ms + 1) \times (Ls)]}$$

Der um 1 vermehrte Mengenskalenwert einer Art (Ma) multipliziert mit ihrem Lebensformenfaktorwert (La) wird für alle Arten eines Geoelementes summiert und mit 100 multipliziert. Dieser Zähler wird durch die Gesamtsumme der Mengenskalenwerte (plus 1) aller Spezies (Ms) – multipliziert mit den entsprechenden Lebensfaktorwerten (Ls) – dividiert.

In die Erstellung von Lebensformenspektren läßt sich wie bei Arealtypenspektren eine Gewichtung der Arten nach Individuenzahlen einbringen. Die Abb. 5 zeigt ein ‚einfaches Lebensformenspektrum‘ aus dem Bereich der Vogesen neben einem ‚soziologischen Lebensformenspektrum‘, das unter Berücksichtigung des

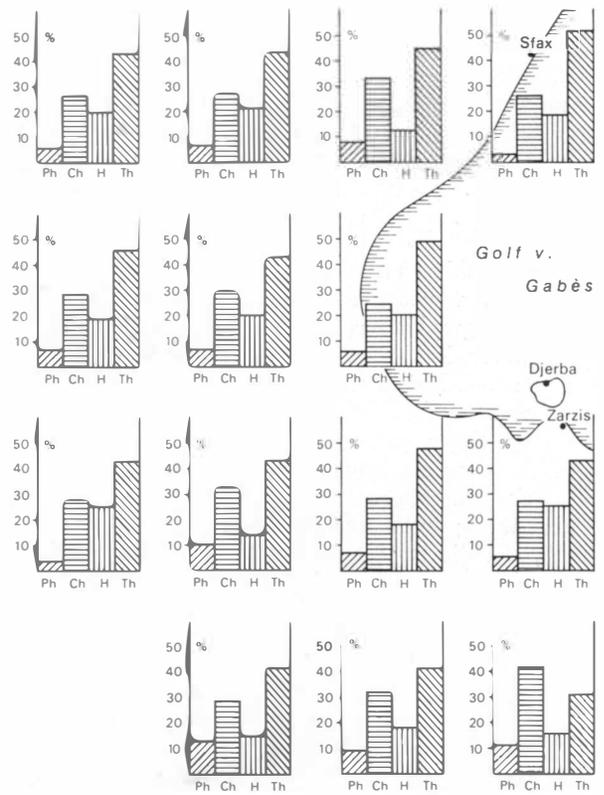


Abb. 4: Lebensformenspektrenkartogramm (Südtunesien)
Ph = Phanerophyten; Ch = Chamaephyten; H = Hemikryptophyten; Th = Therophyten

Biological spectra of Southern Tunisia

Ph = phanerophytes; Ch = chamaephytes; H = hemikryptophytes; Th = therophytes

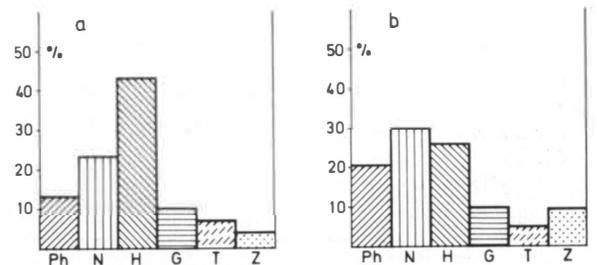


Abb. 5: Lebensformenspektrum (a), soziologisches Lebensformenspektrum (b), Rappoltswilertal, 550 m (Vogesen)
Ph = Phanerophyten; N = Nanophanerophyten; H = Hemikryptophyten; G = Geophyten; T = Therophyten; Z = holzige Chamaephyten

Different biological spectra: a normal biological spectrum; b plant-sociological biological spectrum

Ph = phanerophytes; N = nanophanerophytes; H = hemikryptophytes; G = geophytes; Th = therophytes; Z = woody chamaephytes

mittleren Deckungsprozentwertes der Arten errechnet worden ist. Die höheren Lebensformen erlangen dabei größere relative Anteile in dem gewichteten Lebensformenspektrum, die Hemikryptophyten treten zurück. Für Mitteleuropa läßt sich die Bestimmung der Lebensform sehr gut nach H. ELLENBERG (1974) durchführen.

Schlußbemerkungen

Der hier skizzierte Weg einer floristischen Pflanzengeographie versucht eine Integration verschiedener pflanzengeographischer Ansätze mit dem Ziel einer quantitativen Differenzierung der Pflanzenwelt. Arealkunde und Pflanzensoziologie sollen dabei als abgesicherte botanische Methoden auf den Raum projiziert die Grundlagen stellen. Am geeignetsten erscheint dem Verfasser die Ermittlung von Arealtypen- und Lebensformenspektrenkartogrammen unter jeweiliger Einbeziehung pflanzensoziologischer Mengenskalenwerte, um die Pflanzenwelt eines Raumes floristisch und physiognomisch-ökologisch darzustellen. Eine Integration beider Ansätze sollte dann bei der Regionalisierung nach dominierenden Florenelementen der einzelnen Lebensformen erfolgen.

Literatur

- BRAUN-BLANQUET, J.: La végétation alpine des Pyrénées Orientales, Barcelona, 1948.
 – : Pflanzensoziologie, Wien, New York, 1964.
 EIG, A.: Les éléments et les groupes phytogéographiques auxiliaires dans la flore palestinienne. Etude phytogéographique. Fedde. Repert. Spec. Nov. Regn. Veget. Beih. 63, 2 Bde., 1931.
 ELLENBERG, H.: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica, IX, Göttingen, 1974.
 FILZER, P.: Ein botanischer Beitrag zur Charakterisierung natürlicher Landschaften Süddeutschlands. Ber. z. Dtsch. Landeskd., 31, 1963, S. 69–83.
 HAEUPLER, H.: Statistische Auswertungen von Punktrasterkarten der Gefäßpflanzenflora Südniedersachsens. Scripta Geobotanica VIII, Göttingen, 1974 a.
 – : Bemerkungen zum Stand der floristischen Kartierung in der BRD. Göttinger florist. Rundbriefe, 8, 1974 b, S. 65–66.
 HOUÉROU LE, H. N.: Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. Mém. 6. Inst. de Rech. Sahar. Univ. Alger, 3 Bde, Alger, 1959.
 ISSLER, E.: Vegetationskunde der Vogesen. Pflanzensoziologie Bd. 5, Jena, 1942.
 LAUER, W.: Vom Wesen der Tropen. Klimaökologische Studien zum Inhalt und zur Abgrenzung eines irdischen Landschaftsgürtels. Abh. d. Math.-Naturw. Klasse. Akad. d. Wiss. u. d. Lit. Jg. 1975, Nr. 3, Mainz, 1975.
 LAUER, W., FRANKENBERG, P.: Zum Problem der Tropengrenze in der Sahara. Erdkunde, 31, 1977, S. 1–15.
 MATTHEWS, J. R.: Geographical relationships of the British Flora, Journal of Ecology, 25, 1937, S. 1–90.
 MAULL, O.: Die Grenzgürtelmethode (1936), in: Das Wesen der Landschaft, Hrsg. K.-H. Paffen, Darmstadt, 1973, S. 425–432.
 MEUSEL, H.: Vergleichende Arealkunde, 2 Bde, Berlin, 1943.
 MEUSEL, H.: Über die umfassende Aufgabe der Pflanzengeographie in: Pflanzengeographie, Hrsg. W. Lauer, H. J. Klink, Darmstadt, 1978, S. 106–121.
 MEUSEL, H., JÄGER, E., WEINERT, E.: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora, Jena, 1964.
 OBERDORFER, E.: Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Süddeutschland, Stuttgart, 1962.
 PAFFEN, K.-H.: Geographische Vegetationskunde und Pflanzensoziologie, Erdkunde, 5, 1951, S. 196–203.
 QUÉZEL, P.: La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie, Geobotanica selecta, Bd. II, Stuttgart, 1965.
 RAUNKIAER, C.: Planterigetets Livsformer ag deres Betydning for Geografien, Kopenhagen, 1907.
 REICHEL, G., WILMANN, O.: Vegetationsgeographie. Das Geogr. Semin. Praktische Arbeitsweisen, Braunschweig, 1973.
 SCHMITHÜSEN, J.: Allgemeine Vegetationsgeographie, 3. Aufl., Berlin, 1968.
 SCHWICKERATH, M.: Die Landschaft und ihre Wandlung auf geobotanischer und geographischer Grundlage – entwickelt und erläutert im Bereich des Meißischblattes Stolberg, Aachen, 1954.
 WALTER, H., STRAKA, H.: Arealkunde, Floristisch-historische Geobotanik. Einführung in die Phytologie, III, 2, Stuttgart, 1970.
 ZOLLER, H.: Die Arten der Bromus-erectus-Wiesen des Schweizer Jura. Bern, 1954.

DIE RECLUÉES DES MITTLEREN FRANZÖSISCHEN PLATEAUJURA

Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle

REINHARD ZEESE

Summary: Recluéés of the Central French Plateau Jura. The recluéés of the Central French Plateau Jura are presented as polygenetic forms, the present appearance of which cannot be explained by recent processes. They experienced their last intensive imprint from glaciers of the pre-Würm period. The further deepening and steepening of the valley resulting from this is responsible for the sub-

sequent dynamics including recent slips and landslides. The original formation definitely already occurred during the Tertiary, and thus under climatic conditions that differ from the present ones. It is therefore not possible to develop conceptual models in the French Jura which would be generally applicable to elucidation of the cul-de-sac valleys. They are localized special forms.

Räumliche Verteilung von Arealtypenspektrenanteilen in der westlichen Sahara

Spectra of floristic elements in the Western-Sahara

Geoelemente

- Außertropische Arten (A)
- Außertropisch-saharische Arten (AS)
- Saharo-arabische Arten (S)
- Tropisch-saharische Arten (TS)
- Tropische Arten (T)

Geoelemente

- Außertropische Endemiten (Endm)
- Saharische Endemiten (Ends)
- Tropische Endemiten (Enda)

1mm² = 1% relativer Arealtypenspektrenanteil

Beispiel zur Bestimmung von Arealtypenspektrenanteilen (z. B. S20 im Hoggar)

Weiße Flächen sind nicht untersucht

1 : 8 000 000

