©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 6: 379–390. Göttingen 1986

Konzeption vegetationskundlicher Untersuchungen am Beispiel einer Gradientenanalyse[1)]

- Otto Wildi -

ZUSAMMENFASSUNG

Jede vegetationskundliche Untersuchung besteht aus einer Reihe klar abgrenzbarer Untersuchungsschritte: Formulierung der Zielsetzung, Abgrenzung der Grundgesamtheit, Festlegung von Lage und Größe der Aufnahmeflächen, Wahl der Aufnahme- und der Analysemethode. Es wird vorgeschlagen, sich dabei an drei Referenzräumen zu orientieren: Dem physischen, dem standörtlichen und dem floristischen Raum. Bei den meisten Fragestellungen geht es darum, Strukturen und Prozesse des einen Raumes in den andern Räumen unverzerrt abzubilden. Ein konstruiertes Beispiel dient der Erläuterung des Prinzips. Anhand der Analyse eines Überganges von einem Zwischen- zu einem Flachmoor wird gezeigt, wie sich methodische Elemente zu einem leicht überblickbaren Konzept zusammenstellen lassen: Statt der bei Gradientenanalysen üblichen Transsektmethode wird ein systematisches Stichprobennetz verwendet. Die Vegetationsaufnahmen beruhen auf der Skala von BRAUN-BLANQUET. Zu jeder Aufnahme werden zahlreiche Standortparameter gemessen. Die Analyse erfolgt mit Hilfe verschiedener numerischer Methoden. Das Ergebnis zeigt ein klares Abbild der Gradientenstruktur mitsamt deren Variationsbreite.

ABSTRACT

In vegetation science, each investigation consists of a series of clearly defined methodological steps: Formulating the objective, defining the survey area, fixing the number and location of the relevés and choice of sampling method and algorithm for data analysis. It is suggested that three reference-spaces should be considered: the physical (real), the environmental and the floristic space. Many solutions require the undistorted projection of structure and processes of one space into the others. This principle is explained by use of simple, artificial data. Field data from a coenocline from peat bog to fen illustrate the application of such a concept. Instead of a simple transsect usually applied in gradient analysis, a systematic sampling-grid is used. The relevés are made with the BRAUN-BLANQUET scale. Numerous site factors are also measured within each plot. The data are analyzed by various numerical methods. The results reflect not only the gradient structure of vegetation and sites but also their variability.

EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Jedes naturwissenschaftliche Experiment, auch jede vegetationskundliche Untersuchung bezweckt die Lösung eines theoretischen oder praktischen Problems. Sorgfältig ausgewählte oder erst zu entwickelnde Methoden sollen sicherstellen, daß die Ergebnisse der Zielsetzung optimal entsprechen. In der Vegetationskunde, so scheint es, gelten diese Grundsätze nur mit Vorbehalt. Vegetationskundliche Schulen (vgl. z.B. die Übersicht bei MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG (1974)) pflegen im allgemeinen ein eng abgegrenztes Methodenspektrum vorzugeben. Das hat seine positiven Seiten, indem Forschungsziele leichter koordiniert und Ergebnisse ausgetauscht werden können. Es hat seine negativen Seiten, indem der

---

1) Nach einem Vortrag, gehalten auf dem Arbeitstreffen über "Numerische Methoden in der Pflanzensoziologie" in Erlangen, 4.-6.3.1985.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Forscher in seinen Möglichkeiten beschränkt bleibt und Vertreter verschiedener Schulen Mühe bekunden, sich gegenseitig zu verstehen. Die enge Beziehung zwischen Zielsetzung und Methode ist allgemein bekannt und kommt bereits im Titel von ELLENBERGs (1956) Standardwerk "Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde" zum Ausdruck. Nun haben sich in jüngerer Zeit die Aufgaben gewandelt. Entsprechend sind wohl die Methoden zu überdenken und gut eingeführte Konzepte mit Hilfe neuer Möglichkeiten zu erweitern (FEOLI 1984). Von der Kombination verschiedener methodischer Ansätze soll nachfolgend die Rede sein.

Bereits die Konzeption einer Untersuchung kann nur vor dem Hintergrund bestimmter Zielsetzungen gesehen werden. Erwägen wir deshalb die weiter unten dargestellte Problemstellung, in einem vorgegebenen Raum Bestände (Flächen, in denen verschiedene Pflanzenarten zusammen vorkommen) zu erfassen, aufgrund ihrer floristischen Ähnlichkeit zu gruppieren und die so definierten Einheiten mit Standortfaktoren in Beziehung zu setzen.

Es ist leicht einzusehen, daß diese Aufgabe z.B. mit der Methode BRAUN-BLANQUET (1964), mit Hilfe einer direkten Gradientenanalyse (WHITTAKER 1967, 1978) oder nach französischem Vorbild auf dem Wege der "profiles écologiques" (DAGET et al. 1972) zu lösen wäre. Alle diese Untersuchungskonzepte, aber auch das nachfolgend darzustellende, legen das Vorgehen bei einer Reihe klar abgrenzbarer Untersuchungsschritte fest. Es müssen Entscheidungen getroffen werden über die Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes, des Untersuchungszeitpunktes, die Lage und Größe der Aufnahmeflächen, die Wahl der Aufnahmemethode und schließlich über das Vorgehen bei der Datenauswertung (WILDI & ORLOCI 1983, S. 10). Ein Beispiel für die Vielfalt der Freiheitsgrade sind die vorgeschlagenen Deckungsskalen (DOMIN KRAJINA, BRAUN-BLANQUET, DAUBENMIRE; vgl. MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, sowie LONDO 1975).

Stark entwickelt wurden in jüngerer Zeit die Analysemethoden. LEGENDRE & LEGENDRE (1979) nennen z.B. allein 14 verschiedene, dem Koeffizienten von JACCARD (1901) verwandte Ähnlichkeitsmaße. Zahlreiche Lehrbücher befassen sich speziell mit der Analyse von Vegetationsdaten (PIELOU 1977, 1984, ORLOCI 1978, GAUCH 1982, GREIG-SMITH 1982, LEGENDRE & LEGENDRE 1983, FEOLI et al. 1984). In jedem Falle stellt sich das Problem, den Einfluß jedes Untersuchungsschrittes auf das Ergebnis unter Kontrolle zu halten. Hier soll deshalb versucht werden, ein Konzept zu entwerfen, dessen Eigenschaften an einem konstruierten, überblickbaren Beispiel untersucht werden, um es anschließend auf die Analyse komplizierter Felddaten anzuwenden.

DAS PRINZIP DER REFERENZRÄUME

Unabhängig von der gewählten Untersuchungsmethode bewegt sich der Vegetationskundler in drei Referenzräumen, und zwar mit der hier gegebenen Fragestellung, die sich um Vegetationseinheiten, Standorte und Verbreitungen dreht. Im physischen Raum ("realer Raum", FRANKENBERG 1982) befindet sich das Untersuchungsgebiet. Zu dessen Beschreibung benötigen wir zwei (x-, y-) Achsen, oft noch eine Vertikal- und eine Zeitachse (z-, t-Achse). Gehen wir von einem normalen Koordinatensystem aus, so stehen die Achsen rechtwinklig zueinander. Sie sind unabhängig, mit Fremdwort orthogonal.

Bezüglich des physischen Raumes können sich zwei beliebige Aufnahmen nahestehen, oder sie können weit auseinanderliegen. Werden nun daselbst auch Standortsfaktoren gemessen, so erhalten wir einen neuen, den standörtlichen Raum. Dessen Achsen sind Standortsfaktoren wie Säuregrad, Feuchtigkeit, Bodengründigkeit usw. Zweidimen-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

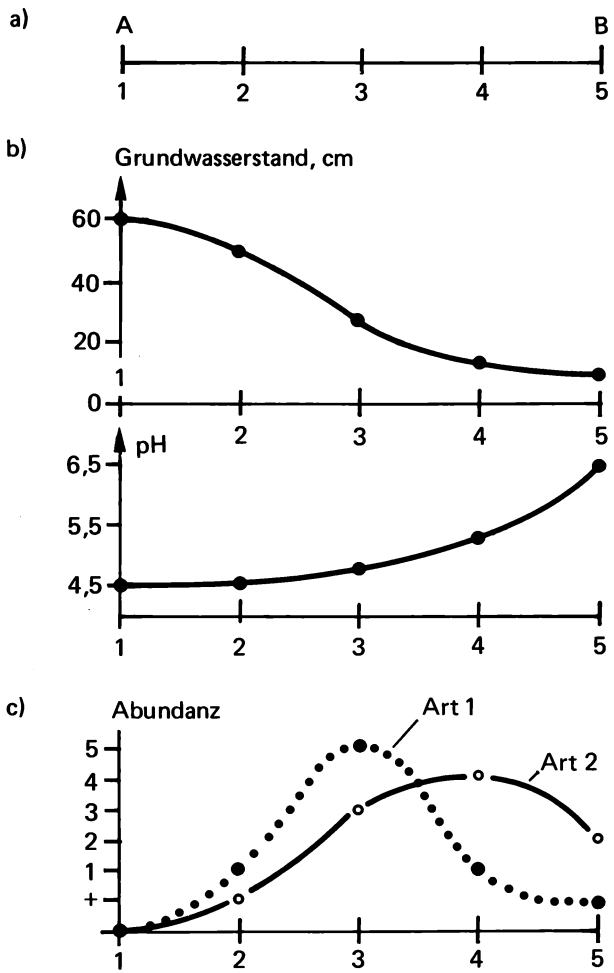


Abb. 1: Räumliche (a), standörtliche (b) und floristische (c) Parameter am Beispiel eines Transektes A bis B (konstruierte Daten).

sionale Standortsräume sind als Ökogramme bekannt und weit verbreitet (vgl. z.B. ELLENBERG 1978).

Werden schließlich noch Vegetationsaufnahmen gemacht, so bewegt sich die Analyse auch im floristischen Raum. Dessen Achsen können Pflanzenarten sein, die Maßeinheit ist Abundanz, Anzahl der Sprosse, Biomasse usw. Der floristische Raum besitzt typischerweise sehr viele Achsen, so viele nämlich wie Pflanzenarten. In ihm läßt sich jede Aufnahme als Punkt darstellen. Liegen zwei Punkte nahe beisammen, so sind die sie darstellenden Aufnahmen floristisch ähnlich. Der standörtliche und der floristische Raum sind Ähnlichkeitsräume ("resemblance space", ORLOCI 1978), jeder mit seinen wiederkehrenden Besonderheiten.

Einige typische Eigenschaften der drei Referenzräume lassen sich gut am einfachen Beispiel eines konstruierten Gradienten darstellen. Nehmen wir an, es sei ein kontinuierlicher Übergang zwischen

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

zwei Vegetationseinheiten (Extremen) zu untersuchen. Im Sinne der Gradientenanalyse (WHITTAKER 1967) legen wir eine Untersuchungsstrecke mit den Extremstandorten A und B fest (Abb. 1a). Entlang dieser Strecke sollen die Aufnahmen 1 bis 5 erhoben werden. Die Messung zweier Standortsfaktoren, pH und Grundwasserstand, ergibt eine stetige Zu-, beziehungsweise Abnahme. Bezüglich der Achse des physischen Raumes sind diese nicht linear, sondern meist irgendwie gekrümmt. Der floristische Raum (Abb. 1c) soll vereinfachend mit Hilfe zweier Arten erfaßt werden. Deren Häufigkeit ergebe die bekannten Glockenkurven mit ökologischen Optima in den Aufnahmen 3 (Art 1) und 4 (Art 2).

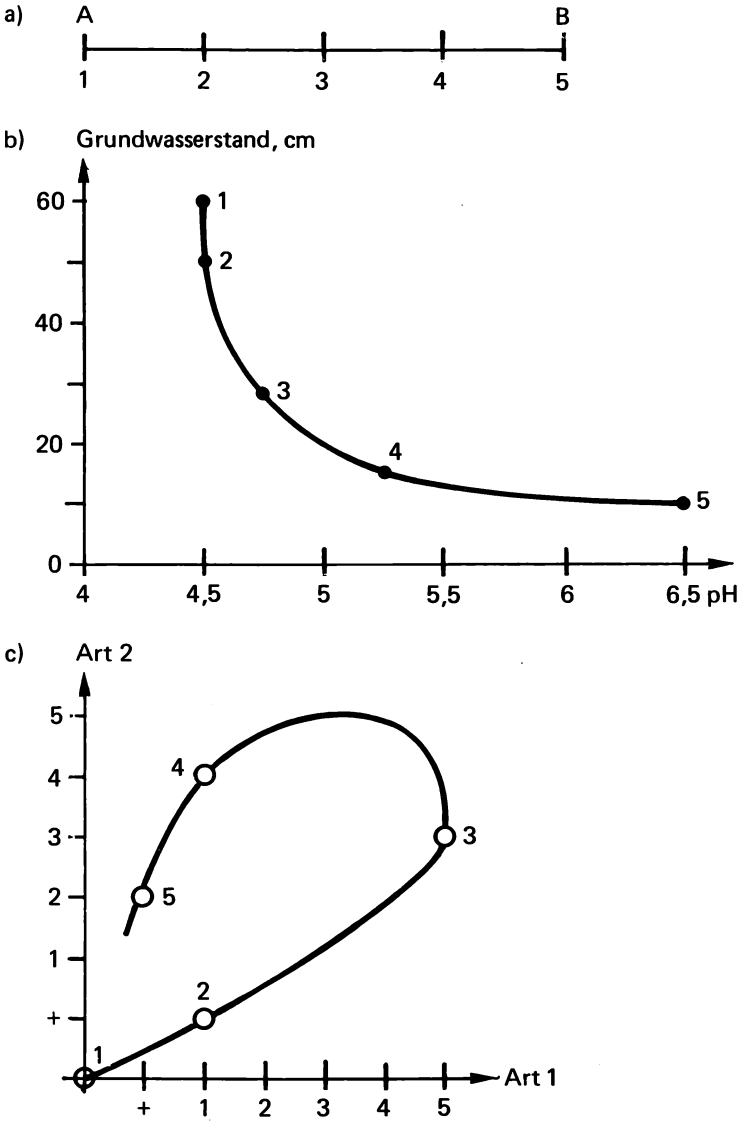


Abb. 2: Physischer (a), standörtlicher (b) und floristischer Raum (c). Die Koordinaten der Aufnahmen 1-5 entstammen der Abb. 1.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Nun sollen die eingangs erwähnten Räume aufgespannt werden. Der physische Raum zeigt sich in Abb. 2a genau gleich wie in Abb. 1a, weil er nur eine variierende Koordinate besitzt. Nun werden die Standortsmessungen aus Abb. 1b herausgelesen und in das neue, standörtliche Koordinatensystem in Abb. 2b eingetragen. Es zeigt sich die charakteristische Erscheinung, daß die Aufnahmesequenz 1 bis 5 im standörtlichen Raum einer gekrümmten Linie folgt. Schließlich sei noch der floristische Raum mit den Arten 1 und 2 als Achsen dargestellt. Die Aufnahmen 1 bis 5 ordnen sich nun recht unerwartet schleifenförmig an. Anfangs- und Endpunkt können sich, wie im vorliegenden Beispiel, recht nahe kommen. In Abbildung 2c wird der Grund dafür klar, besitzen doch Aufnahme 1, 2 und 5 für beide Pflanzenarten gleichermaßen niedrige Deckungswerte. Die Darstellung beschreibt exakt, was sich im physischen Raum A bis B floristisch ändert. Schlaufen- bis spiralförmige Ähnlichkeitsstrukturen sind ein heute gut bekanntes und öfters beschriebenes Phänomen (vgl. z.B. FEOLI & FEOLI-CHIAPELLA 1980). Sie widerspiegeln, was sich im physischen Raum, d.h. hier entlang der Strekke AB abspielt. Erkennbar sind sie nur, wenn das als Ausgangspunkt gewählte Referenzsystem - hier der physische Raum - unverzerrt in die anderen Referenzräume projiziert wird. Das ist in Abb. 1 und 2 sicher zutreffend. Würde jedoch eine der Aufnahmen weggelassen, so wären die resultierenden Kurven (Gradienten) nurmehr schwer zu erkennen.

Ausgangspunkt der Stichprobenplanung kann irgend ein Referenzraum sein. So wird bei angewandten pflanzensoziologischen Projekten oft von einer gegebenen floristischen Klassifikation ausgegangen, z.B. vom System BRAUN-BLANQUET. Deren Projektion in den physischen Raum ist nichts anderes als eine Vegetationskartierung. Oft ist dazu vorgängig eine Untersuchung der Vegetation nötig. Werden nun aber neue Vegetationsaufnahmen gemacht, so ist zwangsläufig der physische Raum Ausgangspunkt der Studie. Begeben wir uns in traditioneller Weise ins Feld und beginnen unmittelbar mit Erhebungen, so erhalten wir später im floristischen Raum kein konsistentes Bild dessen, was sich im physischen Raum zuträgt. Solches ist nur gewährleistet, wenn die Aufnahmeflächen nach statistischen Gesichtspunkten ausgewählt werden. Die Qualität der Ergebnisse hängt mithin entscheidend vom statistischen Stichprobenplan ab. Für dessen Entwurf stehen zahlreiche Wege offen, von denen nachfolgend einige anhand eines Beispiels vorgestellt werden.

DIE WAHL DES RÄUMLICHEN STICHPROBENKONZEPTES

In Anlehnung an ein Projekt von GRÜNIG (1977) können Alternativen studiert werden. GRÜNIG untersuchte die Sukzession auf künstlich angelegten Flußinseln verschiedenen Substrates, namentlich Kies und Humus (Abb. 3). Zunächst mußte auch hier das Untersuchungsgebiet abgegrenzt werden. Damit wird der räumliche Gültigkeitsbereich der Ergebnisse von vornherein festgelegt. In unserem Beispiel umfaßt er besagte Inseln. Bereiche, welche nicht interessieren, sind nun noch auszuschließen. Hier handelte es sich um Blockwurfzonen, in anderen Untersuchungen vielleicht um Wege, Siedlungen, landwirtschaftliche Kulturen usw. Ein solcher Ausschluß ist Teil einer differenzierten Gebietsabgrenzung, und er beeinträchtigt die Qualität der Untersuchung im statistischen Sinne keinesfalls. Vielmehr können so auch Inhomogenitäten - sofern bekannt und unerwünscht - umgangen werden.

Die Aufnahmeflächen können nach dem Zufallsprinzip im Untersuchungsgebiet verteilt werden. Ein solches Vorgehen ist oft sehr unrationell, weil damit gut repräsentierte Vegetationstypen unnötig oft erfaßt werden (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, S. 36). Meist ergibt sich glücklicherweise die Möglichkeit, das Untersu-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

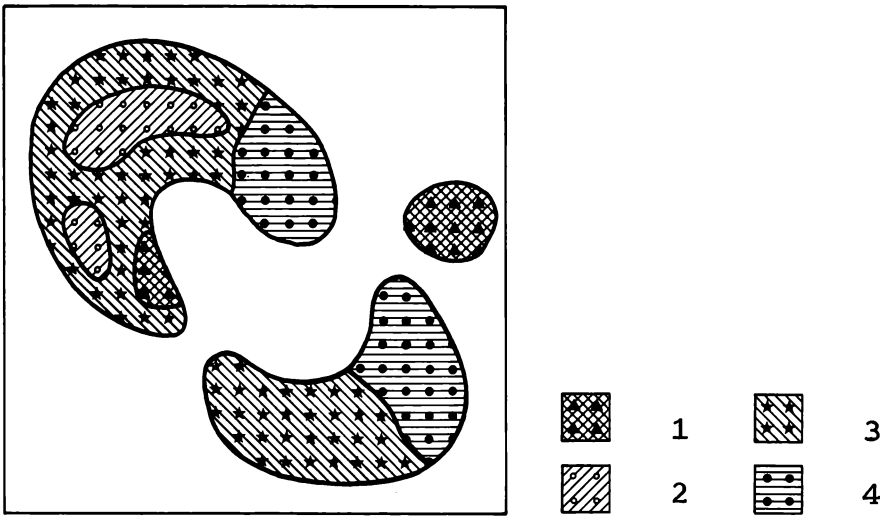


Abb. 3: Abgrenzung und Stratifizierung des Untersuchungsgegenstandes (in Anlehnung an die Arbeit von GRÜNIG (1977)). Erklärungen im Text.
1 Blockwurf (nicht Gegenstand des Versuches)
2 Kies, außerhalb der Überflutungszone
3 Kies, innerhalb der Überflutungszone
4 Humus

chungsgebiet von vornherein nach vorgegebenen Kriterien zu unterteilen. Die Teilgebiete heißen Straten, der Vorgang der Unterteilung Stratifikation. Im Beispiel der Inseln können leicht drei Straten ausgeschieden werden (Abb. 3), nämlich "Flächen auf Humus", "Flächen auf Kies" und "Flächen, die höher als 20 cm über dem Wasserspiegel liegen". Gute Stratifikatiosgrundlagen sind im allgemeinen geologische Karten, Nutzungskarten oder auch Luftaufnahmen. Das räumliche Stichprobenkonzept kann nun so gewählt werden, daß jedes Stratum gleichwertig behandelt wird.

Für den eigentlichen Stichprobenplan ist eine systematische oder eine zufällige Anordnung möglich. Auch Zwischenformen existieren (vgl. PODANI 1984). Ferner ist zu entscheiden, ob jedes Stratum durch die gleiche Anzahl Stichproben repräsentiert werden soll, ob die Anzahl der Stichproben proportional zur Stratumsfläche, zu deren Bedeutung, Vielfalt usw. sein soll. In Abb. 4 sind exemplarisch drei aus vielen denkbaren Lösungen dargestellt. Abb. 4a zeigt eine systematische Anordnung. Sie bedient sich quadratischer Stichprobennetze, deren Maschenweiten so gewählt sind, daß jedes Stratum gleich oft vertreten ist. Diese Eigenschaft ist auch in Abb. 4b gegeben, doch ist hier die Anordnung der Punkte zufällig. Sollte die Vegetation irgendwelche periodische Strukturen (Mosaik, Streifen) aufweisen, so ist diese Lösung derjenigen in Abb. 4a vorzuziehen. Abb. 4c schließlich zeigt eine Zufallsverteilung, bei welcher jedes Stratum proportional zu seiner Fläche vertreten ist. Auch diese Lösung ist einer Zufallsverteilung ohne Stratifizierung zumeist überlegen.

DIE ANALYSE EINES VEGETATIONSGRADIENTEN

Wie sich der physische, standörtliche und floristische Referenzraum in einer statistisch konzipierten Untersuchung präsentiert,

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

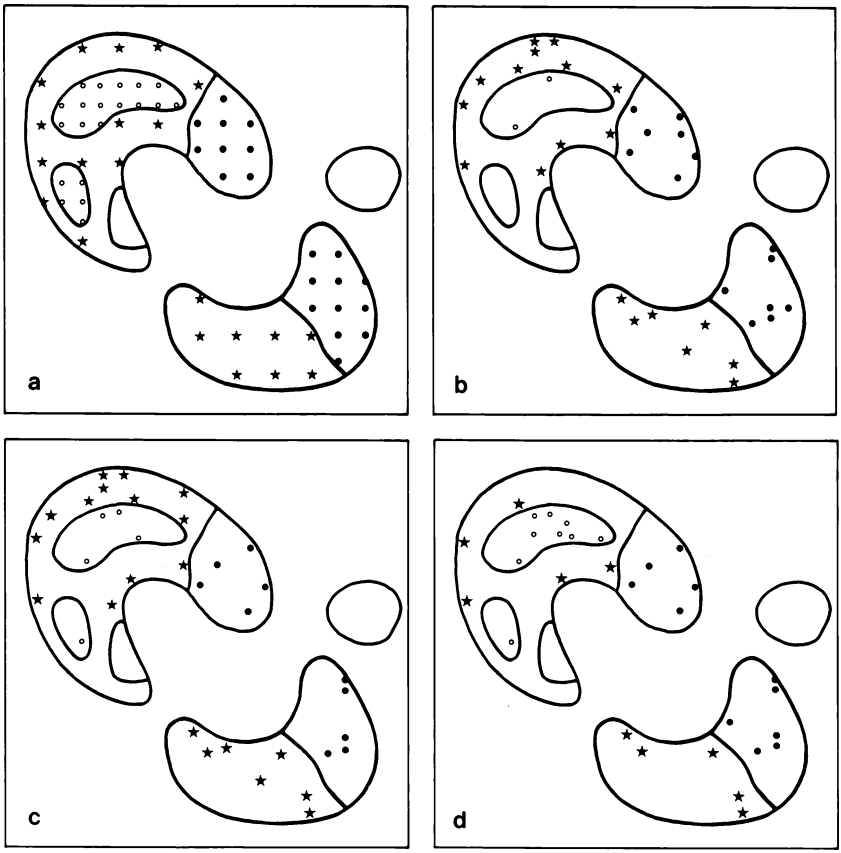


Abb. 4: Möglichkeiten für Stichprobenpläne im Untersuchungsgebiet (Abb. 3).
a: Systematische Anordnung mit gleicher Stichprobenzahl für alle Straten.
b: Reine Zufallsanordnung
c: Zufallsanordnung, Stichprobenzahl proportional zur Stratumsfläche.
d: Zufallsanordnung, Stichprobenzahl für alle Straten gleich.

soll an Hand eines Beispiels dargestellt werden. Die Daten entstammen WILDI (1977) und beschreiben eine Übergangszone von leicht gestörter Hochmoorvegetation (*Sphagnetum magellanici*) zu einer subalpin geprägten Pfeifengraswiese (*Molinietum*). Meist werden Übergänge dieser Art untersucht, indem entlang einer subjektiv festgelegten Strecke in regelmäßigen Abständen Aufnahmen gemacht werden, so wie in Abb. 1a dargestellt (WHITTAKER 1978). Damit sind jedoch erhebliche Nachteile in Kauf zu nehmen: Die Endpunkte A und B kommen nicht zwingend in die extremsten Standorte zu liegen. Ferner ist nicht sichergestellt, daß deren gerade Verbindungslinie einen gesuchten Übergang erfaßt. Auch über die Variabilität der Vegetation (quer zum Gradienten) erhält man keinerlei Anhaltspunkte.

Aus diesem Grunde wurde hier eine fast quadratische Fläche als Gegenstand der Untersuchung ausgeschieden und ein systematisches Stichprobenkonzept gewählt (Abb. 5). Dessen Netzweite beträgt

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

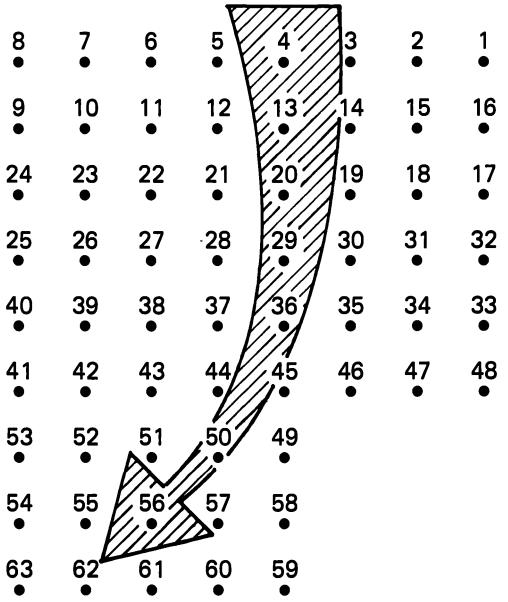


Abb. 5: Systematisches Stichprobennetz auf einer Fläche sich kontinuierlich ändernder Vegetation ("Schlänggli Nord", vgl. WILDI 1977). Die Richtung des Gradienten (Pfeil) ist vor der Analyse nur ungefähr bekannt.

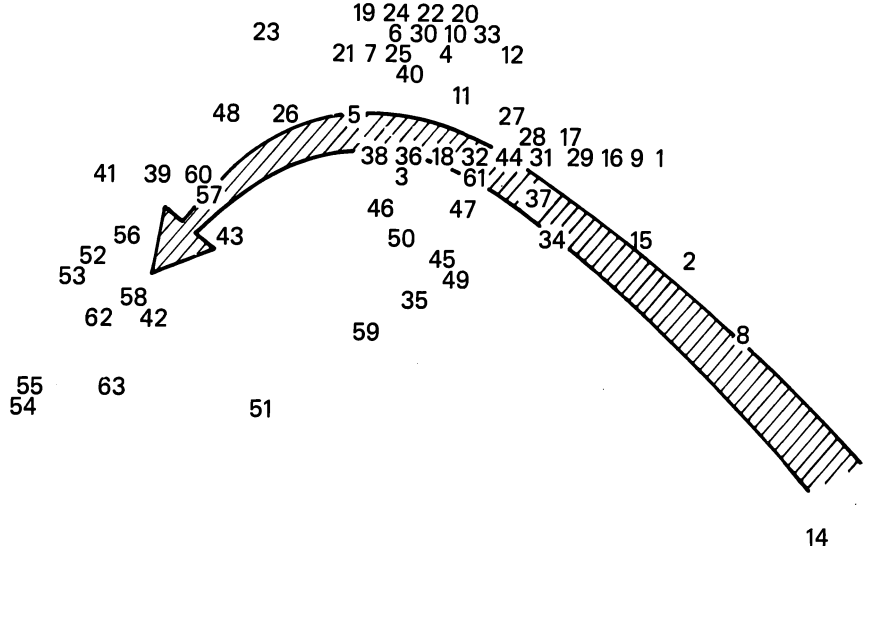


Abb. 6: Der Aufnahmegradient im standörtlichen Raum. Die Reduktion der ursprünglich 18 Faktoren auf 2 Dimensionen erfolgte mit Hilfe einer Hauptkomponentenanalyse. Die Standortsfaktoren wurden dazu standardisiert.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

10 m, die Aufnahmefläche 1 m^2. Darin wurden nun 18 Standortsfaktoren erhoben (vgl. WILDI 1977). Dies entspricht einem 18-dimensionalen standörtlichen Raum. Eine normale Hauptkomponentenanalyse (WILDI & ORLOCI 1983) ergibt eine effiziente Reduktion auf zwei Dimensionen (Abb. 6).

Wie einleitend postuliert, finden wir tatsächlich die schon in Abb. 2 beobachtete, langgezogene, gekrümmte Anordnung der Standorte. Für die Mehrheit der Faktoren gelten demzufolge Verhältnisse, wie sie in Abb. 1b und 2b dargestellt sind: Sie ändern sich entlang dem floristischen Gradienten kontinuierlich und nichtlinear. Die Breitenausdehnung des Punktebandes zeigt, daß der ökologische Gradient eine erhebliche Variabilität aufweist.

Die pflanzensoziologischen Aufnahmen wurden mit der Schätzskala von BRAUN-BLANQUET durchgeführt. Daraus ergibt sich die in Abb. 7 dargestellte floristische Struktur des Gradienten. Die Korrespondenzanalyse spielt hier eine zentrale Rolle, indem sie die 124 Dimensionen (der 124 beteiligten Pflanzenarten) auf 2 reduziert. Wir finden wie erwartet eine Art Ringstruktur, ähnlich derjenigen von Abb. 2c. Die Variationsbreite der Vegetation kommt klar zum Ausdruck. Einige wenige Aufnahmen weichen deutlich vom Haupttrend ab und gehören damit nicht zum typischen Gradienten (z.B. Nr. 18 und 38). Die Abfolge der Aufnahmen ist in beiden Darstellungen ähnlich, was auf den engen Zusammenhang zwischen Vegetation und Standort hinweist. Für detalliertere Interpretationen sind die Abweichungen von dieser Regel interessant. Die Aufnahmen 13 und 14 sind ein Beispiel. Sie weisen extreme Standorte auf (Abb. 6), die sich auf die Vegetation (noch?) nicht entscheidend ausgewirkt haben (Abb. 7).

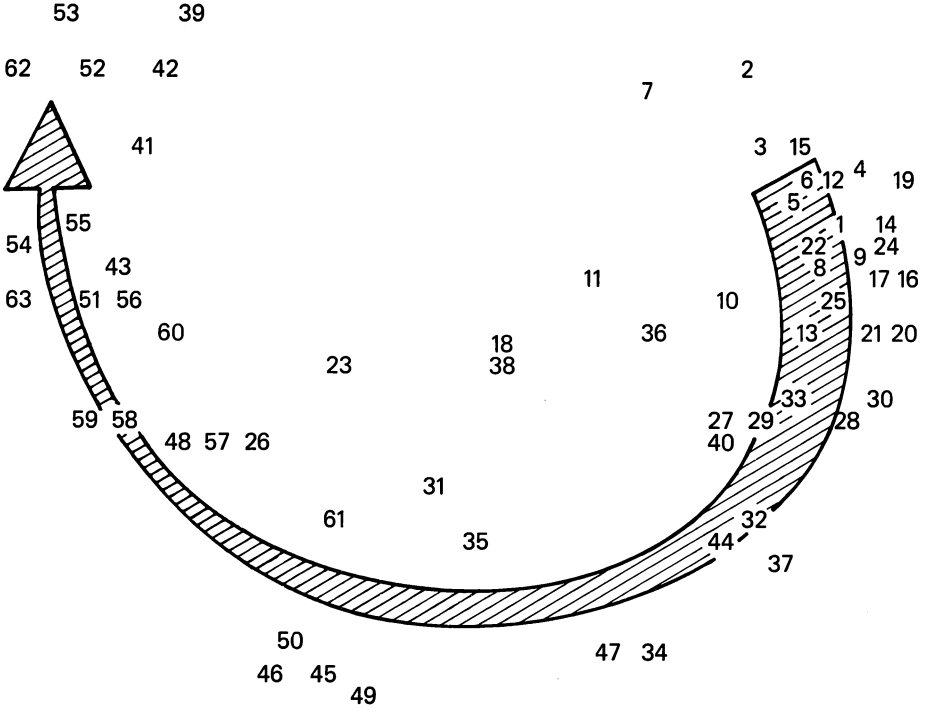


Abb. 7: Der floristische Gradient im Untersuchungsgebiet. Die Reduktion auf 2 Dimensionen erfolgte mit Hilfe einer Korrespondenzanalyse. Rechts befinden sich Hochmoor-, links Flachmooraufnahmen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Pflanzensoziologische Schulen kennen für die bei Felduntersuchungen anzuwendenden Methoden Richtlinien oder Vorschriften. Die Schule BRAUN-BLANQUET äußert sich zum Beispiel zur Wahl der Aufnahmeörtlichkeiten, der Art der quantitativen Erfassung der Arten und der Art der Datenanalyse (ELLENBERG 1956, BRAUN-BLANQUET 1964, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974, WESTHOFF & VAN DER MAAREL 1978). Es handelt sich dabei um bewährte Richtwerte, die jedoch für bestimmte Anwendungen unzweckmäßig sind und der Zielsetzung jeder Untersuchung angepaßt werden sollten. Die Größe der Aufnahmefläche ist ein typisches Beispiel. Alle Versuche, eine generell gültige Lösung zu finden, blieben bislang wenig überzeugend (vgl. dazu DIETFORST et al. 1982). PODANI (1984) postuliert, daß die Aufnahmefläche in einer umfassenden Analyse variiert werden müßte, um Strukturen verschiedenen Generalisierungsgrades ein- und desselben Untersuchungsgegenstandes erfassen zu können. Für die Abhängigkeit von Stichprobenplan und Gruppen- oder Gradientenstruktur führt er den Begriff des räumlichen Prozesses ein. Analog dazu sieht er viele weitere Prozesse. Kontinuierlich variiert werden können die Schätzskalen, viele numerische Ähnlichkeitskoeffizienten und auch einige Analysemethoden. Praktische Anwendungen von PODANIs Konzept gibt es zur Zeit noch nicht. Es ist mit Ergebnissen zu rechnen, die ein sehr breites Gültigkeitsspektrum besitzen.

Bei detaillierten Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen Vegetation und Standort kommt statistischen Stichprobenplänen eine zentrale Bedeutung zu. Gegenüber der subjektiven Wahl der Aufnahmeorte verursacht ein statistischer Versuchsplan auch bei guter Konzeption einen Mehraufwand. Dieser ist jedoch in vielen Fällen gerechtfertigt, ist doch eine Untersuchung nach dem Zufälligkeitsprinzip reproduzierbar und verifizierbar. Reproduzierbarkeit ist bei heute immer wichtiger werdenden raumplanerischen Anwendungen (Prüfung der Umweltverträglichkeit, Erfolgskontrolle von Umweltschutzmaßnahmen) eine dringende Forderung.

Die Verwendung einer Vielzahl von Stichproben-, Aufnahme- und Analysenmethoden kann - insbesondere beim Einsatz numerischer Verfahren - die Interpretation der Ergebnisse komplizieren. Nun ergibt sich aber die Möglichkeit, die Funktionsweise ganzer Abfolgen von Methoden anhand künstlich generierter, überblickbarer Daten zu testen. Mit den Abbildungen 1 und 2 ist das hier geschehen. Oft wäre es sinnvoll, eine ganze Reihe konstruierter Beispiele zunehmender Komplexität zu generieren, um der Wirklichkeit noch näher zu kommen. LAGONEGRO (1984) präsentiert ein Computerprogramm, das solches für Gradienten erlaubt. Variiert werden können nicht nur die Zahl simulierter Pflanzenarten, sondern auch Lage und Anzahl der Aufnahmeorte sowie Fehler in der Erfassung. Bei genügender Kenntnis der Untersuchungsfläche kann in dieser Weise empirisch ermittelt werden, wie viele Aufnahmen nötig sind, um die soziologische Struktur des Gradienten sicher erkennen zu können.

Unsicherheiten verursachen auch Stichprobenkonzepte. Hier empfiehlt sich der Entwurf von Alternativen, wie in Abbildung 4 dargestellt. Auch solche Entwürfe sollten sich automatisieren lassen, um zu einem neuen Arbeitsmittel in der Pflanzensoziologie zu werden. PODANI (1984) präsentiert einen Vorschlag, wie Übergänge zwischen systematischer und zufälliger Anordnung kontinuierlich variiert werden können. Ein für die Praxis taugliches Instrumentarium ist zu erwarten.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

SCHRIFTEN

BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl. - Wien. 865 S.

DAGET, Ph., GODRON, M., GILLERM, J.M. (1972): Profiles écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. - In: TÜXEN, R. (Hrsg.): Grundlagen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Ber. Internat. Sympos. IVV Rinteln 1970: 121-149. Dr. W. Junk N.V. Den Haag.

DIETVORST, P., MAAREL, E. van der, PUTTEN, H. van (1982): A new approach to the minimal area of plant community. - Vegetatio 50: 77-91.

ELLENBERG, H. (1956): Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. - In: WALTER, H. (Ed.): Einführung in die Phytologie IV, 1. - Ulmer, Stuttgart. 136 S.

- (1978): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. 2. Aufl. - Ulmer, Stuttgart. 981 S.

FEOLI, E. (1984): Some aspects of classification and ordination of vegetation data in perspective. - Studia Geobot. 4: 7-21.

- , FEOLI-CHIAPELLA, L. (1980): Evaluation of Ordination Methods through Simulated Coenoclines. Some Comments. - Vegetatio 42: 35-41

- , LAGONEGRO, M., ORLOCI, L. (1984): Information Analysis of Vegetation Data. - Dr. W. Junk, The Hague. 143 pp.

FRANKENBERG, P. (1982): Vegetation und Raum. - Ferdinand Schöningh, UTB 1177. 245 S.

GAUCH, H.G. (1982): Multivariate analysis in community ecology. - Cambridge University Press. Cambridge u.a. 298 pp.

GREIG-SMITH, P. (1982): Quantitative Plant Ecology. 3rd ed.- Studies in Ecology, Vol. 9. Blackwell, Oxford. 359 pp.

GRÜNIG, A. (1977): Die Vegetationsentwicklung im Flachseegebiet. - Jahresber. 1977, Stiftung Reußtal: 16-23.

JACCARD, P. (1901): Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. - Bull. Soc. Vaud. Sci. Nat. 37: 547-579.

LAGONEGRO, M. (1984): SPAGHET: A coenocline simulator useful to calibrate software detectors. - Studia Geobot. 4: 63-99.

LÉGENDRE, L., LÉGENDRE, P. (1979): Ecologie numerique. Tome I. Le traitement multiple des donnés écologiques. - Masson, Paris, N.Y., Barcelone, Milan. 197 pp.

- , - , Tome II. La structure des donnés écologiques. Masson, Paris, N.Y., Barcelone, Milan. 254 pp.

LONDO, G. (1975): Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. - In: SCHMID, W. (Red.): Sukzessionsforschung. Ber. Internat. Sympos. Rinteln 1973: 613-617. Cramer, Vaduz.

MUELLER-DOMBOIS, D., ELLENBERG, H. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. - John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto. 547 pp.

OBERGFÖLL, F.L. (1984): Trittbelastung auf Halbtrockenrasen im Ballungsraum Stuttgart und Möglichkeiten der Renaturierung. - Dissert. Bot. 76. 169 S.

ORLOCI, L. (1978): Multivariate Analysis in Vegetation Research. 2nd ed. - Junk, The Hague. 451 pp.

PIELOU, E.C. (1977): Mathematical Ecology. 2nd Ed. - John Wiley & Sons, N.Y., London, Sidney, Toronto. 385 pp.

- (1984): The interpretation of ecological data. - Whiley-Interscience, N.Y. 263 pp.

PODANI, J. (1984): Spatial processes in the analysis of vegetation: Theory and review. - Acta Bot. Hung. 30: 75-118.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschaft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

WESTHOFF, V., MAAREL, E. van der (1978): The Braun-Blanquet approach. 2nd ed. - In: WHITTAKER, R.H. (ed.): Classification of plant communities: 287-399. Junk, The Hague.

WHITTAKER, R.H. (1967): Gradient Analysis of Vegetation. - Biol. Rev. 42: 207-264.

- (1978): Direct gradient analysis. - In: WHITTAKER, R.H. (ed.): Ordination of Plant Communities: 7-50. Junk, The Hague.

WILDI, O. (1977): Beschreibung exzentrischer Hochmoore mit Hilfe quantitativer Methoden. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 60: 128 pp.

- , ORLOCI, L. (1983): Management and Multivariate Analysis of Vegetation Data. 2nd revised Ed. - Ber. Eidg. Anst. forstl. Versuchswes. 215. 139 pp.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Otto Wildi
Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen
Abteilung Landschaft

CH - 8903 Birmersdorf

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: NS_6

Autor(en)/Author(s): Wildi Otto

Artikel/Article: Konzeption vegetationskundlicher Untersuchungen am Beispiel einer Gradientenanalyse 379-390