

Konzepte der Vegetationskartierung

- Gisbert Kuhn, München -

Abstract

Vegetation mapping is sometimes concerned with the problem of continuous transitions between vegetation types. This paper shows two ways to describe quantitatively such transitions. First, fuzzy logic is briefly described. Stands which cannot be assigned to a certain vegetation type without doubt, may be attached to two or more types with different degrees of membership. So every stand may be arranged quantitatively, the result can be presented exactly in a map.

The second way („moving windows“) uses a frame which is moved along a transect and relevés are taken in short distances. Therewith maximum rates of changes may be detected and fixed as „boundaries“.

Furtheron an important differentiation in methods of vegetation sampling is mentioned. „Polygon methods“ allow for searching boundaries in the field whereas within „raster methods“ quantitative sampling in arbitrarily set boundaries (plots) is applied. The former are appropriate for an overview of the whole area of investigation, but only the latter produce reproducible data with estimable errors; only the latter are appropriate for scientific investigation and for comparisons in time and space.

The last chapter gives some general hints in vegetation sampling, e.g. the warning to pay too much attention in finding boundaries, because they are very often strongly determined by methods and scales. Vegetation mapping should be carried out on a low level of detail; only sharp boundaries should be mapped, because otherwise the bias of the mapping procedure might be too high.

1. Einleitung

Für die Aufgaben von Naturschutz und Landschaftsplanung sind verlässliche raumbezogene Daten über landschaftsökologische Parameter von großer Bedeutung. Insbesondere für naturschutzfachliche Entscheidungen spielen vegetationskundliche Daten eine wichtige Rolle. Die Gewinnung dieser Daten kann auf mehreren Wegen erfolgen, die sich durch spezifische Vor- und Nachteile unterscheiden.

Bisweilen zeigt sich, dass die Datenaufnahme mit Problemen verbunden ist, vor allem bei kontinuierlichen Übergängen zwischen Pflanzengesellschaften und kleinräumiger Heterogenität.

Im folgenden sollen Möglichkeiten gezeigt werden, diese Probleme adäquat anzugehen. Außerdem sollen wichtige grundsätzliche Zusammenhänge der Vegetationsaufnahme dargestellt werden. Als Grundlage für die Diskussion in den späteren Kapiteln wird im Kapitel 2 zunächst eine kurze Übersicht über Methoden der vegetationskundlichen Datenaufnahme vorgestellt.

Aus Gründen der Einfachheit wurde im Titel nur die Vegetationskartierung explizit genannt. Tatsächlich soll es aber um jede Art von Datengewinnung aus der Pflanzendecke gehen, also zum Beispiel auch um Aufnahmen nach Braun-Blanquet oder die Interpretation von Fernerkundungsdaten.

Konkreter Anlass für die Überlegungen war das Monitoring der Niedermoorvegetation im Wurzacher Ried (Baden-Württemberg), das mit Fernerkundungsmethoden durchgeführt werden sollte (KUHN 1998). Dabei traten Schwierigkeiten auf, die sich auch als bedeutsam für die Geländekartierung herausstellten.

2. Methoden der Vegetationsbeschreibung

Es soll zunächst eine kurze Übersicht über die Vielfalt der vorhandenen Methoden gegeben werden, durch die man zu einer Beschreibung der Vegetation gelangt. Zu diesem Thema gibt es reichhaltige Literatur. Im folgenden wird vor allem auf die umfassende Sammlung von TRAXLER (1997) zurückgegriffen, jedoch in teilweise anderer Gliederung. Die Gliederung der vorhandenen Methoden kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen. Hier wird zunächst bezüglich der Aufnahmefläche gegliedert und dann nach den Aufnahmeparametern.

2.1 Gliederung nach der Aufnahmefläche

- a. Flächenhafte Datenaufnahme (= Vegetationskartierung): Die Fläche des gesamten Untersuchungsgebietes wird vollständig kartiert.
- b. Plotless sampling (flächenlose Methoden): Es wird ein Punkt im Gelände und die Richtung, in der man Objekte sucht und notiert, festgelegt.
- c. Temporary plots: Es werden nur Daten auf kleinen definierten Flächen gesammelt, diese Aufnahmeflächen aber nicht für Wiederholungszwecke vermarkt; beim nächsten Aufnahmehdurchgang werden wieder neue Aufnahmeflächen zufällig ausgewählt.
- d. Es werden feste Dauerbeobachtungsflächen (DBF) eingerichtet. Neben der Vegetationskartierung ist das die am häufigsten verwendete Methode. Dabei gibt es vielfache Variationen bezüglich der Anzahl der DBF, deren räumlichen Anordnung, deren Größe und Form.

2.2 Gliederung nach den Aufnahmeparametern

Viele verschiedene Methoden der Datenaufnahme kommen zum Einsatz. Die wichtigsten sind:

- a. Zählung von Pflanzen-Individuen (z.B. Orchideen für Zwecke des Artenschutzes) oder von Pflanzenteilen (z.B. Sprossen für Zwecke der Populationsbiologie)
- b. Ermittlung der Deckung (z.B. visuelle Schätzung in der Braun-Blanquet-Methodik)
- c. Analyse der Vegetationsstruktur (vertikale oder horizontale Anordnung von Elementen der Vegetation)
- d. Ermittlung der Frequenz
- e. Phänologische Beobachtungen

Die Verfahren sind bezüglich der Aufnahmefläche (1) und der Aufnahmeparameter (2) mehr oder weniger frei kombinierbar; allerdings ist nicht jede Kombination sinnvoll. Jede Methode hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile und deshalb ihren speziellen Anwendungsbereich.

Diesen Verfahren, bei denen ein Bearbeiter direkt am (natürlichen) Wuchsort die Daten verzeichnet, kann die Auswertung von Fernerkundungsdaten gegenübergestellt werden, bei der die Aufzeichnung aus einiger Entfernung erfolgt, z.B. aus einem Flugzeug oder von einem Satelliten aus. Der schlechteren Möglichkeit, Pflanzen-Arten zu bestimmen, stehen geringere Kosten für die Aufnahme großer Gebiete sowie hohe Aktualität gegenüber.

Die vegetationskundliche Datenaufnahme soll folgenden Anforderungen genügen bzw. folgende Aspekte berücksichtigen (nach TRAXLER 1997, S.100, erweitert):

Reproduzierbarkeit, Genauigkeit, Zuverlässigkeit, Objektivität, keine (Zer-) Störung von Fläche und Inventar, Aufwand, Verwaltung (z.B. Datenbank), Auswertungsmöglichkeiten.

Zu jedem dieser Kriterien gäbe es noch einige Bemerkungen zu machen. Um den Rahmen nicht zu sprengen, sei hier lediglich eine Erläuterung zur „Zuverlässigkeit“ erlaubt. Unter Zuverlässigkeit soll hier verstanden werden, dass der bei jedem Verfahren unvermeidbare Restfehler quantifiziert oder zumindest abgeschätzt werden kann. Wenn keine Angaben zum Restfehler möglich sind, sind die erzielten Ergebnisse wertlos. Eine Zahl ohne Genauigkeitsangabe hat nur geringe Aussagekraft (STAHEL 1995, TÜXEN 1972). Leider gibt es selten quantitative Fehlermodelle (LEPS 1997, KUHN 1998, GRÜNIG 1996). Der Gesamtfehler besteht aus mehreren Teilen, die einzeln oder in ihrem Gesamtergebnis geeicht bzw. validiert werden können.

3. Hintergründe und Konzepte

3.1 Quantitative Beschreibung von fließenden Grenzen

In einer Vegetationskarte sind je zwei Vegetationseinheiten durch eine scharfe Linie getrennt. Der erfahrene Kartierer weiß, dass die tatsächliche Grenze in der Natur in den meisten Fällen nicht so deutlich zu finden ist, sondern dass die beiden Einheiten durch einen mehr oder weniger breiten Übergangstreifen getrennt sind. Wie breit dieser Streifen ist und wie die Vegetation dort beschaffen ist, kann aus der Karte nicht entnommen werden.

Inzwischen ist allgemein akzeptiert, dass es in der Vegetation Situationen mit deutlichen (starken) und solche mit undeutlichen (schwachen) Grenzen gibt (z.B. GLAVAC 1996, AUSTIN & SMITH 1989, GOODALL 1963). Anhand von Modellvorstellungen kann gezeigt werden, dass es einen fließenden Übergang zwischen deutlichen und undeutlichen Grenzen gibt (Abb.1)(siehe auch VAN DER MAAREL 1974, BURROUGH 1993, DIERSCHKE 1974).

Im folgenden sollen zwei Methoden vorgestellt werden, wie der Übergang quantitativ erfasst werden kann.

3.1.1 Fuzzy-Logik

In der herkömmlichen Mengentheorie gehört jedes Element zu einer bestimmten Menge oder es gehört nicht dazu. Im Gegensatz dazu besteht das Prinzip der Fuzzy-Logik (ZADEH 1965, GRAUEL 1995, ZIMMERMANN et al. 1993, MORACZEWSKI 1993a, MORACZEWSKI 1993b, ROBERTS 1989) darin, dass ein Element gleichzeitig mehreren Mengen angehören kann, mit jeweils verschiedenen Graden der „Zugehörigkeit“.

Übertragen auf die Vegetationskarte würde das bedeuten, dass man einen bestimmten Bestand bzw. eine bestimmte Vegetationsaufnahme nicht unbedingt einer spezifischen Vegetationseinheit zurechnen muss, sondern die Vorstellung zulässt, dass der Bestand zu einem gewissen Grad der Einheit A und zu einem gewissen Grad der Einheit B zuzurechnen ist.

Anhand der Abb.2 soll ein Vorschlag zur Verfahrensweise vorgestellt werden. Der fließende Übergang zwischen einer Glatthaferwiese und einer Sumpfdotterblumenwiese wird so dar-

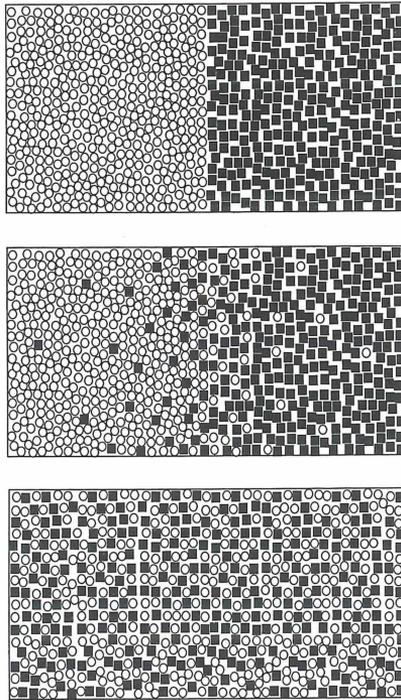


Abb.1: Fließender Übergang zwischen scharfen und schwachen Grenzen. Das obere Bild zeigt eine absolute Grenze (100%). Es ist vorstellbar, dass bis zur völligen Durchmischung im unteren Bild (0%; keine Grenze mehr vorhanden) jede beliebige Ausprägung einer Grenze tatsächlich in der Natur vorkommt. Die verwendeten Symbole in der Abbildung können zwei Pflanzenarten darstellen (z.B. oben: Grenze zwischen zwei landwirtschaftlichen Kulturen), aber auch zwei Vegetationseinheiten, die keine Arten gemeinsam haben.

gestellt, dass die zwischenliegenden gürtelförmigen Flächen mit einer dimensionslosen Zahl zwischen 0 und 1 jeweils beiden Einheiten zugeordnet werden. Diese Zahl kann wie folgt ermittelt werden: In der betreffenden Fläche wird eine (große) Anzahl von Vegetationsaufnahmen erstellt. Mittels eines Ähnlichkeitsmaßes (z.B. Sörensen-Index; GLAVAC 1996, WILDI 1986, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG 1974) werden die extremen und vermittelnden Artenkombinationen ermittelt und in einer Reihe quantitativ angeordnet (vgl. indirekte Gradientenanalyse). Die Aufnahmen, die in der Mitte (bezüglich der Artenzusammensetzung) zwischen den beiden „extremen“, eindeutigen Vegetationseinheiten liegen, würden dann mit derselben Maßzahl bezüglich der Zugehörigkeit zu beiden Einheiten belegt.

Mit dieser Methode können zwei verschiedene Typen von Karten erzeugt werden:

- a. wiederum eine herkömmliche Vegetationskarte, bei der die Einheiten durch eine scharfe Linie begrenzt sind; im Gegensatz zu konventionell erstellten Karten wären diese Linien jedoch quantitativ reproduzierbar als „Mitte“ zwischen zwei Einheiten (und durch Aufnahmen belegbar).
- b. eine Isolinien-Karte (ähnlich Abb. 2; vgl. SCHMIDT 1995); für jede Gesellschaft würde man eine solche Karte erstellen, aus der ablesbar ist, wo die betreffende Vegetationseinheit „rein“ vorkommt und wie sie an den räumlichen Rändern (mehr oder weniger langsam) in andere Einheiten übergeht.

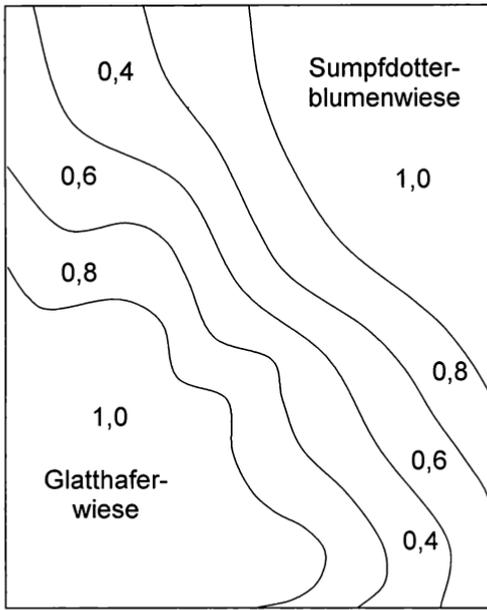


Abb.2: Erfassung des Überganges zwischen einer Sumpfdotterblumenwiese und einer Glatthaferwiese mit Fuzzy-Logik. Die Zahlen in der linken Bildhälfte geben den Grad der Zugehörigkeit der Bestände zum Vegetationstyp „Glatthaferwiese“ an, die der rechten Bildhälfte geben den Grad der Zugehörigkeit zum Vegetationstyp „Sumpfdotterblumenwiese“ an (weitere Erläuterungen im Text).

3.1.2 Beschreibung von Grenzen mit gleitenden Fenstern

Eine weitere Möglichkeit, Grenzen und fließende Übergänge fassbar zu machen, besteht in der Anwendung von „gleitenden Fenstern“ (moving windows; siehe VAN DER MAAREL 1974, BURROUGH 1993). Ein Rahmen von z.B. 2 m x 2 m wird entlang eines Transekts quer durch die Übergangszone, von Vegetationseinheit A zu Vegetationseinheit B bewegt. In einem vorgegebenen Abstand (z.B. alle 50 cm) wird innerhalb des Rahmens die Vegetation aufgenommen (z.B. Artenliste mit Deckungsgraden). Auf diese Art und Weise erhält man eine sehr gute Dokumentation des Übergangs. Innerhalb des Wandels gibt es verschiedene „Sprünge“, ausgelöst durch Änderungen im Deckungsgrad von einzelnen Arten oder im Wechsel des Artenspektrums.

Um aus den so gewonnenen Daten eine Grenze abzuleiten, gibt es mehrere Möglichkeiten:

- Man kann die Grenze dort legen, wo eine Änderungsrate maximal wird. Diese Rate müsste quantitativ definiert sein, z.B. Artenzahl, Biomasse, Ähnlichkeit zwischen vegetationskundlichen Aufnahmen (Ähnlichkeitsindices s.o.).
- Man könnte auch arbiträr eine Regel festlegen, z.B. „Wenn zwei Arten gleichzeitig ausfallen oder zwei Arten gleichzeitig neu hinzukommen, dann soll diese Stelle als Grenze betrachtet werden.“

Weiterhin könnte man das genannte Aufnahmeverfahren nicht nur in einer Richtung, sondern 2-dimensional auf die ganze Fläche ausdehnen. Dann würde man „vorhandene“ Grenzen nicht nur schneiden (wie beim Transekt), sondern den gesamten Verlauf erfassen.

Man muss sich jedoch darüber im klaren sein, dass je nach verwendetem Algorithmus die Anzahl und die genaue Lage der gefundenen Grenzen abweichen (um so mehr, je schwächer

die Grenzen tatsächlich ausgeprägt sind; scharfe Grenzen sind robust gegenüber der angewandten Analysemethodik).

Deshalb lohnt es sich nicht, zuviel Aufwand in die Genauigkeit von Grenzen zu investieren. „... Diese Studien zeigen jedoch klar, dass Grenzen nicht als absolut verstanden werden können; sie sind Artefakte oder Kompromisse und ihre Ausprägungen sind komplexe Funktionen der Variabilität des kartierten Parameters, des Maßstabes und der Kartiermethode.“ (aus BURROUGH 1993, S. 128, Übersetzung G.K.)

3.2 Polygon-Ansatz vs. Raster-Ansatz

Im folgenden sollen weitere wichtige Beziehungen zwischen Methodenwahl und Fläche veranschaulicht werden.

Innerhalb der in Kap. 2 genannten Methoden gibt es eine zentrale Unterscheidung. Die beiden möglichen Alternativen sollen im folgenden „Polygon-Ansatz“ (1) und „Raster-Ansatz“ (2) genannt werden, in Anlehnung an eine ebensolche Unterscheidung in der geographischen Informationsverarbeitung (BILL 1999). Der Unterschied zwischen beiden Ansätzen liegt in der Entscheidung, ob man sich bei der Datenaufnahme von vorhandenen Grenzen leiten lässt (1) oder ob der Bearbeiter die Grenzen für die Aufnahmefläche selbst definiert (2).

Der Polygon-Ansatz wird in der Vegetationskartierung realisiert. Kennzeichnend für ihn ist, dass nach gegebenen (bearbeiterunabhängigen) Grenzen in der Vegetation gesucht wird und somit die ganze Untersuchungsfläche „aufgeteilt“ wird in Vielecke (Polygone).

Im Gegensatz dazu begnügt man sich bei rasterorientierten Verfahren mit kleinen Teilflächen (Stichproben aus der gesamten Untersuchungsfläche, z.B. Dauerbeobachtungsflächen). Diese können zufallsgesteuert oder nach speziellen Vorgaben (z.B. Homogenität und Repräsentativität in der Pflanzensoziologie) ausgewählt werden. Entscheidend ist, dass nur hier quantitative Verfahren (zählen, messen, schätzen) angewendet werden können. Während im Polygon-Ansatz jedes Polygon genau einer Klasse zugeordnet wird (also 1 Information trägt), können in einer Rasterfläche verschiedene Messungen durchgeführt werden: z.B. Individuen zählen, Deckungen von Einzelarten schätzen, Gesamtartenzahl oder Biomasse erheben). Im Polygon-Ansatz ist das nicht sinnvoll: Die einzelnen Klassen sind nämlich genau dadurch definiert, dass sie eine bestimmte Artengarnitur in bestimmten Deckungsgraden tragen; die Grenzen eines Polygons werden ja so bestimmt, dass die quantitativen Verhältnisse in der Artenzusammensetzung sich abrupt ändern.

Die Konsequenz aus diesem tiefgreifenden Unterschied ist, dass Polygonverfahren in relativ kurzer Zeit einen Überblick über das gesamte Untersuchungsgebiet geben können, aber nur Rasterverfahren reproduzierbare, bearbeiterunabhängige Daten liefern können, deren Fehler abschätzbar ist.

Ein zweiter wichtiger Aspekt ist der, dass die Polygonkartierung nur durchgeführt werden darf, wenn tatsächlich „gute“ Grenzen vorliegen (z.B. deutliche Änderungen in der Vegetation, in der Nutzung oder im Relief; Gewässer; s. Abb.1). Wenn dies nicht der Fall ist, können auch detaillierte Kartierungsschlüssel nicht weiterhelfen. Dann ist die Grenzziehung stark vom subjektiven Ermessen des jeweiligen Bearbeiters abhängig und nicht reproduzierbar.

Was eine „gute“ Grenze ist, ist nur schwer zu definieren. Das Kriterium lautet, dass verschiedene Bearbeiter zu demselben Ergebnis kommen würden. Dies ist bei komplexen, kleinräumig heterogenen Situationen nicht der Fall.

4. Fazit

Folgende Abwägungen sind bei der Planung von Vegetationsaufnahmen zu treffen:

Die Projektziele bestimmen die Vorgehensweise. Es gibt verschiedene Ansprüche an Vegetationsaufnahmen (Gütekriterien, s.o.); diese müssen gegeneinander abgewogen werden. Das betrifft insbesondere die Abwägung zwischen Aufwand und Genauigkeit.

Auch bezüglich der Reproduzierbarkeit muss eine Entscheidung getroffen werden. Wenn räumliche (zwischen verschiedenen Untersuchungsgebieten) oder zeitliche (Monitoring, Dauerbeobachtung) Vergleiche angestellt werden sollen, muss die Methode reproduzierbar sein, d.h. die Aufnahmemethodik muss so detailliert ausgearbeitet sein, dass dem Bearbeiter im Feld praktisch kein Spielraum mehr für eigene (nicht dokumentierbare) Entscheidungen bleibt. Die Ergebnisse sind dann bearbeiterunabhängig. Dazu sind Rasterverfahren anzuwenden.

Weiterhin muss beachtet werden, dass nicht alle Daten flächendeckend aufgenommen werden können. Es wird vorgeschlagen, bezüglich der Genauigkeit in mehreren Ebenen zu arbeiten. Für den Überblick über die Vegetation des gesamten Untersuchungsgebietes könnte eine Vegetationskartierung (im Gelände oder mit Fernerkundungs-Daten) durchgeführt werden, zur Abschätzung von Vegetationszuständen und -veränderungen in hoher Auflösung sollten quantitative Erhebungen auf Stichprobenflächen durchgeführt werden.

Die Dokumentation von fließenden Übergängen kann mit den geschilderten Methoden (Fuzzy-Logik, gleitende Fenster) quantitativ und reproduzierbar durchgeführt werden. Allerdings sind diese Verfahren sehr zeitaufwendig, so dass sie nur für Zwecke der Grundlagenforschung in Frage kommen. Für die flächendeckende Kartierung von Untersuchungsgebieten dagegen ist weiterhin die konventionelle Vegetationskartierung ein sinnvolles Instrument. Dabei sollte der Grad der Detaillierung (gemessen an der Anzahl der zu unterscheidenden Klassen) so gering gewählt werden, dass man größtenteils „gute“ Grenzen (s. Kap. 3.3) kartiert.

Die Verschiebung von Grenzen im Laufe der Zeit kann sinnvollerweise mit Transekten (von Dauerquadraten) bewältigt werden (PFADENHAUER 1986).

Zusammenfassung

Bei der Vegetationskartierung stößt man im Gelände mitunter auf das Problem, wie man am besten mit fließenden Übergängen zwischen Vegetationstypen umgehen soll.

Im vorliegenden Beitrag werden zwei Möglichkeiten erläutert, fließende Übergänge quantitativ zu erfassen. Zunächst wird die Fuzzy-Logik kurz dargestellt: Indem Bestände, die nicht einwandfrei einer bestimmten Vegetationseinheit zugeschlagen werden können, zwei oder mehreren Vegetationseinheiten mit verschieden starker „Zugehörigkeit“ zugeordnet werden, kann praktisch jeder Bestand, den man im Feld vorfindet, quantitativ eingereiht werden. Das Ergebnis kann in einer Karte exakt dargestellt werden.

Die zweite Möglichkeit („gleitende Fenster“) besteht darin, einen festen Rahmen (entlang eines Gradienten) über einen kontinuierlichen Bereich im Gelände wandern zu lassen und in relativ kurzen Abständen Aufnahmen anzufertigen. Somit können maximale Änderungsraten erkannt und als „Grenze“ festgehalten werden.

Weiterhin wird auf eine wichtige Unterscheidung bezüglich vegetationskundlicher Methoden der Datenaufnahme verwiesen: Während die hier so genannten „Polygonverfahren“ nach vorhandenen Grenzen in der Vegetation suchen, beschränken sich „Rasterverfahren“ auf

quantitative Aufnahmen innerhalb willkürlich gesetzter Grenzen (z.B. Dauerquadrate). Polygonverfahren sind gut geeignet für einen schnellen Überblick über das ganze Untersuchungsgebiet, aber nur Rasterverfahren liefern reproduzierbare Daten mit abschätzbaren Fehlern. Nur Rasterverfahren sind geeignet für die Grundlagenforschung und für räumliche/zeitliche Vergleiche.

Im abschließenden Kapitel wird neben allgemeinen Bemerkungen zur vegetationskundlichen Datenaufnahme davor gewarnt, in das Auffinden von Grenzen in der Vegetation allzuviel Zeit zu investieren, da sie in vielen Fällen doch nur ein Konstrukt aus gewählten Methoden und Maßstab darstellen. Vegetationskartierungen sollten auf wenig detailliertem Niveau ausgeführt werden, so dass tatsächlich nur „gute“ Grenzen aufgenommen werden.

Literatur

- AUSTIN, M.P. & SMITH, T.M. (1989): A new model for the continuum concept. - *Vegetatio* **83**: 35 - 47.
- BILL, R. (1999a): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Bd. 1: Hardware, Software und Daten. - 4. Auflage, Verlag Wichmann, Heidelberg.
- BILL, R. (1999b): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Bd. 2: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. - 2. Auflage, Verlag Wichmann, Heidelberg.
- BURROUGH, P. A. (1993): Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment. - Monographs on Soil and Resources, Survey No. 12, Clarendon Press, Oxford.
- DIERSCHKE, H. (1974): Saumgesellschaften im Vegetations- und Standortsgefülle an Waldrändern. - *Scripta Geobotanica* **6**: 1 - 246.
- GLAVAC, V. (1996): Vegetationsökologie - Grundfragen, Aufgaben, Methoden. - Fischer, Stuttgart.
- GOODALL, D.W. (1963): The continuum and the individualistic association. - *Vegetatio* **11**: 297 - 316.
- GRAUEL, A. (1995): Fuzzy-Logik - Einführung in die Grundlagen mit Anwendungen. - BI - Wissenschaftsverlag, Mannheim.
- GROSS, C.-P. & P. ADLER (1996): Reliability of Area Mapping by Delineation in Aerial Photographs. - in: Symposiumband „Spatial accuracy assessment in natural resources and in environmental sciences“, 21.-23.5.1996, Fort Collins, USA.
- GRÜNIG, A., MARTI, K. & WALDIS, R. (Red.) (1996): Erfolgskontrolle Moorbiotopschutz Schweiz. Teil Wirkungskontrolle. - Interner technischer Schlussbericht zum Pilotprojekt „Methodentests 1994 - 95“. Bern, Koordinationsstelle Moorschutz, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL). 256 S. (unveröff.).
- KUHN, G. (1998): Erprobung von Fernerkundungsmethoden für das vegetationsökologische Monitoring am Beispiel des Wurzacher Riedes. - Zauner Verlag, Dachau, 96 S., 29 Abb., 6 Tab., ISBN 3-929529-98-X. - Dissertation an der Technischen Universität München.
- LEPS, J. & HADINCOVA, V. (1992): How reliable are our vegetation analyses?. - *Journal of Vegetation Science* **3**: 119 - 124.
- MAAREL, E. VAN DER (1974): Small-scale vegetational boundaries; on their analysis and typology. - in: Tatsachen und Probleme der Grenzen in der Vegetation. Ber. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde, Rinteln, TÜXEN, R. (ed.), Cramer/Lehre, 75 - 80.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. - Wiley, New York.
- MORACZEWSKI I.R. (1993a): Fuzzy logic for phytosociology. 1. Syntaxonomy as vague concepts. - *Vegetatio* **106**: 1 - 11.
- MORACZEWSKI I.R. (1993b): Fuzzy logic for phytosociology. 2. Generalizations and prediction. - *Vegetatio* **106**: 13 - 20.
- PFADENHAUER, J., POSCHLOD, P. & BUCHWALD, R. (1986): Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Teil I: Methodik der Anlage und Aufnahme. - *Ber. ANL (Laufen)* **10**: 41 - 60.
- ROBERTS, D.W. (1989): Fuzzy systems vegetation theory. - *Vegetatio* **83**: 71 - 80.

- SCHMIDT, D. (1995): Kopplung eines Fuzzy-Klassifikationsmodells mit einem Geographischen Informationssystem zur Modellierung eines unscharfen Entscheidungsprozesses. - Salzburger Geographische Materialien **22**: 245 - 254.
- STAHEL, W.A. (1995): Statistische Datenanalyse. Eine Einführung für Naturwissenschaftler. - Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden.
- TRAXLER, A. (1997): Handbuch des vegetationsökologischen Monitorings - Methoden, Praxis, angewandte Projekte. - Monographien, Band **89A**, Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien.
- TÜXEN, R. (1972): Kritische Bemerkungen zur Interpretation pflanzensoziologischer Tabellen. - in: VAN DER MAAREL, E., TÜXEN, R. (Hrsg.): Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie. Ber. Int. Symp. IVV, Rinteln 1970, Junk, Den Haag, 168 - 182.
- WILDI, O. (1986): Analyse vegetationskundlicher Daten. Theorie und Einsatz statistischer Methoden. - Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich.
- ZADEH, L. (1965): Fuzzy Sets. - Information and Control **8**: 338 - 353.
- ZIMMERMANN, H.J., ANGSTENBERGER, J., LIEVEN, K., WEBER, R. (1993): Fuzzy-Technologie: Prinzipien, Werkzeuge, Potentiale. - VDI-Verlag, Düsseldorf.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Gisbert Kuhn, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau, Menzingerstrasse 54, D-80638 München

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2001

Band/Volume: [13](#)

Autor(en)/Author(s): Kuhn Gisbert

Artikel/Article: [Konzepte der Vegetationskartierung 119-127](#)