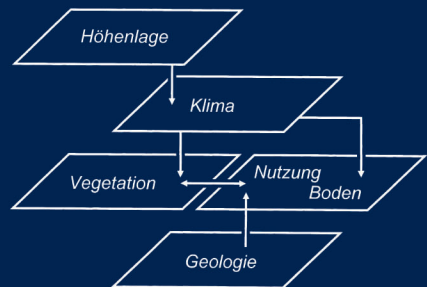
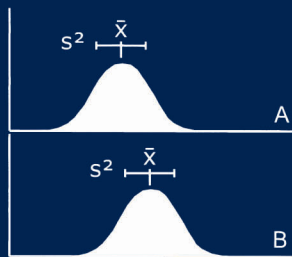


Horst Tremp

Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten





UTB 8299

Eine Arbeitsgemeinschaft der Verlage

Beltz Verlag Weinheim und Basel
Böhlau Verlag Köln · Weimar · Wien
Wilhelm Fink Verlag München
A. Francke Verlag Tübingen und Basel
Haupt Verlag Bern · Stuttgart · Wien
Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft Stuttgart
Mohr Siebeck Tübingen
C. F. Müller Verlag Heidelberg
Ernst Reinhardt Verlag München und Basel
Ferdinand Schöningh Verlag Paderborn · München · Wien · Zürich
Eugen Ulmer Verlag Stuttgart
UVK Verlagsgesellschaft Konstanz
Vandenhoeck & Ruprecht Göttingen
Verlag Recht und Wirtschaft Frankfurt am Main
VS Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden
WUV Facultas Wien

Horst Tremp

Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten

12 Schwarzweißfotos
58 Grafiken
41 Tabellen

Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

Privatdozent Dr. Horst Tremp, geb. 1962 in Stuttgart. Studium der Agrarbiologie an der Universität Hohenheim. Seit 2000 Lehrbefugnis für das Fachgebiet Landschafts- und Pflanzenökologie. Lehrt Limnologie und Standortkunde an der Universität Hohenheim.
Forschungsschwerpunkte: Ökologie und Ökophysiologie der Wasserpflanzen, Struktur und Vegetation von Fließgewässern, Neophyten Mitteleuropas, Vegetation semiarider Gebiete, Moose und Flechten.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-8001-2815-2 (Ulmer)

ISBN 3-8252-8299-6 (UTB)

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2005 Eugen Ulmer KG
Wollgrasweg 41, 70599 Stuttgart (Hohenheim)
E-Mail: info@ulmer.de
Internet: www.ulmer.de
Lektorat: Antje Springorum
Herstellung: Gabi Franz, Otmar Schwerdt
Umschlagentwurf: Atelier Reichert, Stuttgart
Satz: Typomedia GmbH, Ostfildern
Druck und Bindung: Pustet, Regensburg
Printed in Germany

ISBN 3-8252-8299-6 (UTB-Bestellnummer)

Vorwort

Warum gilt für viele Studierende und Vegetationsökologen folgende Definition von Statistik? „Etwas, das einem ein flaes Gefühl in der Magengegend verursacht“. Warum sind grundlegende statistische Ansätze in der wichtigen Startphase einer vegetationsökologischen Bachelor-, Master-, Diplom- oder Doktorarbeit oft nicht im aktiven Bewusstsein?

Vielleicht deshalb, weil das in den ersten Semestern Gelernte schnell vergessen wurde, oder es sich nur schwer auf eigene vegetationsökologische Fragestellungen übertragen lässt?

Zum Erfolg bei der Anwendung statistischer Methodik trägt für Nicht-Mathematiker das Erkennen typischer Datenstrukturen, deren Nachvollziehbarkeit und Übertragbarkeit auf verwandte Fragestellungen oft entscheidend bei. Die Zielsetzung dieses Buches ist daher, den an Vegetationsökologie Interessierten statistische Inhalte über ihnen vertraute Themen zu vermitteln. Der sparsame Gebrauch von Fachtermini, Formeln, mathematischer Symbolik sowie die Möglichkeit, Beispieldaten einfach nachzurechnen, erleichtern den Zugang zu typischen Aufnahme- und Auswertetechniken. Die ausführlichen Beispiele mit realen Datensätzen sollen neugierig machen auf das, was aus eigenen Daten ausgearbeitet werden kann. Beides zusammen sollte eine gewisse Souveränität beim Umgang mit Vegetation – im Gelände und in abstrakter Form am Computer – fördern.

Da auf Methodenvielfalt Wert gelegt wurde und der Text knapp sein sollte, wurde auf bestimmte Inhalte verzichtet. Daher wird die klassische mitteleuropäische Vegetationsanalyse nur

gestreift. Sie wird dafür in der zitierten Literatur umfassend behandelt. Die Literaturangaben insgesamt beschränken sich fast ausschließlich auf Sekundärliteratur – meist Bücher mit methodischem Schwerpunkt.

Die meisten Berechnungen wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel durchgeführt. In Einzelfällen wurden Analysen mit den Computerprogrammen Systat 10.2 und Canoco 4.5 gerechnet. Detaillierte Hinweise auf frei verfügbare wie auch kommerziell vertriebene Software entfallen, da ihre aktuellen Versionen leicht im Internet recherchierbar sind. Aus Umfangs- und damit auch Kostengründen fehlt ein Anhang mit statistischen Tabellen. Die meisten Statistikbücher haben einen Tabellenanhang und vielfach ist es heute einfacher, einen genauen Wahrscheinlichkeitswert vom Computer rechnen zu lassen, als Näherungswerte in einer Tabelle nachzuschlagen.

Als Kurzlehrbuch ist das Büchlein nicht als Nachschlagewerk geeignet. Dafür aber kann es an einem komplett verregneten Wochenende gelesen und die wesentlichen Inhalte verstanden werden; Tage mit schönem Wetter sind schließlich für die Erhebung der Geländedaten gedacht.

Für wichtige Anregungen zum Manuskript ein herzliches Dankeschön an D. Kampmann. Mein Dank für die gute Zusammenarbeit gilt ebenso den Mitarbeiterinnen des Verlages Eugen Ulmer Frau Dipl. Agr.-Biol. A. Springorum und Frau Dr. N. Kneissler.

Hohenheim,
im August 2004

Horst Tremp

Inhaltsverzeichnis

| | | | |
|---|----|--|-----|
| Vorwort | 5 | 5 Skalierung vegetationsökologischer Merkmale | 45 |
| 1 Begriffe und Fragestellungen | 9 | 5.1 Skalenniveau | 46 |
| 1.1 Der Untersuchungsraum: Oberes Körschtal | 10 | 5.2 Kenngrößen und Datentransformation | 48 |
| 1.2 Begriffe aus der Vegetationsökologie | 11 | 5.3 Klassendefinition und Normalverteilung | 52 |
| 1.3 Statische und dynamische Vegetationsbetrachtung | 12 | 5.4 Konfidenzintervalle und Stichprobengröße | 55 |
| 1.4 Standortfaktoren und Flächennutzung: Spaziergang im Frühjahr .. | 13 | 5.5 Graphische Darstellung von Daten .. | 56 |
| 1.5 Wuchsort, Standort und Strategietypen | 15 | 6 Vegetation und Standortbeurteilung | 59 |
| 2 Untersuchungsvorbereitung | 16 | 6.1 Ökologische Artengruppen | 60 |
| 2.1 Zielsetzung | 17 | 6.2 Zeigerwerte | 61 |
| 2.2 Maßstab der Untersuchung | 17 | 6.3 Analyse von Zeigerwerten | 65 |
| 2.3 Verfügbare Ressourcen | 18 | 6.4 Indikatorarten selbst ableiten | 65 |
| 2.4 Formen vegetationsökologischer Untersuchungen | 18 | 7 Ähnlichkeit, Distanz und Diversität | 67 |
| 2.5 Standort- und vegetationskundliches Instrumentarium | 19 | 7.1 Ähnlichkeit und Distanz | 68 |
| 3 Datenaufnahme | 21 | 7.2 Ähnlichkeitskoeffizienten | 70 |
| 3.1 Vegetationseigenschaften und Probefläche | 22 | 7.3 Euklidische und Manhattan-Distanz | 71 |
| 3.2 Verschiedene Anforderungen – verschiedene Vegetationsaufnahmen | 24 | 7.4 Artendiversität | 73 |
| 3.3 Techniken der Zufallsauswahl | 25 | 7.5 Gradientendiversität | 76 |
| 3.4 Stratifiziertes und genestetes Aufnahmedesign | 26 | 8 Vergleich vegetationsökologischer Daten | 78 |
| 3.5 Bedeutungsmaße | 26 | 8.1 Formulieren von Hypothesen | 79 |
| 3.6 Flächengebundene Vegetationsaufnahme nach Braun-Blanquet | 29 | 8.2 Fehlerwahrscheinlichkeit und Test-Entscheidungsbaum | 80 |
| 3.7 Flächenlose Vegetationsaufnahmen und Transekte | 31 | 8.3 Test auf Normalverteilung und Varianzhomogenität | 82 |
| 3.8 Flächenanordnung bei Experimenten | 34 | 8.4 Parametrische und nicht-parametrische Tests | 84 |
| 4 Physiognomisch-strukturelle Vegetationsbeschreibung | 36 | 8.5 Varianzanalyse und Rangvarianzanalyse | 88 |
| 4.1 Blattmerkmale und Lebensform | 37 | 9 Kontingenz-, Korrelations- und Regressionsanalyse | 92 |
| 4.2 Phänologische Artengruppen | 38 | 9.1 Assoziation von Pflanzenarten | 93 |
| 4.3 Wachstumsanalyse von Pflanzen ... | 40 | 9.2 Korrelationsanalyse | 94 |
| 4.4 Datenbanken | 43 | 9.3 Regressionsanalyse | 100 |

| | | | |
|--|-----|--|-----|
| 10 Räumliche Analyse der Vegetation | 104 | 12 Ordination vegetationsökologischer Daten | 127 |
| 10.1 Aufnahme und Analyse von Vegetationsmustern | 105 | 12.1 Multidimensionaler Merkmalsraum | 128 |
| 10.2 Räumliche Autokorrelation | 108 | 12.2 Hauptkomponentenanalyse (PCA) | 130 |
| 11 Klassifikation der Vegetation | 113 | 12.3 Kanonische Korrespondenzanalyse (CCA) | 133 |
| 11.1 Klassifikation | 114 | Literatur | 135 |
| 11.2 Charakterartenmethode | 115 | Stichwortverzeichnis | 138 |
| 11.3 Dominanzmethode | 121 | | |
| 11.4 Clusteranalyse | 122 | | |

Wichtige Leitgedanken

Viele ökologische Fragestellungen sind derzeit noch unmöglich zu beantworten!

Finde ein Problem und stelle eine Frage!

Nicht alles, was gemessen werden kann, sollte gemessen werden!

Erhebe Daten, die deiner Zielsetzung dienen und vergiss dabei nicht,
den Statistiker glücklich zu machen!

KREBS (1999)

1 Begriffe und Fragestellungen



Der erste Teil dieses Kapitels ist als Einführung für Leser gedacht, die sich bislang kaum mit Vegetation beschäftigt haben.

Dem Studienanfänger präsentiert sich die Vegetation nicht selten als „Grün“, das auf unerklärliche Weise mit einer Vielzahl von Fachausdrücken und wissenschaftlichen Pflanzennamen beschrieben wird. Zunächst werden daher wichtige Fachbegriffe der Vegetationsökologie erklärt.

Die Vegetationsökologie bedient sich vorwiegend naturwissenschaftlicher Methoden. Da das Typische an den Naturwissenschaften nicht der Gegenstand ist, sondern die Art und Weise Fragen zu stellen und Probleme zu analysieren, sind viele vegetationsökologische Methoden identisch oder zumindest ähnlich denen wissenschaftlicher Nachbardisziplinen wie der Geographie sowie der Forst- und Agrarwissenschaften. Auch wenn der Untersuchungsgegenstand **Vegetation** ein Einzelstellungsmerkmal ist, gibt es im Bereich **vegetationsökologischer Datenanalyse** praktisch keine Methode, die nicht in gleicher oder ähnlicher Weise in anderen raumbezogenen Naturwissenschaften und den Sozialwissenschaften Verwendung findet. Die fortwährende Aufsplitterung in Einzeldisziplinen steht dieser Erkenntnis leider oft im Wege und erschwert die oft eingeforderte Inter- und Transdisziplinarität. Auf rein methodischer Betrachtungsebene kann diese Brücke leicht geschlagen werden. Ob nun verschiedene Umwelteinflüsse auf die Zusammensetzung der Vegetation analysiert werden sollen, oder die verschiedenen Bildungsangebote einer Stadt auf das Fernsehverhalten der Bevölkerung, ist im Kern dasselbe.

Vegetationsökologische Fragestellungen entwickeln sich aus der bewussten Wahrnehmung der Umwelt. Im Kapitel 1.4 werden solche Fragen bei einem imaginären Spaziergang durch ein Wiesental – quasi im Vorbeigehen – entwickelt. Im unmittelbaren Zusammenhang wird auf einzelne Buchkapitel hingewiesen, die zur Lösung der aufgeworfenen Frage einen Beitrag leisten. Um das Nachdenken über Vegetation zu organisieren, sind konzeptionelle Modelle hilfreich. Weit verbreitet und im Kern einfach ist das nützliche Konzept der Pflanzen-Strategietypen von Grime (Kap. 1.5).

Nicht vergessen werden darf, dass vegetationsökologische Daten mehr sind als Namen und Zahlen – es sind Erfahrungen. Um eine gewisse Vertrautheit mit den Beispieldatensätzen dieses

Buches herzustellen, wird das Untersuchungsgebiet, welches man ähnlich fast überall in Mitteleuropa antreffen könnte, kurz vorgestellt.

1.1 Der Untersuchungsraum: Oberes Körschtal

Im oberen Körschtal wurden sämtliche im Buch verwendeten Beispieldatensätze erhoben. Das Tal liegt im Südwesten Deutschlands nahe der baden-württembergischen Landeshauptstadt Stuttgart. Eine 226 ha große Fläche – der Weidach-Zettachwald – wurde 1991 als Naturschutzgebiet ausgewiesen. Das obere Körschtal liegt zwischen 345–420 m Meereshöhe. Klimatisch ist es durch eine Jahresmitteltemperatur von 8,5 °C und einen jährlichen Niederschlag von 700 mm grob charakterisiert.

Geologisch zählt das Körschtal zur Filderebene, einer Hochfläche aus Mergelton und Sandsteinen des unteren Jura. Das Flüsschen Körsch durchschneidet diese Schichten bis in die geologische Formation des Keuper. Die steilen Talhänge werden von den violettroten Tonsteinen des Knollenmergels gebildet. Im Oberhang ist eine Stufe kieseliger Sandstein ausgebildet, der so genannte Rhät.

Die Talau der Körsch wird im Untersuchungsgebiet von braunen Aueböden (Bodentyp Vega) eingenommen, die zeitweilig unter Grundwassereinfluss kommen (Gley-Vega).

Vor allem an den Süd-West exponierten Hängen lieferten Fließerdien das Ausgangsmaterial für die weitere Bodenbildung. Fließerdedecken entstanden im Pleistozän, als aufgetauter wasser-gesättigter „Boden-Brei“ auf gefrorenem Untergrund talabwärts rutschte. Je nach Ausgangs-substrat und vorherrschenden bodenbildenden Prozessen finden sich die Bodentypen Braunerde-Pelosol, Pelosol-Braunerde und pseudovergleyte Parabraunerde. Auf der Hochfläche haben sich Parabraunerden aus Lösslehm entwickelt.

Die Körsch ist der Hauptvorfluter der Filderebene. Sie fließt mit dem Schichteinfallen in südöstliche Richtung und mündet in den Neckar. Das Gewässer zeigt einen schwach mäandrierenden Verlauf. Es wird von einem naturnahen Gehölzsaum aus Esche, Schwarz-Erle und Traubenkirsche gesäumt. Im unmittelbaren Anschluss an den Gehölzsaum schließt sich vorwiegend als

Mähwiese genutztes Grünland an. An den angrenzenden steileren Hängen finden sich schöne Eichen-Hainbuchen-Wälder, in deren lichtem Saum im Frühjahr tausende Exemplare des Blausterns (*Scilla bifolia*) blühen. Neben den Wäldern leiten die Wiesen des Talraumes in Streuobstbestände über, die noch weite Teile der Hochflächen einnehmen. Die Hochflächen werden großteils ackerbaulich genutzt und zunehmend überbaut.

1.2 Begriffe aus der Vegetationsökologie

Die Vegetationsökologie befasst sich mit der Vegetation und ihrer Umwelt. Da in diesem Buch in erster Linie Ansätze zur Lösung praktischer Probleme vermittelt werden sollen, ist es nicht notwendig, die unterschiedlichen Formen wissenschaftlicher Beschäftigung mit Pflanze und Vegetation disziplinär einzuordnen. Vegetationsökologie wie ökologische Forschung allgemein, sind zwangsläufig interdisziplinär, weswegen die Heranführung an wenige Grundbegriffe genügt.

Die Gesamtheit der Pflanzenarten eines Gebiets – man denke an eine lange Liste der Pflanzennamen – nennt man die **Flora** des Gebiets. Was wir als Pflanzendecke oder als Mosaik von Pflanzengemeinschaften wahrnehmen, wird als **Vegetation** bezeichnet. Eine weitere Differenzierung der Vegetation ist mit Hilfe von Gestaltmerkmalen möglich sowie über die floristische

Zusammensetzung. Im ersten Fall gelangt man zu **Pflanzenformationen** (= physiognomisch-ökologischer Vegetationstyp) im zweiten Falle zu **Pflanzengemeinschaften** (= floristischer Vegetationstyp). Die physiognomische Klassifizierung ist sehr viel gröber und steht daher bei der globalen Vegetationsgliederung im Vordergrund. Ein Grund dafür ist, dass physiognomisch ähnliche **Formationen** unter verschiedenen Umweltbedingungen entstehen können (Savanne, Steppen, alpine Rasen, Wiesen, Weiden) und daher für die Feingliederung von Landschaften nur bedingt geeignet sind (FREY & LÖSCH 2004). Es werden folgende Formationsklassen unterschieden:

1. Wälder
2. Offene Baumgehölze
3. Strauchformationen
4. Offenes Grasland
5. Stauden- und Kräuterfluren
6. Zwergstrauch- und Halbstrauchformationen
7. Pflanzenarme Formationen wie Wüsten
8. Pflanzenformationen der Binnengewässer
9. Pflanzenformationen der Meere

Hauptbedeutung im regionalen und lokalen Bereich hat die floristische Gliederung (SCHROEDER 1998), ebenso wie die ökologisch-standörtliche Vegetationsgliederung, die vom globalen (**Vegetationszonen**) bis zum lokalen Maßstabbereich (**Ökologische Artengruppen**) reicht. In Abb. 1 wird versucht, die verschiedenen Begriffe in einen räumlichen Zusammenhang zu bringen. Zur Abgrenzung von Biotoptypen, die nicht

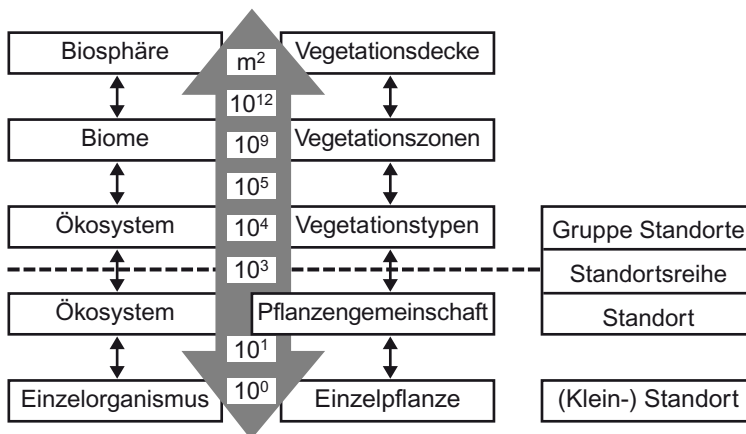


Abb. 1. Einfaches Schema räumlicher Betrachtungsebenen von Vegetation. Der Gegenstandsbereich dieses Buches ist der Bereich unterhalb der gestrichelten Linie (nach KENT & COKER 1996 und ELLENBERG 1996).

Gegenstand dieses Buches sind, siehe RIEKEN et al. (2003) und PFADENHAUER (1997).

Die Unterscheidung zwischen Wald, Offenwald, Heide, Grasflur, Halbwüste etc. wäre eine Differenzierung der Vegetation auf der Formationsebene. Diese vertrauten Begriffe lassen sich systematisch aus der Dichte der Pflanzendecke und der Betrachtung der vorherrschenden Wuchs- und Lebensformen (s. Kap. 4) ableiten. Unter dem Begriff **Pflanzengesellschaft** oder Assoziation versteht man im Unterschied zur **Pflanzengemeinschaft** bereits eine regelhafte und als solche typisierte Artenkombinationen. Es handelt sich dabei um einen aus realen Pflanzenbeständen (Pflanzengesellschaft) abstrahierten Typus, der durch eine charakteristische Artenkombination gekennzeichnet ist (POTT 1992, DIERSCHKE 1994, PLACHTER et al. 2002).

Wie JAX (2002) konstatiert, ist die immer wieder zu Auseinandersetzungen Anlass gebende Frage um reale und abstrakte ökologische Einheiten letztendlich ein Ringen zwischen Wahrnehmung und Wirklichkeit, Begriff und Phänomen. Allerdings hat sie nicht allein erkenntnistheoretische Bedeutung. So hat die Interpretationsmöglichkeit einer Karte, auf der entweder reale oder abstrahierte Vegetationstypen dargestellt sind, handfeste Auswirkungen auf Umwelt- und Naturschutzhandlungen (vgl. PFADENHAUER 1997).

1.3 Statische und dynamische Vegetationsbetrachtung

Was bestimmt den Eindruck einer Landschaft in Mitteleuropa mehr als die Boden und Fels bedeckende Vegetation? Mitteleuropa befindet sich, mit Ausnahme der höheren Mittelgebirge und der Alpen, in der Vegetationszone der sommergrünen Laubwälder, wobei die natürliche, ursprüngliche Waldlandschaft schon seit langem durch den Menschen in eine Kulturlandschaft überführt wurde.

Werfen wir über Mitteleuropa aus 3000 m Höhe und bei klarer Sicht einen Blick aus dem Flugzeug, so erkennen wir ein Mosaik land- und forstwirtschaftlich geprägter sowie städtischer Bereiche. Wie der Begriff Vegetationszone hat auch diese Landschafts- Betrachtungsweise noch etwas statisch-unveränderliches. Das verwundert

nicht, versteht man unter **Landschaft** doch in erster Linie die charakteristische räumliche Anordnung bestimmter Landschaftselemente. Erst auf kleinräumiger Ebene werden biologisch-dynamische Prozesse wie Keimung, Wachstum und Tod (Absterben) aber auch Räuber-Beute-Interaktionen und Konkurrenz erkennbar. Diese Prozesse sind Ursache jeglicher ökologischer, raum-zeitlicher Struktur. Dies gilt in gleicher Weise für die Vegetationsdecke, die entstehen, sich wandeln, aber auch vergehen kann. Raum-zeitliche Heterogenität ist funktionaler Bestandteil von Ökosystemen. Ohne Heterogenität würden Ökosysteme nicht existieren (LEGENDRE & LEGENDRE 1998).

Die meisten in der Vegetationsökologie behandelten Themen lassen sich auf wenige, im nächsten Kapitel gestellte Grundfragen zurückführen. Die Frage nach dem wissenschaftlichen Fortschritt in der Vegetationsökologie – wenn doch immer dieselben Fragen gestellt werden – ist dabei nicht unwichtig. Dabei ist zu berücksichtigen, dass durch neue analytische Methoden ein immer höherer Grad an Komplexität fassbar wird. Landnutzung, Luftverschmutzung und globaler Klimawandel verändern darüber hinaus Bedeutung und Kontext der Fragestellung. Daneben finden laufend bislang nicht oder unzureichend berücksichtigte Sichtweisen, wie die Hierarchietheorie (Systemtheorie) oder funktionelle Pflanzentypen (Konzeption), Eingang in vegetationsökologische Fragestellungen.

Vegetationsökologie ist zwangsläufig komplex. Insofern ist ein systemtheoretischer Überbau – sollen die vielen wissenschaftlichen Einzelergebnisse nicht wie ein Mikadospiegel auseinander fallen – kein Luxus, sondern für die Organisation wissenschaftlicher Erkenntnis sowie einen besseren Umwelt- und Artenschutz unverzichtbare Notwendigkeit (s. MATHES, K. et al. 1996).

Das eigene Vorwissen wird immer die Art und Weise, wie man Fragen stellt, beeinflussen. Doch sollte man sich im ersten Stadium einer Vegetationsanalyse auch nicht durch zu viele Zwänge einschränken. Ein gesundes Zutrauen in die eigene Fähigkeit, sinnvolle Fragen zu stellen und zu lösen, ist allemal besser, als exakt das machen zu wollen, was andere bereits getan haben. In diesem Zusammenhang sei besonders betont, dass – im Vorgriff auf die in den Folgekapiteln behandelten Methoden – es viel besser ist, eine ungenaue Antwort auf die richtige Frage zu bekommen, als eine genaue Antwort auf eine falsche Frage.

1.4 Standortfaktoren und Flächennutzung: Spaziergang im Frühjahr

Ein Spaziergang im Frühling hat es in sich! Man tritt vor die Tür und, unfähig den ersten Gesamteindruck festzuhalten, geht es den Hang hinunter ins nahegelegene Wiesental. Wir suchen auf beiden Seiten des Wegs nach den spärlichen, dennoch untrüglichen Zeichen des Frühlings, wie um uns zu versichern, dass er nun nicht mehr rückgängig zu machen ist. Ein solcher Spaziergang mit wachen Sinnen hält unter Umständen viel Überraschendes bereit und schnell kommen die ersten Fragen.

Standortfaktoren und Pflanzeigenschaften bestimmen das Vegetationsmuster

Unmittelbar fällt auf, dass einige Pflanzenarten inselartige Bestände bilden und keinesfalls überall gleich häufig anzutreffen sind. Beispielsweise finden wir das Scharbockskraut (*Ranunculus ficaria*) durchgehend entlang der Uferbänke der Körsch, aber ebenso im noch winterlichten Eichen-Hainbuchen-Wald; einmal flächendeckend, dann wieder größere und kleinere Flecken bildend. Bodenfeuchte und das Lichtklima werden das vorgefundene Verbreitungsmuster dieser Art wohl maßgeblich bestimmen. Aber lässt sich dies so einfach behaupten?

Vielleicht fördert der stark humose Oberboden das Scharbockskraut, wobei der Humusgehalt wiederum von Menge, Qualität und Verteilung der Laubstreu der Bäume abhängen könnte. Auch irgendein uns unbekannter Zusammenhang mit der bodenbiologischen Aktivität ist nicht von der Hand zu weisen. Und vielleicht hat das Ganze ja weniger mit der absoluten Feuchte des Bodens zu tun, sondern vielmehr mit der Bodenart und der mit der günstigen Humusform verbundenen hohen Wasser- und Luftkapazität? Über die beobachteten, teilweise klar begrenzten Vegetationsflecken im noch lichten Wald können wir, ausgehend von den betrachteten Standortfaktoren, nur Vermutungen anstellen. Die meisten Standortfaktoren ändern sich eher graduell, beispielsweise am Hangfuß oder an der Bachau und nicht abrupt. Sie bilden Gradienten, die sich zudem vielfach überlagern.

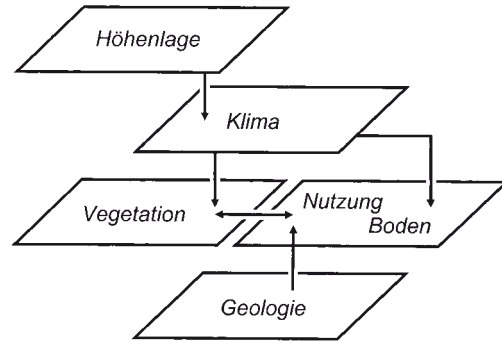


Abb. 2. Hierarchie vegetationsbestimmender externer Faktoren. Hinzu tritt noch der Faktor Umweltverschmutzung.

Klima und Boden bilden sicherlich die Grundvoraussetzung für das Vorkommen des Scharbockskrauts (Abb. 2). Eigenschaften der Pflanzenart, wie ihre fast ausschließliche vegetative Ausbreitung über Bulbillen, die um Licht, Wasser und Nährstoffe konkurrierenden anderen Pflanzenarten, aber auch Tiere, welche die Pflanze fressen und daneben für ihre Ausbreitung sorgen, dürfen wir bei unserem Erklärungsversuch der räumlichen Verbreitungsmuster nicht außer Acht lassen. Richtig zu fassen bekommen wir das Problem allerdings nicht. Die einseitige Betrachtung „Standortfaktoren bedingen die Vegetationsausprägung“ greift jedenfalls viel zu kurz. So verändert im Laufe ihres Wachstums jede Pflanze den Strahlungs- und Wärmehaushalt des Standortes, nimmt Einfluss auf den Wasserhaushalt und die Bodenbedingungen. Das Gefühl, ein Fass ohne Boden aufgetan zu haben (s. Kap. 2) lässt uns vorerst zu dem Schluss kommen, dass es zunächst sinnvoll ist, die Häufigkeit von Pflanzenarten oder ihre Deckung (s. Kap. 3) entlang von sicht- und messbaren Gradienten zu beschreiben (s. Kap. 12), um daran anschließend spezifische Analysen durchzuführen.

Flächennutzung prägt die Vegetation

Während wir noch nachgrübeln, fällt uns das unterschiedliche Erscheinungsbild der Wiesen im Talraum auf. Das niedergedrückte Gras an den Rändern der nordexponierten Hänge lässt noch den Schnee erahnen, der vor nicht allzu langer Zeit dort abgeschmolzen ist. Deutlich sind im Grasland die Nutzungsgrenzen, die häufig mit

Eigentumsgrenzen zusammenfallen, zu erkennen. Überständiges Gras – grau-ockerfarben – bewahrt den Flächen das herbst-winterliche Erscheinungsbild. Hingegen prägt frisches Grün die regelmäßig gemähten Wiesenflächen.

Der südexponierte Waldränder säumende Schwarzdorn (*Prunus spinosa*, Schlehe) hat seine Wurzeläusläufer in die Wiesen geschickt. Dies ist ein Hinweis darauf, dass hier schon längere Zeit nicht gemäht wurde, jedenfalls die Mahd nicht regelmäßig erfolgte. Auch weisen unter der Grastunika verborgene Ameisenhaufen und Mäusegänge auf eine längere Zeit von Mähbalken, Kreiselmäher und Ladewagen ungestörte Entwicklung hin.

Welches Bild zeigen die so unterschiedlich bewirtschafteten Wiesen im Sommer? Werden sich Artenzahlen und floristische Zusammensetzung (s. Kap. 7) im gemähten von dem sich selbst überlassenen Grünland unterscheiden (s. Kap. 8)? Lassen nicht die während der Sukzession neu entstandenen Raumstrukturen (s. Kap. 10) und Mikrostandorte höhere Pflanzen-Artenzahlen zu?

Trotz des prägenden Nutzungseinflusses sollten die Nord- und Südhänge getrennt betrachtet werden. Aber wie sind die im Vergleich zu den häufig gemähten Wiesen hügeligen Sukzessionsstadien aufzunehmen? Um diese Strukturen einzubeziehen, müsste die Aufnahmefläche viel größer ausfallen als in den, dem ersten Augenschein nach, homogenen Mähwiesen. Ist bei unterschiedlichen Flächengrößen aber noch eine qualifizierte vergleichende Aussage zur Artendiversität (s. Kap. 7.4) möglich? Vielleicht führen ja viele kleine Flächen zum Ziel (s. Kap. 3)?

Mit Gradienten und kontinuierlichen Übergängen, wie sie an Bach- und Waldrand ausgebildet sind, haben diese Wiesen nichts zu tun. Zwar mögen sie in sich in unterschiedlichem Maße homo- bzw. heterogen sein, eine Vorab-Abgrenzung scheint jedenfalls einfach durchführbar (s. Kap. 11).

Vielleicht ergeben sich bei der weiteren Analyse der Standorteigenschaften und der Pflanzenarten so enge Beziehungen (s. Kap. 9), dass Vegetationskarten gleichsam zu Standortkarten werden (s. Kap. 6) und damit Hinweise für eine angemessene Landnutzung liefern.

Sogar ohne genauere Kenntnisse der Pflanzenarten haben wir bei einem Spaziergang die Bedeutung von Standort und Nutzung für die Vegetationsausprägung eines Wiesentales erkannt.

1.5 Wuchsort, Standort und Strategietypen

Der **Fundort** oder **Wuchsort** ist ein topographisch genau bestimmter Ort, an dem eine Art oder eine Pflanzengemeinschaft vorkommt. Als **Standort** wird die Summe der Umweltbedingungen, die an einem Wuchsort herrschen und auf die Pflanzen wirken bezeichnet. Neben Einflüssen des Klimas und des Bodens fallen darunter auch die Einflüsse anderer Lebewesen (RÜBEL 1922). In der Klimatologie wird diese Betrachtungsebene als Mikro- oder Standortklima bezeichnet (GEIGER 1961). Der ökologische Standortbegriff hat durchaus etwas mit dem Standortbegriff der Wirtschaft gemeinsam. Auch dort bezeichnet Standort, wie in dem Begriff Standortvorteil deutlich wird, äußere Faktoren wie Rohstoffe, Lohnkosten, Absatz und Verkehrsanbindung – alles Faktoren, die das „Wirtschaften“ maßgeblich fördern oder behindern. Auch dort ist zunächst keine konkrete Örtlichkeit gemeint.

Klimatische und edaphische Standortfaktoren sind in ihren Extrembereichen ursächlich verantwortlich für Stress bei Pflanzen. Ist ein Pflanzenstandort zu trocken, zu nass, zu kühl, zu heiß, oder fehlt es der Pflanze an Licht und Nährstoffen, wird ihre Photosyntheseleistung und damit ihr Wachstum eingeschränkt. Neben den hier im Unterschied zu RÜBEL (1922) sehr eng gefassten Standortfaktoren gibt es noch einen weiteren von außen wirksamen Faktorenkomplex, weshalb eine Pflanze ihr Wachstumspotential nicht ausschöpfen kann. Es sind Störungen, die im Unterschied zu den Standortfaktoren eher kurzfristig wirken und zur teilweisen oder vollständigen Zerstörung der Pflanze führen. Ursachen können Fraß und andere Tieraktivitäten, Pathogene und Tätigkeiten (mähen, pflügen, überbauen) des Menschen sein; zudem gehören Sturm, Feuer sowie Früh- und Spätfröste in diese Kategorie der kurzfristig pflanzenzerstörenden Faktoren (GRIME 2001).

An Standortfaktoren, die die Produktivität eines Lebensraumes bestimmen, sowie Störungen sind Pflanzen in unterschiedlichster Weise angepasst.

So können die konkurrenzstarken Arten ihr Potential nur bei wachstumsfördernden Standortbedingungen und geringen Störungen entfalten. Befinden sich einer oder mehrere Wachstums-