

2

Geschichte der Geobotanik und aktuelle Forschungstrends des Faches

Wie auch die anderen modernen Teildisziplinen der Biologie differenzierten sich die einzelnen Arbeits- und Interessensrichtungen der Geobotanik im Verlauf der vergangenen rund einhundert Jahren aus der allgemeinen Beschäftigung der Wissenschaft mit der Pflanzenwelt. In den Anfängen der Botanik wie auch der Zoologie stand das Bestreben nach Erfassung und Katalogisierung der Vielzahl der Erscheinungsformen des Lebens im Vordergrund der wissenschaftlichen Bemühungen, kulminierend in der Entwicklung der Evolutionstheorie als kausal-orientierte Deutung der Ursachen der organismischen Vielfalt. Die Prägung der Lebensvollzüge der Pflanzen und Tiere durch die Gegebenheiten ihrer Umwelt wurde im Zuge der Arteninventarisierung mit erfasst und als wichtige Komponente der Naturgeschichte der Sippen erkannt.

Zum taxonomischen Charakterisieren und Klassifizieren der Arten, welches die Arbeit von **C. v. Linné** und seinen Schülern prägte, trat mit dem Lebenswerk **A. von Humboldts** (1769–1859) die Beschreibung und Abstraktion der Vegetationstypen. Auch hierbei dominierte während des 19. Jahrhunderts die deskriptive Inventarisierung der Pflanzenformationen, gefördert durch die die außereuropäischen Länder und ihre Natur erschließenden Entdeckungsreisen. Das Forschungsgebiet der „**Pflanzengeographie**“ wird als eigenständiger Wissenschaftsbereich abgegrenzt durch **J.F. Schouw** (1787–1852). **Grisebachs** „Vegetation der Erde“ (1872) ist eine erste große Zusammenfassung dieser Kenntnisse und des Bemühens, die Pflanzendecke der Erde typisierend zu beschreiben, nachdem

auf regionaler Ebene (**Kerner v. Marilaun**, 1863: „Das Pflanzenleben der Donauländer“) schon erste, inzwischen klassisch gewordene Ansätze dazu vorlagen. **Warmings** Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie (1896) berücksichtigt dann bereits sehr stark die funktionale Komponente in der Beschreibung der Vegetationsgegebenheiten.

Der Begriff „**Ökologie**“ wird Mitte des 19. Jahrhunderts von **E. Haeckel** (1834–1919) geprägt, der hierin die „Lehre vom Haushalt der Natur“ sieht und damit das Interesse der Wissenschaft weiterverweist von der statischen Beschreibung der Organismensippen und der Struktur ihrer gemeinschaftlichen Vorkommen hin zur Beschäftigung mit der Dynamik der Wechselwirkungen zwischen den Lebewesen und ihrer Umwelt. Starke Impulse ziehen solche Ansätze auch aus der mit dem Namen **J. von Sachs** (1832–1891) verbundenen Selbstfindung der Pflanzenphysiologie als zur Taxonomie und Morphologie komplementären Teilwissenschaft in der Botanik. Die Beschreibung und Quantifizierung pflanzlicher Funktionen unter dem Einfluss der physikalischen und chemischen Gegebenheiten der Umwelt gewinnt dadurch ein vermehrtes Forschungsinteresse. In **G. Kraus'** Werk „Boden und Klima auf kleinstem Raum“ (1911) wird dieser Aspekt erstmals umfassend auf der Basis experimenteller Messungen an den Naturstandorten der Pflanzen thematisiert.

Der Titel des mehrbändigen Standardwerkes „Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage“ von **A.F.W. Schimper**, welches erstmals 1898 und in weiteren Auflagen bis 1935 erschien (Schimper & Faber), war Programm für die umfassende Darstellung der Vegetationstypen der Erde, sowohl ihrer organismischen Komponenten und Strukturen wie auch ihrer Funktionen. Kurz nach der Wende vom 19. zum 20. Jahrhundert war es auch, dass in Mitteleuropa erste Appelle und organisierte Ansätze zur Bewahrung von Lebensräumen aufkamen, die in ihren spezifischen Eigenschaften

(zusammenfassende Werke: Mägdefrau 1992, Trepl 1994, Lösch & Larcher 1998, Jahn 2000, Jax 2002)

als wertvoll erkannt wurden, durch die Tätigkeit des Menschen aber in ihrer Existenz beeinträchtigt bis akut bedroht waren: der Beginn von **Naturschutz**-Bemühungen (**E. Rudorff**, 1840–1916: auf der Basis romantisch-künstlerischen Naturerlebens: „Heimatschutz“; **H. Conwentz**, 1855–1922: „Naturdenkmalpflege“). Die biologische Wissenschaft war für diese angewandt-ökologischen Bestrebungen sehr nützlich durch die detaillierte Beschreibung und Inventarisierung solcher Lebensräume.

Wohl bedingt durch das regionale Umfeld überwog in dem zu Beginn des 20. Jahrhunderts noch reichlich mit vom Menschen unberührter Natur ausgestatteten Nordamerika der Klassifizierungsansatz der Vegetation als einer Sukzession von Pionierlebensräumen zu Endstadien der Bestandsentwicklung, zu der als stabilen Kulminationspunkt einer solchen Entwicklungsdynamik gesehenen „**Klimax**“ (**Clements** 1916). In Europa entwickelten sich mehr typologische Ansätze, wobei die Nomenklatur der Vegetationseinheiten bei den russischen und skandinavischen Schulen (**Du Rietz** 1936) sich orientierte an den dominierenden Taxa der relativ artenarmen dort vorherrschenden Waldbestände. In West-, Mittel- und Südeuropa – und inzwischen weltweit – setzte sich der Ansatz der vegetationskundlichen Klassifizierung der **Zürich-Montpellier-Schule** durch (**Braun-Blanquet** 1964; **Rübel**, z. B. 1930; **Lüdi**, z. B. 1921). Hierbei werden über die vergleichsweise einfach bestimmbare floristische Zusammensetzung der Vegetationsdecke Vergesellschaftungen von Pflanzen charakterisiert. Mit der Verfügbarkeit leistungsfähiger Sortierprogramme werden diese seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts zunehmend zur Abgrenzung von Pflanzengemeinschaften durch Ordination im mehrdimensionalen Verteilungsraum verwendet („**Numerische Vegetationsanalyse**“ – Kap. 4.6) und Effekte abiotischer Standortfaktoren damit in Beziehung gesetzt. In vielen Fällen entsprechen die aus der Sortierung nach abgestufter Ähnlichkeit des Vorkommens erhaltenen Gruppierungen den empirisch ermittelten und auf der Erfahrungsbasis abstrahierten Pflanzengemeinschaften, wie sie die „**Pflanzensoziologie**“ (**Tüxen**, z. B. 1937) erarbeitet hat. Diese Pflanzengesellschaften sind zwar keine Überorganismen im Sinne von Diskussionen in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts (**Phillips** 1934/35). Sie besitzen aber eine begrifflich fassbare und durch Sortierprogramme abgrenzbare Spezifität, da sie ihre Prägung erhalten durch unterschiedliche Syndrome standörtlicher Existenzbedingungen, unter denen jeweils nur bestimmte Pflanzensippen wuchskräftig sind und so typischer Weise miteinander vergesellschaftet auftreten. Sie bilden hierdurch das Existenzumfeld tierischer Lebensgemeinschaften. Mit diesen zusammen werden sie als Biozönosen angesprochen.

Parallel zur Erfassung, Abstraktion und Systematisierung der Pflanzengemeinschaften erfolgten in der

ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts vielfältige Studien zu den ökologischen Wechselbeziehungen zwischen den standörtlichen Gegebenheiten und der Leistungsfähigkeit und Vitalität der einzelnen Pflanzenarten im mitteleuropäischen Raum (**Stocker**, z. B. 1957; **Walter**, zusammenfassend: 1960). Fortschritte in der experimentellen Erfassung der Wechselbeziehungen zwischen den Pflanzen und ihrer Umwelt waren und sind jeweils eng verknüpft mit der Verfügbarkeit geeigneter Untersuchungsmethoden. Soweit sie gestaltlich-strukturelle Eigenheiten der Pflanze in Bezug zu ihrem spezifischen Habitat charakterisieren, nutzen sie die (insbesondere quantitativen) Vorgehensweisen der Pflanzen-Anatomie und -Morphologie („**Ökomorphologie**“; in Datenbanken zusammen mit Masse-/Dimensions-Relationen von pflanzlichen Organen meist als strukturelle und gestaltliche „traits“ aufgelistet, z. B. LEDA traitbase (**Kleyer et al.** 2008)). Von herausragender Bedeutung für die pflanzliche Behauptung am gegebenen Standort sind aber vor allem funktionelle Eigenschaften der verschiedenen Taxa. Sie zu quantifizieren, wurde bereits seit den Anfängen messender Bestimmung der pflanzlichen Reaktionen auf die Standortgegebenheiten das Methodeninventar der Pflanzenphysiologie in geeigneter Anpassung an die Messumstände eingesetzt, ergänzt durch Informationen, die mit meteorologischen Messinstrumenten zu erlangen sind (**Stocker, Volk, Walter**). Von der Mitte des 20. Jahrhunderts an sind darüber hinaus eine Reihe von Methoden und Geräten zu verzeichnen, die zum Teil oder vollkommen spezifisch für **ökophysiologische Freilandforschung** entwickelt wurden (**Lösch & Larcher** 1998; zur generellen Charakterisierung der Ökophysiologie der Pflanzen: **Beyschlag & Ryel** 2007). Tabelle 2-1 nennt wesentliche Meilensteine im Verlauf dieser Neuentwicklung experimentell-ökologischer Methoden. **Ellenberg** gelingt in den Nachkriegsjahrzehnten die bisher umfassendste Synthese der vegetationskundlichen Beschreibung der mitteleuropäischen Pflanzenbestände und der ökologischen Interpretation der hierbei herrschenden Funktionsszusammenhänge (**Ellenberg** 1963, 1996).

Verbunden mit dem Namen **Meusel** ist das Studium und die Typisierung der Verbreitungsareale von Pflanzen, die **Arealkunde** = **Chorologie** (**Meusel et al.** 1965, 1978, 1992). Die Koppelung von molekularbiologisch-systematischen Analysen mit den chorologischen Verbreitungsmustern pflanzlicher Verwandtschaftskreise verknüpft die Aufklärung von deren Evolution mit den Prozessen ihrer Ausbreitung und standörtlichen Einnischung („**Phylogeographie**“; **Schaal et al.**, 1998; **Avise** 2000).

1935 kommt es zu einer Wortprägung, welche weitgehend werden sollte für das moderne Ökologieverständnis: In der längerfristigen Auseinandersetzung mit Vorstellungen über die Biozönose als einem gleichsam „Überorganismus“, der seine Eigenheiten nicht nur aus

Tab. 2-1 Meilensteine in der Methoden- und Konzept-Entwicklung zur Ökophysiologie der Pflanzen im Verlauf des 20. Jahrhunderts.

Zeitraum	Methode / Konzept / Ereignis	Literatur-Referenz
1910–1920	Erste Messungen zur Mikrometeorologie von Pflanzen-Standorten	Kraus 1911
1920–1930	Messung der osmotischen Verhältnissen in Zellen und Geweben Schnellwäge-Methode für Transpirationsbestimmungen im Freiland	Ursprung & Blum 1921 Stocker 1929
1930–1940	Freiland-Messungen von osmotischen Werten pflanzlicher Gewebe Produktivitäts-Analysen	Walter 1931 Boysen-Jensen 1932
1940–1950	Erfindung des „Ultrarot-Absorptionsschreibers“ (URAS = IRGA) zur CO ₂ -Analytik	Huber 1950
1950–1960	Beginn des Einsatzes elektrischer Messverfahren in der Ökologie Einführung der Wasserpotential-Terminologie	Slatyer 1967
1960–1970	Erfindung der Druckkammer zur Wasserpotential-Messung Beginn: Internationales Biologisches Programm (Deutschland: Solling-Projekt; Österreich: Zwergstrauchheide Patscherkofel) Feldmessungen der Photosynthese mit temperaturgeregelten Gaswechselskivetten und URAS/IRGA	Scholander et al. 1964 Ellenberg 1971, Ellenberg et al. 1986, Larcher 1977 Lange et al. 1969
1970–1980	Einsatz von Feld-Laboratorien im Rahmen von Groß-Expeditionen; Datenerfassung mittels Lochstreifen u. Lochkarten Erfindung des Steady-state Porometers Chlorophyllfluoreszenz-Analyse	Koch et al. 1971 Fa. LiCor Schreiber et al. 1975
1980–1990	Messwerte-Erfassung mittels Datalogger; computergestützte Datenauswertung Interdisziplinär ausgerichtete Ökosystem-Studien CO ₂ -H ₂ O-Porometer In-situ-Psychrometrie Wärmebilanz-Xylemfluss-Messungen	Firmen Walz, ADC, LiCor u.a. Dixon & Tyree 1984 Köstner et al. 1988
1990–2000	Eddy-Korrelations-Messungen des Gasaustausches von Pflanzenbeständen FACE-Anlagen („free air CO ₂ enrichment facilities“) O ₂ , pH-, (Entwicklungsbeginn: CO ₂ , NH ₃ , ...) Mikrooptoden	Baldocchi et al. 1988 Hendrey & Miglietta 2006 Gansert & Bloßfeld 2008

der lokalen Aggregation von im Prinzip nicht an die einzelne Zönose gebundene Species erhält, schreibt **Tansley**: „Die ganze Methode der Wissenschaft“ ist es, „Systeme zum Zweck der Untersuchung gedanklich zu isolieren, so dass ... diese Isolate die tatsächlichen Objekte unserer Studien werden. Unsere natürlichen menschlichen Vorurteile zwingen uns, die Organismen (im Sinne der Biologen) als die wichtigsten Teile dieser Systeme anzusehen. Aber sicherlich sind die unbelebten Faktoren ebenfalls Teile und ohne sie könnte es keine Systeme geben. Diese **Ökosysteme**, wie wir sie nennen können, sind von verschiedensten Arten und Größen. Sie bilden eine Kategorie der vielfältigen physikalischen Systeme des Universums, die vom Universum als gan-

zem bis hinunter zum Atom reichen“ (Tansley 1935, übersetzt aus Trepl 1987). Waren so ökologische Einheiten bisher von den in ihnen zusammengeschlossenen Organismen und ihren Wechselbeziehungen her charakterisiert worden, so wird es mit dem neu eingeführten **Ökosystem**-Begriff möglich, ökologische Zusammenhänge als physikalische Zusammenhänge zu behandeln. Das konzeptionell Neue ist dabei die Sichtweite der Biozönose als eines zwar hochkomplexen, der quantitativen Analyse mit physikalischen und chemischen Methoden aber prinzipiell zugänglichen Systems. Damit ist wissenschaftlich-ökologische Arbeit nicht mehr nur deskriptive Naturforschung, *natural history*, sondern kausal analysierende Naturwissenschaft, *science*,

mit der inhärenten Fähigkeit zur Abstraktion, Modellbildung, Berechenbarkeit der Zusammenhänge und damit geeignet auch für Prognosen.

Der **Ökosystembegriff** und seine Implikationen wurden in der Folgezeit vor allem durch die Veröffentlichungen der Gebrüder Odum (u.a. Odum 1971, deutsch: 1983) weiteren Kreisen und den politischen Entscheidungsträgern bekannt. Eine intensive wissenschaftliche Umsetzung in praktischer Analyse und Synthese erfuhr dieses Konzept erstmals in den späten 60er/frühen 70er Jahren mit dem „**Internationalen Biologischen Programm**“ (IBP), in welchem nach dem Vorbild des vorhergehenden „Geophysikalischen Jahres“ die Forschungskompetenz der verschiedenen Nationen bei der umfassenden Untersuchung von besonders bedeutsamen Lebensräumen konzentriert eingesetzt wurde. Der deutsche Beitrag konzentrierte sich dabei auf die Ökologie des in Mitteleuropa besonders große Flächen einnehmenden Buchenwaldes („Solling-Projekt“: Ellenberg 1971; Ellenberg et al. 1986), der österreichische IBP-Beitrag waren die ökosystemaren Untersuchungen „Zwergstrauchheide Patzscherkofel“ (Larcher 1977).

Nachdem das IBP grundlegende und umfassende Informationen erbrachte zur Struktur und zum Funktionieren natürlicher und naturnaher Ökosysteme, war das Nachfolge-Rahmenprogramm „**Man and Biosphere**“ auf Interaktionen zwischen dem Menschen und seiner Umwelt fokussiert. Dass diese vielfach die ökosystemaren Gleichgewichte negativ beeinflussen, trat in den 70er und 80er Jahren zunehmend in das Bewusstsein der Öffentlichkeit und akzentuierte sich in Schlagworten wie „Waldsterben“, „Tropenwaldvernichtung“, „Verlust der Biodiversität“ oder „Global change“. Mit der Selbstverpflichtung der allermeisten Staaten der Erde zur Bewahrung und Förderung der **Biodiversität** auf der **Umweltkonferenz von Rio de Janeiro** (1992) wurde die Bedeutung der organismischen Vielfalt sowie ihrer Wechselbeziehungen mit der unbelebten Umwelt auch im politischen Rahmen anerkannt und ihre Bewahrung und Förderung als existentiell für die Menschheit hervorgehoben. In übergreifenden Verbänden [z.B. Internationales Geophysikalisch-biologisches Programm, IGBP, Scientific Committee on Problems of the Environment = SCOPE, Diversitas (Internationales Programm zur Dokumentation der Biodiversität), United Nations Environmental Program = UNEP, Intergovernmental Panel on Climate Change = IPCC u.a.] ebenso wie in der lokalen Bearbeitung von Grundlagenaspekten oder akuten Problemen erbrachte und erbringt die ökologische Forschung zu diesen Themenfeldern vielfältige Fakteninformationen. Aus ihnen erwachsen Management- und Politik-Empfehlungen, die in Einzelfällen auch angemessene Umsetzung finden. Oft freilich unterliegen sie im Konflikt mit wirtschaftswissenschaftlichen Dogmen

(als „Wirtschafts-Liberalismus“ durchaus Ideologiegeprägt), mit Egoismen, Machtstrukturen und soziokulturellen Beharrungstendenzen. Wider bessere wissenschaftliche Einsicht und trotz der Schadens-Evidenz durch den aktuellen Anstieg witterungsbedingter Großschäden und die Fehlentwicklungen bei Benutzungs- und Ressourcenbewertung im Rahmen der globalen Finanzkrise führen solche, zu den Naturgegebenheiten und Naturgesetzen nicht konformen gesellschaftlichen Verhaltensmuster und Entscheidungen oft nicht zur Bewahrung einer stabilen Umwelt des Menschen, sondern fügen lokal, und in manchen Veränderungsprozessen auch weltweit, der Lebensqualität des Menschen ebenso wie den Existenzmöglichkeiten seiner Mitlebewesen Schaden zu.

Die teilweise als eigenständige Forschungs- und Traditionslinien während der letzten reichlich 150 Jahre herangewachsenen und mancherorts auch aktuell noch in teilweiser Isolierung voneinander in Forschung und Lehre gepflegten Teilfächer der Arealkunde, der Floren- und Vegetationsgeschichte, der Vegetationskunde sowie der funktionellen Ökologie der Einzelsippen und der Pflanzengemeinschaften (Abb. 1-1) lassen sich sinnvollerweise zur **Basiswissenschaft der Geobotanik** zusammenschließen. Diese aber fußt auf den sich mit Form und Funktion der Pflanzen beschäftigenden morphologisch-anatomischen und physiologisch-molekularbiologischen Teilfächern der Biologie sowie den geowissenschaftlichen und geophysikalischen Nachbardisziplinen, neuerdings zunehmend auch das Programm-Inventar der Statistik und Informatik nutzend und den eigenen Fragestellungen anpassend (Sokal & Rohlf 1981, Ter Braak & Smilauer 2000). Gerade bei letztgenannter Entwicklung muss freilich beachtet werden, dass durch statistische Algorithmen stets nur korrelative, jedoch keine kausalen Zusammenhänge herausgearbeitet werden können.

Nach entsprechender Entfaltungsgeschichte hat sich auch die Schwesterwissenschaft der Zooökologie vielfältig differenziert. Basierend auf dem Methoden-, Kenntnis- und Theorienfundament der beiden auf die organismische Umwelt des Menschen orientierten Disziplinen, Geobotanik und Tierökologie, erfolgt die praktische Nutzung ihrer wissenschaftlichen Erkenntnisse in den Anwendungsbereichen Landwirtschaft, Gartenbau, Forstwirtschaft und Landespflege. Im Unterschied zum stark reduktionistisch geprägten Gegenpol in der modernen Biowissenschaft,

der Molekularbiologie, muss sich die Ökologie, als deren auf die Pflanze ausgerichteter Teilbereich die Geobotanik angesehen werden kann, einer sehr hohen Komplexität und Vielfalt ihrer Forschungsobjekte stellen, mit wenig Möglichkeiten zur Standardisierung von Randbedingungen. Dadurch stößt sie an die Grenzen des Cartesianischen Paradigmas, dass das Ganze lediglich die Summe seiner Teile sei. „**Scaling up**“, „Hochrechnung“, d. h. die Integration der kausal-orientierten Charakterisierung und Modellierung der ökologischen Gegebenheiten über unterschiedlich komplexe Systemniveaus hin, ist eine Notwendigkeit bei der adäquaten Beschreibung ökosystemarer Zusammenhänge. Durch Vieldimensionalität und fraktale Charakteristika der Untersuchungsobjekte werden dabei jedoch die

Grenzen der mechanistischen Beschreibung und Behandlung von Naturphänomenen erreicht. In Kooperation mit von dieser Problematik ebenfalls betroffenen Nachbarwissenschaften ist es eine der Zukunftsherausforderungen für die ökologisch ausgerichteten Bio- (und Geo-) wissenschaften (im speziellen Fall: für die Geobotanik), zu weiterführenden Konzepten, Methoden und gegebenenfalls neuen Paradigmen zu kommen. Gleichwertig dazu steht ihre andere Aufgabe, Auswege zu finden und aufzuzeigen aus den sich steigernden Umweltproblemen, die gerade durch übergroßen Reduktionismus entstanden sind und entstehen, wenn neue naturwissenschaftliche Kenntnisse und Nutzungsmöglichkeiten vielfach ohne unzureichende Folgenabsicherung eingesetzt werden.

Geobotanik

Pflanze und Vegetation in Raum und Zeit

Frey, W.; Lösch, R.

2010, XVI, 622 S. 335 Abb., 285 Abb. in Farbe.,

Softcover

ISBN: 978-3-662-45280-6