
Biodiversitätsforschung in bayerischen Naturwaldreservaten

Clemens Abs und Helge Walentowski

Schlüsselwörter

Naturwaldreservate, vegetationskundliche Datenbank, Schattentoleranz, Artenvielfalt, Wandel der Standortsbedingungen

Zusammenfassung

Naturwaldreservate repräsentieren fast alle in Bayern vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften und ihre Standorte. Sie sind wichtige Referenzflächen für den naturnahen Waldbau und die waldökologische Forschung. Bereits über 1.700 Vegetationsaufnahmen aus den bayerischen Naturwaldreservaten wurden in die bundesweite Datenbank VegetWeb eingespeist. Die systematische Erfassung der naturkundlichen Daten aus den bayerischen Naturwaldreservaten begann in den 1980er Jahren. Circa 30 Jahre vegetationskundliche Erhebungen und Datendokumentation schufen eine Datengrundlage, die sich vielseitig für unterschiedliche Fragestellungen auswerten lässt. Beispielsweise ermöglichen sie, Erkenntnisse über konkurrenzbedingte Baumartenverschiebungen im Klimawandel zu gewinnen. Sie können aber auch wertvolle Grundlagen für weitergehende Forschungen (funktionale Biodiversität), für die Waldnutzung sowie waldbauliche und naturschutzfachliche Strategien und Konzepte liefern. Dies unterstreicht auch die Notwendigkeit, vegetationskundliche Aufnahmen für Monitoring und Erfolgskontrolle fortzuführen.

Zum ökologischen Verhalten der mitteleuropäischen Baumarten existiert ein umfangreiches waldbauliches Erfahrungswissen, das bisher jedoch nur in den Zeigerwerten von Ellenberg et al. (2001) in ein einheitliches Bewertungsschema gebracht wurde. Von einem umfassenden Handbuch der Baumarten (z.B. Burns und Honkala 1990 für Nordamerika) oder einer Datenbank der waldökologisch und waldbaulich wichtigen Merkmale unserer Baumarten (z.B. Klotz et al. 2003, Knevel et al. 2003 für Gefäßpflanzen) sind wir noch weit entfernt.

Naturwaldreservate sind wichtige Referenzflächen für den naturnahen Waldbau (Erb et al. 2002), den

Waldnaturschutz (Scherzinger 1996) und die waldökologische Forschung (Parviainen et al. 1999). Die Auswertung hochwertiger Referenzdaten aus Naturwaldreservaten ist eine vorrangige Aufgabe der forstlichen Vegetationskunde. Vor allem die Dauerbeobachtung, d.h. die Dokumentation und Auswertung des Wandels der natürlichen „Vielfalt des Lebens“ (Biodiversität) über die Zeit hinweg ist eine Aufgabe, die nur in Naturwaldreservaten erbracht werden kann.

Mit der Einspeisung von mehr als 1.700 Vegetationsaufnahmen aus den bayerischen Naturwaldreservaten in die bundesweite Online-Datenbank VegetWeb (Ewald et al. 2006) wurde eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung dieses Zieles geschaffen. Dieser Beitrag enthält einige zusammenfassende Auswertungen dieses allgemein zugänglichen Datenbestandes, die über das vorrangige Ziel der vegetationskundlichen Beschreibung hinausgehen, wie sie beispielsweise für Eichen- (Michiels 1996) oder für Kiefern-Naturwaldreservate (Straußberger 1999) durchgeführt wurden.

In Zeiten des Klima- und Landnutzungswandels sowie der Stickstoff- und Kohlenstoff-Düngung erhalten die vegetationskundlichen Daten von nutzungs-freien Referenzflächen, in denen das freie Spiel der Kräfte wirken kann, besondere Bedeutung. Das erste Beispiel zeigt das Potential der vegetationskundlichen Daten für die Forstbotanik und betrifft die Einnischung, exemplarisch dargestellt an der Traubeneiche. Das nächste Analysebeispiel konzentriert sich auf die Biodiversität und wirft Fragen einer fachspezifischen Datenkonsolidierung für faunistische Modellerstellungen auf. Die dritte Auswertungsvariante zielt auf die Darstellung des Einflusses der Stickstoffbelastung auf die Waldökosysteme ab. Damit werden interdisziplinäre Nutzungspotentiale vegetationskundlicher Daten dargestellt, die zusätzlich zur primären Funktion und Intention, der Zustandserfassung der Waldpflanzengesellschaften der bayerischen Naturwaldreservate, angeboten werden.

Vegetationskundliche Erhebungen und Dokumentation

Die systematische Erfassung der vegetationskundlichen Daten reicht zurück bis in die 1980er Jahre (Albrecht 1990). Die Naturwaldreservats-Vegetationsdatenbank in ihrer heutigen Form entstand auf Initiative der LWF in den 1990er Jahren. Mit der Erfassung von Vegetations- und Standortdaten in den Reservaten wurde eine zuverlässige Referenz für eine standortsangepasste Waldbewirtschaftung geschaffen. Im Laufe der Jahre wurden Datenerhebung und Datenhaltung kontinuierlich weitergeführt. Zu Beginn wählten die Bearbeiter die Aufnahmeorte subjektiv aus, um Grundlagen für Vegetationskartierungen zu erarbeiten. Ein Beispiel ist die frühe Dokumentation der oberfränkischen Naturwaldreservate aus dem Jahr 1977 (Merkel 1982). Albrecht (1990) führte als Standard für die Vegetationsdokumentation ein (Michiels 1996; Straußberger 1999):

- Aufnahme in Probekreisen an den systematisch in einem 100 x 100-Meter-Gitternetz angeordneten waldkundlichen Raster-Inventurpunkten (bzw. einer Zufallsauswahl aus diesem Raster) im permanenten 100 x 100 Meter-Gitternetz

und zusätzlich

- eine Aufnahme innerhalb der ein Hektar großen, besonders gebietstypischen, dauerhaft gezäunten Repräsentationsflächen.

Heute sind alle 154 bayerischen Naturwaldreservate mit circa 1.700 Waldvegetationsaufnahmen dokumentiert und nach der Systematik und Nomenklatur von Walentowski et al. (2006) natürlichen Waldgesellschaften zugeordnet. Tabelle 1 zeigt die Verteilung der nach der Methode von Braun-Blanquet (1964) angefertigten Vegetationsaufnahmen in den Naturwaldreservaten auf die Wuchsgebiete.

Die Naturwaldreservate beinhalten fast alle in Bayern vorkommenden natürlichen Waldgesellschaften und ihre Standorte, sowohl flächig verbreitete naturnahe Wälder auf mittleren Standorten (zonale Vegetation) als auch seltene Waldtypen sowie Wälder auf Extrem- und Sonderstandorten. Im Hinblick auf die Flächenanteile an der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation sind Eichen-Hainbuchenwälder, Wälder der höheren Mittelgebirgslagen und des Hochgebirges sowie Wälder mit standörtlichen Besonderheiten in den Naturwaldreservaten sehr gut vertreten. Der Hainsimsen-Buchenwald dagegen ist, gemessen an seiner großflächigen Bedeutung in

Wuchsgebiet	Anteil der Vegetationsaufnahmen [%]
Spessart–Odenwald	1,8
Rhön	6,5
Fränkische Platte	5,3
Fränkischer Keuper und Albvorland	11,5
Frankenalb und Oberpfälzer Jura	14,7
Fränkisches Tertiärhügelland	1,4
Frankenwald, Fichtelgebirge und Steinvwald	12,1
Oberpfälzer Becken- und Hügelland	1,7
Oberpfälzer Wald	15,2
Bayerischer Wald	4,1
Tertiäres Hügelland	8,6
Schwäbisch-Bayerische Schotterplatten- und Altmoränenlandschaft	6,5
Schwäbisch-Bayerische Jungmoräne und Molassevorberge	5,0
Bayerische Alpen	5,7

Tabelle 1: Verteilung der in der Datenbank „Naturwaldreservate“ gespeicherten Vegetationsaufnahmen auf die forstlichen Wuchsgebiete (Gulder 2001)

der heutigen potentiellen natürlichen Vegetation, in den Reservaten unterrepräsentiert (siehe auch Beitrag von Blaschke und Walentowski in diesem Heft).

Baumartenwechsel in den Naturwaldreservaten

Im Zeitalter des Klimawandels kommt der Bewertung und Prognose der natürlichen Einnischung von Baumarten große wissenschaftliche und ökonomische Bedeutung zu (Kölling und Zimmermann 2007). Unter der Einnischung der Gehölze verstehen wir das ökologische Verhalten (Ellenberg 1953) bzw. die realisierte ökologische Nische (Hutchinson 1959) als Gesamtheit der Standorte, an denen die betreffende Art vorkommt. Neben Ausbreitungspotential und physiologischem Toleranzbereich (fundamentale Nische) liefert die realisierte ökologische Nische wertvolle Informationen für die Prognose von Veränderungen der Waldgesellschaften unter sich ändernden Umweltbedingungen.

Ewald (2004, 2007) konstruierte einen Präferenzindex, der das Vorkommen der Baumart relativ zu den anderen Baumarten darstellt.

$$p_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_i k_{ij}} - \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

- p_{ij} : Präferenz der Art j im Segment i des ökologischen Gradienten
 k_{ij} : Anzahl von Vorkommen der Art j im Segment i des ökologischen Gradienten
 n_i : Anzahl von Vorkommen aller Baum- und Straucharten im Segment i des ökologischen Gradienten

Eine wesentliche Dimension der Nische von Baumarten ist ihre Abhängigkeit von der Belichtung, die als Schattentoleranz bezeichnet wird (Burns und Honkala 1990). Über den Lichtgenuss steuert der Waldbau Artenzusammensetzung, Wuchsdynamik und Stammqualität von Beständen. Bei Bäumen ist auf Grund ihrer Größe, Lebensdauer und der asymmetrischen Konkurrenz (Shipley und Keddy 1994) zwischen den Altersklassen eine gesonderte Betrachtung der Nischen für Verjüngung und Baumschicht geboten. Für Keimling und Jungwuchs stellt der Altbestand hinsichtlich des Lichtgenusses den entscheidenden Teil der Umwelt dar. Die Schattentoleranz einer Baumart setzt sich zusammen aus dem Lichtbedürfnis in der Jugend (Regenerationsnische im Sinne von Grubb 1977) und der Fähigkeit etablierter Bäume, Konkurrenten im Alter auszudunkeln (Konkurrenzkraft).

Aus der Datenbank wurde die Häufigkeit der Baumarten getrennt nach ihrem Vorkommen in der ersten und zweiten Baumschicht (Wuchshöhe über fünf Meter) einerseits und in der Strauch- und Krautschicht (Wuchshöhe unter fünf Meter, Verjüngung) andererseits abgefragt. Die Lichtzahl der in den Vegetationsaufnahmen in der Strauch- und Krautschicht vorkommenden Moose, Farne und Höheren Pflanzen (einschließlich der Bäume) wurden für jede Aufnahme zu einem ungewichteten Mittelwert mL zusammengefasst (Abbildung 1). Zum ökologischen Verhalten der Baum- und Straucharten existiert ein umfangreiches Erfahrungswissen (Dengler et al. 1990; Ellenberg et al. 2001). Empirische Daten aus Freilandstudien sind dagegen relativ selten und beschränken sich in der Regel auf genutzte Waldökosysteme. Für die Baumarten *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Acer platanoides*,

Sorbus aucuparia, *Abies alba*, *Ulmus glabra*, *Acer campestre*, *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Pinus sylvestris*, *Tilia platyphyllos*, *Sorbus torminalis*, *Prunus padus*, *Betula pendula*, *Sorbus aria*, *Alnus incana*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Betula pubescens* liegen nun Darstellungen der ökologischen Nische in ungenutzten Waldökosystemen vor (Abs et al. 2008). Abbildung 1 zeigt die realisierte ökologische Nische von *Quercus petraea*, wie sie sich in den bayerischen Naturwaldreservaten darstellt. Die Traubeneiche besetzt eine breite ökologische Nische von stark schattierten Standorten bis zum lichten Schatten (Abbildung 1: blau/grüne Kurven). Innerhalb dieser realisierten ökologischen Nische tritt sie allerdings dominant nur in halbschattigen Wäldern auf, der Präferenzindex wird nur zwischen mL 4.5 bis 5.5 positiv (Abbildung 1). Überall dort, wo schattentolerantere Schluss- und Mischbaumarten (Buche, Tanne, Edellaubbäume) gedeihen können, unterwandern sie die Traubeneiche und verdrängen sie schließlich. Die Regenerationsnische (Nische der Verjüngung) entspricht im Fall der Traubeneiche weitgehend der ökologischen Nische der etablierten Bäume und ist leicht zu höherem Lichtgenuss verschoben (mL 5.5).

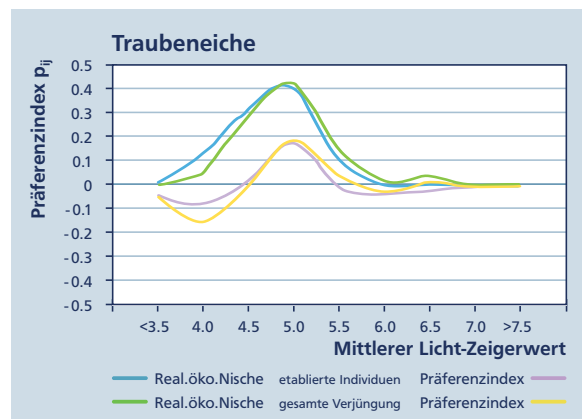


Abbildung 1: Realisierte ökologische Nische und Präferenz im Lichtgradienten der Traubeneiche; y-Achse: Rate der Vorkommen bzw. Präferenzindex nach Ewald (2004)

Erfassung der Pflanzenartenvielfalt in den Waldgesellschaften

Die Pflanzenartenvielfalt hängt stark von der betrachteten Skalenebene ab. Beispielsweise beherbergen montane Bergmischwälder mit ihren kleinstandörtlichen Mosaikkomplexen (z. B. Felsdurchragungen, Blocküberlagerungen, Mulden, Pfützen,

kleinflächig wechselnde Humusformen) den fünf- bis siebenfachen Pflanzenartenreichtum auf wie bodensaure Buchenwälder. Innerhalb ein- und derselben Waldgesellschaft in einem Reservat gibt es eine beträchtliche, räumlich-zeitlich bedingte Variabilität von Bestand zu Bestand. Je mehr Fläche eine Waldgesellschaft einnimmt, umso größer wird die Artenzahl. Je mehr verschiedene Waldgesellschaften in einem Reservat vorkommen, umso höher ist die Gesamtartenzahl (Abbildung 2). Um die Pflanzenartenzahlen für die Reservate angeben zu können, müssen alle vorkommenden Waldgesellschaften in ihrer zeitlichen und räumlichen Variabilität repräsentativ erfasst sein oder über statistische Verfahren zuverlässige Erwartungswerte gerechnet werden. Diese komplexen Verhältnisse erfordern die sorgfältige Kondensierung des Datensatzes als Grundvoraussetzung für eine faunistisch-floristische Analyse, z. B. die Fragestellung, ob vorrangig die Pflanzenartenzahl oder die Menge an pflanzlicher Substanz die Artenvielfalt bei den Pflanzenfressern steuert.

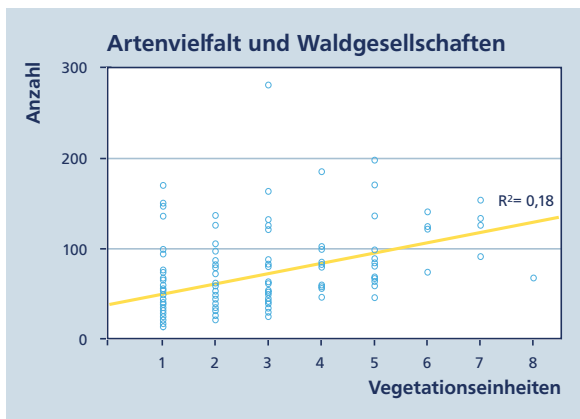


Abbildung 2: Beitrag der Vielfalt von Waldpflanzengesellschaften in bayerischen Naturwaldreservaten auf die Gesamtartenzahl (Pflanzen, Moose und Farne)

Wandel von Standortsbedingungen in den Naturwaldreservaten

Neben Klimaerwärmung und Veränderungen in der Waldbehandlung hat sich die Waldernährungssituation stark verändert. Stand die Düngung in den 1960er Jahren noch im Fokus der Waldbewirtschaftung, sprach man anschließend von Eutrophierung und diskutierte einen Wechsel von der Stickstoff- zur Phosphatlimitierung. Die direkte Messung der Nährstoffsituation ist Bestandteil der Bodenzustandserhebung und weiterer Monitoring-Verfahren. Die

Auswertung von Vegetationsaufnahmen nach Zeigerwerten und ökologischen Artengruppen liefert auf Grund der umfassenden, integrierenden Interpretation eine eigenständige Qualität. Die vergleichsweise einfache Erfassung der Vegetation ermöglicht zudem, das Messprogramm zeitlich und räumlich auszuweiten. Damit kann die Eutrophierung der bayerischen Naturwaldreservate in den letzten 15 Jahren signifikant nachgewiesen werden ($p = 0.049$, Abbildung 3). Die Verschiebung zu einer höheren Nährstoffsituation erfolgt im gesamten Standortsspektrum, wobei der deutliche Schwund oligotropher Standorte (m N 3.0 bis 4.5) auffällt.

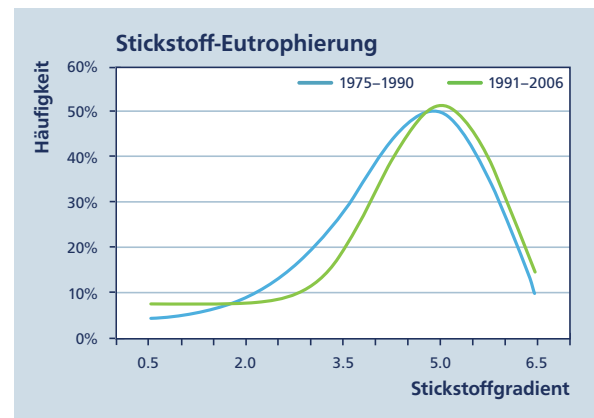


Abbildung 3: Häufigkeit von Vegetationsaufnahmen im Stickstoffgradient; x-Achse: Mittlere Stickstoffzahl nach Ellenberg 1991, blau = geglättete Kurve für den Zeitraum 1975 – 1990 (N=591 Vegetationsaufnahmen), grün = Zeitraum 1991 – 2006 (N=852)

Literatur

Abs, C.; Ewald, J.; Walentowski, H.; Winter, S. (2008): *Untersuchung der Schattentoleranz von Baumarten auf Grundlage der Datenbank bayerischer Naturwaldreservate*. Tüxenia 28, Göttingen, S. 23–40

Albrecht, L. (1990): *Grundlagen, Ziele und Methodik der wald-ökologischen Forschung in Naturwaldreservaten*. Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, Band 1, Eching bei München, 219 S.

Braun-Blanquet, J. (1964): *Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Berlin, 865 S.

Burns, R.M.; Honkala, B.H. (1990): *Silvics of North America: Conifers*. Agriculture Handbook 654/1, USDA Forest Service, Washington, D.C., 675 S.

Ellenberg, H. (1953): *Physiologisches und ökologisches Verhalten derselben Pflanzenarten*. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 65, S. 351–362

Ellenberg, H.; Weber, H.E.; Düll, R.; Wirth, V.; Werner, W. (2001): *Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa*. 4. verb. Auflage, Scripta Geobotanica 18, Göttingen, 262 S.

Erb, W.; Aldinger, E.; Spies, V.; Bücking, W.; Hüttel, B.; Pisoke, T.; Riedel, P.; Bense, U.; Loch, R.; Kracht, V. (2002): *Dynamik in Bannwäldern – Erkenntnisse für eine naturnahe Waldwirtschaft*. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 23, S. 1.237–1.242

Ewald, J. (2004): *Ökologie der Weißtanne (Abies alba Mill.) im bayerischen Alpenraum*. Forum geobotanicum 1, S. 9–18

Ewald, J. (2007): *Ein pflanzensoziologisches Modell der Schattentoleranz von Baumarten in den Bayerischen Alpen*, Forum geobotanicum 3, S. 11–19

Gulder, H. (2001): *Forstliche Wuchsgebietsgliederung Bayerns*. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising

Grubb, P.J. (1977): *The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche*. Biol. Rev. 52, S. 107–145

Hutchinson, G.E. (1959): *Concluding remarks*. Cold Spring Harbor Symposium on Quantitative Biology 22, S. 415–457

Klotz, S.; Kühn, I.; Durka, W. (2003): *BIOFLOR – eine Datenbank mit biologisch-ökologischen Merkmalen zur Flora von Deutschland*. Schriftenreihe zur Vegetationskunde 38, Bonn-Bad Godesberg, 334 S.

Knevel, I.C.; Bekker, R.M.; Bakker, J.P.; Kleyer, M. (2003): *Life-history traits of the Northwest European flora: the LEDA database*. Journal of Vegetation Science 14, S. 611–614

Kölling, C.; Zimmermann, L. (2007): *Die Anfälligkeit der Wälder Deutschlands gegenüber dem Klimawandel*. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 67, S. 259–268

Merkel, J. (1982): *Die Vegetation der Naturwaldreservate in Oberfranken*. Berichte der ANL 6, Laufen an der Salzach, S. 135–230

Michiels, H.G. (1996): *Standort und Vegetation ausgewählter Eichen-Naturwaldreservate in Bayern*. Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, Band 3, Eching bei München, S. 19–54

Parviainen, J.; Little, D.; Doyle, M.; O'Sullivan, A.; Kettunen, M.; Korhonen, M. (Hrsg.) (1999): *Research in forest reserves and natural forests in European countries*. EFI Proceedings 16, Joensuu, 304 S.

Scherzinger, W. (1996): *Naturschutz im Wald – Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 447 S.

Shipley, B.; Keddy, P.A. (1994): *Evaluating the evidence for competitive hierarchies in plant communities*. Oikos 69, S. 340–345

Straußberger, R. (1999): *Untersuchungen zur Entwicklung bayerischer Kiefern-Naturwaldreservate auf nährstoffarmen Standorten*. Schriftenreihe Naturwaldreservate in Bayern, Band 4, Eching bei München, S. 1–219

Keywords

Forest nature reserves, phytosociological database, shade tolerance, diversity of species, climate change

Summary

Forest nature reserves represent all existing, natural forest communities in Bavaria and their locations. They are important reference areas for natural forestry and ecological woodland research. More than 1,700 records of vegetation from the Bavarian forest nature reserves have been supplied to and included in the national database VegetWeb. Systematic data collection about nature in Bavarian forest nature reserves began in the 1980ies. About 30 years of data collection and documentation of vegetation have created a database that can be used to investigate a variety of different questions. It is, for example, possible to gain an insight into shifting of tree species due to competition as a consequence of climate change. These data can also provide a valuable base for further research (functional biodiversity) into the use of woodlands as well as silvicultural and natural protection strategies and concepts. This emphasizes the necessity to continue recording data on vegetation for the purposes of monitoring and measuring results.