

waldökologie online	Heft 1	Seite 25 - 28	1 Tab.	Freising, September 2004
---------------------	--------	---------------	--------	--------------------------

Konzept und Schlüsselkriterien für die Bewertung der Biodiversität von Wald-Lebensräumen in Deutschland

Concept and key criteria for evaluation of biodiversity of forest habitats in Germany

- Oliver Granke¹, Andreas Schmiedinger², Helge Walentowski¹ -

Abstract

Biodiversity is currently an important issue for the EC (see Agenda 21, habitats directive). However, by which means can this be measured? First of all, the evaluation requires a concept of hierarchical natural units (WHITTAKER 1972, 1977, BEIERKUHNLEIN 2003), filled with ecologically significant and easily recordable key criteria. In order to ensure the meaningful application of the theoretical term to nature protection, qualitative restrictions are required as well: not the maximum of biodiversity, but the regionally characteristic and the individually distinctive biodiversity should be the objective of conservation.

Einführung

Mit den Vereinbarungen der Konferenz von Rio 1992 haben sich die Unterzeichnerstaaten in Kapitel 15 der Agenda 21 dazu verpflichtet, die Biodiversität (= biologische Vielfalt) zu erhalten. Die Europäische Union hat dazu die Initiative Natura2000 ins Leben gerufen, deren wichtigstes Instrumentarium die Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie (FFH-RL 92/43/EWG) darstellt. Im folgenden wird ein Vorschlag gemacht, wie die Biodiversität von Wald-Lebensräumen in Deutschland erhoben und bewertet werden könnte. Dies ist ein Beitrag zu einer Nationalen Strategie zum Schutz der Biologischen Vielfalt.

Die Bezugebenen für Biodiversität

Für die Berichtspflicht und das Monitoring bei Natura2000 sind objektive Kriterien erforderlich, um

- die Vorkommen von Arten und LRTen in einen Gesamtzusammenhang stellen zu können und
- die Erhaltungszustände der Vorkommen und das Ausmaß von Veränderungen, von Gefährdungen und Beeinträchtigungen richtig einschätzen zu können.

Man benötigt dafür klare Definitionen für den Begriff Biodiversität (WHITTAKER 1972, 1977, VAN DER MAAREL 1997, BEIERKUHNLEIN 2003) und eindeutige Schlüsselkriterien für ihre verschiedenen Dimensionen. Das von Whittaker eingeführte Konzept teilt die Diversität in drei Kategorien. Während α - und γ -Diversität i.d.R. rein quantitativ erhoben werden, wird die β -Diversität berechnet (Tab. 1). Sie ist dimensionslos und beschreibt zumeist die Variabilität bzw. Veränderung entlang eines ökologischen Gradienten.

α - und γ -Diversität unterscheiden sich in der betrachteten Skalenebene. Während die α -Diversität häufig einen konkreten Fall (z.B. Bestand, aber auch höhere Ebenen wie Ökosysteme) als Bezugsfläche hat und vielfach synonym für „Artenzahl“ benutzt wird, fasst die γ -Diversität Teildiversitäten einzelner Elemente auf einer höheren Ebene zusammen (z.B. Landschaftsregionen).

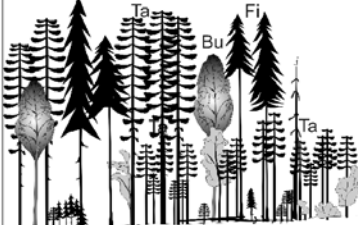
Einsatz von Fernerkundungstechnologie

Die Fortschritte im Bereich der Fernerkundungs- und Bildverarbeitungstechnik sollten die Möglichkeit der digitalen, automatisierten Auswertung einiger Schlüsselkriterien ermöglichen (vgl. SEILER et al. 2004). Ziel dieser Vorgehensweise soll es nicht sein, Arbeitskräfte einzusparen. Vielmehr wird ein einheitlicher, fachlich fundierter Standard gewährleistet und Kartierungen vor Ort können sich auf Aspekte konzentrieren, die mit Fernerkundungstechnologie nicht ausreichend beurteilt werden können.

¹ Bayer. Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft

² Universität Bayreuth

Tabelle 1: Waldökologische Raumgliederung zur Beurteilung der biologischen Vielfalt auf verschiedenen Skalenebenen.

Naturräumliche Dimensionen	Arealeinheiten	Schlüsselkriterien / Parameter für die Landschaftsbewertung (Beispiele)	Biodiversitätsebenen (Whittaker 1972, 1977; Beierkuhnlein 2003)
geosphärisch	Landschaftsregionen = Megachoren (in Deutschland gem. FFH-RL folgende biogeographische Regionen: atlantische Region, kontinentale Region, alpine Region)	Wald-Ausstattung der Landschaftsregionen: - Bewaldungsprozente, Baumartenzusammensetzung, - Laub-/Nadelbaumanteil, - Fragmentierung / Isolierung	γ - Diversität
regionisch	Großlandschaften = Makrochoren (Wuchsgebiete gem. AK Standortkartierung 1985, bzw. Naturräumliche Haupteinheiten gem. FFH-RL: D01 bis D69)	Wald-Lebensraumtypen-Ausstattung der Großlandschaften: - Vorkommen, Fläche und Anzahl von FFH-relevanten Lebensraumtypen nach Anh. I FFH-RL Arten-Ausstattung der Großlandschaften: - Vorkommen und Populationsgrößen von FFH-relevanten Arten - genetische Diversität prägender / seltener Baumarten	
topologisch	Waldgesellschaften / Wald-Lebensraumtypen = Ökotope  Bestandesebene	Artenzusammensetzung: - Baumartenzusammensetzung (Anteil und Anzahl gesellschaftstypischer Haupt-, Neben-, Pionierbaumarten; seltene Baumarten; gesellschaftsfremde Gastbaumarten) - Bodenvegetation (waldspezifische Arten, ökologische Artengruppen) - Avizönose (Anteil der naturwaldtypischen Arten) - xylobionte Käfer (Anteil von Urwaldreliktarten und Naturnähezeigern) - Mollusken / Laufkäfer (Vollständigkeit der waldgesellschaftstypischen Zönosen) Textur und Struktur: - Totholz: Menge und räumliche Verteilung Laubholz / Nadelholz je nach PNV liegend / stehend Durchmesserstufe (3 Stärkeklassen) Stückmasse - Biotopbäume: Menge und räumliche Verteilung - Waldentwicklungsphasen: Jugendstadium, Wachstumsstadium, Reifungsstadium, Verjüngungsstadium, Altersstadium, Plenterstadium, Grenzstadium - Schichtigkeit: einschichtig / zweischichtig / vielschichtig - Horizontale Struktur: Mischungsanteile der Baumarten, BHD-Spreitung, Abundanzen / Deckung Bodenvegetation Historie: - Historisches Waldalter (Biotoptradition) - Geschichte der Bewirtschaftung - Natürliche Störungsereignisse (z.B. Auen, Hochlagen) Funktionalität: - Gefährdungen und Beeinträchtigungen	α - Diversität
	Einzelobjekte / Kleinlebensräume Stratenebene	Habitat-Elemente - Biotopbäume: Höhlenbäume, lebende Bäume mit Pilzkonsolen und Totholzanteilen, Bäume mit reichem Epiphytenbewuchs, Horstbaum (Großhorste, z.B. Greifvögel), Alte Bäume - Kronenteile: abgestorbene Kronenteile und Äste Totäste: am lebenden Altbaum	
	unbestimmt; sämtliche Landschaftsebenen	Berechnung der räumlichen Vielfalt und zeitlicher Veränderungen räumlich (Toposequenzen) Wie ist die Arten-, Struktur- und Textur-Ausstattung entlang verschiedener Gradienten zu beurteilen? Parameter: - Wasserhaushalt - Säure/Basenstatus - Klimatönung - Höhenstufen Zeitlich (Chronosequenzen): - Wie entwickeln sich die FFH-relevanten Lebensraumtypen und Arten entlang der Zeitachse? (Monitoring) - Wie verändert sich das Spektrum der LRTen in den Großlandschaften / Makrochoren? - Wie verändert sich die Waldausstattung der Regionen / Megachoren?	β - Diversität

Anwendungsbeispiele

Konzept und Schlüsselkriterien wurden für Natura2000 entwickelt, sie könnten aber darüber hinaus auch eingesetzt werden für:

- Optimierung und Kontrolle einer ökologiegerechten Waldnutzung,
- Naturnähebewertung bei der Bundeswaldinventur (BWI II),
- Überprüfung der Repräsentativität bestehender Naturwaldreservate / Bannwälder,
- Repräsentative Auswahl von Referenzflächen für den Prozess-Schutz.
- Monitoring von Biodiversität auf Referenzflächen (Klimaveränderung)

Der qualitative Aspekt

Man muss sich darüber im klaren sein, dass biologische Vielfalt (Biodiversität) nur in Kombination mit qualitativen Kriterien zu sinnvollen Ergebnissen für eine naturschutzfachliche Bewertung führt (vgl. WHEELER 1988, PLACHTER 1991, FERRIS & HUMPHREY 1999):

- Diversität von Boden-Gefäßpflanzen im Wald: Vergleiche von Naturwald und Wirtschaftswald derselben Waldgesellschaft in Nordostpolen (Białowieża) haben gezeigt, dass im Diasporenreservoir des letzteren dreimal so viele Arten enthalten sind (ABS et al. 1993). Es handelte sich hierbei allerdings um waldfremde Arten bzw. Störungszeiger. Kalk-Fichtenforste in der Schwäbischen Alb enthalten wesentlich mehr Arten als naturnahe Kalk-Buchenwälder (ENGELHARD 2004; vgl. auch den Beitrag von ENGELHARD & REIF in diesem Heft).
- Vergleich der Artenzahlen eines intakten zu einem teilentwässerten Hochmoor: Unzählige floristische und faunistische Arbeiten haben gezeigt, dass die Artenzahlen bei Teilentwässerung deutlich steigen, weil ein Hochmoor bei Teilentwässerung für Arten besiedelbar wird, denen es sonst zu nährstoffarm ist (z.B. SUCCOW 1988, SUCCOW & JESCHKE 1990).
- Steigende genetische Diversität einer Baumart bei Verinselung / Fragmentierung von Populationen: Die Forschungen des Bayer. Amtes für forstliche Saat- und Pflanzenzucht (ASP) haben eindeutig belegt, dass die genetische Diversität einer Baumart bei Verinselung / Fragmentierung von Populationen einer Art steigt. So hat z.B. der dramatische Rückgang der Tanne in Mittelfranken (HOLZAPFL 1959, HORNDASCH 1962, 1993) zu einer anthropogen erhöhten genetischen Diversität der Tanne in diesem Wuchsraum geführt (KONNERT, mündl., KONNERT & HUSSENDÖRFER 2004).

Daraus folgt, dass das Konzept der Biodiversität nicht eine abstrakte, nackte „maximale Artensumme“ meint, sondern nur in Kombination mit qualitativen Kriterien zu sinnvollen Ergebnissen für eine naturschutzfachliche Bewertung führt (vgl. PLACHTER 1991):

- Diversität von Boden-Gefäßpflanzen im Wald: Vergleiche von Naturwald und Wirtschaftswald derselben Waldgesellschaft in Nordostpolen (Białowieża) haben gezeigt, dass im Diasporenreservoir des letzteren dreimal so viele Arten enthalten sind (ABS et al. 1993). Es handelte sich hierbei allerdings um waldfremde Arten bzw. Störungszeiger. Kalk-Fichtenforste in der Schwäbischen Alb enthalten wesentlich mehr Gefäßpflanzen- und Moos-Arten als naturnahe Kalk-Buchenwälder (ENGELHARD & REIF 2004).
- Vergleich der Artenzahlen eines intakten zu einem teilentwässerten Hochmoor: Unzählige floristische und faunistische Arbeiten haben gezeigt, dass die Artenzahlen bei Teilentwässerung deutlich steigen, weil ein Hochmoor dadurch für Arten besiedelbar wird, denen es sonst zu nass und nährstoffarm ist (z.B. SUCCOW 1988, SUCCOW & JESCHKE 1990). Die auf Hochmoore angewiesenen Arten, die es hier zu erhalten gilt, verschwinden jedoch weitgehend oder völlig.
- Hohe genetische Diversität eines Bestandes, geschätzt anhand gängiger genetischer Parameter, kann auch eine Folge künstlicher Einbringung sein und nicht automatisch als Gradmesser für die Beurteilung der Naturnähe und Stabilität des Bestandes dienen. Eindrucksvoll zeigte sich das in einer Untersuchung auf Hochlagenstandorten des Bayerischen Waldes, wo standortangepasste, autochthone Fichtenbestände genetisch diverseren Beständen in Stabilität und Wuchsleistung klar überlegen sind (RUETZ & KONNERT 1996).
- Fragmentierung von Populationen und genetische Drifteffekte, wie sie z.B. bei dem anthropogen bedingten dramatischen Rückgang der Tanne in Mittelfranken (HOLZAPFL 1959, HORNDASCH 1962, 1993) aufgetreten sind, können innerhalb einzelner Restvorkommen (Kleinstvorkommen) dieser Baumart zur Erhöhung der genetischen Diversität führen (z.B. KONNERT & HUSSENDÖRFER 2004), wenn aufgrund langjähriger Prozesse nur die Heterozygoten überlebt haben. Für die Metapopulation der Tanne in Mittelfranken sind diese Effekte jedoch genetisch belastend, weil der Genfluss zwischen den Teilpopulationen unterbrochen wird und die Inzucht steigt.

In allen genannten Beispielen hat menschlicher Kultureinfluss bzw. haben naturschutzfachlich gesehen „Schädigungen / Beeinträchtigungen“ zu einer vermeintlichen Erhöhung der (rechnerischen) biologischen Vielfalt geführt. Um zu sinnvollen Ergebnissen zu gelangen, ist Biodiversität als

Wertkriterium nur dann brauchbar, wenn sie auf Landschaftsebene mit dem angestammten Naturraumpotential bzw. auf Bestandesebene in Kombination mit Naturnähe, Seltenheit, Gefährdung bewertet wird. Dies bedeutet für die genannten Beispiele:

- Um biologische Vielfalt in Wäldern zu beurteilen, muss vorrangig die Vollständigkeit des Arteninventars in Bezug auf die indigenen waldspezifischen Arten hinterfragt werden („charakteristische Artenverbindung = CAV“). Für den Nachweis des Vorkommens historisch alter Wälder eignen sich beispielsweise Waldgefäßpflanzen in der Bodenvegetation (SCHMIEDINGER et al. 2003, SCHMIEDINGER & BEIERKUHNEIN 2004) oder bestimmte ausbreitungsschwache wirbellose Arten wie bestimmte Laufkäferarten (ARMANN 1994). Hinsichtlich der Faunengemeinschaften v.a. ist die biologische Vielfalt der späten Alters- und Zerfallsphasen gefährdet (stenöke *Urwaldreliktarten* als Indikatoren für Strukturen und Dynamik). Für den Nachweis des kontinuierlichen Vorkommens alter Bäume über Jahrtausende eignen sich alt- und totholzbesiedelnde xylobionte Käfer.
- Um biologische Vielfalt in Hochmooren zu beurteilen, können nur indigene moorspezifische Arten (z. B. LANG et al. 2004) verwendet werden. Auch hier müssen wiederum verschiedene Organismen-Gruppen Berücksichtigung finden (Qualitätszeiger bzw. CAV für intakten Moorwasserhaushalt; Indikatoren für moorspezifische Strukturen und Dynamik, z.B. Bult-Schlenkenkomplexe, Moor-Wachstumskomplexe). Bei den Pflanzen bieten sich stenöke Helophyten (z.B. mikroskalisch eingenischte Torfmoose) an, bei den Faunengemeinschaften hochspezialisierte Käfer wie der Hochmoorlaufkäfer (*Carabus menetriesi pacholei*) oder der Hochmoor-Flachglanzläufer (*Agonum ericeti*). Besonderes Augenmerk ist hier konkret auf solche hochempfindlichen, da hochgradig stenöken und ausbreitungsschwachen *Eiszeitreliktarten* zu legen (MÜLLER-KROEHLING 2003).
- Zur Bewertung der genetischen Diversität lassen sich aus naturschutzfachlicher Sicht kaum Verallgemeinerungen machen (BENDER 1998). Jeder Einzelfall muss hinsichtlich der Art der Genvarianten (sind diese ortsfremd oder nicht?), der Fitness der Population (sichern die in der Population enthaltenen Genvarianten die derzeitige Stabilität des Bestandes und die Weitergabe der genetischen Information?) und hinsichtlich der räumlichen Dynamik genetischer Variation (ist Genaustausch mit weiteren Populationen möglich und wie wirkt sich dieser auf die derzeitige Struktur aus?) getrennt betrachtet werden. Erhöhte genetische Diversität allein stellt per se kein naturschutzfachliches Qualitätsmerkmal dar.

Geeignete Verfahren für die Erhebung und Bewertung von Biodiversität

SCHMIEDINGER & BEIERKUHNEIN (2004) haben ein iteratives Verfahren entwickelt, um sowohl die β -Diversität (räumliche Muster) als auch die α -Diversität (Artausstattung) der Bodenvegetation zweier ähnlich ausgestatteter Nadelwald-Naturräume mit standardisierten Methoden vergleichen zu können. Es wurde auf der AFSV-Frühjahrstagung in Göttingen vorgestellt. Eine Kurzbeschreibung findet sich unter: http://www.bitok.uni-bayreuth.de/biogeode/forschung/proj/detail.php?id_obj=14550

Nach einem von GRANKE vorgeschlagenen iterativen Verfahren kann man mit bestehenden Datengrundlagen die charakteristischen Waldboden-Gefäßpflanzenarten für jeden Ökotyp in jedem beliebigen Landschaftsraum Deutschlands herleiten. Dabei kann man sich im Idealfall neben der Gefäßpflanzenatenbank Floraweb (www.floraweb.de) auch regionale Datenbanken (z.B. „Datenbank bayerischer Bergwälder“, EWALD 1995) zunutze machen. Das Verfahren soll in einer der nächsten Ausgaben von „*waldoekologie online*“ vorgestellt werden.

Literatur

- ABS, C., FISCHER, A., FALINSKI, J. B. (1999): Vegetationsökologischer Vergleich von Naturwald und Wirtschaftswald, dargestellt am Beispiel des Tilio-Carpinetum im Waldgebiet von Bialowieza / Nordost-Polen. – Forstwiss. Cbl. **118**: 181 – 196, Berlin.
- ARMANN, T. (1994): Epigäische Coleopteren als Indikatoren für historisch alte Wälder der Norwestdeutschen Tiefebene. NNA-Ber. **7** (3), 142-151.
- BENDER, C. (1998): Genetische Vielfalt und Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge 2, 17- 22.
- BEIERKUHNEIN, C. (2003): Der Begriff Biodiversität. – Nova Acta Leopoldina NF **87** (328): 51 – 71.
- ENGELHARD, J. (2004): Veränderungen der Bodenvegetation und des Oberbodenzustandes durch Fichtenanbau auf Standorten des Kalkbuchenwaldes. – Tagung „Kalkbuchenwälder der Schwäbischen Alb am 29.01.2004“ in Freiburg i.Br. – unveröff. Mskr., 3 S.
- DOLNIK, C. (2004): Artenzahl-Areal-Beziehungen von Wald- und Offenlandgesellschaften: ein Beitrag zur Erfassung der botanischen Artenvielfalt unter besonderer Berücksichtigung der Flechten und Moose am Beispiel des Nationalparks Kurische Nehrung (Russland). – Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg **62**. – Kiel: 183 S.
- EWALD, J. (1995): Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. **56**: 453 – 465.

- FERRIS, R., HUMPHREY, J.W. (1999): A review of potential biodiversity indicators for application in British forests. – *Forestry* **72** (4): 313 – 324.
- HOLZAPFL, R. (1959): Die natürliche und künstliche Verbreitung der Weißtanne im mittelfränkischen Keupergebiet. – Diss. Univ. München.
- HORNDA SCH, M. (1962): Das Antlitz des mittelfränkischen Waldes im Wandel von 5 Jahrhunderten. - Diss. Univ. Freiburg.
- HORNDA SCH, M. (1993): Die Weißtanne (*Abies alba*) und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. – Bobingen: 334 S.
- KONNERT, M., HUSSENDÖRFER, E. (2004): Genetische Variation der Weißtanne in Bayern. – LWF Wissen **45**: 30 – 32, Freising.
- LANG, A., WALENTOWSKI, H., LORENZ, W. (2004): Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern, 5. Entwurf: 202 S. + Anhang, München und Freising. <http://www.bayern.de/lfu/natur/schutzgebietskonzepte/ffh/index.html>
- MEINUNGER, L., SCHRÖDER, W. (in prep.): Verbeitungsatlas der Moose in Deutschland.
- MÜLLER-KROEHLING, S. (2003): Der Hochmoor-Laufkäfer – prioritäre Art in guten Händen. LWF aktuell **38**: 36. <http://www.lwf.bayern.de/lwfaktuell/38/index.htm>
- PLACHTER, H. (1991): Naturschutz. – Stuttgart: 463 S.
- RUETZ, W.F., KONNERT, M., BEHM, A. (1996): Sind Waldschäden auch eine Frage der Herkunft? AFZ/DerWald **14**: 2-4.
- SCHMIEDINGER, A., BEIERKUHNLIN, C. (2004): Standardisierte Biodiversitätserfassung in kanadischen und mitteleuropäischen Wäldern. – *Forst und Holz* **59** (9): 436 – 437.
- SCHMIDT, M., EWALD, J., FISCHER, A., OHEIMB, G. VON, KRIEBITZSCH, E.-U., ELLENBERG, H., SCHMIDT, W. (2003): Liste der in Deutschland typischen Waldgefäßpflanzen. – *Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft* **212**: 1 – 33.
- SEILER, U., NEUBERT, M., MEINEL, G. (2004): Automatisierte Erfassung von Biotop- und Nutzungstypen. – *Naturschutz und Landschaftsplanung* **35** (4): 101 – 106.
- SUCCOW, M. (1988): Landschaftsökologische Moorkunde. - Berlin; Stuttgart: 340 S.
- SUCCOW, M., JESCHKE, L. (1990): Moore in der Landschaft, 2. Aufl. – Leipzig; Jena; Berlin: 268 S.
- VAN DER MAAREL, E. (1997): Biodiversity: from babel to biosphere management. - *Special Features in Biosystematics and Biodiversity* **2**: 1-19.
- WHEELER, B.D. (1998): Species richness, species rarity and conservation evaluation of rich-fen vegetation in Lowland England and Wales. – *Journal of Applied Ecology* **25**: 331-353.
- WHITTAKER, R.H. (1972): Evolution and measurement of species diversity. – *Taxon* **21** (2/3): 213 – 251, Utrecht.
- WHITTAKER, R.H. (1977): Evolution of species diversity in land communities. – *Evol. Biol.* **10**: 1 – 67, Amsterdam.

OLIVER GRANKE, Bayer. Landesanstalt
Für Wald und Forstwirtschaft,
Am Hochanger 11, 85354 Freising,
email: gra@lwf.uni-muenchen.de

ANDREAS SCHMIEDINGER,
Universität Bayreuth, Lehrstuhl Biogeografie,
Universitätsstr. 30, 95440 Bayreuth,
email: andreas.schmiedinger@uni-bayreuth.de

DR. HELGE WALENTOWSKI, Bayer. Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft,
Am Hochanger 11, 85354 Freising,
email: wal@lwf.uni-muenchen.de