

Die Naturnähe der Wälder – Bewertung auf Bestandesebene

(Mit 7 Tabellen)

Von D. BARTHA

(Angenommen Juli 2003)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Naturnähe; potentielle natürliche Vegetation (pnV); Naturnähebewertung; Natürlichkeitsstufe; Waldbestände.

Naturalness; potential natural vegetation; assessing of naturalness; naturalness value; forest stands.

1. EINLEITUNG

Für Naturschutz oder naturnahe Forstwirtschaft ist die Klassifizierung der Wälder nach ihrer Naturnähe eine zentrale Frage geworden (LEIBUNDGUT, 1986; HEHN, 1990; PLACHTER, 1991; OTTO, 1995; EDER, 1997). Problem ist: es fehlt ein einheitliches, praxistaugliches System. Zahlreiche Veröffentlichungen im vergangenen Jahrzehnt versuchen, die Begriffe Natürlichkeit und Naturnähe zu klären, suchen Vergleichsgrundlagen und stellen Natürlichkeitskriterien und -Skalen auf. Auf diesen Arbeiten basiert die im Folgenden vorgestellte Schätzungsmethode, die auf Bestandesebene anwendbar ist und zeigt, wie weit der untersuchte Waldbestand vom natürlichen Zustand entfernt ist. Bestandes- und Zeitvergleiche werden so auf objektiver Grundlage möglich.

2. NATÜRLICHKEIT UND NATURNÄHE – EINSTUFUNGSKRITERIEN

2.1 Einstufungsebenen

Drei Ebenen sind denkbar:

- Regionen
- Landschaften
- Bestände

Die erste Ebene stößt auf erhebliche Hindernisse, weil innerhalb naturgeografischer Regionen sehr unterschiedliche Bewirtschaftungsansichten bestehen können und die unterschiedliche Datengrundlage Auswertungen erschwert. Grobe Auswertungen über das Maß der Bewaldung, über Veränderungen der Waldfläche und über unterschiedliche Bewirtschaftungsgrundsätze und deren Naturnähe sind jedoch möglich. Auf Landschaftsebene dienen zweckmäßigerweise standörtlich zu definierende Wuchsbezirke als Vergleichsbasen. Der Vergleich der tatsächlichen Baumartenzusammensetzung mit der angenommenen natürlichen Waldgesellschaft ist wichtigstes Kriterium über Natürlichkeit oder Naturnähe der vorhandenen Wälder (SEIBERT, 1980; HAER, 1991; ANGELSTAM, 1997). Bisherige Arbeiten schlagen meist eine 5-teilige Skala vor.

Als weitere Kriterien kommen in Betracht: Verjüngungsmethoden, Verteilung der vorhandenen Wälder auf Sukzessionsstufen, das Ausmaß der Fragmentierung der Waldlandschaft durch andere Nutzung bzw. durch Verkehrswege, Ausmaß und Wirkung natürlicher Störungen, die Anwesenheit von Arten, die an meist alte Wälder gebunden sind sowie Besonderheiten von wertvollen Biotopen und deren Erhaltungsvoraussetzungen.

Objekte der im Folgenden vorgeschlagenen Methode sind die Waldbestände, im Allgemeinen 1-20 ha groß und Grundeinheiten der Bewirtschaftung. Auf dieser Ebene können die meisten Kriterien berücksichtigt und die vorhandenen Daten am leichtesten kontrolliert werden. Angaben zu forstlichen Eingriffen und zu Maßnahmen des Naturschutzes sind möglich.

2.2 Grundlage des Vergleichs: was ist natürlich?

Natürlich scheint die ursprüngliche Vegetation zu sein, mit der verglichen die Naturnähe der vorhandenen Bestockung feststellbar wäre. Problem ist damit die ursprüngliche Vegetation. Es ist sinnvoll, diese nur bis zur letzten Klimaänderung zu rekonstruieren. Da schon vorher menschlicher Einfluss Landschaft und Vegetation verändert hat, ist diese ursprüngliche Vegetation als Vergleichsmaßstab ungeeignet (SCHMIDT, 1998).

Eine rekonstruierte natürliche Vegetation ist als Vergleichsmaßstab ebenfalls nicht geeignet, weil sie häufig wegen Standortsänderungen oder Artenverschiebungen nicht feststellbar ist. Versucht man diese Gesichtspunkte theoretisch zu berücksichtigen, erhält man die potentiell natürliche Vegetation (TÜXEN, 1956; NEUHÄUSL, 1984; KOWARIK, 1987; HÄRDLE, 1989, 1995; JAHN, 1992; KAISER, 1996; LEUSCHNER, 1997; ZERBE, 1997; SCHMIDT, 1998). Sie ist ebenso wie die reale Vegetation zeitskalenabhängig, d. h. unterschiedlich weit vom Klimazustand entfernt. Der momentane Zustand der letzteren kann somit bei der Bestimmung des Natürlichkeitsgrades berücksichtigt werden. Diese PNV-Konstruktion ist nur zur statischen Annäherung an die Natürlichkeit ausreichend. Natur- und Urwald sind nicht statisch (LEIBUNDGUT, 1978; SHUGART, 1984; PARKER et al., 1985; KOOP, 1989; OLIVER and LARSEN, 1990). Sie sind in Zeit und Raum ständigen Änderung unterworfen. Dabei sind natürliche Störungen ausserordentlich wichtig (WHITE, 1979, 1987; BORMANN and LIKENS, 1981; RUNKLE, 1985; REMMERT, 1988; FISCHER, 1998). Die walddynamischen Modelle der natürlichen Wälder Mitteleuropas beinhalten zwei Regenerationszyklen, den Grossen und den Kleinen. Die ständige Erneuerung des Naturwaldes erscheint vor unseren Augen wie ein laufender Film. Wegen dessen ständigen Änderungen sind Vergleiche mit dem momentanen Waldzustand unmöglich (REMMERT, 1985, 1991a,b; PICKETT and WHITE, 1985; ANL, 1991; JAX, 1994; BÖHMER, 1997). Da das Ziel naturnahe Waldwirtschaft ist, muss der Film bei der optimalen Phase des Schlusswaldes gestoppt werden. Dieses Bild ist dann die Bezugsgrundlage.

Die Hochwaldwirtschaft erlaubt den derzeitigen Beständen diese Optimalphase zu erreichen, von der sie dann in die Erneuerungsphase zurückgeworfen werden. Baumartenzusammensetzung und Struktur der Optimalphase sind am besten bekannt, da ein Großteil der phytozönologischen Aufnahmen in dieser Phase gemacht wurden. Die Definition der Waldgesellschaften erfolgte auf der gleichen Grundlage. Terminalphase, Plenter- und Zerfallsphase sind ebenfalls charakteristische Biotopstrukturelemente und damit ebenfalls Kriterien für die Natürlichkeit. Es ist zu berücksichtigen, dass ein Urwaldzustand nicht das Ziel der heutigen Forstwirtschaft ist, eine Annäherung an diesen aber als durchaus wünschenswert erscheint (OTTO, 1994; SCHERZINGER, 1996).

2.3 Kriterien und Charakteristiken der Natürlichkeit

Kompositionelle, strukturelle und funktionelle Charakteristika können auf der Ebene der Bestände ausgewählt werden.

2.3.1 Kompositionelle Charakteristika

An erster Stelle steht die Baumartenzusammensetzung, d. h. das Verhältnis zwischen standortsheimischen und standortsfremden Baumarten (ROSE, 1979; KNOERZER, 1999; BARTHA, 2002). Die

Beurteilung erfordert Umsicht und vielseitige Analyse. Außerdem sind Strauch- und Krautschicht zu beurteilen, deren Zusammensetzung über Natürlichkeit oder Degradation aussagt (JALAS, 1955; PETERKEN, 1974; SCHMIDT, 1991). An geschlossene, ausgedehnte Wälder gebundene seltene Arten sind empfindliche Indikatoren. Sie werden nicht in das Wertungssystem einbezogen, weil deren Erkennung Spezialisten erfordert und es nicht sicher ist, ob sie bei einer einzigen einfachen Felddaufnahme gefunden bzw. erkannt werden.

2.3.2 Strukturelle Charakteristika

Horizontale und vertikale Struktur des Naturwaldes z. B. der inhomogene Aufbau der Baumschicht (LEIBUNDGUT, 1959), die Schichtung des Bestandes von der Verjüngung bis zum Altholz und die Altersstruktur sind ebenso wichtige Charakteristika wie Strauch- und Krautschicht sowie Menge und Qualität des Totholzes (ALBRECHT, 1991; RAUH und SCHMITT, 1991; KORPEL, 1997).

2.3.3 Funktionelle Charakteristika

Die potentielle natürliche Vegetation hängt auch vom Standort ab. Seine reversiblen und irreversiblen Veränderungen müssen deshalb bei der Feststellung der Natürlichkeit in Betracht gezogen werden (BLUME und SUKOPP, 1976; BALL und STEVENS, 1981; KOWARIK, 1995; BÜCKING und MÜHLHÄUSER, 1996; JAHN und HÜBNER, 1996). Wichtige funktionelle Eigenschaften wie Produktivität oder Abbaugeschwindigkeit organischer Stoffe werden davon beeinflusst. Auch die Wildschäden sollten berücksichtigt werden. Deren direkte Erfassung und skalenmässige Darstellung ist aber schwierig, weshalb dieser Bereich über den Zustand der Verjüngung bzw. die Verjüngungsfähigkeit eingeschätzt wird (REIMOSER und SUCHANT, 1992).

2.3.4 Fazit

Folgendes Kriteriensystem für die Bewertung der Natürlichkeit der Waldbestände wurde ausgewählt:

Baumschicht

- Autochthonie
- Standortsgemäßheit $\longleftrightarrow$ Standortsfremdheit
- Mischung
- Bestandesschluf
- Baumartenkombination
- Altersstruktur
- Schichtung

Strauchschicht

- Artenzusammensetzung
- Deckung

Krautschicht

- Artenzusammensetzung
- Deckung

Standort

- Humusbildung, biologische Aktivität
- Wasserhaushalt
- Erosion, Bodenverwundung
- Bodenverdichtung, Bodenschichtvermischung

Sonstige

- Anwesenheit alter Bäume, Baumgruppen
- Menge des Totholzes
- Vorhandensein und Qualität der Verjüngung

2.4 Die Natürlichkeitsskala

Die Natürlichkeit und deren Gegenteil, die Hemerobie sind Gegenstand der aktuellen Beschreibung des Zustandes (PETERKEN,

1997). Die beiden Endpunkte des Begriffspaares sind eindeutig. Der eine bedeutet den ursprünglichen Zustand, die 100-%ige Natürlichkeit, der andere ist der künstliche Zustand, die 0-%ige Natürlichkeit. Der Interpretationsbereich wurde bisher unterschiedlich in 3 bis 8 Stufen eingeteilt (DIERSCHKE, 1984; REIF, 1999/2000). Einige dieser Einteilungen sind landschaftsbezogen (z. B. SCHIRMER, 1999). Das nach der Hemerobie-Konzeption arbeitende österreichische Projekt hatte ursprünglich 9 Stufen, wurde aber später zur Vereinfachung auf 5 Stufen umgearbeitet (GRABHERR, 1997; GRABHERR et al., 1995, 1996, 1997, 1998a,b; KOCH und GRABHERR, 1998; KOCH und KIRCHMEIR, 1997; KOCH et al., 1997).

3. DAS BEWERTUNGSSYSTEM FÜR DIE NATÜRLICHKEIT DER WALDBESTÄNDE

Die Bewertung erfolgt schichtweise für Baumschicht, Strauchschicht, Krautschicht und Standort. Eventuell vorhandene weitere Biotopstrukturen werden im Rahmen des vorgegebenen Punktsystems zusätzlich bewertet. Aus der Gesamtpunktzahl ergibt sich dann die Natürlichkeitsstufe. Die Gewichtung der Kriterien hängt davon ab, wie stark sie den Natürlichkeitsgrad beeinflussen. Auswahl und Gewichtung wurden ähnlich wie beim österreichischen Hemerobie-Projekt (GRABHERR et al., 1998) von einer Expertengruppe aus verschiedenen Fachgebieten (Ökologie, Naturschutz, Forstwirtschaft) durchgeführt. Der Subjektivitätsfaktor ließ sich dadurch vermindern. Der Standort bekam bei der Gewichtung eine herausragende Rolle, da sich Änderungen anthropogenen Ursprungs auf Artenzusammensetzung und strukturelle Eigenheiten beträchtlich auswirken können.

Gewichtungen nach den Kriteriengruppen:

Kriteriengruppe	Bewertungsskala
Baumschicht	0 - 5
Strauchschicht	0 - 2
Krautschicht	0 - 4
Standort	0 - 4
Sonstige Biotopstrukturmerkmale	0 - 10
Insgesamt	0 - 25

4. DISKUSSION

Die Anwendbarkeit des Bewertungssystems kann ausschließlich durch Feldtests nachgewiesen oder verworfen werden. Es wurden günstige Felderfahrungen gemacht, aber im Laufe der Anwendung tauchten Probleme auf, die korrigiert wurden. Einige Erfahrungen seien nachstehend geschildert:

- Die Sukzessionsphasen, die Charakteristika des großen Regenerationszyklus, der im Naturwald auftretenden Katastrophen (z. B. Schneebruch, Sturmwurf, Feuer, Hochwasser, Kalamitäten) werden vom Bewertungssystem ausser Acht gelassen, weil diese Prozesse auf Landschaftsebene berücksichtigt werden (SPURR, 1952; WEST et al., 1981). Die Lücke ist auch deshalb vorhanden, weil konventionelle und naturnahe Waldwirtschaft die Schlussgesellschaften im Vordergrund sehen, Initial- bzw. Übergangsphasen aber als sekundär betrachten. Trotzdem ist als natürlich anzusehen, wenn ein Bestand aus den Pionierbaumarten der örtlich anzunehmenden Sukzessionsreihe besteht. Diese sind dann so zu bewerten, als wären sie Baumarten der Schlussgesellschaft.

- Eingebürgerte, „neuheimische“ Arten werden dort, wo sie sich dauerhaft behaupten konnten, oft einheimischen Arten gleichgestellt. Dies widerspricht der Definition der Natürlichkeit, obwohl ihre Anwesenheit die Artendiversität erhöht.

- Wo in einer Waldgesellschaft die Strauchschicht von Natur aus fehlt, muss dieses Merkmal mit maximaler Punktzahl bewertet werden. Die Anwesenheit fremdländischer oder nitrophiler Straucharten führt zu Punktabzügen.

• Nitrophile Arten können auch die Folge natürlicher Störungen sein (z. B. Auewälder, Schluchtwälder). Sie sind dann kein die Natürlichkeit vermindender Faktor.

• Im schlagweisen Hochwald zeigen die Entwicklungsphasen unterschiedliche Natürlichkeitsgrade. Die alten, reifen Wälder weisen die höchste Stufe auf. In einer andauernden Beobachtungsreihe ist deshalb auf einem gegebenen Gebiet mit zyklischen Rückfällen bzw. Fortschritten zu rechnen. Z. B. zeigt eine gleichaltrige Dickung, die aus den Klimaxbaumarten besteht und mit der Jugendphase des Naturwaldes nicht übereinstimmt, einen geringeren Natürlichkeitsgrad als der daraus entstehende Altbestand.

• Das Auftreten von Pionier- und Zwischenwaldbaumarten ist nur dann ein negativer Faktor, wenn sie sich durch menschlichen Einfluss massenhaft vermehren. Der „richtige Umfang“ dieser Arten ist an der zu untersuchenden Wirklichkeit größerer Bereiche zu orientieren.

• Es ist zu berücksichtigen, dass Wälder auf zonalen Normalstandorten von denen auf azonalen Standorten abweichen können. Im letzteren Fall ist bei der Bewertung mehr Sorgfalt erforderlich.

• Heterogenität innerhalb einer Befundeinheit (Forstabteilung, Bestand) wird durch das Bewertungssystem nicht berücksichtigt. Der Index charakterisiert einen subjektiv beurteilten Durchschnittszustand. Das Problem kann durch Aufteilung der Befundeinheit und durch getrennte Bewertung gelöst werden. Ein ähnliches Problem kann bei der Bestimmung der potentiell natürlichen Vegetation entstehen.

• Die Wertziffern ergeben keine „automatisch“ anwendbare Skala. Bei Kenntnis der Charakteristika der Kriterien und bei Vorhandensein der erforderlichen Sachkenntnis ist das Verfahren nicht subjektiver als andere, derzeit angewendete. Im Gegensatz zu diesen ist die Einteilung nicht linear sondern in Richtung beider Endpunkte verzerrt, weil zahlreiche Kriterien das Fehlen oder das Vorhandensein anderer nach sich ziehen bzw. von einander abhängen. So stehen z. B. Schichtung des Bestandes und die Altersklasse oft in Zusammenhang. Deshalb umfassen die beiden Randstufen der Natürlichkeitsskala kleinere Intervalle als die anderen Kategorien.

• Es sei betont, dass die Analyse der Natürlichkeit nicht automatisch dem Ziel dient, in jedem Fall den besten Natürlichkeitszustand erreichen zu müssen.

5. ANWENDUNGSBEISPIELE

Die praktische Anwendung wird anhand einiger ungarischer Beispiele vorgestellt. Es wurden Rotbuchenstandorte ausgewählt, wo verschiedene Typen von unterschiedlich behandelten Bestände stocken.

Beispiel 1.

Montaner Rotbuchenwald im Bükk-Gebirge (sog. „Urwald“), in den letzten 110 Jahren keine forstlichen Eingriffe.

Bewertung: A: 5, B: 2, C: 4, D: 4, E: 1-0-1-1-2-1-1-1
Natürlichkeit: 24 Punkte (Natürlicher Zustand, 5)

Beispiel 2.

Montaner Rotbuchenwald im Bükk-Gebirge, 115 Jahre alt, früher im Schirmschlag behandelt.

Bewertung: A: 4, B: 2, C: 4, D: 4, E: 1-0-0-0-0-0-0-1-1
Natürlichkeit: 17 Punkte (Naturnaher Zustand, 4)

Beispiel 3.

Erste Generation Fichte auf Rotbuchenstandort (sog. „Schwedischer Fichtenwald“) im Bükk-Gebirge, 108 Jahre alt.

Bewertung: A: 0, B: 1, C: 1, D: 2, E: 1-0-0-0-0-1-0-1-0
Natürlichkeit: 7 Punkte (Stark veränderter Zustand, 2)

Die Bewertungstabellen

Tab. 2

A. BAUMSCHICHT – CANOPY LAYER

Laufende Nummer serial number	Merkmale features	Bewertungspunkt score
1.	• Anteil fremdländischer Baumarten > 70 %	0
2.	• Anteil fremdländischer Baumarten 30-70 % • Der Baumbestand ist aus Kultursorte(n) einheimischer Baumart(en) zusammengesetzt	1
3.	• Anteil der fremdländischer Baumarten < 30 % • Der Baumbestand ist aus einheimischer/n, aber standortsfremder/n Baumart(en) zusammengesetzt • Mischbaumarten fehlen. Der aus einheimischer, standortsgemäßer Baumarten zusammengesetzte Baumbestand ist monokulturell	2
4.	• Anteil fremdländischer Baumarten gering (< 5 %) • Die standortstheimische(n) bestandesbildende(n) Baumart(en) ist/sind zurückgedrängt. • Mischbaumartenkonsoziation tritt auf • Neben den einheimischen und standortsgemäßen bestandesbildenden Baumart(en) treten Mischbaumarten nur in kleiner Anzahl und Menge auf (sind nicht charakteristisch)	3
5.	• Anteil fremdländischer Baumarten gering (< 5 %) • Der Baumbestand ist aus einheimischer/n und standortsgemäßer/n bestandesbildender/n Baumart(en) zusammengesetzt • Die Mischbaumarten treten in voller Zahl und Menge auf • Der Baumbestand ist gleichaltrig	4
6.	• Anteil fremdländischer Baumarten gering (< 5 %) • Der Baumbestand ist aus einheimischer und standortsgemäßer bestandesbildender Baumart(en) zusammengesetzt • Die Mischbaumarten treten in voller Zahl und Menge auf • Der Baumbestand ist ungleichaltrig (mindestens zwei Altersstufen müssen erkennbar sein, und die Altersspanne beträgt mindestens 10 Jahre)	5

Tab. 3

B. STRAUCHSCHICHT – SHRUB LAYER

Laufende Nummer serial number	Merkmale features	Bewertungspunkt score
1.	• Die Strauchschicht fehlt wegen künstlicher Eingriffe, höchstens einige Exemplare der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft treten auf • Die Strauchschicht ist überwiegend aus fremdländischen und/oder nitrophilen Straucharten zusammengesetzt	0
2.	• Nur ein Teil der Straucharten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft kommt vor • Die Deckung der aus einheimischen Straucharten aufgebauten Strauchschicht ist viel weniger oder viel höher, als bei der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft (die Differenz > 30 %) • Fremdländische und/oder nitrophile Strauchart(en) kommen vor, aber dominieren nicht in der Strauchschicht	1
3.	• Anteil der fremdländischen und/oder nitrophilen Straucharten gering • Die Strauchschicht ähnelt in der Deckung und Artenzusammensetzung derjenigen der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft	2

Beispiel 4.

Zweite Generation Robinie auf submontanem Rotbuchenstandort im Zalaer Hügelland, 35 Jahre alt, wird im Kahlschlag behandelt.

Bewertung: A: 0, B: 0, C: 0, D: 2, E: 0-0-0-0-0-0-0-0-0
Natürlichkeit: 2 Punkte (Künstlicher Zustand, 1)

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Bewertung der Natürlichkeit heutiger Wälder erhält immer größere Bedeutung sowohl im Naturschutz als auch in der naturnahen Forstwirtschaft. Die Studie schlägt eine Bewertungsmethode vor, die auf Bestandesebene anwendbar ist. Die Charakteristika

Tab. 4
C. KRAUTSCHICHT – HERBACEOUS LAYER

Laufende Nummer serial number	Merkmale features	Bewertungspunkt score
1.	- Die Krautschicht ist aus Unkraut- und/oder nitrophilen Arten (Störungszeiger) zusammengesetzt, die Arten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft sind nur in Spuren auffindbar - Die Krautschicht fehlt (nudum oder subnudum)	0
2.	- In der Krautschicht herrschen die Unkraut- und/oder nitrophilen Arten vor, aber ein Teil der Arten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft ist mit geringerer Deckungswert (< 30 %) auffindbar - Die Deckung der Krautschicht bleibt um ein gut Teil hinter der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft zurück (die Differenz > 30 %)	1
3.	- Unkraut- und/oder nitrophile Arten kommen vor, ihre Deckung 5 – 30% - die Arten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft beherrschen die Krautschicht	2
4.	- Die Unkraut- und/oder nitrophilen Arten fehlen, oder treten nur sporadisch auf, ihre Deckung < 5 % - Die Krautschicht beherrschen die Arten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft beherrschen die Unkrautschicht, aber neben den Dominantarten fehlen die Begleitarten oder sie kommen in geringer Anzahl und Menge vor	3
5.	Die Krautschicht ist aus Arten der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft zusammengesetzt, neben den Dominantarten treten die Begleitarten in richtiger Anzahl und Menge auf	4

Tab. 5
D. STANDORT – SITE CHARACTERISTICS

Laufende Nummer serial number	Merkmale features	Bewertungspunkt score
1.	- Die intensive Wurzelschicht und/oder die humose Schicht ist verschwunden - Die Bodenverdichtung (wegen Befahrung) ist bedeutend, der Anteil der geschädigten Fläche > 10 % - Die Bodenschichten vermischen sich infolge Pflugarbeit, Stockrodung, usw. - Der Wasserhaushalt veränderte sich drastisch, der Grundwasserspiegel verschob sich in ungünstigem Maße und in ungünstiger Richtung - Die Erosion ist bedeutend, der Anteil der geschädigten Fläche > 10 %	0
2.	- Die biologische Aktivität der Böden im Vergleich zu der zu erwartenden ist gering - Die Bodenverdichtung ist gemäßigt, der Anteil der geschädigten Fläche zwischen < 10 % - Auf der Bodenoberfläche befinden sich Bodenverwundungen - Beim Grundwasserhaushalt finden sich ungünstige Änderungen nur in geringerem Maße - Die Erosion ist gemäßigt, der Anteil der geschädigten Fläche < 10 %	2
3.	- Die biologische Aktivität der Böden günstig - Der Grundwasserhaushalt verändert sich gar nicht - Bodenverdichtung, Erosion, Bodenverwundung finden sich gar nicht	4

sind für die Bestandesschichten festgelegt. Dazu kommen noch andere Biotopstrukturmerkmale. Zur Bestimmung der Natürlichkeit werden kompositionelle, strukturelle und funktionelle Kriterien angewendet, so dass man die Baumschicht mit Hilfe der Autochtonie, Standortgemäßigkeit, Mischung, Bestandesschluß, Baumartenzusammensetzung, Altersstruktur und Schichtung bewertet. Bei Strauch- und Krautschicht bilden die Artenzusammensetzung und Deckung, bei dem Standort Schädigungen die Grundlage der Bewertung. Ferner sind noch die Anwesenheit alter Bäume, die Menge des Totholzes sowie das Vorhandensein und die

Tab. 6
E. SONSTIGE BIOTOPSTRUKTURMERKMALE – OTHER CHARACTERISTICS OF BIOTOP STRUCTURE

Laufende Nummer serial number	Merkmale features	Bewertungspunkt score
1.	Der Schluß des Bestandes ist mosaikartig, inhomogen	1
2.	Die Baumartenverteilung des Bestandes ist mosaikartig, inhomogen	1
3.	Der Baumbestand besteht mindestens aus drei oder mehreren Schichten	1
4.	Der Baumbestand ist mindestens dreialtrig (zwischen den Altersklassen gibt es mindestens je 10 Jahre), die Altersklassen treten in der Raum mosaikartig auf	1
5.	Alte Bäume oder Baumgruppen vorhanden	1
6.	Abgestorbene (teils liegende) Baumindividuen ($\varnothing > 20$ cm) sind auffindlich	1
	ihre Menge kleiner als 10 % des Holzvorrates	2
	ihre Menge größer als 10 % des Holzvorrates	1
7.	Die Deckung der Strauchschicht ist inhomogen, die räumliche Verteilung der Arten mosaikartig	1
8.	Die Deckung der Krautschicht ist inhomogen, die räumliche Verteilung der Arten mosaikartig	1
9.	Die mehrjährige, gesunde Verjüngung des Baumbestandes ist in Flecken wahrnehmbar	1
10.	Wenn keines dieser Merkmale vorhanden ist	0

Tab. 7
BERECHNUNG DER NATÜRLICHKEITSSTUFE (A + B + C + D + E) –
CALCULATION OF THE NATURALNESS INDEX (A + B + C + D + E)

Gesamtpunkte total values	Natürlichkeit naturalness	Natürlichkeitsstufe naturalness index
0 – 3	Künstlicher Zustand (Kulturzustand): Der Naturzustand ist ganz degradiert, die potentielle natürliche Waldgesellschaft normalerweise nicht mehr erkennbar.	1
4 – 9	Stark veränderter Zustand: Der Naturzustand ist stark reduziert, aber die Spuren der potentiellen natürlichen Waldgesellschaft sind meist erkennbar.	2
10 – 15	Mäßig veränderter Zustand: Der Naturzustand ist mittelmäßig verändert.	3
16 – 21	Naturnaher Zustand: Der Zustand naturnah, die schädigenden menschlichen Einflüsse sind nicht bedeutsam.	4
22 – 25	Natürlicher Zustand: Der Zustand ist als natürlich zu betrachten, die Spuren der schädigenden menschlichen Einflüsse sind nicht erkennbar.	5

Qualität der Verjüngung berücksichtigt. Die Punktwertung ergibt den Natürlichkeitswert des Bestandes, und in welche Natürlichkeitsstufe (1. natürlich, 2. naturnah, 3. mäßig verändert, 4. stark verändert, 5. künstlich) er einzureihen ist. Die Bewertungsmethode wurde einem Feldtest unterworfen, der Verfasser führt die Ergebnisse am Ende der Veröffentlichung vor.

7. Summary

Title of the paper: *Chances for a stand-level evaluation of the naturalness of forests.*

Evaluation of the naturalness of the present-day forests is getting more and more important in nature conservation and near-natural forest management. In our paper an evaluation technique is presented, that can be used on stand-level and is able to appraise the naturalness features by storeys and to include other habitat-structural indicators, too. In order to establish the naturalness grades compositional, structural and functional characteristics are taken into consideration, thus the canopy is appraised by its indigenousness, site tolerance, mixedness, character of crown-closure, species distribution, age structure and stratification. In case of shrub- and herbstories the species composition and the character of cover, while in case of site the damages are considered. Furthermore the presence of old trees and dead woods, occurrence of regrowth and its quality are taken into account. With the help of point judging it may get clear, what naturalness index can be given to a certain stand and to which grade can it be ranged (1. natural, 2. near-natur-

al, 3. moderately converted, 4. heavily converted, 5. man-made). This evaluation technique was tested on the spot, the experiences of which are presented by the author at the end of this paper.

8. Résumé

Titre de l'article: *Dans quelle mesure les forêts sont elles proches de la nature? Estimation au niveau du peuplement.*

Déterminer dans quelle mesure les forêts actuelles sont naturelles revêt une signification toujours plus grande aussi bien pour la protection de la nature que pour une gestion forestière proche de la nature. Cette étude propose une méthode d'estimation utilisable au niveau du peuplement. Les caractéristiques sont établies pour les différentes strates du peuplement et on y ajoute d'autres caractères distinctifs du biotope. Pour déterminer dans quelle mesure on se trouve proche de la nature on a utilisé des critères relatifs à la composition, à la structure et aux fonctions de telle sorte que l'on détermine la strate des arbres d'après leur caractère autochtone, leur bonne adaptation à la station, le mélange des essences, le degré de fermeture du couvert du peuplement, la distribution des différentes essences. En ce qui concerne les strates herbacées et frutescentes les bases de l'estimation reposent sur la répartition des espèces et le couvert qu'elles assurent ainsi que sur les dégradations subies par la station. En outre on prend en considération la présence de vieux arbres, la quantité de bois mort, l'existence et la qualité d'une régénération. Une estimation chiffrée donne le degré de proximité de la nature du peuplement qui comprend cinq niveaux (1 naturel; 2 proche de la nature; 3 légèrement modifié; 4 fortement modifié; 5 artificiel). Cette méthode a été soumise à un test sur le terrain dont l'auteur donne les résultats à la fin de la publication.

J. M.

9. Literatur

- ALBRECHT, L.: Die Bedeutung des toten Holzes im Wald. Forstwissenschaftliches Centralblatt **110**, 106–113, 1991
- ANGELSTAM, P.: Landscape analysis as a tool for the scientific management of biodiversity. Ecological Bulletins **46**, 140–170, 1997
- ANL: Das Mosaik-Zyklus-Konzept der Ökosysteme und seine Bedeutung für den Naturschutz. Laufener Seminarbeiträge 5/91., 1991
- BALL, D. F. and STEVENS, P. A.: The role of 'ancient' woodlands in conserving (undisturbed) soils in Britain. Biological Conservation **19**, 163–176, 1981
- BARTHA, D.: Autochton oder nicht? Wichtiger Faktor für die Beurteilung der Natürlichkeit der Wälder. AFZ/Der Wald **57**, 1201–1202, 2002
- BLUME, P. und SUKOPP, H.: Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schriftenreihe für Vegetationskunde **10**, 7–89, 1976
- BORMANN, F. H. and LIKENS, G. E.: Pattern and Process in Forested Ecosystem. Springer, Berlin, 1981
- BÖHMER, H. J.: Zur Problematik des Mosaik-Zyklus-Begriffes. Natur und Landschaft **72**(7/8), 333–338, 1997
- BÜCKING, W. und MÜHLHAUSSER, G.: Waldgesellschaften für die Waldbiotopkartierung auf standörtlicher Grundlage. Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung **38**, 47–63, 1996
- DIERSCHE, H.: Natürlichkeitsgrade von Pflanzengesellschaften unter besonderer Berücksichtigung der Vegetation. Phytocoenologia **12**, 173–184, 1984
- EDER, W.: Naturnahe, nachhaltige Forstwirtschaft in Zentraleuropa. Forst und Holz **20**, 587–592, 1997
- FISCHER, A. (Hrsg.): Die Entwicklung von Waldbiozönosen nach Sturmwurf. ECOMED, Landsberg, 427 S., 1998
- GRABHERR, G.: Naturschutzfachliche Bewertung der Natürlichkeit österreichischer Wälder. Österr. Forstzeitung **1/97**, 11–12, 1997
- GRABHERR, G.; KOCH, G. und KIRCHMEIR, H.: Naturnähe Österreichischer Wälder. Bildatlas. Sonderdruck Österr. Forstzeitung **1/97**, 39 S., 1998
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H. und REITER, K.: Hemerobie österreichischer Waldökosysteme – Vorstellung eines Forschungsvorhabens im Rahmen des österreichischen Beitrages zum MAB-Programm der UNESCO. Zeitschrift für Ökologie u. Naturschutz **4**, 131–136, 1995
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H. und REITER, K.: Wie natürlich ist der Österreichische Wald? – Ergebnispräsentation eines „Man and the Biosphere“-Projektes. Symposiumsmappe. Forstliche Bundesversuchsanstalt, Wien, 1996
- GRABHERR, G.; KOCH, G.; KIRCHMEIR, H. und REITER, K.: Hemerobie österreichischer Waldöko-Systeme. – Veröffentlichungen des Österreichischen MAB-Programms, Band 17. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck, 493 S., 1998
- HAER, W.: Kulturlandschaft versus Naturlandschaft. Raumforschung und Raumordnung **49**, 106–112, 1991
- HÄRDTE, W.: Potentielle natürliche Vegetation. Mitt.d. Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg, Heft 40., Kiel, 1989
- HÄRDTE, W.: On the theoretical concept of the potential natural vegetation and proposals for an up-to-date modification. Folia Geobotanica et Phytotaxonomia **30**, 263–276, 1995
- HEHN, M.: Naturgemäße Waldwirtschaft – was ist das eigentlich? Forst und Holz **7**, 177–184, 1990
- JAHN, G. und HÜBNER, W.: Die Vegetation als Ausdruck des Standortes. In: Arbeitskreis Standortskartierung (Hrsg.): Forstliche Standortsaufnahme. IHW-Verlag, Eching, 193–241, 1996
- JAHN, G.: Zum Stande der Diskussion um die potentielle natürliche Vegetation. Schriftenreihe der Landesanstalt für Forstwirtschaft (Nordrhein-Westf.) **4**, 13–28, 1992
- JALAS, J.: Hemerobie und hemerochrome Pflanzenarten – Ein terminologischer Reformversuch. Acta Soc. Pro Fauna et Flora Fenn. **72**(11), 1–15, 1955
- JAX, K.: Mosaik-Zyklus und patch-dynamics – Synonyme oder verschiedene Konzepte? Eine Einladung zur Diskussion. Zeitschrift für Ökologie u. Naturschutz **3**, 107–112, 1994
- KAISER, T.: Die potentielle natürliche Vegetation als Planungsgrundlage im Naturschutz. Natur und Landschaft **71**(10), 435–439, 1996
- KNOERZER, D.: Zum Status nichteinheimischer (Baum-)Arten – von der Notwendigkeit begrifflicher Klärung. Allgemeine Forst u. Jagdzeitung **169**, 41–46, 1999
- Koch, G. und GRABHERR, G.: Wie natürlich ist der Wald in Österreich? Klassifikation nach Hemerobiestufen. Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. **10**, 43–59, 1998
- Koch, G. und KIRCHMEIR, H.: Methodik der Hemerobiebewertung. Österr. Forstzeitung **1/97**, 24–26, 1997
- Koch, G.; KIRCHMEIR, H.; REITER, K. und GRABHERR, G.: Wie natürlich ist Österreichs Wald? Ergebnisse und Trends. Österr. Forstzeitung **1/97**, 5–8, 1997
- KOOP, H.: Forest Dynamics. Springer, Berlin, 1989
- KORPEL, S.: Totholz in Naturwäldern und Konsequenzen für Naturschutz und Forstwirtschaft. Forst und Holz **21**, 619–624, 1997
- KOWARIK, I.: Kritische Anmerkungen zum theoretischen Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation mit Anregungen zu einer zeitgemäßen Modifikation. Tuexenia **7**, 53–67, 1987
- KOWARIK, I.: Wälder und Forsten auf ursprünglichen und anthropogenen Standorten. Ber. der Reinhold-Tuexen-Gesellschaft **7**, 47–67, 1995
- LEIBUNDGUT, H.: Über Zweck und Methodik der Struktur- und Zuwachsanalyse von Urwäldern. Schweiz. Z. Forstwes. **110**(3), 111–124, 1959
- LEIBUNDGUT, H.: Über die Dynamik europäischer Urwälder. AFZ **24/78**, 686–690, 1978
- LEIBUNDGUT, H.: Ziele und Wege der naturnahen Waldwirtschaft. Schweiz. Z. Forstwes. **137**, 245–250, 1986
- LEUSCHNER, C.: Das Konzept der potentiellen natürlichen Vegetation (PNV): Schwachstellen und Entwicklungsperspektiven. Flora **192**, 379–391, 1997
- MEYER, P. und SPELMANN, H.: Das Prozessschutz-Konzept aus Sicht der Naturwaldforschung. AFZ/Der Wald **52**, 1344–1346, 1997
- NEUHÄUSL, R.: Umweltgemäße natürliche Vegetation, ihre Kartierung und Nutzung für den Umweltschutz. Preslia **56**, 117–128, 1984
- OLIVER, C. D. and LARSEN, B. C.: Forest Stand Dynamics. McGraw-Hill, New York, 1990
- OTTO, H.-J.: Waldökologie. Ulmer, Stuttgart, 1994
- OTTO, H.-J.: Zielorientierter Waldbau und Schutz sukzessionaler Prozesse. Forst und Holz **50**, 203–209, 1995
- PARKER, G. R.; LEOPOLD, D. J. and EICHENBERGER, J. K.: Tree dynamics in an old-growth deciduous forest. Forest Ecology and Management **11**, 31–57, 1985
- PETERKEN, G. F.: A method for assessing woodland flora for conservation using indicator species. Biological Conservation **6**, 239–245, 1974
- PETERKEN, G. F.: „Concepts of naturalness“. Programme and Abstracts of the Conference: Naturalness and European Forests in Strasbourg, France, 26–29. 10. 1997, 112 S., 1997
- PIKETT, S. T. A. and WHITE, P. S.: Patch-Dynamics – A Synthesis. – In: PICKETT, S. T. A. and WHITE, P. S. (eds.): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, Orlando, 371–384, 1985
- PLACHTER, H.: Naturschutz. Fischer, Stuttgart, 463 S., 1991
- RAUH, J. und SCHMITT, M.: Methodik und Ergebnisse der Totholzforschung in Naturwaldreservaten. Forstwissenschaftliches Centralblatt **110**, 114–127, 1991
- REIF, A.: Das naturschutzfachliche Kriterium der Naturnähe und seine Bedeutung für die Waldwirtschaft. Zeitschrift für Ökologie u. Naturschutz **8**, 239–250, 1999/2000
- REIMOSER, F. und SUCHANT, R.: Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allgemeine Forst und Jagdzeitung **163**(2), 27–31, 1992
- REMMERT, H.: Was geschieht im Klimax-Stadium? Ökologisches Gleichgewicht durch Mosaik aus desynchronen Zyklen. Naturwissenschaften **72**, 505–512, 1985

- REMMERT, H.: Gleichgewicht durch Katastrophen. Aus Forschung und Medizin 3(1), 7–17, 1988
- REMMERT, H.: Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz. Eine Übersicht. Laufener Seminarbeiträge (ANL) 5/91, 5–15, 1991
- REMMERT, H.: The Mosaic-Cycle Concept of Ecosystems. Ecological Studies 85., Springer, Berlin, 168 S., 1991
- ROSE, C. I.: Observations on the ecology and conservation value of native and introduced tree species. Quarterly Journal of Forestry 73, 219–229, 1979
- RUNKLE, J. R.: Disturbance regimes in temperate forests. In: PICKETT, S. T. A. and WHITE, P. S. (eds): The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics. Academic Press, Orlando, 17–33, 1985
- SCHERZINGER, W.: Naturschutz im Wald. Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung. Ulmer, Stuttgart, 447 S., 1996
- SCHIRMER, C.: Überlegungen zur Naturnähebeurteilung heutiger Wälder. Allgemeine Forst u. Jagdzeitung 170, 11–18, 1999
- SCHMIDT, P. A.: Potentielle natürliche Vegetation als Entwicklungsziel naturnaher Waldbewirtschaftung? Forstwissenschaftliches Centralblatt 117, 193–205, 1998
- SCHMIDT, W.: Veränderungen der Krautschicht in Wäldern und ihre Eignung als pflanzlicher Bioindikator. Schriftenreihe für Vegetationskunde 21, 77–96, 1991
- SEIBERT, P.: Ökologische Bewertung von homogenen Landschaftsteilen, Ökosystemen und Pflanzengesellschaften. Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl. 4, 10–23, 1980
- SHUGART, H. H.: A Theory of Forest Dynamics. Springer, New York, 1984
- SPURR, S. H.: Origin of the concept of forest succession. Ecology 33, 426–427, 1952
- STURM, K.: Prozessschutz – ein Konzept für naturschutzgerechte Waldwirtschaft. Zeitschrift für Ökologie u. Naturschutz 2, 181–192, 1993
- TÜXEN, R.: Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. Angewandte Pflanzensoziologie 13, 5–42, 1956
- WEST, D. C.; SHUGART, H. H. and BOTKIN, D. B. (eds): Forest Succession. Concepts and Applications. Springer, New York, 1981
- WHITE, P. S.: Pattern, process and natural disturbance in vegetation. Botanical Review 45, 229–299, 1979
- WHITE, P. S.: Natural disturbance, patch dynamics and landscape pattern in natural areas. Natural Areas Journal 7, 14–22, 1987
- ZERBE, S.: Stellt die potentielle natürliche Vegetation (PNV) eine sinnvolle Zielvorstellung für den naturnahen Waldbau dar? Forstwissenschaftliches Centralblatt 116, 1–15, 1997

Die Vegetationshöhe als Werkzeug zur Ermittlung von Bestandeshöhen

Eine Anwendung automatisierter digitaler Photogrammetrie in der Forstwissenschaft

Aus dem Institut für Forstliche Biometrie und Informatik, Universität Göttingen, Büsgenweg 4, 37077 Göttingen

(Mit 3 Abbildungen und 3 Tabellen)

Von R. S. NUSKE* und J. NIESCHULZE

(Angenommen August 2003)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Fernerkundung; digitale Photogrammetrie; digitale Oberflächenmodelle; Bestandeshöhe; Waldinventur; Monitoring.

Remote sensing; digital photogrammetry; digital surface model; photo-ecometrics; stand height; forest inventory; monitoring.

1. EINLEITUNG

Die Schätzung von Bestandeshöhen für die Bewirtschaftung und Planung von Waldbeständen beruht meist noch auf manuell gemessenen Höhen subjektiv ausgewählter Bäume. Dabei kommen im Wesentlichen zwei Methoden zum Einsatz: Die terrestrische Höhenermittlung mittels Höhen- oder Neigungsmesser und die Ableitung von Baumhöhen aus Luftbildern. Bei der terrestrischen Messung stellt sich das Problem, freie Sicht auf die Baumspitze zu erhalten, und bei der photogrammetrischen Baumhöhenermittlung ist eine Messung der Erdbodenhöhe in der Nähe der Baumspitze notwendig, was in dichten Beständen jedoch über grosse Flächen hinweg oftmals nicht möglich ist. Eine Erfassung aller Baumhöhen eines Bestandes ist daher aus technischen und Kostengründen mit diesen Methoden nicht möglich. Daher ist es gängige Praxis, die Höhen einiger Bäume zu messen und die benötigten Bestandeshöhen über eine BHD-Höhen-Beziehung (Bestandeshöhenkurve) zu schätzen. Es wurde eine Vielzahl von Regeln aufgestellt, um eine repräsentative Schätzung der Bestandeshöhe zu gewährleisten, ohne eine grosse Anzahl von zufällig verteilten Stichproben zu erheben. Gängige Maße der Bestandeshöhe sind die arithmetische

Mittelhöhe, die Lorey'sche Mittelhöhe, die Höhe der herrschenden Bäume und die Spitzenhöhe (PHILIP, 1994). Oft werden Regeln wie, „Messe die Höhe des dicksten Stammes“ verwendet, welche, da keine echte Erhebung aller Durchmesser stattfindet, auf einer gutachterlichen Schätzung des Messtrupps beruht.

In vielen Ländern ist es bereits übliche Praxis, die für die Bewirtschaftung der Waldbestände benötigten Informationen allein aus dem Luftbild zu gewinnen. So werden zum Beispiel in Norwegen bereits auf 50% der jährlich inventarisierten Fläche Bestandesparameter auf diese Weise erhoben (NAESSET, 2002). Die Höhenermittlung mittels Anfahren einzelner Höhenpunkte (Baumspitzen) in einem digitalen Stereoplotter bereitet in dichten Beständen ähnliche Probleme wie die terrestrische Messung (GONG et al., 2000; MÜNCH, 1995). Die problematische Bestimmung einzelner Baumhöhen kann vermieden werden, indem eine flächige Erfassung der Höhe der Bestandesoberfläche durchgeführt wird. Dies kann durch Messung von Höhenpunkten in einem regelmässigen, feinen Gitternetz, welches den gesamten Bestand abdeckt, erfolgen. Da für jeden Gitternetzpunkt eine Höhe erfasst wird, kann die Bestandesoberfläche in einem 3D Koordinatensystem beschrieben, als digitales Oberflächenmodell (DOM) gespeichert und weiter verarbeitet werden. Dieses Verfahren wurde in verschiedenen Studien manuell mit einem digitalen Stereoplotter durchgeführt um Baum-/Bestandeshöhen zu ermitteln. HALBRITTER (2000) folgert allerdings, dass diese Methode nur für kleine Gebiete und zu Forschungszwecken durchführbar ist, da sie monoton, zeitaufwendig und folglich teuer ist. Eine wesentlich schnellere und kostengünstigere Möglichkeit der DOM Ermittlung ist mit Methoden der digitalen Photogrammetrie gegeben. Unter digitaler Photo-

*) Korrespondierender Autor. E-mail: rnuske@gwdg.de