D 20867 E

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

INHALTSVERZEICHNIS

AUFSATZE

G. Y. Hui und K. von Gadow — Das Winkelmaß. Herleitung des optimalen Standardwinkels . . . 173

(The optimum standard angle of the Winkelmaß)

G. Nessing und S. Zwerbe — Wild und Waldvegetation – Ergebnisse des Monitorings im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg) nach 6 Jahren 177

(Game and forest vegetation – results of the monitoring in the biosphere Schorfheide-Chorin (Brandenburg) after six years)

M. González Gómez — Zielgebietbefragungen und Verzerrungen in der forstlichen Meinungsforschung und monetären Wertschätzung des Waldes 186

(Target area surveys and bias in forest related opinion research and in the monetary appreciation of forests)

NACHRUFE 191

173. JAHRGANG 2002 HEFT 10 OKTOBER

J. D. SAUERLANDER'S VERLAG · FRANKFURT AM MAIN

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

Unter Mitwirkung der
Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten
von Freiburg i. Br. und Göttingen

herausgegeben von

Dr. K.-R. Volz
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Freiburg i. Br.

Dr. Dr. h.c. H. Kramer
o. Professor
der Forstwissenschaft an der
Universität Göttingen

ISSN 0002-5852

Erscheinungsweise: Jährlich 12 Hefte, bei Bedarf Doppelhefte (zweimonatlich).

Bezugspreis: Jährlich € 132,– zuzüglich Zustellgebühr; Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare € 105,60 (empf. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

Bezug: Durch den Buchhandel oder direkt vom Verlag. Das Abonnement gilt jeweils für einen Jahrgang. Es läuft weiter, wenn nicht unmittelbar nach Lieferung des Schlussheftes eines Jahrgangs eine Abbestellung erfolgt.

Manuskripte (es werden nur Erstarbeiten veröffentlicht) sind nach vorheriger Anfrage an die Herausgeber einzusenden. Für unverlangt eingegangene Manuskripte wird keine Gewähr übernommen. Rücksendung erfolgt nur, wenn Rückporto beiliegt.

Entsprechend dem international weit verbreiteten Review-Verfahren wird jeder Beitrag von zwei Fachgutachtern (vor allem Mitglieder der Lehrkörper der Forstlichen Fakultäten der Universitäten in Freiburg i. Br. und Göttingen) hinsichtlich Inhalt und Form geprüft.

Die Manuskripte sind möglichst auf Diskette und in dreifacher Ausfertigung einzureichen. Sie sollten 3 bis 4 (maximal 6 Druckseiten) umfassen. Hierbei entspricht eine Druckseite ungefähr 4 Schreibmaschinenseiten mit 30 Zeilen und 65 Anschlägen je Zeile. Neben einem möglichst kurz gehaltenen Titel der Arbeit sind bis zu maximal 10 Schlagwörter und key words anzugeben. Manuskripte mit Tabellen und Abbildungen werden nur angenommen, wenn die Tabellen-Überschriften und die Abbildungsunterschriften in deutscher und englischer Sprache abgefasst sind. Der Beitrag soll neben einer deutschen Zusammenfassung eine Zusammenfassung in englischer Sprache (Summary mit Title of the paper) enthalten. Die Übersetzung ins Französische (Résumé) erfolgt i. Allg. durch den Verlag.

Um unnötige Korrespondenz zu vermeiden, werden die Autoren gebeten, bei Abfassung ihres Manuskriptes eine neuere Ausgabe der Allgemeinen Forst- und Jagdzeitung sowie die beim Verlag und bei den Herausgebern erhältlichen „Hinweise für die Autoren“ zu beachten.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH, 60311 Frankfurt/Main, Großer Hirschgraben 17-21, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von € 0,20 zu verwenden.

Anzeigenannahme: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main.

Anzeigenpreis: Die 43 mm breite mm-Zeile € 0,44. Für Geschäftsanzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

Verlag: J. D. Sauerländer's Verlag, Finkenhofstraße 21, D-60322 Frankfurt am Main, Fernruf (0 69) 55 52 17, Telefax (069) 5 96 43 44. eMail: J. D. Sauerlaenders.Verlag@t-online.de *Bankkonten:* Commerzbank, Frankfurt a. M. 5 408 075; Frankfurter Sparkasse (Girokonto 96 958); Postgirokonto: Frankfurt a. M. Nr. 896-607.

This journal is covered by ELFIS, EURECO, CAB Forestry Abstracts, Chemical Abstracts, by Current Contents Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences (CC/AB) and by the Science Citation Index® (SCI®) of Institute for Scientific Information.

Die Anschriften der Herausgeber:

Prof. Dr. K.-R. Volz, Institut für Forstpolitik der Universität Freiburg, Tennenbacher Straße 4, D-79085 Freiburg

Prof. Dr. Dr. h. c. H. Kramer, Institut für Waldinventur und Waldwachstum der Universität Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 10 des 173. Jahrgangs:

Prof. Dr. Klaus von Gadow, Universität Göttingen, Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Prof. Titular Dr. Manuel González Gómez, Economía Aplicada, Lagoas-marcosende s/n, E-36310 Vigo, Spanien

Prof. Dr. Hui Gangying, Universität Göttingen, Institut für Waldinventur und Waldwachstum, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Dipl.-Ing. Götz Nessing, Lindenstraße 67, D-15732 Eichwalde

Prof. Dr. D. R. Pelz, Universität Freiburg, Abteilung für Forstliche Biometrie, Werderring 6, D-79085 Freiburg

Prof. Dr. Hans Pretzsch, Universität München, Forstwissenschaftliche Fakultät, Am Hochanger 13, D-85354 Freising

Prof. Dr. Stefan Zerbe, TU Berlin, Institut für Ökologie, Rothenburgstraße 12, D-12165 Berlin

Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:

J. Maheut, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy

Aufsätze der Allgem. Forst- und Jagdzeitung seit 1949 in einem exklusiven Recherche-Modul auf dieser CD von *EURECO:* 26.279 Publikationen, 930.000 Keywords, zweisprachige Recherche **Deutsch-Englisch, virtuelle Bibliothek, Ausdrucke und Datenport in Profiversion; ab 69,– DM. aid,** Konstantinstraße 124, Stichwort 'ÖKOWALD', D-53179 Bonn
http//:www.fh-rottenburgde/greenlink/oekowald/index.html

Das Winkelmaß

Herleitung des optimalen Standardwinkels[1])

Aus dem Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen

(Mit 2 Tabellen und 3 Abbildungen)

Von G. Y. HUI und K. VON GADOW

(Angenommen Februar 2002)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Strukturparameter; räumliche Verteilungsmuster; Nachbarschaftsbeziehung.

Forest spatial structure; uniform angle index (winkelmaß); standard angle.

1. EINLEITUNG

Die Waldstruktur ist u.a. gekennzeichnet durch die räumliche Verteilung der Baumpositionen, der Baumdimensionen und der Baumarten. Strukturelle Vielfalt wird häufig als ein Indikator für ökologische Vielfalt und Stabilität angesehen. Diese Annahme ist nicht unbestritten. Dennoch ist die räumliche Struktur von Waldbeständen ein charakteristisches Merkmal, mit dessen Hilfe ungleichförmige Wälder mit individuellen Baumartenmischungen, Dimensionsverteilungen und Nachbarschaftsbeziehungen umfassend und genau beschrieben werden können.

Ein besonderes Interesse gilt der Verteilung der Baumpositionen im Gelände, der sog. *Individualverteilung*. Seit langem wurden zahlreiche Verfahren zur numerischen Beschreibung der *Individualverteilung* entwickelt (CLARK und EVANS, 1954; COX, 1971; UPTON und FINGLETON, 1985, 1989; BIBER, 1997; GLEICHMAR und GEROLD, 1998; SMALTSCHINSKI, 1998; ALBERT, 1999; STAUPENDAHL, 2001). Ein neuer Parameter, das sog. *Winkelmaß* (GADOW et al., 1998), welches wir im folgenden Abschnitt beschreiben, bietet gegenüber anderen Messgrößen wesentliche Vorzüge. Dazu gehören die Möglichkeit der Erfassung der räumlichen Waldstruktur mit Hilfe von Stichprobendaten ohne aufwendige Abstandsmessungen, die Möglichkeit der Ergebnisdarstellung in Form von Verteilungen der Einzelwerte und die gute Aussagekraft des Mittelwertes (ALBERT, 1999; POMMERENING und GADOW, 2000; HUI und HU, 2001). Aus diesem Grund wird das Winkelmaß bereits in allgemein verfügbarer forstlicher Software verwendet (z.B. im Waldwachstumssimulator *BWINPRO 6.0* – NAGEL et al., 2001 – und im Stichprobensimulationsprogramm *WALDSIM 3.0* – POMMERENING, 2001). Angesichts seiner Bedeutung für die Beschreibung komplexer Waldstrukturen und damit für die nachhaltige Nutzung ungleichaltriger Mischwälder erscheint es sinnvoll, die theoretischen Grundlagen des Winkelmaßes weiter zu verbessern.

2. DAS WINKELMASS

Das Winkelmaß W_i beschreibt die Regelmäßigkeit bzw. Unregelmäßigkeit der räumlichen Verteilung der 4 nächstgelegenen Bäume[2]) um einen Bezugsbaum i. W_i basiert auf der Klassifizierung der vom Bezugsbaum *i* ausgehenden Winkel α_j zwischen diesen 4 Bäumen und ihren jeweiligen Nachbarn. Als Nachbar wird hierbei der im Uhrzeigersinn nächste Baum betrachtet. Ein Sonderfall entsteht, wenn der Winkel zwischen zwei benachbarten Bäumen mehr als 180° beträgt. Zwischen diesen Bäumen wird dann gegen den Uhrzeigersinn gemessen. α_j ist also immer ≤ 180° (vgl. STAUPENDAHL, 2001). Als Bezugsgröße wird der Standardwinkel α_0 definiert, der bei sehr regelmäßiger Verteilung erwartet wird. Über den Vergleich der α_j mit dem Standardwinkel α_0 wird jeweils die binäre Zufallsvariable v_j ermittelt. Das Winkelmaß ist dann definiert als der Anteil der Winkel α_j, die kleiner sind als der Standardwinkel α_0:

$$W_i = \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{4} v_j \quad \text{mit } v_j = \begin{cases} 1, \alpha_j < \alpha_0 \\ 0, \text{sonst} \end{cases} \quad \text{und } 0 \le W_i \le 1 \qquad (1)$$

Ist $W_i = 0$, deutet dies auf eine starke lokale Regelmäßigkeit um den Bezugsbaum hin, während bei $W_i = 1$ eine ausgeprägt unregelmäßige bzw. geklumpte kleinräumige Baumverteilung zu erwarten ist. Bei 4 Nachbarn gibt es 5 mögliche Wertestufen für W_i (Abb. 1).

Als Schätzer für das Winkelmaß des Gesamtbestandes wird $\overline{W}$, das arithmetische Mittel[3]) aller W_i - Werte verwendet:

$$\overline{W} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} W_i \qquad (2)$$

mit W_i = *Winkelmaß* des i-ten Bezugsbaumes

N = Anzahl der Bezugsbäume

Ursprünglich legten GADOW et al. (1998) den theoretischen Standardwinkel mit $\alpha_0 = \frac{360°}{4}$ (1 + 0,1) willkürlich fest. Diese Toleranz von ± 0,1 wurde deshalb vorgeschlagen, weil ein Standardwinkel von α_0 = 360° / 4 für alle vier Nachbarn kaum erreichbar ist und somit eine sehr regelmäßige Verteilung nicht als solche erkannt werden würde. Diese willkürliche Definition erweist sich bei genauerer Betrachtung als nicht optimal. Um der großen Bedeutung des Standardwinkels für die Interpretation der Winkelmaßverteilung gerecht zu werden, empfiehlt es sich, den optimalen Standardwinkel zu bestimmen.

3. DER OPTIMALE STANDARDWINKEL (α_0)

Durch den Standardwinkel wird ein Waldbestand einem bestimmten Verteilungstyp (z.B. *regelmäßig* oder *geklumpt*) zugeordnet. In Übereinstimmung mit der Definition in Abbildung 1 ist der optimale Standardwinkel derjenige, der für eine zufällige Verteilung einen Mittelwert von $\overline{W}$ ergibt (Optimalitätskriterium).

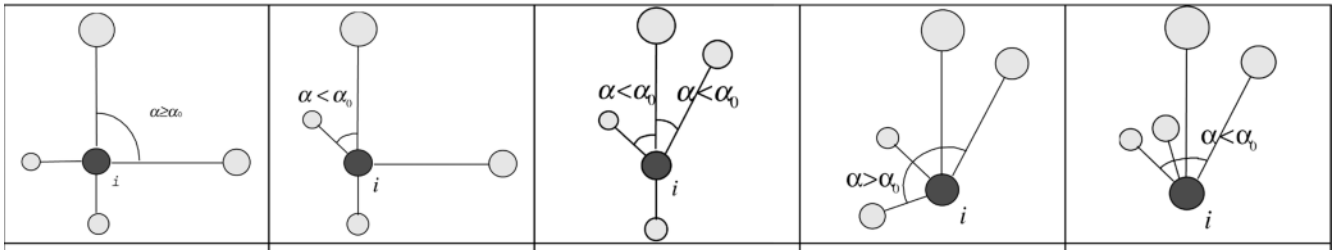
Zu diesem Zweck wurden mit dem Simulationsprogramm *Stochastic Geometry* Version 4.1 (Institut für Stochastik, 1997) jeweils 10 zufällig verteilte, geklumpte und regelmäßige Bestände mit gleicher Dichte erzeugt und ausgewertet. Zur Beschreibung der tatsächlichen räumlichen Verteilung dienten die L- und Paarkorrelationsfunktion (STOYAN und STOYAN, 1992).

---

[1]) Diese Arbeit wurde gefördert durch die ALEXANDER V. HUMBOLDT-Stiftung.

[2]) Auf Grund praktischer Überlegungen im Zusammenhang mit der Erfassung im Gelände und der Interpretationsmöglichkeiten haben sich vier Nachbarn als besonders geeignet erwiesen (ALBERT, 1999; HUI und HU, 2001).

[3]) Vgl. den Ansatz von STAUPENDAHL (2001), der das flächenbezogene *Winkelmaß W* verwendet. Das flächenbezogene *Winkelmaß* wird für den Gesamtbestand über das mit der Stammzahl gewogene Mittel aller W_i-Werte geschätzt.



$W_i = 0$	$W_i = 0{,}25$	$W_i = 0{,}5$	$W_i = 0{,}75$	$W_i = 1$

0	keiner der -Winkel j ist kleiner als $_0$ (sehr regelmäßig)
0,25	einer der -Winkel j ist kleiner als $_0$ (regelmäßig)
0,5	zwei der -Winkel j sind kleiner als $_0$ (zufällig)
0,75	drei der -Winkel j sind kleiner als $_0$ (unregelmäßig)
1	alle vier -Winkel j sind kleiner als $_0$ (sehr unregelmäßig)

Abb. 1

Mögliche Werte des Winkelmaßes bei vier Nachbarn und $\alpha_0 = 90°$

Possible values of the *Winkelmaß*, using the 4 nearest neighbours and $\alpha_0 = 90°$

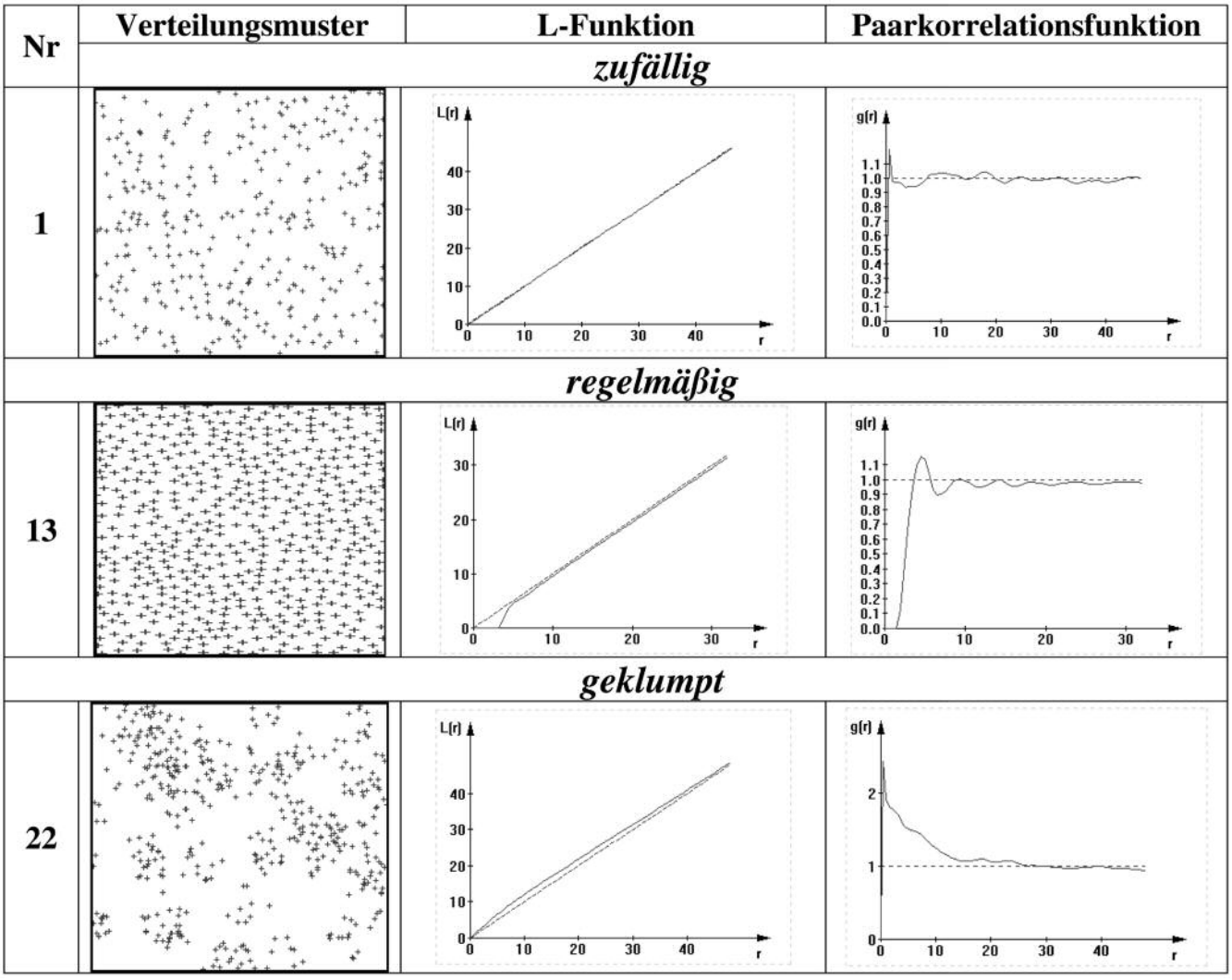


Abb. 2

Beispielhafte grafische Darstellung der Verteilungsmuster von jeweils einem Simulationsbestand und die dazugehörigen L- und Paarkorrelationsfunktionen

Graphic representation of the point patterns of three simulated stands and the associated L- and pair correlation functions

Abbildung 2 zeigt die Verteilungsmuster und die dazugehörigen L- und Paarkorrelationsfunktionen von jeweils einem der 10 zufällig verteilten, geklumpten und regelmäßigen Simulationsbestände.

Anschließend wurden mit Hilfe des Simulationsprogrammes *Generate 1,1* (ALBERT, 1998) die Winkelmaß-Verteilungen des Verteilungstyps „zufällig" für unterschiedliche Standardwinkel berechnet. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für 10 Bestände und drei Standardwinkel.

Aus Tabelle 1 ist ersichtlich, dass sich unterschiedliche Winkelmaß-Verteilungen für unterschiedliche Standardwinkel im gleichen zufällig verteilten Bestand ergeben. Mit einem Standardwinkel von 72º erhält man bei zufälliger Verteilung einen Winkelmaß-Mittelwert $\overline{W}$ von ungefähr 0,5. Diese Beobachtung wurde anhand von 100 weiteren Simulationsläufen unter Verwendung eines Standardwinkels von 72º bestätigt. Abbildung 3 zeigt die Verteilung des Winkelmaß-Mittelwertes ($\overline{W}$) dieser Simulationen. Der untere Grenzwert von $\overline{W}$ betrug 0,4815, der Mittelwert 0,4968 und der obere Grenzwert 0,5130. Aufgrund dieser Beobachtungen erfüllt ein Standardwinkel von 72º das eingangs genannte Optimalitätskriterium.

4. REGELMASSIGE UND GEKLUMPTE VERTEILUNGEN

Wie reagiert der Winkelmaß-Mittelwert bei Anwendung des optimalen Standardwinkels von 72º in geklumpten und regelmäßig verteilten Beständen? Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Simulationen für 10 regelmäßige und 10 geklumpte Bestände.

Bei regelmäßiger Verteilung liegt der Winkelmaß-Mittelwert außer bei Bestand 20 erheblich unterhalb des unteren Grenzwertes, bei geklumpter Verteilung erheblich oberhalb des oberen Grenzwertes der in Abbildung 3 dargestellten zufälligen Verteilung. Weitere Untersuchungen zur genauen Trennung und Einschätzung der Baum-Verteilungstypen aufgrund von Daten aus Stichproben sind erforderlich.

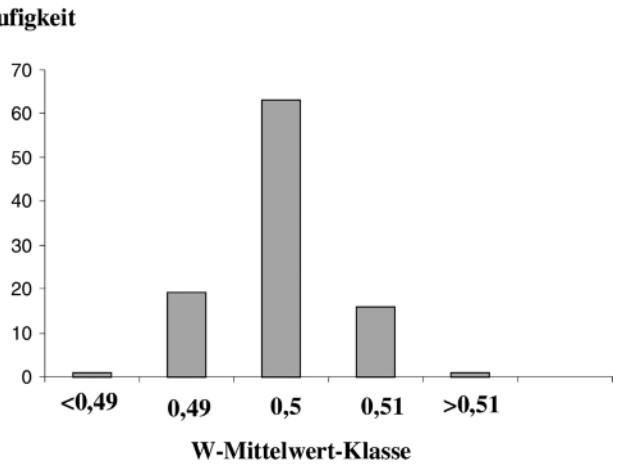


Abb. 3

Verteilung des Winkelmaß-Mittelwertes ($\overline{W}$) für 100 zufällig verteilte Bestände unter Verwendung des optimalen Standardwinkels von 72º

The distribution of the Winkelmaß mean ($\overline{W}$) for 100 stands with a random distribution using the optimum standard angle of 72º

5. DISKUSSION

Das Winkelmaß, ein Parameter zur Charakterisierung der Raumstruktur von Waldbeständen, beschreibt die Regelmäßigkeit der Verteilung der Nachbarn um den i-ten Bezugsbaum und ist relativ einfach im Gelände zu ermitteln. Anders als bei den üblichen Verfahren zur Beschreibung der räumlichen Verteilung ist eine Kenntnis der Baumpositionen nicht erforderlich. Die räumliche Struktur kann ohne aufwendige Abstandsmessungen im Rahmen von Stichprobeninventuren erfasst und beschrieben werden. Der Standardwinkel ist die Referenzgröße für die Regelmäßigkeit der Baumverteilung um den Bezugsbaum.

Tab. 1

Winkelmaß-Verteilungen von 10 poissonverteilten Simulationsbeständen für unterschiedliche Standardwinkel

Winkelmaß-distributions of 10 generated poisson forests with different standard angles

Standard Winkel	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$\overline{\overline{W}}$
67,5º	0	0,036	0,009	0,010	0,027	0,006	0,017	0,013	0,034	0,009	0,016	
	0,25	0,258	0,301	0,262	0,288	0,273	0,245	0,286	0,225	0,288	0,307	
	0,5	0,527	0,485	0,570	0,508	0,550	0,555	0,576	0,545	0,553	0,614	
	0,75	0,158	0,161	0,120	0,150	0,139	0,141	0,113	0,174	0,132	0,058	
	1	0,022	0,045	0,039	0,027	0,032	0,041	0,013	0,023	0,018	0,005	
	Mittel	0,468	0,483	0,479	0,465	0,480	0,486	0,457	0,482	0,466	0,433	0,470
72º	0	0,018	0,003	0,005	0,020	0,006	0,010	0,008	0,006	0,005	0,005	
	0,25	0,233	0,265	0,219	0,236	0,215	0,217	0,240	0,197	0,247	0,249	
	0,5	0,520	0,497	0,572	0,535	0,580	0,552	0,601	0,579	0,566	0,646	
	0,75	0,201	0,185	0,166	0,175	0,158	0,176	0,134	0,191	0,155	0,095	
	1	0,029	0,051	0,039	0,034	0,041	0,045	0,017	0,028	0,027	0,005	
	Mittel	0,497	0,504	0,504	0,492	0,504	0,507	0,478	0,510	0,489	0,462	0,495
76,5º	0	0,007	0,000	0,002	0,007	0,002	0,003	0,004	0,000	0,005	0,000	
	0,25	0,179	0,208	0,176	0,188	0,173	0,183	0,202	0,157	0,215	0,196	
	0,5	0,552	0,533	0,582	0,565	0,591	0,548	0,634	0,573	0,548	0,661	
	0,75	0,233	0,191	0,195	0,204	0,185	0,214	0,139	0,242	0,206	0,138	
	1	0,029	0,068	0,046	0,036	0,049	0,052	0,021	0,028	0,027	0,005	
	Mittel	0,524	0,530	0,526	0,519	0,526	0,532	0,493	0,535	0,509	0,488	0,518

Tab. 2

Winkelmaß-Verteilungen von 10 regelmäßigen und 10 geklumpten Simulationsbeständen unter Verwendung des optimalen Standardwinkels von 72º [4])

Winkelmaß-distributions of 10 simulated regular and 10 clumped distributions using the optimum standard angle of 72º [4])

	Nr.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	$\overline{\overline{W}}$
regelmäßig	0	1,000	1,000	0,074	0,070	0,047	0,043	0,029	0,008	0,027	0,011	
	0,25	0,000	0,000	0,412	0,398	0,416	0,369	0,343	0,284	0,272	0,226	
	0,5	0,000	0,000	0,449	0,450	0,460	0,486	0,521	0,556	0,561	0,597	
	0,75	0,000	0,000	0,066	0,083	0,077	0,103	0,106	0,152	0,134	0,153	
	1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,013	
	Mittel	0,000	0,000	0,377	0,386	0,392	0,412	0,426	0,463	0,456	0,483	0,340
	Nr.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
geklumpt	0	0,005	0,000	0,010	0,006	0,005	0,002	0,005	0,009	0,004	0,003	
	0,25	0,165	0,187	0,186	0,167	0,177	0,198	0,185	0,195	0,191	0,197	
	0,5	0,572	0,504	0,568	0,525	0,543	0,556	0,567	0,546	0,581	0,555	
	0,75	0,215	0,242	0,180	0,264	0,206	0,177	0,194	0,212	0,174	0,192	
	1	0,043	0,068	0,057	0,038	0,070	0,067	0,050	0,038	0,050	0,054	
	Mittel	0,532	0,547	0,522	0,540	0,539	0,527	0,525	0,519	0,519	0,524	0,529

[4]) In der Klasse „regelmäßig“ wurden für die Simulationsbestände 11 und 12 vollkommen regelmäßige quadratische Verteilungen (parallel zu den Bestandesrändern bzw. diagonal) vorgegeben, während die Verteilungen für die Bestände 13 bis 20 mit dem Simulationsprogramm Stochastic Geometry zufällig erzeugt wurden (dies erklärt den „Sprung“ in den Winkelmaß-Verteilungen). In der Klasse „geklumpt“ wurden alle Beständen mit dem Simulationsprogramm erzeugt.

In Übereinstimmung mit der Definition des Winkelmaßes ist der optimale Standardwinkel derjenige, der für eine zufällige Verteilung einen Mittelwert von $\overline{W}$ = 0,5 ergibt. Das Ziel dieser Untersuchung bestand darin, diesen optimalen Standardwinkel zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurden mit dem Simulationsprogramm Stochastic Geometry (Version 4.1; Institut für Stochastik, 1997) jeweils 10 zufällig verteilte, geklumpte und regelmäßige Bestände erzeugt. Zur Beschreibung der tatsächlichen räumlichen Verteilung dienten die L- und Paarkorrelationsfunktion.

Mit Hilfe der Simulationen wurde ein optimaler Standardwinkel von 72º ermittelt. Diese Beobachtung wurde anhand von 100 Simulationsbeständen bestätigt. Gibt es dafür eine plausible Erklärung? Es gibt zwei absolut regelmäßige geometrische Verteilungen, die hexagonale Verteilung mit einem Winkel zwischen 6 benachbarten Bäumen von 60º und die quadratische Verteilung mit einem Winkel zwischen 4 benachbarten Bäumen von 90º. Ist der Wert des Standardwinkels sehr niedrig (z.B. 60º), so vermuten wir, dass unregelmäßige Verteilungen häufiger als regelmäßig angesehen werden. Ein zu hoher Wert von α_0 (z.B. 90º), der in der Natur kaum jemals erreicht wird, könnte dagegen dazu führen, dass regelmäßige Baumverteilungen häufiger als unregelmäßig eingestuft werden. Interessanterweise entspricht unser empirisch ermittelter Standardwinkel von 72° genau dem harmonischen Mittel zwischen 60° und 90°. In einer speziellen Untersuchung soll noch geklärt werden, ob es für diese Tatsache eine plausible Begründung gibt.

Jedenfalls ermöglicht der optimale Standardwinkel von 72º eine gute Interpretation des Winkelmaßes. Die Interpretation ist kongruent mit der Definition in Abbildung 1 und bildet eine Grundlage für die genauere Klassifizierung räumlicher Strukturen, die allerdings in einer weiterführenden Untersuchung noch präzisiert werden muss.

6. DANKSAGUNG

Wir danken Herrn KAI STAUPENDAHL für die Hilfe bei der Generierung einiger Simulationsbestände und Herrn Prof. Dr. SABOROWSKI sowie Herrn Prof. Dr. KLEINN für wertvolle Hinweise.

7. ZUSAMMENFASSUNG

Die Arbeit befasst sich mit der Verbesserung der Theorie des Winkelmaßes. Der Standardwinkel, die Referenzgröße für die Regelmäßigkeit der Baumverteilung um den Bezugsbaum, ist ein wichtiger Faktor für die Effizienz des Winkelmaßes zur Beschreibung räumlicher Waldstrukturen (Abb. 1). Bei Verwendung eines optimalen Standardwinkels von 72º ergibt sich bei zufälliger Baumverteilung ein Winkelmaß-Mittelwert von 0,5. Diese Beobachtung wurde anhand von 100 Simulationsbeständen bestätigt (Abb. 3).

8. Summary

Title of the paper: *The optimum standard angle of the Winkelmaß.*

The objective of the paper is to improve the theory of the *Winkelmaß,* – a measure for describing spatial forest structures (Fig. 1). The *standard angle,* which implies absolute regularity of the spatial distribution of the neighbouring trees around a reference tree, is an important factor influencing the efficiency of the *Winkelmaß,*for describing the spatial distribution of a forest. Based on 100 simulation stands of one ha including 1000 trees each, a standard angle of 72° was found to be optimal, producing a Winkelmaß-mean value $\overline{W}$ of 0.5 in poisson distributed tree populations (Fig. 3).

9. Résumé

Titre de l’article: *La mesure angulaire – Détermination de l’angle standard optimal.*

Ce travail est consacrié à l’amélioration de la théorie de la mesure angulaire. L’angle standard, c’est à dire la grandeur de référence pour la régularité de la distribution des arbres sur le terrain, est un facteur important de l’efficacité des mesures angulaires pour décrire les structures spatiales des forêts (Fig. 1). Lorsqu’on retieret un angle standard de 72° il en résulte que la valeur moyenne des mesures angulaire $\overline{W}$ ressort à 0,5 pour une distribution au hasard. Cette observation a été vérifiée d’après 100 simulations de peuplements. J. M.

10. Literatur

ALBERT, M.: Analyse der eingriffsbedingten Strukturveränderung und Durchforstungsmodellierung in Mischbeständen. Dissertation, Universität Göttingen. Hainholz Verlag, 63–68, 1999

BIBER, P.: Analyse verschiedener Strukturaspekte von Waldbeständen mit dem Wachstumssimulator SILVA 2. Vortrag anläßlich der Jahrestagung 1997 der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten. Tagungsbericht, 100–120, 1997

CLARK, P. J. and EVANS, F. C.: Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations. Ecology **35**: 445–453, 1954

COX, F.: Dichtebestimmung und Strukturanalyse von Pflanzenpopulation mit Hilfe von Abstandsmessungen. Mitt.d.BFA f. Forst- u. Holzwirtschaft, Nr. 87. Kommissionsverlag Max Wiedebusch, Hamburg: 182 S., 1971

GADOW, K. v., HUI, G.Y. und ALBERT, M.: Das Winkelmaß – ein Strukturparameter zur Beschreibung der Individualverteilung in Waldbeständen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen **115**(1): 1–9, 1998

GLEICHMAR, W. und GEROLD, D.: Indizes zur Charakterisierung der horizontalen Baumverteilung. Forstw. Cbl. **117**: 69–80, 1998

HUI, G. Y. und HU, Y. B.: Measuring species spatial segregation in mixed forest. Forest Research **14**(1): 23–27. (in Chinese), 2001

Institut für Stochastik: Simulationsprogramm *Stochastic Geometry* Version 4.1. TU Bergakademie Freiberg, 1997

NAGEL, J., ALBERT, M. und SCHMIDT, M.: Online-Dokumentation zum Prognose- und Entscheidungsmodell BWINPro 6.0. http://www.nfv.gwdg.de/nfv abw01.htm, 2001

POMMERENING, A.: Describing and Interpreting Forest Structures. In: A. Akça et al. (Hrsg.): Waldinventur, Waldwachstum und Forstplanung – Moderne Technologien, Methoden und Verfahrensweisen. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. K. VON GADOW. Zohab-Verlag, Göttingen. 73–89, 2001

POMMERENING, A. und GADOW K. v.: Zu den Möglichkeiten und Grenzen der Strukturerfassung mit Waldinventuren. Forst und Holz **55**(19): 622–630, 2000

SACHS, L.: Angewandte Statistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 71–197, 1973

SMALTSCHINSKI, TH.: Charakterisierung von Baumverteilungen. Forstw. Cbl. **117**: 355–361, 1998

STAUPENDAHL, K.: Das flächenbezogene Winkelmaß Wf -Ein Index zur quantitativen Beschreibung der horizontalen Baumverteilung. In: A. Akça et al. (Hrsg.): Waldinventur, Waldwachstum und Forstplanung – Moderne Technologien, Methoden und Verfahrensweisen. Festschrift zum 60. Geburtstag von Prof. Dr. K. VON GADOW. Zohab-Verlag, Göttingen. 101–115, 2001

STOYAN, D. and PENTTINEN, A.: Spatial Point Process Methods in Forestry Statistics. Technische Universität Bergakademie Freiberg. Fakultät für Mathematik und Informatik. Preprint 98–7. 66 S., 1998

STOYAN, D. und STOYAN, H.: Fraktale Formen Punktfelder. Methoden der Geometrie-Statistik. Akademie-Verlag, Berlin. 394 S., 1992

UPTON, G. and FINGLETON, B.: Spatial Data Analysis by Example. Vol. 2: Categorical and Directional Data. John Wiley & Sons. 416 S., 1985

UPTON, G. and FINGLETON, B.: Spatial Data Analysis by Example. Vol. 1: Point Pattern and Quantitative Data. John Wiley & Sons. 410 S., 1989

Wild und Waldvegetation – Ergebnisse des Monitorings im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg) nach 6 Jahren

Aus dem Institut für Ökologie, Technische Universität Berlin

(Mit 6 Abbildungen und 3 Tabellen)

Von G. NESSING[1]) und S. ZERBE[2])

(Angenommen März 2002)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Artenvielfalt; Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin; Gehölzverjüngung; Krautschicht; Monitoring; Schalenwild; Waldvegetation; Weiserflächenverfahren; Wildverbiss.

Biosphere reserve Schorfheide-Chorin; browsing damage; forest vegetation; herb layer; monitoring; permanent plots; species diversity; tree rejuvenation; ungulates.

1. EINLEITUNG

Die forstliche Bestandesbegründung mit Hilfe der natürlichen Gehölzverjüngung wird heute als eines der wichtigsten Ziele des naturnahen Waldbaus angesehen. Zwar muss bei der natürlichen Verjüngung der Baumarten von einem komplexen Wirkungsgefüge der abiotischen und biotischen Standortsfaktoren ausgegangen werden, doch übernimmt häufig der Einfluss des Wildes eine Schlüsselrolle (AMMER, 1996; ZERBE et al., 2000). Überhöhter Wildbestand und daraus resultierende Schäden an der Waldvegetation werden seit langem als ein herausragendes waldbauliches Problem intensiv diskutiert (z. B. MÜLLER-USING, 1951; UECKERMANN, 1959). Die Aktualität der Wald-Wild-Thematik wird durch zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen in den letzten Jahren belegt (z. B. ROTH, 1995; KÖNIG, 1997; SCHULZE, 1998; RÜEGG et al., 1999; KRIEBITZSCH et al., 2000).

Eine besondere Bedeutung kommt der Wildproblematik vor dem Hintergrund der landesweit angestrebten Umwandlung der großflächig verbreiteten, anthropogenen Nadelholzreinbestände in naturnahe Laubmischwälder zu. Mit Blick auf das Hauptziel bei der gegenwärtigen Bewirtschaftung der Wälder im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg), nämlich die „Umwandlung der instabilen Kiefernforsten in artenreiche, kleinflächig strukturierte Mischwälder“ (LUTHARDT und BEYER, 1998), wurde dort 1993 mit der Einrichtung eines repräsentativen Netzes von ungezäunten und gezäunten Vergleichsflächen eine Grundlage für ein Monitoring des Wildeinflusses auf die Waldvegetation geschaffen. Mit 110 Weiserflächenpaaren stellt dies eines der umfassendsten Programme in Deutschland zur Ermittlung des Wildeinflusses dar. Nach LUTHARDT und BEYER (1998) verdeutlichen die ersten Ergebnisse dieses Monitorings (vgl. auch BEYER, 1997; DOBIÁŠ, 1998), sowohl aus forstökonomischer als auch aus naturschutzfach-

[1]) Dipl.-Ing. GÖTZ NESSING, Lindenstraße 67, 15732 Eichwalde, Tel.: 030-67 819 802, Nessing@gmx.de

[2]) Prof. Dr. STEFAN ZERBE, TU Berlin, Institut für Ökologie, Rothenburgstraße 12, 12165 Berlin, Tel.: 030-31 47 11 94, Stefan.Zerbe@TU-Berlin.de

licher Sicht, den „unakzeptablen Einfluss des Wildes auf die Verjüngung der Bestände“. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die jüngsten Erhebungs- und Auswertungsergebnisse darzustellen und zu diskutieren. Hierbei werden nicht nur die Ergebnisse bezüglich der Gehölzverjüngung bzw. ausgewählter Baumarten, sondern auch die Auswirkungen einer Flächenzäunung auf die krautige Vegetation berücksichtigt.

2. UNTERSUCHUNGSGEBIET

Das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin im Nordosten Brandenburgs ist mit einer Fläche von ca. 1.290 km^2 eines der größten Schutzgebiete Deutschlands. Die jungpleistozäne Landschaft im nordostdeutschen Tiefland ist durch kleinflächig wechselnde Bodenverhältnisse geprägt (SCHULZKE, 1994). Während die Waldbestockung auf den vergleichsweise nährstoffreichen und gut mit Wasser versorgten Böden der Grund- und Endmoränen vornehmlich durch das Vorkommen der Buche und anderer Laubbäume charakterisiert ist, finden sich auf den sauren und nährstoffarmen Böden der Sanderflächen ausgedehnte Kiefernanpflanzungen (z. B. SCAMONI, 1975). Klimatisch ist das Gebiet des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin durch einen Übergang von atlantisch zu kontinental geprägtem Klima gekennzeichnet. Dies drückt sich beispielsweise in den von 640 mm im Westen auf 480 mm im Osten abnehmenden mittleren Jahresniederschlägen aus (SCHULZKE, 1994).

Etwa die Hälfte der Fläche des Schutzgebietes ist mit Wald bedeckt. Somit ist die Forstwirtschaft, neben der Landwirtschaft, die Landnutzungsform mit der größten Flächenbeanspruchung. Der hohe, v. a. in den strukturarmen Kiefernbeständen auftretende Wildverbiss ist nach LUTHARDT und BEYER (1998) eine zwangsläufige Folge der die Lebensraumkapazität übersteigenden Wilddichten. So errechnete BEYER (1997) beispielsweise für ein ausgewähltes, im wesentlichen bewaldetes Teilgebiet des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin Mindestbestandsdichten von ca. 8 Rehen, 2,8 Stück Rotwild, 2,5 Stück Damwild und 8 Stück Schwarzwild pro 100 Hektar.

3. METHODE

3.1 Flächenauswahl und Datenerhebung

Im Jahre 1993 wurde im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin ein flächendeckendes Netz von repräsentativen Weiserflächenpaaren in Anlehnung an die Methode von REIMOSER und SUCHANT (1992) angelegt. Die Flächenauswahl wurde zunächst entsprechend der Waldverteilung in einem Raster mit Flächen à 2,5 km^2 durchgeführt (LUTHARDT und BEYER, 1998). Eine Modifizierung dieser Auswahl erfolgte dann in Absprache mit den örtlichen Bewirtschaftern auf der Grundlage folgender Kriterien: Die Weiserflächenpaare sollten in Beständen angelegt werden, die 1) eine Verjüngung erwarten ließen, 2) die durchschnittlichen standörtlichen Verhältnisse der Untersuchungseinheit (z. B. Oberförsterei) widerspiegeln, 3) nicht in direkter Nachbarschaft zu Störquellen (z. B. Kirrungen, Ansitze) liegen, 4) möglichst homogene standörtliche Verhältnisse (z. B. Topographie, Baumschichtdeckung) aufweisen und 5) mindestens 1 ha groß sind. Bei den Weiserflächenpaaren handelt es sich um eine gezäunte und ungezäunte Fläche von jeweils 12 m x 12 m (weitere Angaben bei LUTHARDT und BEYER, 1998).

Die Aufnahme der gesamten Vegetation erfolgte im Zentrum der Weiserflächen auf 10 m x 10 m nach der Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Die Gehölzverjüngung wurde qualitativ (Gehölzart, Wuchshöhe) und quantitativ (Individuenzahl/Aufnahmefläche) in Abhängigkeit von den Verjüngungszahlen auf 25, 50 oder 100 m^2 erfasst und auf 1 ha hochgerechnet (vgl. z.B. ENRIGHT et al., 1999; ZERBE, 2002). In der vorliegenden Arbeit wurden die folgenden Wuchshöhenklassen ausgewertet: < 25 cm (incl. der zusätzlich erhobenen Wuchshöhenklasse der Sämlinge), 25–70 cm, 70–130 cm, > 130 cm. Nach der Erstaufnahme auf den neu angelegten Monitoringflächen im Jahre 1993 erfolgten eine Folgeerhebung im Jahr 1995/1996 (Ergebnisse bei DOBIÁŠ, 1998 und LUTHARDT und BEYER, 1998) und eine weitere im Jahr 1999, deren Ergebnisse hier vorgestellt werden.

3.2 Differenzierung nach Bestandestypen

Um ein möglichst differenziertes Bild des Schalenwildeinflusses zu erhalten, wurden für die vorliegende Untersuchung die im Rahmen des Monitorings erfassten Bestandestypen entsprechend der Hauptbaumarten (Angaben gemäß LAND BRANDENBURG, 1993) und der vegetationskundlich bzw. standortsökologisch diagnostischen Arten in der Krautschicht unterschieden (NESSING, 2001). Zudem sollte der Stichprobenumfang in den einzelnen Bestandestypen eine statistische Analyse erlauben. Seit Einrichtung des Weiserflächennetzes 1993 verloren 30 Flächenpaare beispielsweise durch Hiebsmaßnahmen im Bestand oder Zaunschäden ihre Funktion. Somit standen für die vorliegende Auswertung insgesamt 80 Flächenpaare zur Verfügung, von denen sich 25 in Buchen-, 14 in Eichen- und 41 in Kiefernbeständen befanden. Die Bestände stocken auf oligo- bis mesotrophen Standorten und repräsentieren u. a. die im Untersuchungsgebiet vorkommenden Pflanzengesellschaften des Luzulo pilosae- und Galio odorati-Fagetum, Betulo-Quercetum und Pleurozio schreberi-Pinetum (vgl. SCAMONI, 1975; ZERBE et al., 2000 u. a.).

3.3 Datenauswertung

Auf der Grundlage des aus dem Jahr 1999 vorliegenden Datenmaterials (BIOSPHÄRENRESERVAT SCHORFHEIDE-CHORIN, 2000) wurde ein aktueller Vergleich zwischen den ungezäunten und den gezäunten Flächen durchgeführt (z. B. Artenvorkommen und -zahlen der Krautschicht). Weiterhin wurden Veränderungen der Gehölzartenzahlen und Verjüngungsstruktur seit Anlage der Probeflächen im Jahr 1993 herausgearbeitet. Da in den Weiserflächen bisher keine Lichtmessungen erfolgten, wurde der Deckungsgrad der Vegetationsschichten als Indikator für das Lichtklima in den Beständen herangezogen.

Bei der statistischen Analyse kam der nicht-parametrische Mann-Whitney-Test für unabhängige Stichproben zur Anwendung (BROSIUS und BROSIUS, 1995; Statistikprogramm SPSS 9.0). Dazu wurden die Deckungswerte nach BRAUN-BLANQUET (1964) in skalare Werte transformiert (vgl. BEMMERLEIN-LUX et al., 1994). Der statistische Test der Häufigkeitsveränderungen von Arten in der Krautschicht integriert Frequenz- und Abundanzveränderungen. Hinsichtlich der Gehölzverjüngung in den gezäunten und ungezäunten Weiserflächen werden die Ergebnisse für die Baumarten Buche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus robur* et *petraea*), Birke (*Betula pendula*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Faulbaum (*Frangula alnus*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*) dargestellt. Besondere Beachtung bei der Auswertung der Gehölzverjüngung erfährt die Wuchshöhenklasse > 130 cm, da hier i. a. davon ausgegangen werden kann, dass die Bäume aus der Äserhöhe herausgewachsen sind (SUCHANT und ROTH, 1995; KÖNIG, 1997; REIMOSER, 1999).

4. ERGEBNISSE

4.1 Gesamtdeckung der Vegetationsschichten

Beim Vergleich der aktuellen Gesamtdeckung der Vegetationsschichten in den untersuchten Bestandestypen (Abb. 1) ergibt sich lediglich für die Strauchschicht der Kiefernbestände ein statistisch abgesicherter Unterschied der Mittelwerte (Mediane). Dort ist die Gesamtdeckung der Strauchschicht in den gezäunten Flächen hoch signifikant höher ($p < 0,01$). Insbesondere bei der Baumschicht, die

wesentlichen Einfluss auf das Lichtklima in den Gehölzbeständen hat, muss für die gezäunten wie auch die ungezäunten Weiserflächen von ähnlichen Verhältnissen ausgegangen werden, was sich auch in ähnlichen mittleren Deckungswerten der Krautschicht widerspiegelt.

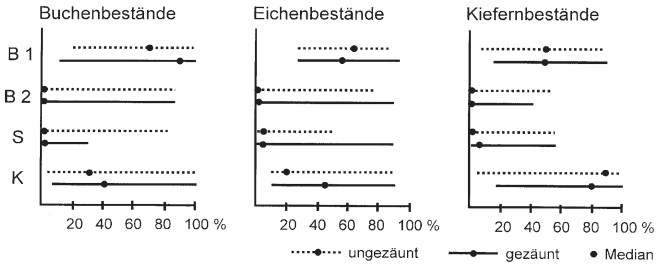


Abb. 1:

Mittelwerte (Mediane) und Spanne der Gesamtdeckung der Vegetationsschichten in den ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände im Aufnahmejahr 1999; B1 = obere Baumschicht, B2 = untere Baumschicht, S = Strauchschicht, K = Krautschicht

Mean values (medians) and range of the total cover in the vegetation layers of the unfenced and fenced permanent plots within the beech, oak and pine stands in 1999; B1 = upper tree layer, B2 = lower tree layer, S = shrub layer, K = herb layer

4.2 Artenzahlen und Artenvorkommen in der Krautschicht

Während der Vergleich zwischen den aktuellen mittleren Artenzahlen auf der Basis der Vegetationsaufnahmen in der Krautschicht für die Buchen- und Eichenbeständen keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den gezäunten und ungezäunten Probeflächen ergab, ist die ohnehin sehr geringe mittlere Artenzahl der Krautschicht in den ungezäunten Kiefernbeständen (Median = 8) gegenüber den gezäunten (Median = 7) statistisch signifikant höher (Tab. 1).

Tab. 1

Mittlere Artenzahlen (Mediane und Spanne) der Krautschicht in den ungezäunten (ungez.) und gezäunten (gez.) Weiserflächen (* = mittl. Artenzahl statistisch signifikant höher mit p < 0,05)

Mean species number (medians and range) of the herb layer in unfenced (ungez.) and fenced (gez.) permanent plots (* = mean species number significantly higher with p < 0,05)

	Median (Spanne)	
	ungez.	gez.
Buchenbestände	10 (1–23)	11 (4–26)
Eichenbestände	13 (3–32)	16 (4–36)
Kiefernbestände	8* (3–26)	7 (3–13)

Mit den Vegetationsaufnahmen im Erhebungsjahr 1999 ließen sich sowohl in den ungezäunten als auch in den gezäunten Weiserflächen bestimmte Arten in der Krautschicht statistisch signifikant häufiger als in den Vergleichsflächen nachweisen (Tab. 2). In den Buchenbeständen fand sich auf den ungezäunten Flächen die Birke häufiger. In den Kiefernbeständen traten Faulbaum, Eberesche und Buche und zudem Pfeifengras (*Molinia caerulea*) und Vogelmiere (*Stellaria media*) häufiger auf den Flächen ohne Zaun auf. Dagegen wurde in den Eichenbeständen der Spitz-Ahorn (*Acer platanoides*) und in den Buchenbeständen die Wild-Birne (*Pyrus pyraster*) häufiger in den gezäunten Vergleichsflächen notiert. Somit ergab die statistische Analyse der aktuellen Vorkommenshäufigkeiten aller Arten lediglich für 2 krautige Arten einen signifikanten Unterschied. Demgegenüber konnte für 6 Baumarten ein häufigeres Vorkommen in den ungezäunten bzw. den gezäunten Weiserflächen belegt werden.

Tab. 2

Bezogen auf das Erhebungsjahr 1999 statistisch signifikant häufiger in den ungezäunten bzw. gezäunten Weiserflächen auftretende Arten der Krautschicht (Signifikanzniveaus: ** = p < 0,01 und * = p < 0,05)

In 1999, significantly more frequently occurring species in the herb layer of the unfenced and fenced permanent plots, respectively (level of significance: ** = p < 0,01 and * = p < 0,05)

	häufiger in ungezäunten Flächen	häufiger in gezäunten Flächen
Buchenbestände	Betula pendula *	Pyrus pyraster *
Eichenbestände	- -	Acer platanoides *
Kiefernbestände	Molinia caerulea ** Sorbus aucuparia ** Fagus sylvatica * Frangula alnus * Stellaria media *	- -

4.3 Gehölzartenzahlen und Verjüngungsstruktur

Die Gehölzverjüngung in den gezäunten und ungezäunten Weiserflächen im Jahr 1993 zeigt in den drei Bestandestypen hinsichtlich der mittleren Artenzahlen relativ geringe Unterschiede (Abb. 2). Höchste Artenzahlen bis > 10 wurden in den Wuchshöhen bis 70 cm erfasst. Dagegen bleiben die Gehölzartenzahlen in den beiden Wuchshöhenklassen über 70 cm in allen Bestandestypen meist unter 5. Nach 6 Jahren hat die Artenzahl der Gehölze gegenüber 1993 sowohl in den gezäunten als auch den ungezäunten Untersuchungsflächen in nahezu allen Wuchshöhenklassen und in allen Bestandestypen zugenommen, wobei die Maximalwerte jeweils in den ungezäunten Flächen erreicht werden. Auffallend ist jedoch der vergleichsweise starke Anstieg der Gehölzartenzahlen in den gezäunten Flächen besonders in den Wuchshöhenklassen über 70 cm.

Um Veränderungen der Verjüngungshäufigkeit der Baumarten Eiche, Buche, Birke, Eberesche und Faulbaum in den 6 Jahren des Monitorings beurteilen zu können, wurden zunächst die Vorkommenshäufigkeiten in den vier differenzierten Wuchshöhenklassen im Jahr 1993 verglichen. Hierbei wurden bei keiner der genannten Baumarten signifikante Unterschiede zwischen den neu angelegten Weiserflächenpaaren festgestellt (p > 0,05), so dass von einer vergleichbaren Ausgangssituation ausgegangen werden kann. Dagegen ließen sich im Jahr 1999 für verschiedene Wuchshöhenklassen statistisch signifikante Unterschiede der Verjüngungszahlen in gezäunten und ungezäunten Flächen nachweisen. Tabelle 3 zeigt für alle untersuchten Bestände, dass Birke, Eberesche und Faulbaum in Wuchshöhen < 70 cm in den ungezäunten Flächen häufiger auftreten. Demgegenüber lässt sich in den Wuchshöhenklassen > 70 cm ein häufigeres Vorkommen verschiedener Baumarten in den gezäunten Flächen statistisch nachweisen.

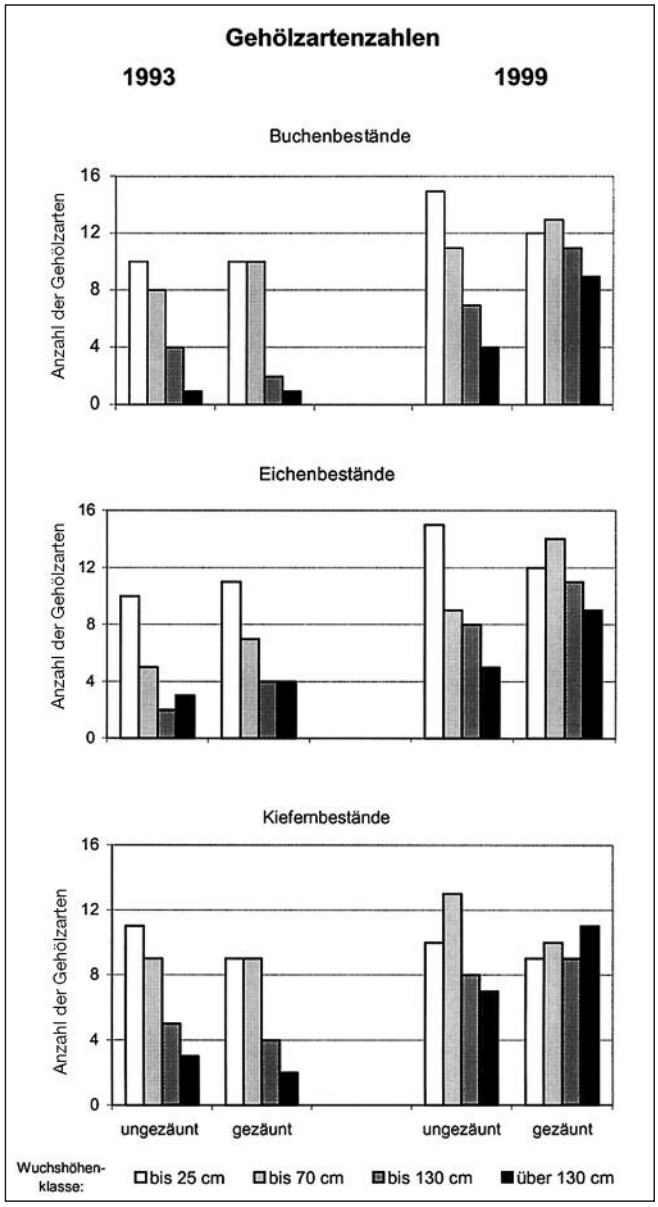


Abb. 2

Entwicklung der Gehölzartenzahlen in den ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände im Beobachtungszeitraum von 6 Jahren, differenziert nach Wuchshöhenklassen

Development of the numbers of woody species in the unfenced and fenced permanent plots within the beech, oak and pine stands during the monitoring from 1993 to 1999, differentiated in growth height classes

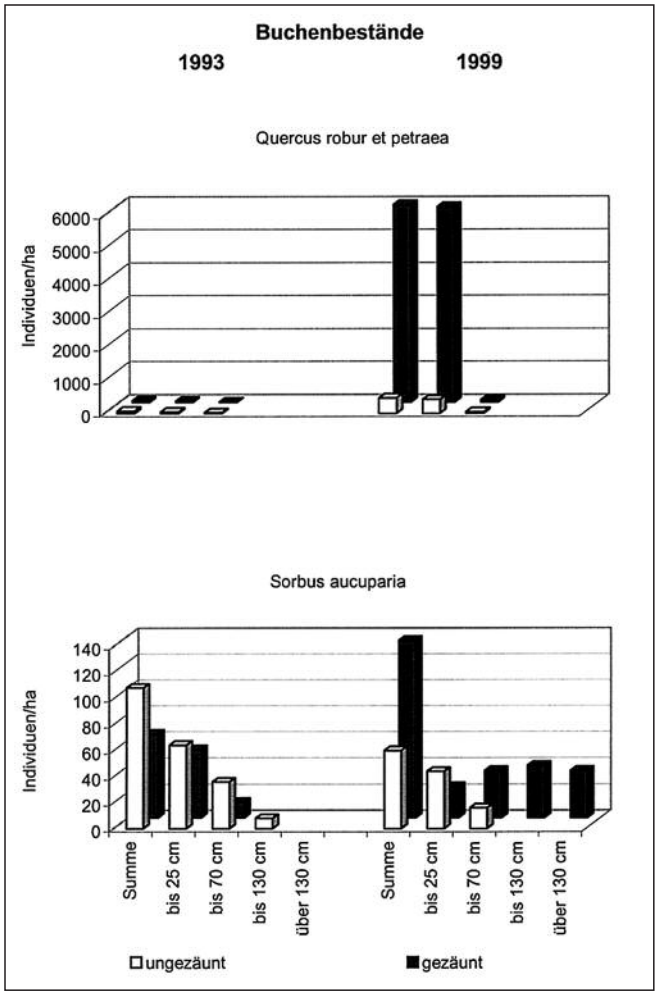


Abb. 3

Häufigkeitsveränderungen (in Individuen/ha) von Eiche (*Quercus robur* et *petraea*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) in den ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Buchenbestände im Beobachtungszeitraum von 6 Jahren, differenziert nach Wuchshöhenklassen

Changing of the rejuvenation frequency (in individuals per hectare) of oak (*Quercus robur* et *petraea*) and rowan (*Sorbus aucuparia*) in the unfenced and fenced permanent plots within the beech stands between 1993 and 1999

Der aktuelle, nach Bestandestypen differenzierte Vergleich der Wuchshöhenklasse > 130 cm erbrachte ein häufigeres Auftreten ausschließlich für die gezäunten Flächen. So tritt in den Kiefernbeständen die Buche signifikant ($p < 0,05$) häufiger auf, Eiche und Eberesche treten hoch signifikant ($p < 0,01$) häufiger auf. In den Eichenbeständen kommt die Eberesche signifikant häufiger ($p < 0,05$) vor. Bezogen auf das Erhebungsjahr 1999 traten dagegen in den ungezäunten Flächen in der Wuchshöhenklasse > 130 cm keine Gehölze signifikant häufiger auf.

4.4 Häufigkeitsveränderungen ausgewählter Baumarten

Anhand ausgewählter Baumarten werden im folgenden Häufigkeitsveränderungen in den drei untersuchten Bestandestypen und differenziert nach Wuchshöhenklassen dargestellt. In den Buchenbeständen findet sich sowohl zu Beginn der Untersuchung als auch nach 6 Jahren Verjüngung der Eiche nur in den Wuchshöhenklassen < 70 cm (Abb. 3). 1999 wurden in den gezäunten Flächen im Mittel insgesamt über 5.000 Individuen/ha, in den ungezäunten demgegenüber weniger als 500 aufgenommen. Bei der Eberesche ist 1999 in den gezäunten Flächen insgesamt eine Zunahme der Individuen/ha und, im Vergleich zu 1993, ein Aufwachsen über die Äserhöhe von 130 cm festzustellen.

In den Eichenbeständen stellt sich die Vorkommenshäufigkeit von Buche, Eiche und Eberesche im Jahr 1993 in den gezäunten und ungezäunten Flächen vergleichsweise ähnlich dar (Abb. 4). Nach 6 Jahren lassen sich in den gezäunten Flächen höhere Individuenzahlen/ha notieren, bei Buche und Eberesche insbesondere in den Wuchshöhen > 70 cm.

Vor dem Hintergrund der Umwandlung von Kiefernreinbeständen in Laubmischwälder kommt der Laubbaumverjüngung eine besondere Bedeutung zu. Daher werden neben den in Nadelholzreinbeständen am häufigsten auftretenden Weichlaubbäumen

Tab. 3

Statistisch signifikante Häufigkeitsunterschiede der Baumarten *Quercus robur* et *petraea, Fagus sylvatica, Betula pendula, Sorbus aucuparia* und *Frangula alnus* in ungezäunten bzw. gezäunten Weiserflächen, differenziert nach vier Wuchshöhenklassen; berücksichtigt sind alle Bestandestypen bezogen auf das Erhebungsjahr 1999 (Signifikanzniveaus: ** = p < 0,01 und * = p < 0,05)

Statistically significant differences in individual numbers of *Quercus robur* et *petraea, Fagus sylvatica, Betula pendula, Sorbus aucuparia,* and *Frangula alnus* in unfenced and fenced permanent plots, differentiated in four growth height classes; all stand types are taken into account, referred to 1999 (level of significance: ** = p < 0,01 and * = p< 0,05)

Wuchshöhenklasse	häufiger in ungezäunten Flächen				häufiger in gezäunten Flächen			
	bis 25 cm	25– 70 cm	70– 130 cm	> 130 cm	bis 25 cm	25– 70 cm	70 –130 cm	> 130 cm
Qu. robur et petraea	–	–	–	–	–	–	**	**
Fagus sylvatica	**	–	–	–	–	–	**	**
Betula pendula	*	–	–	–	–	–	–	*
Sorbus aucuparia	–	**	–	–	–	–	–	**
Frangula alnus	–	*	–	–	–	–	–	–

Eberesche und Birke (Zerbe und Meiwes, 2000) die im nördlichen Brandenburg an der Bildung naturnaher Laubwälder maßgeblich beteiligten Baumarten Buche und Eiche betrachtet. Die Vorkommenshäufigkeiten dieser sich in den Kiefernbeständen spontan verjüngenden Laubbäume sind 1993 wie auch 1999 insgesamt sehr gering (Abb. 5): In der Summe wurden sowohl in den gezäunten als auch in den ungezäunten Flächen < 500 Individuen/ha festgestellt. Allerdings zeigen sich 1999 in den gezäunten Flächen bei allen betrachteten Gehölzarten höhere Individuenzahlen in der Wuchshöhe > 130 cm. In den ungezäunten Flächen wurden demgegenüber höheren Individuenzahlen der Wuchshöhenklasse bis 25 cm ermittelt.

Untersucht wurde weiterhin die Verjüngung der forstlichen Hauptbaumarten des Biosphärenreservats Schorfheide-Chorin (*Fagus sylvatica*, *Quercus robur* et *petraea*, *Pinus sylvestris*, *Carpinus betulus, Acer* spec., *Tilia* spec.) in der Wuchshöhenklasse > 130 cm. In allen Bestandestypen zeigen sich erheblich höhere Individuenzahlen in den gezäunten Weiserflächen (Abb. 6). Für die Buchen- und Eichenbestände konnten in den ungezäunten Flächen jeweils nur ca. 30%, für die Kiefernbestände lediglich ca. 1% der Individuenzahlen/ha ermittelt werden, die in den gezäunten Flächen erreicht wurden.

5. DISKUSSION

5.1 Vergleichbarkeit der Weiserflächen

Bei dem hier zugrunde liegenden experimentellen Ansatz mit gezäunten und ungezäunten Weiserflächen zur Ermittlung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation ist eine der wichtigsten Voraussetzungen die Vergleichbarkeit der Flächen. V. a. die als Indikator für das Lichtklima in den untersuchten Gehölzbeständen verwendete aktuelle Gesamtdeckung der Baumschichten, die keine signifikanten Unterschiede zwischen gezäunten und ungezäunten Flächen aufweist, lässt ähnliche Lichtverhältnisse in den Vergleichsflächen annehmen. Auch die ähnlichen Vorkommenshäufigkeiten ausgewählter Baumarten im Jahr der Weiserflächeneinrichtung deuten auf eine vergleichsweise homogene Ausgangssituation in den Weiserflächenpaaren hin.

5.2 Einfluss des Wildes auf die Krautschicht

Trotz des geringen Unterschieds der mittleren Artenzahl in der Krautschicht ungezäunter und gezäunter Weiserflächen in Kiefernbeständen kann die statistisch signifikant höhere Artenzahl in den ungezäunten Flächen doch als tendenziell positiv hinsichtlich des Wildeinflusses auf die Artenvielfalt gewertet werden. Dies betrifft nicht nur die krautigen Arten, wie das signifikant häufigere Auftreten von *Molinia caerulea* und *Stellaria media* in den ungezäunten Flächen belegt, sondern auch die Gehölzarten. In der Krautschicht (v. a. in der Wuchshöhenklasse < 25 cm) liegen nach 6 Jahren sowohl die Arten- als auch die Individuenzahlen der Gehölze in den ungezäunten Weiserflächen häufig über denen der gezäunten. Die vorliegenden Befunde stehen im Einklang mit den Aussagen beispielsweise von Krüsi et al. (1998), die die Bedeutung der Beweidung durch Rotwild für die Erhaltung der botanischen Artendiversität hervorheben. Auch Kriebitzsch et al. (2000) stellen in Buchenwäldern des nordwestdeutschen Tieflandes fest, dass nach 8 Jahren in gezäunten Flächen signifikant weniger krautige Pflanzenarten als in den ungezäunten vorkommen (vgl. auch Wolf, 1991). Dagegen fanden Gerber und Schmidt (1996) beim Vergleich der Krautschicht ungezäunter und gezäunter Flächen in Eichen-Hainbuchenwäldern des südlichen Steigerwaldes keine signifikanten Unterschiede der mittleren Artenzahlen.

Trotz der unterschiedlichen Befunde aus ähnlichen Vergleichsflächenuntersuchungen lassen sich dennoch Ursachen identifizieren, die zu einer Erhöhung der Artenvielfalt in der Krautschicht durch den Einfluss des Wildes führen können:

• Durch starken Wildverbiss wird das Aufwachsen eines dichten Gehölzbestandes verhindert, so dass das günstige Lichtklima das Vorkommen von Arten in der Krautschicht positiv beeinflusst. So dürfte das signifikant häufigere Vorkommen der lichtbedürftigen Grasart *Molinia caerulea* (Ellenberg et al., 1992) in den ungezäunten Kiefernbeständen durch die gegenüber den gezäunten Flächen geringere Strauchschichtdeckung zu erklären sein.

• Tritteinfluss bzw. das Auftreten von vom Wild verursachten Störstellen am Waldboden schafft günstige Keimungsbedingungen für krautige Pflanzen (z. B. *Stellaria media*, nach Grime, 1979 ein Störungszeiger; vgl. auch Entzeroth, 1978/79) und für Gehölzarten. So fördern Oberbodenverwundungen z. B. die Ansiedlung von Birke (Zerbe, 2000) und Kiefer (Dohrenbusch, 1997).

• Das Wild spielt eine wichtige Rolle beim Diasporentransport bzw. -eintrag in den Wäldern (z. B. Malo und Suarez, 1995; Mrotzek et al., 1999), v. a. hinsichtlich der endo- und exozoochor verbreiteten Pflanzenarten (vgl. Müller-Schneider, 1986).

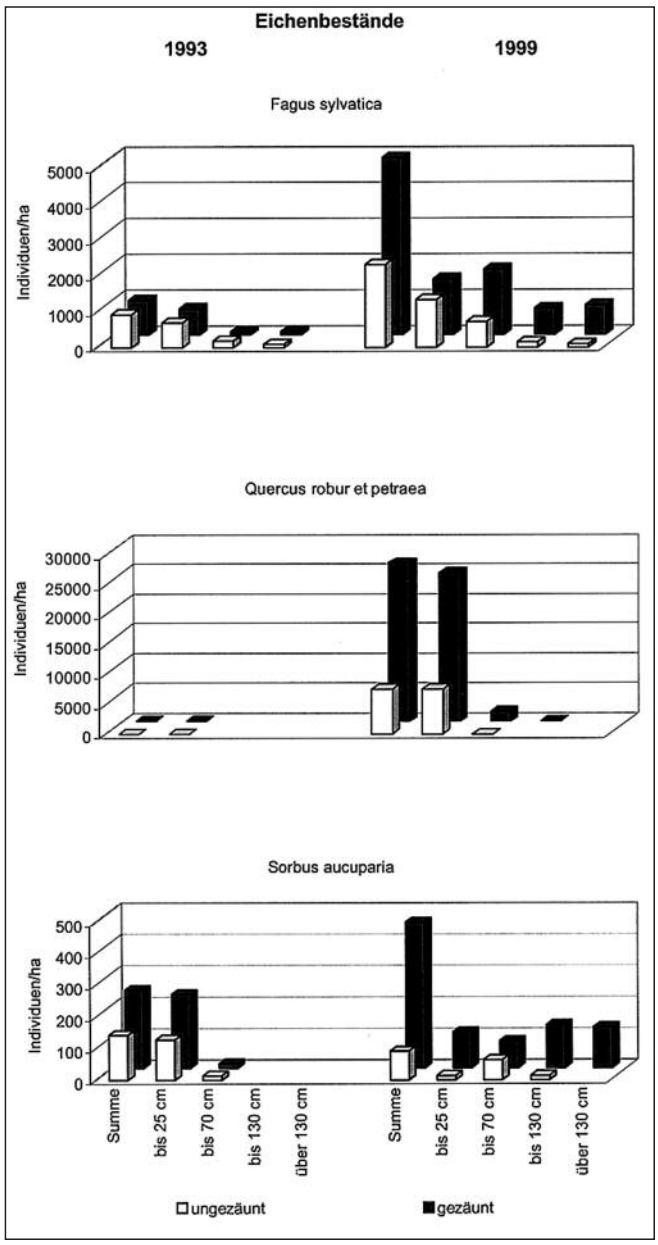


Abb. 4

Häufigkeitsveränderungen zwischen 1993 und 1999 von Buche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus robur* et *petraea*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) in den ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Eichenbestände, differenziert nach Wuchshöhenklassen

Changing of the rejuvenation frequency (in individuals per hectare) of beech (*Fagus sylvatica*), oak (*Quercus robur* et *petraea*) and rowan (*Sorbus aucuparia*) in the unfenced and fenced permanent plots within the oak stands between 1993 and 1999

Neben dem im Folgenden dargestellten Einfluss des Schalenwildes auf das Wachstum der Gehölze und die Artenzusammensetzung bzw. -vielfalt der Strauchschicht (Kap. 5.2) darf die selektive Zurückdrängung bestimmter Arten in der Krautschicht durch das Wild nicht unberücksichtigt bleiben. Dies wird z. B. durch Präferenzlisten bevorzugt verbissener Pflanzenarten hervorgehoben (z. B. KLÖTZLI, 1965; EIBERLE und HOLENSTEIN, 1985; GERBER und SCHMIDT, 1996; PRIEN, 1997).

Eine Evaluierung des Wildeinflusses auf die Arten der Krautschicht scheint mit der hier angewendeten Erhebungsmethode nach BRAUN-BLANQUET (1964) allein auf der Grundlage von Daten zur Präsenz und Abundanz von Arten unzureichend. So wurde beispielsweise kein statistisch nachweisbarer Häufigkeitsunterschied bei der in den Weiserflächen vorkommenden und als beliebte Äsungspflanze bekannten Art *Rubus idaeus* (EIBERLE und HOLENSTEIN, 1985; GERBER und SCHMIDT, 1996) festgestellt. Weiterhin schränkt die mit 100 m^2 relativ geringe Flächengröße für Vegetationsaufnahmen in Wäldern oligotropher Standorte die Anzahl der potenziell erfassbaren Arten und damit eine Evaluierung ein. Zudem werden gerade die insbesondere vom Reh (*Capreolus capreolus* L.) bevorzugt beästen seltenen Pflanzen (KLÖTZLI, 1965) durch die geringe Flächengröße kaum erfasst.

5.3 Einfluss des Wildes auf die Gehölzstruktur

Die Ergebnisse belegen einen Einfluss des Wildes sowohl auf die Artenzusammensetzung und Gesamtdeckung der Strauchschicht als auch auf das Wachstum der Baumarten. Insbesondere in den Kiefernbeständen hat sich die Zäunung als fördernd für die Ausbildung einer Strauchschicht gezeigt, die eine wesentliche Grundlage für eine Bestandesregeneration aus der Naturverjüngung heraus darstellen kann. Zusätzlich gefördert durch den geringen Kronenschlussgrad und die damit günstigen lichtökologischen Voraussetzungen, konnten in den gezäunten Flächen der Kiefernbestände im Beobachtungszeitraum von 6 Jahren deutlich mehr Gehölze über die Äserhöhe hinauswachsen als in den ungezäunten. Der für die Gehölzentwicklung i. A. förderliche Einfluss einer Zäunung ist vielfach durch ähnliche Untersuchungen belegt worden (z. B. WOLF, 1991; GERBER und SCHMIDT, 1996; KÖNIG, 1997).

Waldbaulich nutzen lassen sich aber v. a. die Ergebnisse, die aus der differenzierten Betrachtung der Bestandestypen, der Baumarten und der Wuchshöhen resultieren. So bestätigen beispielsweise die Befunde aus den Kiefernbeständen den auch in anderen nadelbaumdominierten Waldgebieten beobachteten Trend der natürlichen Beimischung von Eberesche und Birke in Übergangsstadien zu Wäldern, die von langlebigen Baumarten dominiert werden (z. B. LEDER, 1996; ZERBE und MEIWES, 2000). Zudem wird die Bedeutung von Eiche und Buche für die zukünftige Entwicklung der Kiefernreinbestände zu Laubmischwäldern im Norden Brandenburgs betont (ZERBE et al., 2000; für das nordwestdeutsche Tiefland vgl. LEUSCHNER et al., 1993). Auf den gezäunten Weiserflächen erhalten diese sich spontan etablierenden Laubbaumarten einen Wuchsvorteil gegenüber den ungezäunten Flächen.

Bereits von LUTHARDT und BEYER (1998) nach der Datenerhebung im Jahr 1996 hervorgehoben, ist die höhere Gehölzartenzahl in den gezäunten gegenüber den ungezäunten Flächen gerade bei den Wuchshöhenklassen > 70 cm besonders augenfällig. Im Untersuchungsgebiet spielen hierbei neben den o. g. Weichlaubbaumarten Eberesche und Birke auch Linde (*Tilia* spec.), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Ahorn (*Acer* spec.) und Esche (*Fraxinus excelsior*) unter geeigneten Standortsverhältnissen eine Rolle (vgl. KÖNIG, 1997; ZERBE und VATER, 2000). Die positive Entwicklung der Gehölzartenzahlen in den oberen Wuchshöhenklassen unter Ausschluss des Wildes lassen LUTHARDT und BEYER (1998, 894) zu dem Schluss kommen, dass „dieses breite Spektrum (Anm.: der Gehölzarten) [...] die oft geäußerte Notwendigkeit der Einbringung sog. Gastbaumarten oder Fremdländer in die Waldökosysteme zur Anhebung der Artenvielfalt“ widerlege.

Der statistische Vergleich der Vorkommenshäufigkeiten ausgewählter Baumarten in den unterschiedlichen Wuchshöhenklassen hebt die Bedeutung einer wuchshöhendifferenzierten Betrachtungsweise hervor. Während sich der Einfluss des Wildes positiv auf die Keimung von Gehölzarten (Schaffung von safe sites) in allen Bestandestypen auswirken kann (vgl. Kap. 5.2), verhindert bzw. verzögert der Wildverbiss das Aufwachsen der Bäume in die

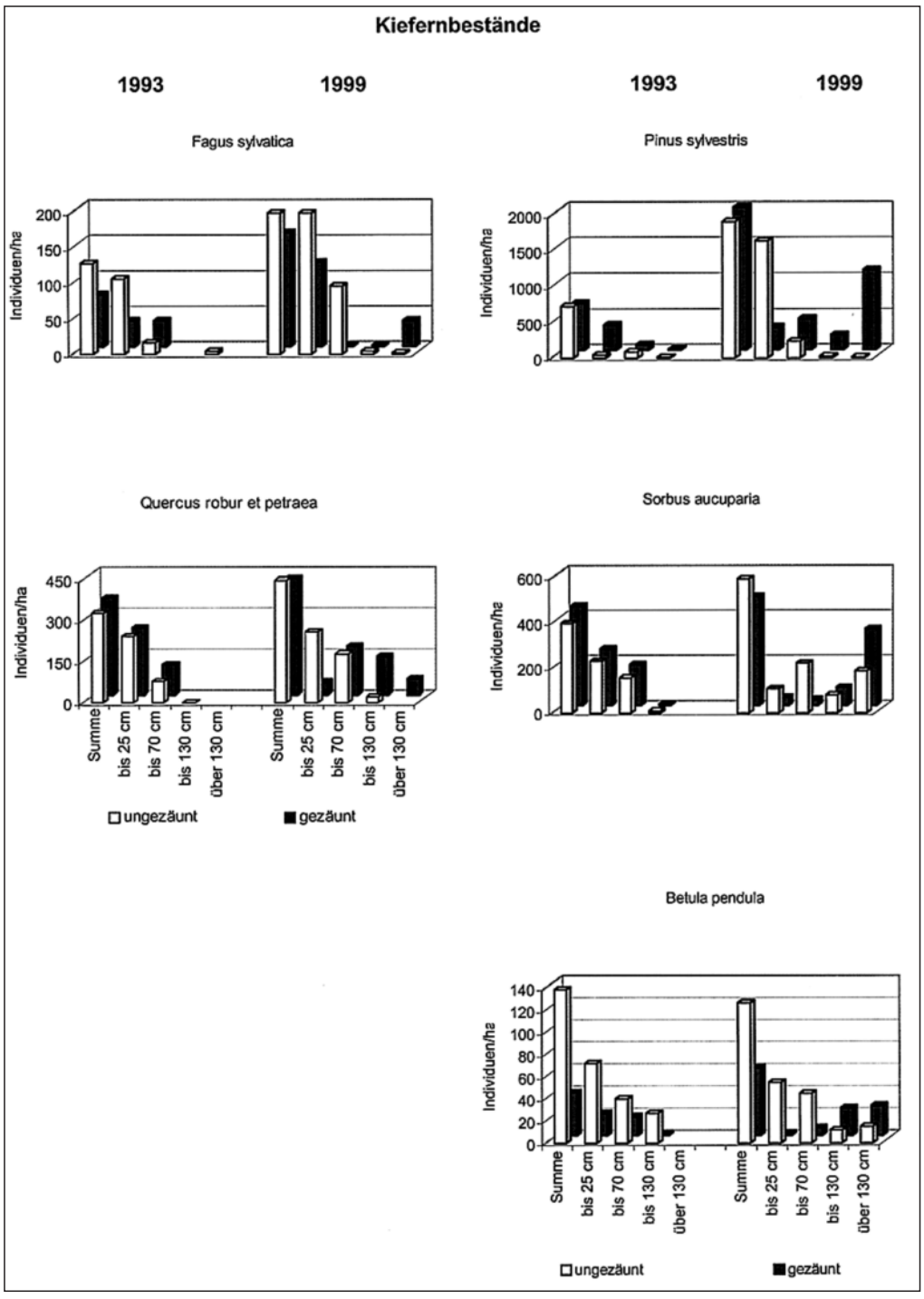


Abb. 5

Häufigkeitsveränderungen zwischen 1993 und 1999 von Buche (*Fagus sylvatica*), Eiche (*Quercus robur* et *petraea*), Kiefer (*Pinus sylvestris*), Eberesche (*Sorbus aucuparia*) und Birke (*Betula pendula*) in den ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Kiefernbestände, differenziert nach Wuchshöhenklassen

Changing of the rejuvenation frequency (in individuals per hectare) of beech (*Fagus sylvatica*), oak (*Quercus robur* et *petraea*), pine (*Pinus sylvestris*), rowan (*Sorbus aucuparia*) and birch (*Betula pendula*) in the unfenced and fenced permanent plots within the pine stands between 1993 and 1999

Strauch- und Baumschicht. Dies wird besonders deutlich bei der Eberesche, die signifikant individuenreicher außerhalb des Zaunes in den Wuchshöhenklassen < 70 cm auftritt, jedoch mit Wuchshöhen > 130 cm nur in den gezäunten Flächen häufiger zu finden ist. Bei der Eberesche gibt es zudem Hinweise darauf, dass starker Verbissdruck (die Eberesche gehört zu den vom Rehwild am stärksten verbissenen Gehölzarten, KLÖTZLI, 1965; PRIEN, 1997 u. a.) deren Ausbreitung über Ausläufer fördert und damit die Zahl

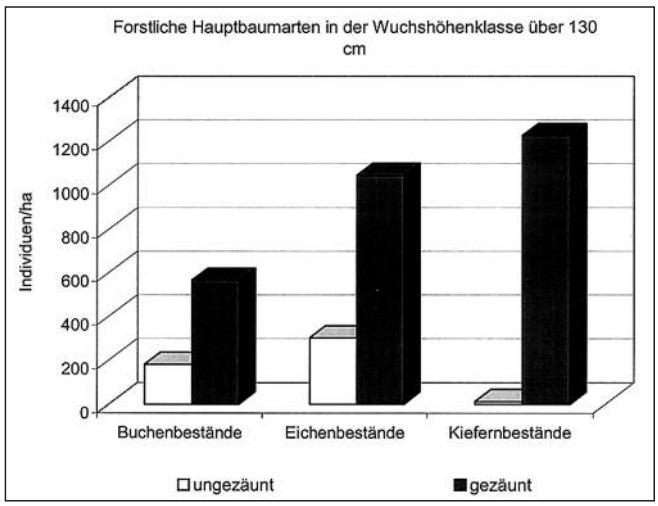


Abb. 6

Mittlere Individuenzahlen/ha der forstlichen Hauptbaumarten im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (s. Text) in ungezäunten und gezäunten Weiserflächen der Buchen-, Eichen- und Kiefernbestände bei Betrachtung der Wuchshöhenklasse > 130 cm (im Jahr 1999)

Mean individual numbers per hectare of the silvicultural main tree species in the biosphere reserve Schorfheide-Chorin (see text), shown for the unfenced and fenced permanent plots within the beech, oak and pine stands and taking only the growth height class > 130 cm into consideration (in 1999)

der Rameten („Individuen“) auf den ungezäunten Flächen erhöht wird (RASPÉ et al., 2000; ZERBE, 2001).

6. FAZIT

Obwohl der Einfluss eines überhöhten Wildbestandes z. B. hinsichtlich der Artenvielfalt auch positive Auswirkungen auf die Waldvegetation haben kann, konnten dennoch mit der vorliegenden Untersuchung die Ergebnisse zahlreicher ähnlicher Studien bestätigt werden, die zu starken Wildverbiss als eines der wesentlichen Probleme des naturnahen Waldbaus hervorheben. Insbesondere mit Blick auf die Schaffung naturnaher und in Abhängigkeit von Standort und Bestandestyp struktur- und artenreicher Mischwälder hat sich gezeigt, dass die Zäunung zumindest kurzfristig eine Möglichkeit darstellt, die Arten- und Individuenzahlen der Baumarten v. a. über der Äserhöhe von ca. 130 cm zu erhöhen. Waldbaulich stellt dies ein wertvolles Potenzial für die zukünftige Bestandesentwicklung dar.

Auch wenn die vegetationsökologischen Ergebnisse der Weiserflächenuntersuchungen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin nur Teilaspekte des Wildeinflusses auf die Waldvegetation beleuchten können (hier v. a. Einfluss des Schalenwildes auf die Artenzusammensetzung bzw. -vielfalt und die Gehölzverjüngungsstruktur), schaffen sie dennoch eine wichtige Grundlage für die Festlegung von Sollwerten für den Wildbestand und die waldbauliche Beurteilung von Wildschäden (vgl. ROTH, 1995; REIMOSER und GOSSOW, 1996) im naturnahen Waldbau.

7. Danksagung

Die Verwaltung des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin stellte freundlicherweise die Erhebungsdaten des Monitorings (1993–1999) für die Auswertung zur Verfügung. Für die Unterstützung der Untersuchungen und anregende Diskussionen danken wir besonders den Herren Dr. M. LUTHARDT und Dipl.-Ing. (FH) G. BEYER (beide Eberswalde). Zwei anonyme Gutachter gaben wertvolle Hinweise zum Manuskript.

8. Zusammenfassung

1993 wurde im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg) ein repräsentatives Netz aus 110 gezäunten und ungezäunten Weiserflächenpaaren zum Monitoring des Wildeinflusses auf die Waldvegetation angelegt. Neben einer Vegetationsaufnahme in der Krautschicht zur Erfassung der Präsenz und Abundanz der Arten werden in jeder dieser Flächen Arten und Individuenzahlen der vorkommenden Gehölze in 4 Wuchshöhenklassen aufgenommen. Nach einer ersten Auswertung der Daten aus dem Jahr 1996 werden hier die Ergebnisse der Datenerhebung im Jahr 1999 vorgestellt. Ausgewertet werden die Daten aus insgesamt 80 Weiserflächenpaaren, wobei nach Bestandestypen Buche, Eiche und Kiefer differenziert wird. Auf der Grundlage der Ergebnisse hinsichtlich in den gezäunten und ungezäunten Flächen unterschiedlicher Gesamtdeckungen der Vegetationsschichten, der mittleren Artenzahlen, der Vorkommenshäufigkeiten der Arten und der Individuenzahlen ausgewählter Gehölze in den Wuchshöhenklassen wird der Einfluss des Wildes auf die Waldvegetation dargestellt und diskutiert. Während für die Krautschicht bzw. die Wuchshöhenklassen < 70 cm im Hinblick auf die Artenvielfalt positive Auswirkungen des Wildeinflusses ermittelt werden, stehen die Befunde zu den Gehölzen in den Wuchshöhenklassen > 70 cm mit ähnlichen Studien in Einklang, die als eines der wesentlichen Probleme des naturnahen Waldbaus einen überhöhten Wildbestand bzw. zu starken Verbissdruck hervorheben.

9. Summary

Title of the paper: *Game and forest vegetation – results of the monitoring in the biosphere reserve Schorfheide-Chorin (Brandenburg, NE Germany) after six years.*

In 1993, a representative network of 110 unfenced and fenced permanent plots was laid out within the biosphere reserve Schorfheide-Chorin (Brandenburg in NE Germany) for the monitoring of the influence of ungulates on the forest vegetation. Additionally to the sampling of vegetation in the herb layer in order to record the presence and abundance of species, also woody species are registered in all plots with respect to individual numbers and growth height (4 classes). After a first analysis of the data in 1996, the results obtained by the data gathered in 1999 are presented here. Analysed are the data of 80 pairs of permanent plots in total, differentiated in the stand types beech, oak, and pine. On the basis of the results from the unfenced and fenced plots, concerning the total cover of the vegetation layers, the mean species numbers, and the frequency of species and individuals of selected trees in the different growth height classes, the influence of ungulates on the forest vegetation is outlined and discussed. Considering species diversity, a positive influence of game is found for the herb layer and for tree species with growth heights < 70 cm, respectively. However, the results on the tree species with growth heights > 70 cm are similar to other investigations, which emphasize that heavy browsing pressure following excessive ungulate numbers have to be considered as one of the major problems of near-natural silviculture.

9. Résumé

Titre de l’article: *Végétation forestière et faune sauvage. Resultats du monitoring dans la réserve de biosphère de Schorfheide-Chorin (Brandenbourg).*

Dans la réserve de biosphère de Schorfheide-Chorin on a installée, en 1993, un réseau de 110 couples de placettes indicatrices, engrillagées et non engrillagées, pour l’observation des effets du gibier sur la végétation de la forêt. A côté d’un inventaire

floristique de la strate herbacée pour apprécier la présence et l'abondance des espèces, on a relevé dans chacune de ces placettes les nombres d'espèces et d'individus des végétaux ligneux répartir en 4 classes de hauteur. Après une première exploitation des données collectées en 1996, on a présenté ici les résultats de celles de 1999. L'exploitation a porté sur 80 couples au total de placettes indicatrices pour lesquels on a fait des distinctions selon les types de peuplements de hêtres, de chênes et de pins. Compte tenu de ces résultats, on a pu établir et discuter de la couverture globale due aux strates de la végétation dans les placettes clôturées ou non, de la fréquence des espèces et du nombres des individus des végétaux ligneux étudiés dans les différentes classes de hauteure et moutier quelle était l'influence du gibier sur la végétation de la forêt. Alors que pour la strate herbacée, autrement dit la classe de hauteure < 70 cm, on a pu constater un effet positif du gibier sur le nombre des espèces présentes, les résultats concernant les espèces ligneuses des classes de hauteur supérieur les à 70 cm mettent en évidence, en parfaite conformité avec des études analogues, qu'une densité trop importante du gibier – et par conséquence des abroutissements importants – est un des problèmes essentiels de la sylviculture proche de la nature. J. M.

11. Literatur

AMMER, C.: Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. For. Ecol. Manage. **88**: 43–53, 1996

BEMMERLEIN-LUX, F.A., FISCHER, H. und LINDACHER, R.: Umwandlung von Artmächtigkeitsskalen und Bedeutung skalarer Transformationen in der Vegetationskunde. Hoppea **55**: 645–656, 1994

BEYER, G.: Verbissmonitoring nach dreijähriger Beobachtung und erste Interpretation für ein mögliches Schalenwildmanagement, exemplarisch dargestellt an der Wildeinflusszone 4 des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin. Diplomarb. FH Eberswalde: 69 S., 1997

BIOSPHÄRENRESERVAT SCHORFHEIDE-CHORIN: Datenbank des Biosphärenreservates Schorfheide – Chorin. Unveröff. Gutachten, 2000

BRAUN-BLANQUET, J.: Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, 3. Aufl., Springer Verlag, Wien: 865 S., 1964

BROSIUS, G. und BROSIUS, F.: SPSS. Base System and Professional Statistics. International Thomson Publishing. Bonn: 1002 p., 1995

DOBIÁŠ, K.: Monitoring von Wildbestand und Lebensraum in Brandenburg. AFZ/Der Wald **53**: 301–303, 1998

DOHRENBUSCH, A.: Die natürliche Verjüngung der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) im nordwestdeutschen Pleistozän. Schr. Forstl. Fak. Univ. Göttingen **123**: 1–296, 1997

EIBERLE, K. und HOLENSTEIN, B.: Angebot und Nutzung der Verbisspflanzen durch das Reh in unterschiedlichen Plänterwaldtypen. Cbl. ges. Forstw. **102**: 117–133, 1985

ELLENBERG, H., WEBER, H., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. und PAULISSEN, D.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Aufl., Scripta Geobot. **18**: 1–258, 1992

ENRIGHT, N. J., OGDEN, J. und RIGG, L. S.: Dynamics of forests with *Araucariaceae* in the western Pacific. J. Veg. Sc. **10**: 793–804, 1999

ENTZEROTH, R.: Floristische Aufnahme von Wildgehegen im Rheinland zur Ermittlung der von wiederkäuenden Schalenwildarten verschmähten Pflanzen. Z. Jagdwiss. **24**: 187–194, 1978/79

GERBER, R. und SCHMIDT, W.: Einfluß des Rehwildes auf die Vegetation von Eichen-Hainbuchenwäldern im südlichen Steigerwald. Verh. Ges. Ökol. **26**: 345–353, 1996

GRIME, J. P.: Plant Strategies and Vegetation Processes. John Wiley & Sons. Chichester: 222 p., 1979

KLÖTZLI, F.: Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünlandgesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel. **38**: 186 S., 1965

KÖNIG, E.: Einfluß des Rehwildes auf die natürliche Verjüngung. AFZ/Der Wald **52**: 320–323, 1997

KRIEBITZSCH, W., VON OHEIMB, G., ELLENBERG jun., H., ENGENSCHALL, B. und HEUVELDOP, J.: Entwicklung der Gehölzvegetation auf gezäunten und ungezäunten Vergleichsflächen in Laubwäldern auf Jungmoränenböden in Ostholstein. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **171**: 1–10, 2000

KRÜSI, B., SCHÜTZ, M., BIGLER, H., GRÄMIGER, H. und ACHERMANN, G.: Huftiere und Vegetation im Schweizerischen Nationalpark. In: CORNELIUS, R. und HOFMANN, R. (Hrsg.): Extensive Haltung robuster Haustierrassen, Wildmanagement, Multi-Spezies-Projekte – Neue Wege in Naturschutz und Landschaftspflege? 62–73, 1998

LAGS (Hrsg.): Die Großschutzgebiete in Brandenburg. Eberswalde: 32 S., 1999

LAND BRANDENBURG: Datenspeicher Waldfonds, 1993

LEDER, B.: Die Bedeutung der Vogelbeere bei Sekundärsukzessionen im Eggegebirge. AFZ/Der Wald **51**: 997–1000, 1996

LEUSCHNER, C.: Walddynamik auf Sandböden in der Lüneburger Heide (NW-Deutschland). Phytocoenologia **22**: 289–324, 1994

LEUSCHNER, C., RODE, M. W. und HEINKEN, T.: Gibt es eine Nährstoffmangel-Grenze der Buche im nordwestdeutschen Flachland? Flora **188**: 239–249, 1993

LUTHARDT, M. und BEYER, G.: Einfluß des Schalenwildes auf die Waldvegetation. AFZ/Der Wald **53**: 890–894, 1998

MALO, J. E. und SUAREZ, F.: Herbivorous mammals as seed dispersers in a Mediterranean dehesa. Oecologia **104**: 246–255, 1995

MELF (Hrsg.): Landeswaldprogramm Brandenburg. Potsdam: 6 S., 1993

MROTZEK, R., HALDER, M. und SCHMIDT, W.: Die Bedeutung von Wildschweinen für die Diasporenausbreitung von Phanerogamen. Verh. Ges. Ökol. **29**: 437–443, 1999

MÜLLER-USING: Das Rotwildproblem. AFZ **6**: 274–277, 1951

MÜLLER-SCHNEIDER, P.: Verbreitungsbiologie der Blütenpflanzen Graubündens. Veröff. Geobot. Inst. ETH Rübel. **85**: 1–263, 1986

NESSING, G.: Zum Einfluß des Schalenwildes auf die Waldvegetation – Ergebnisse von Vergleichsflächenuntersuchungen im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin (Brandenburg). Diplomarb. TU Berlin: 112 S., 2001

PRIEN, S.: Die Bedeutung der Vogelbeere für freilebende Vögel und Säugetiere. AFZ/Der Wald **52**: 551–553, 1997

RASPÉ, O., FINDLAY, C. und JAQUEMART, A.-L.: Biological flora of the British Isles. *Sorbus aucuparia* L. J. Ecol. **214**: 910–930, 2000

REIMOSER, F.: Hinweise zum richtigen Gebrauch von Verbisskennzahlen. Schweiz. Z. Forstwes. **150**: 184–186, 1999

REIMOSER, F. und GOSSOW, H.: Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. For. Ecol. Manage. **88**: 107–119, 1996

REIMOSER, F. und SUCHANT, R.: Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **163**: 27–31, 1992

ROTH, R.: Einfluß des Rehwildes (*Capreolus capreolus* L.) auf die Naturverjüngung von Mischwäldern. Mitt. forstl. Versuchs- u. Forschungsanst. Baden-Württemberg. **191**: 1–117, 1995

RÜEGG, D., BAUMANN, M., STRUCH, M. und CAPT, S.: Wald, Wild, und Luchs – gemeinsam in die Zukunft! Ein Beispiel aus dem Berner Oberland. Schweiz. Z. Forstwes. **150**: 342–346, 1999

SCAMONI, A.: Die Wälder um Chorin. Vegetation und Grundlagen für die Erschließung eines Landschaftsschutzgebietes. Naturschutzarb. i. Berlin u. Brandenbg. Beih. **4**: 1–63, 1975

SCHULZE, K.: Wechselwirkungen zwischen Waldbauform, Bejagungsstrategie und der Dynamik von Rehwildbeständen. Ber. Forschungszentr. Waldökosyst., Reihe A, Band **150**: 1–265, 1998

SCHULZKE, D.: Biosphärenreservat Schorfheide – Chorin. In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg. Nr. 2: Bad Freienwalde – Parsteiner See. 2. Aufl., Selbstverlag. Berlin: 188 S., 1994

SUCHANT, R. und ROTH, R.: Gefährdet der Rehwildverbiß unsere waldbaulichen Ziele? Agrarforschung in Baden-Württemberg. Waldwirtschaft und Waldökologie. **26**: 217–230, 1995

UECKERMANN, E.: Einzelschutzmaßnahmen zur Verhütung von Wildschäden im Walde. AFZ **14**: 842–844, 1959

WOLF, G.: Vegetationskundliche Dauerbeobachtungen auf Probestreifen am Beispiel der Naturwaldzelle „Oberm Jägerkreuz". Schriftenreihe f. Vegetationskunde **21**: 185–208, 1991

ZERBE, S.: Eberesche und Birke: ein biologisch-ökologisches Kurzporträt von zwei sehr unterschiedlichen Weichlaubhölzern. Forst u. Holz **55**: 499–502, 2000

ZERBE, S.: On the ecology of *Sorbus aucuparia* (Rosaceae) with special regard to germination, establishment, and growth. Pol. Bot. J. **46**: 229–239, 2001

ZERBE, S.: Restoration of natural broad-leaved woodland in Central Europe on sites with coniferous forest plantations. For. Ecol. Manage. **167**: 27–42, 2002

ZERBE, S., BRANDE, A. und GLADITZ, F.: Kiefer, Eiche und Buche in der Menzer Heide (N-Brandenburg). Veränderungen der Waldvegetation unter dem Einfluß des Menschen. Verh. Bot. Ver. Berlin Brandenburg **133**: 45–86, 2000

ZERBE, S. und MEIWES, K. J.: Zum Einfluß von Weichlaubhölzern auf Vegetation und Auflagehumus von Fichtenforsten. Untersuchungen in einem zwei Jahrzehnte alten Birken-Ebereschen-Vorwald im Hoch-Solling. Forstwiss. Centralbl. **119**: 1–19, 2000

ZERBE, S. und VATER, G.: Vegetationskundliche und standortsökologische Untersuchungen in Pappelforsten auf Niedermoorstandorten des Oberspreewaldes (Brandenburg). Tuexenia **20**: 55–76, 2000

Zielgebietsbefragungen und Verzerrungen in der forstlichen Meinungsforschung und monetären Wertschätzung des Waldes

(Mit 1 Tabelle)

Von M. González Gómez

(Angenommen Mai 2002)

SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Meinungsforschung; Wertschätzung des Waldes; Erholungswert; Bewertung nicht-monetärer Leistungen; Reisekostenmethode; bedingte Bewertungsmethode.

Opinion research; appreciation of forests, recreation value; assessment of none monetary benefits; travel-cost method; contingent valuation methode.

1. EINLEITUNG

Verschiedene Arbeiten haben zum Ziel, die Meinung der Besucher von Wäldern oder Naturschutzgebieten, ihren Herkunftsort, die durchgeführten Aktivitäten sowie die sozioökonomischen Merkmale (Einkommen, Beruf, Ausbildungsniveau usw.) (Kletter, 1970; Löesch, 1980, Dunkel et al., 1994) herauszufinden. Andere verbinden dieses Ziel mit der Schätzung des Erholungswertes eines Waldes anhand der Bedingten Bewertungsmethode[1] und/oder der Reisekostenmethode[2] (Nielsen, 1992; Weck-Hanemann, 1994; Löwenstein, 1994; Luttmann und Schröder, 1994; Pruckner, 1994; Elsasser, 1996; Hackl, 1997; Rommel, 1998; Degenhardt und Gronemann, 1998; Roschewitz, 1999).

Werden Daten über Stichprobenziehungen in Zielgebieten gewonnen, so können erhebliche Verzerrungen durch unterschiedliche Auswahlwahrscheinlichkeiten der Befragten auftreten.

Die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit, mit der sich der befragte Waldbesucher am Ort des Interviews einfindet, ist proportional zur Durchschnittshäufigkeit seiner Besuche und eventuell auch deren jeweiliger Dauer (Heeg, 1973; Roeder, 1973; Dobbs, 1993 und Elsasser, 1996). Je häufiger ein Besucher einen bestimmten Wald besucht, und je länger er sich dort jeweils aufhält, desto größer wird grundsätzlich seine Chance, befragt zu werden (Elsasser, 1996). Es treten Selbstselektionsprozesse auf. Dieses Phänomen ist in der Literatur als Endogene Schichtung (ES)[3] bekannt.

An erster Stelle soll untersucht werden, welche Folgen die ES in Bezug auf die Merkmale des Besuchers, seine Meinung und die Nutzung des Waldes hat. Angenommen, es solle die Anzahl der Kinder der Besucher geschätzt werden. Es sei unterstellt, die Besuchsfrequenz von kinderreichen Familien sei geringer und die Besuchsdauer kürzer. In diesem Fall werden Familien mit mehreren Kindern unterrepräsentiert sein, und die Ergebnisse werden weniger kinderreiche Familien unter den Besuchern erfassen, als dies in der Besucherpopulation tatsächlich der Fall ist.

Zweitens werden wir die Effekte der ES anhand der Reisekostenmethode und der Bedingten Bewertungsmethode auf die Schätzungen analysieren, da sie in der Literatur die am meisten verwendeten Methoden zur Schätzung des Erholungswertes eines Waldes sind (Löwenstein, 1994; Weck-Hanemann, 1994; Sekot und Schwarzbauer, 1995; Blum et al., 1996; Elsasser, 1996). Wenn bei höherer Besuchshäufigkeit und längerer Aufenthaltsdauer die Befragungswahrscheinlichkeit zunimmt, ist es offensichtlich, dass die Personen, die den Wald am häufigsten besuchen, überrepräsentiert sind und die anhand der Reisekostenmethode erhaltenen Ergebnisse beeinflussen.

Bei der Bedingten Bewertungsmethode liegt das Interesse in der Korrelation von Besuchshäufigkeit und Beantwortung der Bewertungsfrage. Stellen wir uns z.B. eine Befragung mit der Bedingten Bewertungsmethode vor, in der nach dem maximalen Eintrittspreis gefragt wird, den der Besucher zu zahlen bereit ist, um nicht auf seine Besuche verzichten zu müssen. Es kann vorkommen, dass der angegebene Eintrittspreis mit der Distanz, in der sich der Wald befindet oder mit den entstandenen Reisekosten korreliert. Wenn die Besucher mit den niedrigsten Reisekosten eine höhere oder niedrigere Zahlungsbereitschaft zeigen, wird der durchschnittliche Eintrittspreis über- oder unterbewertet, da sie durch ihre höhere Besuchshäufigkeit in der Stichprobenerhebung vor Ort überrepräsentiert sind.

Im folgenden Abschnitt werden die Grundlagen für die Korrektur und Messung der Auswirkungen der ES auf die Beschreibung des Besucherprofils (Merkmale und Meinungen) und auf die Besuchshäufigkeit und Besuchsdauer entwickelt. Anschließend werden die Ergebnisse anhand eines Fallbeispiels präsentiert. In Abschnitt 4 wird zur Schätzung der zonalen Version der Reisekostenmethode übergegangen. Abgeschlossen wird die Untersuchung mit einigen Schlussfolgerungen und Empfehlungen.

2. GRUNDLAGEN FUR DIE KORREKTUR

Bei der vorliegenden Untersuchung gehen wir davon aus, dass sowohl die Zahl der Reisen wie auch die Dauer des Besuches ES verursachen können. Das bedeutet eine Neuheit im Vergleich zu früheren Studien, die nur eine einzige Variable betrachten (Shaw, 1988; Englin und Shonkwiler, 1995 und Santos Silva, 1997).

2.1. Nachfrage des Besuchers

Zuerst wendet man die Ergebnisse von Shaw (1988) für die Variablen, Anzahl der Reisen (A) multipliziert mit der Anzahl der Aufenthaltstage (R) an. Danach wenden wir die korrigierten Häufigkeiten dieser Produkt-Variablen an, um die Populationshäufigkeiten der Merkmale und Meinungen der Besucher zu schätzen. Schließlich stellen wir den Vorgang für die Korrektur der beiden Variablen, die zu ES führen, separat vor.

Die Nachfrage des Besuchers nach Tagen nennen wir N. Wenn wir annehmen, dass der durchschnittliche Aufenthalt gleich dem Aufenthalt der letzten Reise ist, so ist die Nachfrage (N) gleich der Anzahl der Reisen (R) multipliziert mit dem durchschnittlichen Aufenthalt während einer Reise (A), $N = R \times A$. In der Stichprobenerhebung vor Ort nimmt N diskrete Werte $N = 1, 2, 3,...$ an, mit einer Wahrscheinlichkeit $Q_j = Pr\{N = j\}$, $j = 1, 2, 3,...$ Wir nehmen an, dass N nach oben begrenzt ist, so dass J die obere Grenze von N ist, was widerspiegelt, dass sich niemand auf unbegrenzte Zeit im Wald aufhalten kann. Der geschätzte Maximum-likelihood dieser Grenze ist die beobachtete Maximalnachfrage nach Anzahl Tagen, $\hat{J}$. Das grundlegende Ergebnis von Shaw (1988) ist, dass die

[1]) Contingent Valuation Method
[2]) Travel Cost Method
[3]) Endogenous Stratification

Wahrscheinlichkeit, N = j zu beobachten, in der Zielgebietsbefragung (ZGB)

$$Q_j^* = \frac{jQ_j}{\sum_{j=1}^{J} jQ_j} \quad \text{ist.} \tag{1}$$

Hätten wir eine einfache Zufallsstichprobe, wäre die Wahrscheinlichkeit N = j zu beobachten ganz einfach Q_j. Wenn der Faktor j nicht in der Formel (1) erscheinen würde, wäre der Nenner gleich Eins und wir hätten es mit einer einfachen Zufallsstichprobe zu tun. Da $\sum_1^J Q_j^* = \sum_1^J Q_j = 1$, leitet sich her, dass $Q_j^* > Q_j$ für j größer ist als der Mittelwert von N und umgekehrt für j kleiner als der Mittelwert von N. Die Schätzung des Maximum-likelihood von Q_j^* ist die in der ZGB beobachteten Häufigkeit der Nachfragen N gleich j. Von dieser beobachteten Häufigkeit ausgehend, ist es möglich, die Schätzung des Maximum-likelihood der Häufigkeiten Q_j (Populationshäufigkeiten) wiederzuerhalten, indem das System von J nicht-lineare Gleichungen, die von der Gleichung (1) definiert ist, aufgelöst wird:

$$Q_1^* = \frac{Q_1}{\sum_{j=1}^{\hat{J}} jQ_j}, \quad Q_2^* = \frac{2Q_2}{\sum_{j=1}^{\hat{J}} jQ_j}, \quad \ldots, \quad Q_{\hat{J}}^* = \frac{\hat{J}Q_{\hat{J}}}{\sum_{j=1}^{\hat{J}} jQ_j},$$

und unter Berücksichtigung, dass $\sum_{j=1}^{J} Q_j = 1$

da Q_j eine Wahrscheinlichkeit ist. In diesem Gleichungssystem sind die Häufigkeiten Q_j unbekannt, während Q_j^* die bekannten Häufigkeiten der Stichprobenerhebung vor Ort sind.

2.2. Charakteristik und Meinung der Waldbesucher

Die beobachteten Häufigkeiten der Variablen, die den Merkmalen der Besucher (Beschäftigung, Unterkunfts-Ort, Herkunftsgemeinde usw.), der Meinung über den Besuch (Erlebniswert, Erhaltungszustand,...), der Antwort auf die Bedingte Bewertungsmethode oder dem Verhalten (besuchte Einrichtungen, durchgeführte Aktivitäten,...) entsprechen, können ebenfalls von der ES beeinträchtigt werden, wenn diese Variablen mit der Nachfrage N nach Tagen korrelieren.

Es sei unterstellt, X sei eine Variable, die ein Merkmal oder eine Meinung der Besucher zusammenfasst: X = 1, 2, ... , I korreliert mit N, so ist der geschätzte Maximum-likelihood von I der beobachtete Maximalwert der Stichprobenerhebung für X. Betrachten wir die zweidimensionale Zufallsvariable (N, X), so dass eine zweidimensionale Verteilung dieser Variable mit Wahrscheinlichkeiten von $Q_{ji} = \Pr\{N = j , X = i \}$ j = 1, ..., J; i = 1, ..., I besteht. Ähnlich wie auch mit N geschehen ist, liefert die ZGB keine direkte Schätzung der Populationswahrscheinlichkeiten Q_{ji}, sondern der ZGB-Wahrscheinlichkeit Q_{ji}^*. Wir erhielten bereits eine Schätzung der marginalen Wahrscheinlichkeiten von N, Q_j, ausgehend von den beobachteten Häufigkeiten in der Stichprobenerhebung Q_j^*. Zur Schätzung der marginalen Wahrscheinlichkeit von X können wir nicht dasselbe Vorgehen anwenden, da diese Variable keine ES verursacht. Um ein spezifisches Vorgehen auszuarbeiten, heben wir hervor, dass die bedingten Wahrscheinlichkeiten von X gegeben N nicht von der ES beeinflusst werden, d.h.,

$$\Pr\{X = i \mid D = j\} = Q_{i|j} = Q_{i|j}^*.$$

Die beobachteten bedingten Häufigkeiten der ZGB sind direkte Schätzfaktoren der bedingten Populationshäufigkeiten, denn wenn wir die Besuchszahl (N = j) festlegen, entfällt das Problem der Stichprobenerhebung vor Ort. Wenden wir die beobachteten bedingten Häufigkeiten an, können wir eine Schätzung der zweidimensionalen Populationshäufigkeiten durch das folgende Vorgehen errechnen: wir wissen, dass

$$Q_{i|j} = Q_{i|j}^* = \frac{Q_{ji}}{Q_j} = \frac{Q_{ji}^*}{Q_j^*}, \quad \text{also, unter Anwendung der vorigen Ergebnisse:}$$

$$Q_{ij} = \frac{Q_{ji}^*}{Q_j^*} Q_j .$$

Anhand eines geschätzten Maximum-likelihood der zweidimensionalen Populationswahrscheinlichkeiten Q_{ji}, können die marginalen Populationswahrscheinlichkeiten der Variablen X geschätzt werden, wenn wir sie mit den Werten von N summieren, d.h.,

$$Q_i = \sum_{j=1}^{J} Q_{ij} .$$

2.3. Besuchsfrequenz und -dauer

Es ist zu berücksichtigen, dass die Variable N, die Nachfrage nach Aufenthaltstagen im NP, aus zwei Variablen, Anzahl der Reisen (R) und Aufenthaltsdauer pro Reise (A) resultiert. Wie wir dies schon bei N durchgeführt haben, wollen wir die Populationshäufigkeiten von R und A aus der Stichprobenerhebung vor Ort herleiten. Die Wichtigkeit dieser Herleitung ist dem Wesen nach deskriptiv, d.h., sie hilft, die Besuchsnachfrage besser zu verstehen. Die beiden Variablen R und A haben diskrete Werte: R = 1, ... , L; A = 1, ... , K. In der Stichprobenerhebung vor Ort beobachten wir die marginale Häufigkeit jeder einzelnen der beiden Variablen, Q_l^*, Q_k^*, sowie auch ihre gemeinsame Häufigkeiten Q_{lk}^*. SHAW's[4] Ergebnisse werden hier nicht angewendet, da beide Variablen ES verursachen, d.h., Formel (1) kann auf keine der beiden Variablen separat angewendet werden, und es ist notwendig, die Formel für den zweidimensionalen Fall zu erweitern. Zu diesem Zweck heben wir zuerst hervor, dass zwischen den Häufigkeiten N und den gemeinsamen Häufigkeiten von R und A, sowohl für die Stichprobenhäufigkeiten wie auch für die Populationshäufigkeiten eine Beziehung besteht:

$$Q_j^* = \sum_{l,k|lk=j} Q_{lk}^* \tag{2}$$

$$Q_j^* = \sum_{l,k|lk=j} Q_{lk} \tag{3}$$

l = 1, ...,L; k= 1, ...,K.

Da wir eine Schätzung der Populationshäufigkeiten Q_j der Produkt-Variablen N haben, könnten wir uns überlegen, (3) anzuwenden, um eine Schätzung der zweidimensionalen Populationshäufigkeiten Q_{lk} zu erhalten. Mit Ausnahme einiger Fälle (z.B. wenn j = 1), gibt es jedoch immer mehr als ein Paar (l,k), so dass lk = j, d.h., die vorige Gleichung (3) hat mehr als eine Lösung (sie ist nicht identifiziert). Durch Anwendung der vorherigen Ergebnisse erhalten wir zwischen den Gleichungen (2) und (3) folgende Relation:

$$Q_j^* = \sum_{l,k|lk=j} Q_{lk}^* = \frac{jQ_j}{\sum_{j=1}^{J} jQ_j} = \frac{j \sum_{l,k|lk=j} Q_{lk}}{\sum_{j=1}^{J} j\left(\sum_{l,k|lk=j} Q_{lk}\right)}. \tag{4}$$

Es ist außerdem möglich, eine Schätzung für die bedingten Populationshäufigkeiten zu finden, indem wie oben die Ergebnisse von SHAW (1988) verwendet werden: bei einem gegebenen Festwert für A, hat die Verteilung der bedingten Zufallsvariablen R|A das gewohnte Problem der ES (denn unter der Annahme, dass A einen bestimmten Wert annimmt, ist es als würden wir alle anderen Werte streichen, d.h.,

[4]) SHAW (1988)

$$Q^*_{k|l} = \frac{kQ_{k|l}}{\sum_{k=1}^{K} kQ_{k|l}}; \text{ k= 1, ...,K.}$$

Da wir über eine Schätzung für $Q^*_{k|l}$ (die Stichprobenhäufigkeiten) verfügen, können wir eine Schätzung von $Q^*_{k|l}$, erhalten, indem wir dieselben Schritte ausführen, wie mit der Variablen N. Wenn wir dieselbe Logik anwenden, erhalten wir eine Schätzung der Häufigkeiten der bedingten Zufallsvariablen A|R. Die bedingten Populationshäufigkeiten können nicht direkt dafür verwendet werden, eine Schätzung der gemeinsame Populationshäufigkeiten zu erhalten, d.h., das nicht-lineare Gleichungssystem, definiert durch

$$Q_{k|l} = \frac{Q_{lk}}{Q_l}; \text{ k = 1, ...,K}$$

ist auch nicht identifiziert. Die bedingten Populationshäufigkeiten implizieren eine Relation mit den Gesamthäufigkeiten, die, wenn substituiert in (4), die Identifizierung der Gesamthäufigkeit erreichen: das System der J nicht-linearen Gleichungen definiert durch

$$Q_j = \sum_{l,k|lk=j} Q_{lk} = \sum_{l,\ k|lk=j} Q_{k|l}Q_l\,;\ \text{j = 1, ..., J,} \qquad (5)$$

hat als einzige Unbekannte die L Marginalhäufigkeiten Q_l von R.

3. DAS FALLBEISPIEL

Aufbauend auf den im zweiten Abschnitt entwickelten theoretisch/mathematischen Grundlagen werden zunächst die über eine Zielgebietsbefragung erhobenen Daten korrigiert. Das Objekt der Untersuchung, auf das sich die Daten beziehen, ist ein Naturpark (NP) mit einer Oberfläche von 966,9 Hektar. Der Naturpark liegt in der Peripherie der Stadt Vigo. Vigo ist mit knapp 300.000 Einwohnern die bevölkerungsreichste Stadt im nordwestlichen Teil der iberischen Halbinsel. Im Naturpark wird jährlich eine Besucherzahl von ungefähr 150.000 Gästen registriert. Es wurden 599 mündliche Interviews unter den im Wald angetroffenen Gästen geführt. Sowohl die Tage als auch die Standorte für die Interviews wurden nach dem Zufallsprinzip ausgewählt. Als Interviewer wurden Studenten eingesetzt. Zuvor ist eine Pilotbefragung durchgeführt worden, um die Anwendung des ganzen Fragebogens und einzelner Elemente zu überprüfen. Der Fragebogen, der schließlich benutzt wurde, besteht aus drei Teilen:

– Charakteristische Merkmale der Waldbesucher (Herkunft, Zeitdauer der Anreise, benutzte Verkehrsmittel, Häufigkeit des Waldbesuches),

– Angaben zur Zahlungsbereitschaft für Waldbesuche mit Hilfe der Bedingten Bewertungsmethode und der Reisekostenmethode und

– Einstellung der Waldbesucher zu Waldfunktionen und Waldgestaltung.

In *Tabelle 1* werden die in der ZGB ermittelten Häufigkeiten (*„vor Ort“*) und die Schätzungen der Populationshäufigkeiten (oder der *„korrigierten“* Häufigkeitsschätzungen) aufgezeigt. Die angegebenen Häufigkeiten sind wie diejenigen zu verstehen, die man beobachten würde, wenn man über eine einfache Zufallsstichprobe der gesamten spanischen Besucherbevölkerung verfügt hätte.

Die Abweichungen in der erstgenannten Variablen (N = Anzahl der Reisen mal Anzahl der Aufenthaltstage) sind von qualitativer Wichtigkeit, da die Besucher mit einer Nachfrage nach einem Tag oder weniger im NP in der ZGB 73 % und in Wirklichkeit 92 % der Besucherpopulation ausmachten.

Tabelle 1 fasst auch die korrigierten Häufigkeiten der ZGB bezüglich des vorübergehenden und festen Aufenthaltsortes der NP-Besucher, die zur Schätzung der Nachfrageparameter anhand der zonalen Version der Reisekostenmethode in Abschnitt 4 angewendet werden, zusammen. Die festen Aufenthaltsorte, die im Nahgebiet liegen (Vigo und das restliche Pontevedra), verlieren in der Grundgesamtheit Anteile (von 25,9 % auf 17,4 %) zu Gunsten anderer, die weiter weg liegen. Im Falle des vorübergehenden Aufenthaltsortes sinkt die Beteiligung Vigos nach der Korrektur und diejenige der restlichen Provinz nimmt zu. Diese Differenzen haben nicht nur Konsequenzen für die Beschreibung der Besucherpopulation, sondern auch für die Nachfrageschätzung anhand der zonalen Version der Reisekostenmethode.

Die Differenzen zwischen ZGB-Häufigkeiten und den korrigierten Häufigkeiten für die anderen Merkmale und Meinungen der Besucher sind geringer als für die gewohnheitsmäßigen und vorübergehenden Aufenthaltsorte. Die Auswirkungen auf die Bedingte Bewertungsmethode sind sehr gering. In der Stichprobenerhebung anhand einer ZGB beantworten 66,6 % der Befragten die vorgeschlagenen Beträge mit Ja, in der korrigierten Stichprobenerhebung 65,1%. Der geschätzte Wert steigt auf 13,37 bzw. 13,22 Euro.

Da in Gleichung 5 J=KL , muss gelten L ≤ J, was eine Überidentifizierung des Systems impliziert, d.h., mehr Gleichungen als Unbekannte, und im Prinzip besteht die Möglichkeit, dass das System keine Lösung hat. Mit unseren Daten weist das System redundante Gleichungen auf, aber es wird eine einzige Lösung zur Schätzung der realen gemeinsamen Häufigkeiten gefunden.

Der oben präsentierte Lösungsweg verwendet die bedingten Häufigkeiten von R|A. Wenn man jedoch die bedingten Häufigkeiten von A|R anwendet, erhält man ein ähnliches System nicht-linearer Gleichungen (diesmal mit K Unbekannten an Stelle von L). Die Berechnungen mit den Daten unserer Anwendung ergeben genau die gleiche Lösung, unabhängig davon, ob bei der einen oder der anderen bedingten Häufigkeiten begonnen wird. Die Daten (*Tabelle 1*) zeigen, dass die Schätzungen der ZGB-Stichprobenerhebung von A und von R sowie die Populationshäufigkeiten (d.h., die korrigierten Häufigkeiten der Stichprobenerhebungen vor Ort) beträchtlich in die erwartete Richtung abweichen: die Besucher, die längere Zeit im NP verbringen, oder diejenigen, die ihn öfters besuchen, sind in der Besucherpopulation weniger häufig als in der Stichprobe vor Ort erschienen. Anhand einer aufgelösten Version in *Tabelle 1*, kann die bekannteste Folge der ES verdeutlicht werden: Die erwartete Anzahl der Reisen eines Besuchers ist mit der ZGB höher als mit der korrigierten Stichprobenerhebung, nämlich 0,44 Besuche gegenüber 0,23 Besuchen pro Jahr.

4. AUSWIRKUNGEN AUF DIE SCHATZUNG DER EINNAHMEN ANHAND DER REISEKOSTENMETHODE

In diesem Abschnitt untersuchen wir die Auswirkungen der ES auf die zonale Version der Reisekostenmethode[5], die bereits oft angewendet wurde. Die empirische Grundlage der Methode ist eine lineare Regression der Besucherzahl der Zonen bezüglich ihrer respektiven Reisekosten von den Zonen aus bis in den Wald. Es geht also um die Schätzung der Nachfrage nach Reisen (Besucherzahl ist ein „Proxy“ für die Menge und Kosten der Reise ein „Proxy“ für den Preis). Um diese Nachfrage schätzen zu können, brauchen wir eine konsistente Messung der Besucherzahl pro Zone. Hier spielt die ES mit hinein, da gemäß *Tabelle 1* der Herkunftsort der Besucher in der Stichprobenerhebung vor Ort vom Herkunftsort der Besucherpopulation abweicht.

[5]) Anwendungen bei LÖWENSTEIN (1994); ELSASSER (1996) und WILLIS, GARROD und WHITBY (1988)

Tab. 1

Ein Fallbeispiel

A case study

Nachfrage, Herkunftsort, Reise und Aufenthalt der Besucher	vor Ort	korrigierte
Nachfrage (N)		
1 Tag	73,3	91,5
2–10 Tage	21,1	8,1
> 10 Tage	5,2	0,3
Herkunftsort der Besucher: fester Aufenthaltsort		
Vigo	17,0	11,1
Provinz	8,9	6,3
„Land“ Galizien	38,3	29,6
Madrid	16,9	19,3
Nordspanien	11,8	12,8
Murcia, Valencia und Katalonien	11,6	11,6
Rest Spaniens	19,8	23,5
Portugal	1,5	1,2
Herkunftsort der Besucher: vorübergehender Aufenthaltsort		
Vigo	36,0	32,7
Provinz	50,5	55,4
„Land“ Galizia	8,6	8,1
Rest Spaniens	3,2	2,2
Portugal	1,6	1,9
Aufenthaltstage (A)		
1 Tag	86,9	96,0
2-6 Tage	11,8	3,4
>6 Tage	1,3	0,1
Anzahl der Reisen (R)		
1 Besuch	81,5	94,9
2-4 Besuche	11,0	4,2
5-10 Besuche	5,0	0,8
>10 Besuche	3,5	0,1

Charakteristik und Meinung der Besucher	vor Ort	korrigierte
Anzahl Kinder pro Haushalt		
0	74,5	73,5
1	13,7	14,6
2	10,0	10,4
3–6	1,8	1,5
Unterkunftsort der Fernbesucher		
Hotel	22,9	27,5
Pension	9,8	10,9
Mietshaus	8,8	10,3
Camping	7,4	8,5
Unterkunft bei Freunden	10,8	12,1
Tagesbesucher	40,3	30,7
Zufriedenheit mit dem Besuch		
Sehr hoch	37,3	35,8
Hoch	47,1	49,1
Normal	13,3	13,2
Niedrig	1,2	1,4
Weiß nicht/Verweigert	0,4	0,3
Beschäftigung der Befragten		
Erwerbsarbeit	72,5	74,3
Hausfrau	3,8	4,1
Student	12,7	10,7
Arbeitslos	5,4	5,2
Rentner	5,4	4,9
Grund des Besuches		
Untersuchungsobjekt	37,5	27,2
Fremdenverkehr	51,2	61,0
Freunde	7,6	8,3
Sonstiges	3,6	3,5

Wir wissen, dass sich die Besucherpopulation des Waldes jährlich auf ungefähr 150.000 Besucher beläuft. In der ZGB beobachten wir, dass 17% der Stichprobenerhebung aus Vigo stammen, und somit die Grundgesamtheit der Besucher aus Vigo scheinbar auf 25.500 (150.000 Besucher * 17%) in der Besucherpopulation des NP steigt. Wenn die Population aus Vigo 287.774 Bewohner ausmacht, beträgt die Besucherrate in dieser Zone jährlich 8,86%. Diese Rate wäre der Wert, der von der linearen Regression der Zone „Vigo“ abhängigen Variablen, den wir die aufgrund der Distanz zwischen Vigo und dem Wald berechneten Reisekosten zuschreiben. *Tabelle 1* zeigt jedoch, dass der reale Prozentsatz der Besucher aus Vigo in der Besucherpopulation des NP nicht 17%, sondern 11,1% beträgt, womit eine Besucherrate von 5,78% statt 8,86% aus dieser Zone ermittelt wird. Wenden wir die ZGB direkt an, ohne die Korrekturen vorzunehmen, begehen wir einen Messungsfehler in der Größenordnung von 35% bezüglich der von der Regression der zonalen Version der Reisekostenmethode abhängigen Variablen.

Die Konsumentenrente jeder Zone errechnet man durch Multiplikation der Fläche unterhalb der Nachfrage-Kurve und oberhalb der Kosten dieser Zone multipliziert mit der Population der Zone. Um eine globale Messung der Konsumentenrente des Waldgebietes vorzunehmen, werden die Konsumentenrenten aller Zonen summiert und zuletzt durch die Anzahl Besucher dividiert und als Überschuss pro Besucher interpretiert.

Die Kosten für jede Zone setzen sich aus den Transportkosten, die für die Besucher entstehen, um zum Wald zu gelangen, und den Kosten, die aufgrund des Zeitaufwands für die Reise entstehen, zusammen. Die ersten werden errechnet, indem die durchschnittliche Distanz von jeder Zone aus bis zum Wald (hin und zurück) mit einem Ansatz von 2 Cent pro Kilometer (pro PKW ungefähr auf 9 Cent, da die durchschnittliche Zahl der Insassen etwas mehr als drei Personen beträgt), multipliziert wird. Für die Bestimmung der Kosten des zeitlichen Aufwands der Reise wird dieselbe durchschnittliche Distanz durch die angenommene Durchschnittsgeschwindigkeit (90 km/h, mit der die Strecke zurückgelegt wird, dividiert, und mit 6,4 € (durchschnittlicher Lohn in Spanien, der sich laut der Gehaltsumfrage aus dem Bruttogehalt abzüglich der Beiträge der Erwerbstätigen zur Sozialversicherung in Spanien und den steuerlichen Abzügen zusammensetzt) multipliziert. In einer Formel ausgedrückt:

$$\text{Kosten pro Zone} = \frac{6{,}4 \text{ x Distanz bis zum Wald (hin und zurück)}}{90} + 0{,}02 \text{ Distanz bis zum Wald (hin und zurück)}$$

Diese Lösung für die Kostenzuschreibung ist nicht ganz gerechtfertigt, da die Kosten einzig dem Besucher selbst bekannt und durch Drittpersonen nicht verifizierbar sind. Gemäß RANDALL (1994) ist die Determinierung der individuellen Reisekosten seitens des Forschers dem Wesen nach willkürlich. Demzufolge kann sich der Forschende nur an die gegebenen Konventionen halten und jegliche Schätzung oder Messung der Wohlfahrt hängt von der gewählten Konvention ab. Die Distanzen werden anhand der offiziellen Straßenkarten ermittelt, und die Bevölkerungsdaten werden von der Einwohnerkontrolle auf Gemeindeebene zur Verfügung gestellt (INE, 1998). Von den Angaben der Besucherrate und der Reisekosten jeder Zone ausgehend, schätzen wir die folgende Nachfrage für die ZGB (OLS-Schätzung):

$$\begin{array}{lll} \text{Besuchsrate} = 0{,}165 & -0{,}0159 \ln(\text{Kosten}) \\ & (16{,}8) \quad (-15{,}9) \\ & R^2 = 0{,}87 \end{array}$$

Die Kosten werden logarithmiert, da dies zu einer besseren Regression führt. Die Relation zwischen Kosten und Besucherrate ist wie erwartet. Wie die t-Werte (in Klammern) beweisen, ist die Kosten-Variable und die Konstante sehr bedeutsam. Bei Anwendung der korrigierten Häufigkeiten haben die Variablen ebenfalls großen Einfluss.

$$\begin{array}{lll} \text{Besuchsrate} = 0{,}126 & -0{,}012 \ln(\text{Kosten}) \\ & (16{,}1) \quad (-15{,}0) \\ & R^2 = 0{,}85 \end{array}$$

Aufgrund dieser, für jede Zone geschätzten Geraden können wir herleiten, wie sich die Besucherrate je nach Kostenveränderungen in jeder einzelnen Zone entwickeln würde. Die Konsumentenrente der Besucher des Waldes wird errechnet, indem man die Konjunktion zwischen den gegenwärtig anfallenden Kosten von jeder Zone aus und die Kosten, welche die Besuche der Zone Null angleicht, integriert und mit der Population der Zone multipliziert,

$$E_t = (-\beta_1 \exp(-\beta_0/\beta_1) - \text{Kosten}_t(\beta_0+\beta_1 \ln(\text{Kosten}_t) - \beta_1))P_t.$$

Für die Grundgesamtheit der NP-Besucher steigt der anhand der korrigierten Stichprobenerhebung ermittelte Überschuss auf 8,8 Millionen Euro pro Jahr und der der ZGB auf 6,4 Millionen Euro. Die ES führt demzufolge zu einer Unterschätzung in einer Größenordnung von 37 %.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die sozioökonomische Beschreibung der Besucherpopulation (z. B. Herkunft der Besucher, Zusammensetzung ihrer Familie oder Besuchsmotive) kann durch die ES ernsthaft beeinträchtigt werden. Die Größenordnung der Effekte hängt von der Korrelation der Variablen, die man beschreiben will, und den Variablen, die die ES verursachen (Anzahl der Reisen und Dauer des Aufenthaltes) ab. Die gravierendsten Auswirkungen, die in der vorliegenden Studie untersucht worden sind, bewegen sich in einer Größenordnung von 10 %.

Was die Anzahl der Besuche betrifft, nehmen die Besucher, die den NP nur einmal besuchen, um mehr als 13 % zu. Dasselbe geschieht im Fall derjenigen Besucher, die einen einzigen Tag im Wald verbringen. Der Effekt ist, dass die mit der zonalen Version der Reisekostenmethode geschätzten Koeffizienten bedeutend voneinander abweichen. Und schließlich sinkt die erwartete Nachfrage pro Besucher von 0,44 auf 0,23 Besuche pro Jahr, wenn wir die ES korrigieren.

Diese Phänomene sind wichtig, um das Verhalten der Besucherpopulation zu verstehen. Die anhand der Reisekostenmethode geschätzten Konsumentenrenten ergeben eine Erhöhung von 37%. Was die Bedingte Bewertungsmethode betrifft, sind die für diese Anwendung erhaltenen Ergebnisse weniger unterschiedlich, so dass die ES die Verteilung der Zahlungsbereitschaft nicht in bedeutendem Maße beeinträchtigt.

Es muss jedoch abschwächend gesagt werden, dass diese Schlussfolgerungen durch andere Anwendungen bestätigt werden sollten, da sie sehr sensibel auf die Merkmale der Stichprobe reagieren. Bei unserer Anwendung erlauben die Variablen, die die Antreffswahrscheinlichkeit des Interviewers determinieren, im Vergleich zu anderen Studien sehr wenig Variation. Tatsächlich verbringen praktisch alle Besucher (96 %) nur einen Tag im Wald und 95 % machen nur einen einzigen Besuch. Wenn diese Variablen eine höhere Dispersion aufzeigen würden, wäre zu erwarten, dass der Unterschied zwischen den scheinbaren Werten der Besuchererhebung und den durch die ES korrigierten Werten zunähme. Es ist auch möglich, dass bei den Ergebnissen der Bedingten Bewertungsmethode Differenzen auftauchen.

Diese vorgestellten Techniken können nicht nur im Bereich der Forstwirtschaft oder der Umwelt, sondern auch in anderen Fachgebieten Anwendung finden. Die statistische Methodik kann in all jenen Situationen angewendet werden, in denen anhand einer ZGB das Verhalten der Besucher eines Ortes beschrieben werden soll. Eine solche Situation findet sich z. B. in Marketing-Studien, bei denen Käufer direkt am Verkaufsort befragt werden oder für Gesundheits-, Verkehrsmittel-, F+E- und Arbeitsmarktstudien, bei denen die Patienten eines Krankenhauses, Fahrgäste, Firmen mit Ausgaben für F+E oder Arbeitslose interviewt werden.

6. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit schlägt Mechanismen zur Korrektur der Verzerrungen vor, die aufgrund der unterschiedlichen Wahrscheinlichkeit entstehen, dass Waldbesucher befragt werden. Sowohl die Schätzergebnisse zur Charakteristik der Waldbesucher und deren Einstellung zu den Leistungen des Waldes als auch die Besuchsfrequenz, die Besuchsdauer und die Wertschätzung, die Waldbesucher dem Wald entgegenbringen, können verzerrt sein. Hier wird das Problem berücksichtigt und korrigiert.

7. Summary

Title of the paper: *Target area surveys and bias in forest related opinion research and in the monetary appreciation of forests.*

The study proposes mechanisms to rectify the distortions resulting from varying probabilities of forest-visitors to be interviewed. Not only the estimated results on the characteristics of forest-visitors and their attitude towards the benefits of forests can be distorted but also data like the frequency and duration of visits to forests or the estimated benefits of visitors towards the forest. Those problems are taken into account and rectified.

8. Résumé

Titre de l'article: *Enquêtes sur les objectifs et les distorsions lors de l'analyse des sondages d'opinion et lors de l'évaluation de la valeur monétaire de la forêt.*

Le présent travail propose de mécanismes pour corriger les distorsions qui apparaissent en raison de le plus ou moins grande vraisemblance des réponses données par les promeneurs en forêt interrogés. Ce sonst aussi bien les résultats des indicateurs prévus pour caractériser les promeneurs den forêt et recenser leurs points de vue sur les productions de la forêt que les précisions: que donnent ces mêmes visiteurs sur le fréquence, la durée de leurs visites et sur la valeur qu'ils accordent à la forêt qui peuvent être biaisé. Ce problème a été étudié ici et des correctifs ont été proposés. J.M.

9. Literatur

BATEMAN, I. und WILLIS, K., Eds.: Valuing Environmental Preferences. Theory and Practice of the Bedingte Bewertungsmethode in the US, EU and Developing Countries, Oxford University Press, 1999

BLUM, A., BRANDL, G., OESTEN, G., SCHANZ, H., und VOGEL, G.: Wohlfahrts ökonomische Betrachtungen zu den Wirkungen des Waldes und Leistungen der Forstwirtschaft. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung **167**, S. 89–95, 1996

DEGENHARDT, S. und GRONEMANN, S.: Die Zahlungsbereitschaft von Urlaubsgästen für den Naturschutz. Theorie und Empirie des Embedding-Effektes. Verlag Peter Lang, Frankfurt/M., 1998

DOBBS, I. M.: Adjusting for Sample Selection Bias in the Individual Travel Ocst Method. Journal of Agricultural Economics **44**, 2, S. 67–68, 1993

DUNKEL, K., ELSASSER, P., OESTEN, G. und ROEDER, A.: Wertschätzung des Waldes aus der Sicht der Waldbesucher. Ergebnisse einer Zielgebietsbefragung im Pfälzerwald. In OESTEN, G. und ROEDER, A.: Zur Wertschätzung der Infrastrukturleistungen des Pfälzerwaldes. Mitteilungen aus der Forstlichen Versuchsanstalt Rheinland-Pfalz Nr. 27/94. Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten, Trippstadt, 1994

ELSASSER P.: Der Erholungswert des Waldes. Monetäre Bewertung der Erholungsleistung ausgewählter Wälder in Deutschland. Schriften zur Forstökonomie Bd. 11. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt/Main, 1996

ENGLIN, J. E. und SHONKWILER, J. S.: Estimating social welfare using count data models: an application to long run recreational demand under conditions of endogenous stratification and truncation. The Review of Economics and Statistics **77** (1), S. 104–112, 1995

HACKL, F.: Contingent Valuation als Instrument zur ökonomischen Bewertung der Landschaft. Verlag Peter Lang, Frankfurt/M., 1997

HEEG, B.: Forstliche Meinungsbefragungen- Kritische Anmerkungen. Forst und Holz, S. 42–45, 1973

INE-INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (Amt für Statistik): Censo de Población Municipal (http://www.ine.es/htdocs/pod98/pob98frame.htm)

KETTLER, D.: Die Erholungsnachfrage in stadtnahen Wäldern dargelegt am Beispiel der Räume Stuttgart, Karlsruhe, Heidelberg und Mannheim (mit Ergänzungen bei Freiburg, Baden-Baden und im Schönbuch). Ein Beitrag zum Europäischen Naturschutzjahr 1970. Mitteilungen der Baden-Württembergischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt, Heft 27 Abt. Landespflege, Nr. 3, Freiburg i. Br., Dezember 1970, 1970

LOESCH, G.: Typologie der Waldbesucher, Betrachtung eines Bevölkerungsquerschnitts nach dem Besuchsverhalten, der Besuchsmotivation und der Einstellung gegenüber Wald. Göttingen, 1980

LÖWENSTEIN, W.: Reisekostenmethode und Bedingte Bewertungsmethode. Ein ökonomischer und ökonometrischer Vergleich. Schriften zur Forstökonomie Bd. 6. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 1994

LUTTMANN, V. und SCHRÖDER, H.: Monetäre Bewertung der Fernerholung im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Schriften zur Forstökonomie, Bd. 10. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/Main, 1995

PRUCKNER, G. J.: Der Kontingente Bewertungsansatz zur Messung von Umweltgütern. Stand der Debatte und umweltpolitische Einsatzmöglichkeiten. Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht, 4/95, S. 503–536, 1995

PRUCKNER, G. J.: Die ökonomische Quantifizierung natürlicher Ressourcen. Eine Bewertung überbetrieblicher Leistungen der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Verlag Peter Lang, Frankfurt/Main, 1994

ROMMEL, K.: Kosten und Nutzen des Biosphärenreservates Schorfheide-Chorin. Eine empirische Analyse der mikroökonomischen Bestimmungsfaktoren einer naturhaltenden ökonomie. Dissertation Humbolt-Universität zu Berlin, Berlin, 1998

RANDALL, A.: A difficulty with the travel cost method. Land Economics **70**, S. 80–96, 1994

ROEDER, A.: Gewichtungsverfahren und ihre Anwendung bei der Ermittlung von Waldbesucherzahlen. Orstarchiv, S. 30–33, 1973

SANTOS SILVA J. J. C.: Unobservables in Count Data Models for On-Site Samples. Economics Letters, **54**, S. 217–220, 1997

SEKOT W. und SCHWARZBAUER, P.: Methodische Ansätze zur Bewertung der infrastrukturellen Leistungen der Forstwirtschaft. Schriftenreihe des Instituts für Sozioökonomik der Forst- und Holzwirtschaft, Band 25. Universität für Bodenkultur Wien, 1995

SHAW, D.: On-Site Samples' Regression. Problems of Non-Negative Integers, Truncation and Endogenous Stratification. Journal of Econometrics **37**, S.. 211–233, 1988

WECK-HANEMANN, H.: Was ist der Wald uns wert? Eine Einschätzung aus ökonomischer Sicht. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen **145**, 2, S. 95–110, 1994

WILLIS, K. G., BENSON, J. F. und WHITBY, M. C.: Values of user-benefits of forest recreation and wildlife. Department of Town and Country Planning. University of Newcastle upon Tyne. Report to the Forestry Commission, 1988

ZIMMER, Y.: Naturschutz und Landschaftspflege – Allokationsmechanismus, Präferenzanalyse, Entwicklungspotentiale. Wissenschaftsverlag Vauk Kiel KG, Kiel, 1994

Nachrufe

Prof. Dr. Dr. h.c. FRIEDRICH FRANZ
* 5. August 1927 † 11. Juli 2002

Am 11. Juli 2002, kurz vor seinem 75. Geburtstag, starb Professor Dr. Dr. h.c. FRIEDRICH FRANZ nach langer Krankheit. Er war mehr als 20 Jahre – von 1973 bis 1994 – Vorstand des Lehrstuhls für Waldwachstumskunde an der Universität München und Leiter des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern.

Mit dem Namen FRIEDRICH FRANZ eng verknüpft ist die Einführung von EDV und Biometrie in die Deutsche Forstwissenschaft, der er damit völlig neue Wege der Erkenntnisgewinnung eröffnet hat. Die Möglichkeiten der EDV nutzend, hat er die biometrisch geprägte Forschungslinie von GEHRHARDT und ASSMANN weitergeführt und wissenschaftliches Neuland auf dem Sektor der waldwachstumskundlichen Modellbildung, der Prognose- und Simulationstechnik erschlossen. Wichtigstes Ergebnis dieser Arbeiten ist der Wachstumssimulator STAOET, der es erlaubt, die standorttypische Entwicklung von Reinbeständen unter den verschiedensten An- und Aufwuchsbedingungen auch bei sehr unterschiedlicher Behandlung zu simulieren und die Ergebnisse der Simulationsrechnungen in Standort-Leistungstabellen zusammenzufassen. Methodisch neu und richtungsweisend war die von ihm für Bayern konzipierte Großrauminventur mit angeschlossener Holzaufkommensprognose, die bis heute Vorbild zahlreicher Landesinventuren ist. Damit sind nur einige bedeutende Arbeiten genannt, die FRIEDRICH FRANZ internationale Anerkennung als Wissenschaftler eingebracht haben und die zuletzt mit der Verleihung des Ehrendoktorgrades durch die Georg-August-Universität Göttingen, des Biometrie-Preises 1993 und des Dr. Hanskarl-Goettling-Preises 1995 gewürdigt wurden.

In Zeitz/Sachsen-Anhalt geboren, verbrachte FRIEDRICH FRANZ seine Schulzeit in Gardelegen in der Altmark. Noch vor dem Abitur wurde er von der Schulbank zum Reichsarbeitsdienst und zur Wehrmacht einberufen, geriet als Achtzehnjähriger in britische Kriegsgefangenschaft und konnte seine Schulausbildung erst 1947 abschließen. Als Forsteleve lernte er dann unter Prof. Dr. FRITZ RIECKE das Forstamt Bischofswald in Sachsen-Anhalt kennen. Sein Studium der Forstwissenschaften von 1947–1952 an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin und Eberswalde verband er mit einem Praktikum am Lehrforstamt Eberswalde unter Leitung der Professoren HEINRICH OSTWALD und EGON WAGENKNECHT und einer Waldfacharbeiterlehre, während der er unter Prof. ALEXIS SCAMONI in der Standortkartierung tätig war.

Nach Abschluß seiner Studienzeit im Jahre 1952 bearbeitete er gemeinsam mit den Kollegen Dr. G. LEMBCKE, H.-U. PAGEL, H. SÖGDING und D. KOPP am Institut für Forstwissenschaften Eberswalde unter Leitung von Prof. WERNER ERTELD ertragskundliche, standortkundliche und inventurtechnische Forschungsprojekte. Die Ergebnisse dieser außerordentlich produktiven Schaffensphase mündeten in methodisch neue Arbeiten zum Standort-Leistungs-Bezug, den Aufbau einer biometrischen Arbeitsgruppe und in die Promotion im Jahre 1957 bei den Professoren ERTELD, WAGENKNECHT und RICHTER zum Thema „Methodische Untersuchung der Verteilung der guten Zuwachsträger im gleichaltrigen Kiefern-Reinbestand".

Es folgte eine Assistentenzeit, in der er in Eberswalde als Dozent für Holzmesskunde und Ertragskunde tätig war.

Nachdem er am 1. August 1960 mit seiner Familie die DDR verlassen hatte, begann seine Schaffensphase am damaligen Institut für Forstliche Ertragskunde der Forstlichen Forschungsanstalt München unter Leitung von Professor Dr. ERNST ASSMANN. Im Mittelpunkt standen zunächst wieder standortkundlich-ertragskundliche Untersuchungen, für die er in Zusammenarbeit mit seinen Kollegen REINHARD KENNEL und ANTON SCHMIDT mit großem Erfolg die Methoden der elektronischen Datenverarbeitung nutzbar gemacht hat. In dieser Zeit hat FRIEDRICH FRANZ zusammen mit Professor ASSMANN unter Ausnutzung modernster EDV im Jahre 1963 eine erste mehrgliedrige, in drei Ertragsniveaustufen untergliederte Ertragstafel für Fichtenbestände in Bayern konstruiert. Mit seiner Schrift „Die Ergebnisse standortskundlich-ertragskundlicher Forschung als Grundlage zuverlässiger Ertragsschätzungen auf gegebener Standorteinheit“ und einem Vortrag „Möglichkeiten und Grenzen der elektronischen Datenverarbeitung in der Forstwissenschaft“ habilitierte sich FRIEDRICH FRANZ im Jahre 1968 vor der Staatswirtschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zum 1. Januar 1973 wurde er als Nachfolger von Prof. Dr. ASSMANN auf den Münchner Lehrstuhl für Waldwachstumskunde berufen und hatte seitdem auch die Leitung des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern inne.

Die Liste der Veröffentlichungen von FRIEDRICH FRANZ umfasst rund 100 Arbeiten. Bei all seinen wissenschaftlichen Leistungen ist FRIEDRICH FRANZ wie nur wenige Forstwissenschaftler auch den Belangen der forstlichen Praxis eng verbunden geblieben. Als Leiter des Ertragskundlichen Versuchswesens in Bayern hat er stets Impulse der Praxis aufgegriffen und in Versuche zu neuen Behandlungsvarianten, Baumartenmischungen und Bestandesstrukturen umgesetzt. Mit derselben Konsequenz, mit der er mehr als 20 Jahre neue Forschungsideen entwickelte und die Kontinuität des Bayerischen Ertragskundlichen Versuchswesens gewährleistete, setzte er sich für Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ein, so dass heute eine beachtliche Schar von Schülern seine Gedanken weiterträgt. FRIEDRICH FRANZ hat während seiner über zwanzigjährigen Tätigkeit am Münchner Lehrstuhl für Waldwachtumskunde 5 Habilitationen, 20 Promotionsarbeiten und rund 100 Diplomarbeiten geleitet. Die von ihm geprägte außerordentlich freie und produktive Arbeitsatmosphäre und seine gewinnend herzliche Art haben immer wieder junge Wissenschaftler angezogen, die dort in einer akademischen Freiheit wirken konnten, wie sie an Forschungsinstituten nur selten zu finden ist.

Anfang 1994 wurde FRIEDRICH FRANZ im Alter von 66 Jahren emeritiert. Leider hat ihn die stetige Verschlechterung seines Gesundheitszustandes daran gehindert, eine Reihe von Projekten weiter zu verfolgen, deren Ausführung ihm nach seiner Emeritierung besonders am Herzen lag. Dazu gehören unter anderem die Neufassung der „Waldertragskunde“ von ERNST ASSMANN und des „Forstlichen Versuchswesens“ von AUGUST GANGHOFER. Nur wenige Ruhestandsjahre konnte er gemeinsam mit seiner Frau im Kreis seiner vier Kinder und Enkel erleben. Seine Fachkollegen, akademischen Schüler, ehemaligen Mitarbeiter und Freunde trauern mit seiner Familie und werden ihn als hervorragenden Wissenschaftler, mitreißenden akademischen Lehrer und prägende Persönlichkeit in dankbarer Erinnerung behalten. H. PRETZSCH

Prof. Dr. Dr. h.c. MICHAIL PRODAN

Am 6. 8. 2002 ist Professor Dr. Dr. h.c. MICHAIL PRODAN, Nestor der Forstlichen Biometrie und Waldmesslehre in Deutschland, nach langer und schwerer Krankheit verstorben. Die wissenschaftlichen Leistungen des Verstorbenen haben weltweite Anerkennung gefunden.

Prof. Dr. Dr. h.c. MICHAIL PRODAN war der Begründer des Fachgebietes Forstliche Biometrie im deutschen Sprachraum und international anerkannter Fachmann auf seinem Fachgebiet. Er gründete im Jahre 1966 die Abteilung für Forstliche Biometrie an der Universität Freiburg, die er zu großem nationalen und internationalen Ansehen führte. Bis zu seiner Pensionierung im Jahre 1978 war er Leiter der Abteilung für Forstliche Biometrie an der Universität Freiburg. Seine berufliche Laufbahn begann in Rumänien, wo er Forstwirtschaft studierte und erste praktische Erfahrungen sammelte. Nach seiner Übersiedlung nach Deutschland promovierte er 1944 mit der Dissertation: „Zuwachs- und Ertragsuntersuchungen im Plenterwald“, die Habilitation folgte 1947 mit dem Thema „Die mathematisch-statistischen Methoden in der Forstwirtschaft“. Er war Autor zahlreicher Veröffentlichungen und Bücher zu den Themenbereichen Forstliche Biometrie und Holzmesslehre, die international großen Anklang fanden. Sein im Jahre 1961 publiziertes Werk „Forstliche Biometrie“ und das 1965 publizierte Buch „Holzmesslehre“ stellen auch heute noch Standardwerke für die Studierenden der Forstwissenschaften und für Forstpraktiker dar. Später wandte er sich verstärkt der Bewertung von Wald- und Landschaftswirkungen auf die Umwelt und fächerübergreifenden ökologischen Fragestellungen zu.

Über sein engeres Fachgebiet hinaus setzte sich Prof. Dr. Dr. h.c. MICHAIL PRODAN am Ende seines Berufslebens verstärkt mit Fragen zur Bewertung der Sozialfunktionen des Waldes und der ganzheitlichen Betrachtungsweise der Forstwirtschaft auseinander. Ein besonderes Anliegen war ihm die globale Durchsetzung des Prinzips der Nachhaltigkeit zur Erhaltung der tropischen und subtropischen Urwälder.

Prof. Dr. Dr. h.c. MICHAIL PRODAN gründete den internationalen Arbeitskreis für Forstliche Biometrie, den er viele Jahre leitete und der zu einem lebendigen Forum des Austausches wurde. Seine wissenschaftlichen Leistungen wurden gewürdigt, u.a. durch die Verleihung der Ehren-Doktorwürde der Universität Göttingen und des Preises zur Würdigung und Förderung hervorragender Leistungen auf dem Fachgebiet Forstliche Biometrie, er war Ehrenmitglied der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft Finnlands, Träger der Goldmedaille für außerordentliche Verdienste auf dem Gebiet der forstwissenschaftlichen Forschung der Hochschule für Bodenkultur in Brünn und korrespondierendes Mitglied der Italienischen Akademie für Forstwissenschaften in Florenz. Im Jahre 1984 wurde ihm das Bundesverdienstkreuz der Bundesrepublik Deutschland verliehen. Am 10. 2. 1994 erhielt er die Ehrenurkunde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Freiburg anlässlich seiner Goldenen Promotion.

Durch seine herausragende Persönlichkeit hat der Verstorbene, nicht nur in fachlicher sondern auch in menschlicher Hinsicht, Generationen von Forstleuten maßgebliche Impulse gegeben.

Unvergessen sind seine selbstlose Hilfsbereitschaft und seine verständnisvolle Anteilnahme an den Problemen und Sorgen seiner Studentinnen und Studenten. Diese Eigenschaften sind es, die dem Menschen MICHAIL PRODAN in den Herzen unzähliger Schüler und Freunde schon zu Lebzeiten ein Denkmal setzten.

Seinen 85. Geburtstag konnte der Verstorbene noch in guter körperlicher und geistiger Verfassung im Kreise seiner Freunde und ehemaligen Schüler begehen. Bis zu diesem Zeitpunkt nahm er noch regen Anteil am Geschehen in der Forstwissenschaftlichen Fakultät und den forstpolitischen Entwicklungen in Deutschland.

In den letzten zwei Jahren lebte er wohlversorgt im St. Antoniushaus in Freiburg. Seine Bescheidenheit und Liebenswürdigkeit haben ihm auch hier rasch die Herzen der Mitbewohner und Pflegekräfte gewonnen.

Auch nach seinem Tod werden zahlreiche Freunde, ehemalige Kollegen und Studenten in aller Welt mit Hochachtung und Dankbarkeit seiner gedenken und ihn nicht vergessen. D. R. PELZ

Herausgeber: Prof. Dr. K.-R. Volz, Freiburg i. Br., und Prof. Dr. Dr. h. c. H. Kramer, Göttingen – Verlag: J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M.

Printed in Germany

© J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 2002

FORSTLITERATUR FÜR WISSENSCHAFT UND PRAXIS I

WALDBAU

Von Anbauversuchen mit Tannen und anderen Koniferen aus Japan, Nordamerika und Europa. Von R. Schober und H. Spellmann. 176 Seiten mit 90 Abb. und 29 Tab. Kart. Euro 14,30

Ökologische Untersuchungen zur Initialphase der Naturverjüngung in Eschen-Buchen-Mischbeständen. Von S. Wagner. 265 Seiten mit 122 Abb. und 47 Tab. Kart. Euro 40,90

Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Von J. Nagel. 124 Seiten mit 117 Abb. und 23 Tab. Kart. Euro 14,30

Waldbauliche Fragen der Kiefernwirtschaft. Zusammengestellt von B. von Lüpke. 184 Seiten mit 38 Abb. und 18 Tab. Kart. Euro 17,40

Eichenwälder im nordöstlichen Mexiko. Von B. Müller-Using. 263 Seiten mit 64 Abb. und 46 Tab. Kart. Euro 25,10

Die natürliche Verjüngung der Kiefer (Pinus silvestris L.) im nordwestdeutschen Pleistozän. Von A. Dohrenbusch. 269 Seiten mit 70 Abb. und 21 Tab. Kart. Euro 23,00

Die Verjüngungsentwicklung der Buche (Fagus silvatica L.). Von A. Dohrenbusch. 70 Seiten mit 14 Abb. und 11 Tab. Kart. Euro 9,70

Zum Anbau der Schwarznuß (Juglans nigra L.) in den Rheinauen. Von N. Bartsch. 90 Seiten mit 35 Abb. und 19 Tab. Kart. Euro 8,20

Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Von A. Roloff. 258 Seiten mit 120 Abb. und 14 Tab. Kart. Euro 12,80

Ausländeranbau in Niedersachsen und den angrenzenden Gebieten. Inventur und waldbaulich-ertragskundliche Untersuchungen. Von J. Stratmann. 131 Seiten mit 20 Abb. und 1 Tab. Kart. Euro 9,70

Die Waldstandorte in Hessen und ihre Bestockung. Von H. Zimmermann. 235 Seiten mit 20 Abb., 14 Fotos und 10 Tab. Kart. Euro 13,70

Sturmgefährdung von Beständen im Altersklassenwald. Von A. König. 194 Seiten mit 54 Abb. und 45 Tab. Kart. Euro 10,60

Wind- und Sturmschäden im Wald. Von M. Rottmann. 128 Seiten mit 62 Abb. und 49 Tab. Kart. Euro 8,60

Schneebruchschäden in Nadelholzbeständen. Von M. Rottmann. 159 Seiten mit 69 Abb. und 54 Tab. Euro 8,60

Ergebnisse des 4. Tannen-Symposiums. Von W. Kramer. 289 Seiten mit 69 Abb. und 54 Tab. Kart. Euro 14,30

Stecklingsvermehrung von Stiel- und Traubeneiche (Quercus robur L. und Quercus petracea (Matt.) Liebl.). Von W. Spethmann. 99 Seiten mit 9 Abb. und 39 Tab. Kart. Euro 7,70

Versuche zur Einbringung von Lärche und Eiche in Buchenbeständen. Von B. von Lüpke. 123 Seiten mit 14 Abb. und 41 Tab. Kart. Euro 14,10

Untersuchungen über die Wirkung von Brand, Mahd und Beweidung auf die Entwicklung von Heide-Gesellschaften. Von O. Muhle und E. Röhrig. 72 Seiten mit 14 Abb. und 20 Tab. Kart. Euro 3,80

Die natürliche Verjüngung der Buche. Von P. Burschel, J. Huss und R. Kalbhenn. 188 Seiten mit 37 Abb. und 63 Tab. Kart. Euro 12,70

Züchterische Möglichkeiten zur Verbesserung quantitativer und qualitativer Eigenschaften bei europäischer Lärche. Von W. Dietze. 109 Seiten mit 37 Abb. und 14 Tab. Kart. Euro 13,50

Jungwuchspflege und Läuterung mit synthetischen Wuchsstoffen. Von H.-J. Fröhlich. 56 Seiten mit 11 Abb., 9 graph. Darst. und 11 Tab. Kart. Euro 3,50

Züchtung, Anbau und Leistung der Pappel. Von H.-J. Fröhlich und W. Grosscurth. 268 Seiten mit 96 Abb., 36 Tab. und 1 Ausschlagtafel. Kart. Euro 25,40

Fortschritte des forstlichen Saatgutwesens. Hrsg. H. Messer. **Band 1**: 117 Seiten mit 35 Abb. und 46 Tab. Kart. Euro 6,20. **Band 2**: 166 Seiten mit 73 Abb. und 18 Tab. Leinen. Euro 16,40 **Band 3**: 108 Seiten mit 51 Abb. und 28 Tab. Kart. Euro 13,70

Wald, Wachstum und Umwelt. Eine Einführung in die ökologischen Grundlagen des Waldwachstums. Von G. Mitscherlich. **Band 1** vergriffen. **Band 2**: Waldklima und Wasserhaushalt. 2. Auflage. 402 Seiten mit 118 Abb. und 147 Tab. Geb. Euro 47,00. **Band 3** vergriffen.

Waldbauliche Untersuchungen über die Weißtanne im nördlichen und mittleren Westdeutschland. Von A. Olberg und E. Röhrig. 102 Seiten mit 22 Abb. und mehreren Tab. Kart. Euro 5,30

Beiträge zum Problem der Kiefernnaturverjüngung. Von A. Olberg. 96 Seiten mit 7 Abb. und 13 Tab. Kart. Euro 6,70

Die Anzucht von Forstpflanzen in Nadelstreubeeten. Von E. Röhrig. 49 Seiten mit 2 Abb. und 36 Tab. Kart. Euro 3,70

Neuere Grundlagen für den Anbau von Abies grandis. Von E. Röhrig. 155 Seiten mit 26 Abb. und 30 Tab. Kart. Euro 9,00

Untersuchungen zur Bestandesbegründung der Douglasie. Von J. B. Larsen, O. Muhle und H. Lohbeck. 332 Seiten mit 28 Abb. und 137 Tab. Kart. Euro 9,60

Der Adlerfarn und seine Bekämpfung mit Aminotriazol. Von Chr. Volger. 104 Seiten mit 26 Abb. Kart. Euro 13,40

BODENKUNDE, STANDORTLEHRE

Ergebnisse der bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) in Niedersachsen 1990-1991. Von G.Büttner. 205 Seiten mit 78 Abb. und 92 Tab. Kart. Euro 14,30

Naturwaldreservate in Hessen - Schönbuche. Waldkundliche Untersuchungen. Von W. Keitel und R. Hocke. 190 Seiten mit 71 Abb., 18 Karten und 23 Übers. Kart. Euro 21,50

Naturwaldreservate in Hessen 2 - Waldkundliche Untersuchungen. Von B. Althoff, R. Hocke und J. Willig. 168 Seiten mit 78 Abb. und 15 Übers.. Kart. Euro 19,40

Der Wasserumsatz eines Buchen- u. eines Fichtenwaldökosystems im Hochsolling. Von P. Benecke. 158 Seiten mit 46 Abb. und 35 Tab. Kart. Euro 13,20

Forstlich-hydrologische Untersuchungen im Kaufunger Wald. Von P. Benecke, H. J. Liebscher und E. Meyer. 333 Seiten mit 144 Abb. und 80 Tab. Kart. Euro 26,60

Die Bewertung des Windwurfrisikos der Fichte auf verschiedenen Standortstypen. Von D. Germann. 104 Seiten mit 16 Abb., 64 Tab. im Text und 8seitigem Tab.-Anhang. Kart. Euro 10,90

Über forstliche Düngungsversuche mit spezieller Zielsetzung für den Waldbau des nordwestdeutschen Flachlandes. Von H. A. Gussone. 127 Seiten mit 23 Abb. und 31 Tab. Kart. Euro 18,30

Ergebnisse langfristiger Düngungsversuche im Gebiet des nordwestdeutschen Diluviums und ihre Folgerungen für die Praxis. Von G. Seibt und W. Wittich. 156 Seiten mit 16 Abb. und 45 Tab. Kart. Euro 12,30

Ertragskundliche und bodenkundliche Ergebnisse langfristiger Kalkdüngungsversuche. Von G. Seibt, W. Wittich und J. B. Reemtsma. 300 Seiten mit 43 Abb. und 105 Tab. Kart. Euro 21,90

Das Fruchten der Waldbäume als Grundlage der Forstsamengewinnung. I. Koniferen. Von H. Messer. 108 Seiten mit 24 Abb. und 37 Tab. Kart. Euro 6,60

Der heutige Stand unseres Wissens vom Humus und neue Wege zur Lösung des Rohhumusproblems im Walde. Von W. Wittich. 106 Seiten mit 4 Abb. und 23 Tab. Kart. Euro 5,00

Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfauna unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. Grundlagen der forstlichen Standortskartierung und Grundzüge ihrer Durchführung. Von W. Wittich. 96 Seiten mit 2 Abb. und 10 Tab. Kart. Euro 7,90

Die mineralische Eigenart der Böden des nordwestdeutschen Tieflandes mit ihren langzeitlichen Veränderungen und ihre Bedeutung für den Wald. Von W. Wittich. 94 Seiten mit 13 Tab. Kart. Euro 16,40

Die Buchen- und Fichtenbestände der Probeflächen des Sollingprojektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Von G. Seibt. 109 Seiten mit 24 Abb. Kart. Euro 9,70

ERTRAGSKUNDE

Verkernung und weitere verwendungsrelevante Eigenschaften von Douglasien-Schwachholz aus unterschiedlich behandelten Jungbeständen: Folgerungen für die Sortierung und die industrielle Verwendung von Douglasien-Schwachholz. Von F. Hapla. 205 Seiten mit 53 Abb. und 105 Tab. Kart. Euro 23,00

Untersuchungen über die Jugendentwicklung von Douglasienprovenienzen in Hessen. Von M. Jestaedt. 105 Seiten mit 31 Abb. und 35 Tab. Kart. Euro 16,00

Über Höhenwuchsleistung und Wachstumsoptimum der Schwarzerle auf vergleichbaren Standorten in Nord-, Mittel- und Südeuropa. Von V. Glavac. 64 Seiten mit 27 Abb. und 17 Tab. Kart. Euro 7,70

Beiträge zur Beurteilung der Jugendentwicklung von Fichtenprovenienzen. Von E. J. Gärtner. 114 Seiten mit 28 Abb. und 46 Tab. Kart. Euro 18,70

Beiträge zur Ästung und Naturverjüngung der Douglasie. Von E. Eckstein. 45 Seiten mit 6 Fotos, 12 graph. Darst. und 8 Tab. Kart. Euro 7,30

Nadelanalytische Untersuchungen an Fichte (Picea abies) nach Grünästung und Düngung. Von J. B. Reemtsma. 100 Seiten mit 29 Abb. und 6 Tab. Kart. Euro 4,60

Inventur und Wachstum in erkrankten Fichtenbeständen. Von H. Kramer, S. Athari, A. Akça und P. H. Dong. 114 Seiten mit 52 Abb. und 14 Tab. Kart. Euro 10,10

Individuelles Wachstum von Waldbäumen in Abhängigkeit von natürlichen und anthropogenen Einflüssen. Von H. Kramer und Chr. Kätsch. 152 Seiten mit 55 Abb. und 30 Tab. Kart. Euro 16,40

Wachstum und Behandlung der Douglasie im pazifischen Nordwesten von Amerika. Von H. Kramer. 114 Seiten mit 18 Abb., 22 Tab. und 4 Tafeln. Kart. Euro 8,40

Beiträge zur Bestandesbegündung der Fichte. Von H. Kramer und H. Spellmann. 103 Seiten mit 18 Abb. und 19 Tab. Kart. Euro 5,50

Biologische Aspekte zur Jungbestandspflege der Fichte. Von H. Kramer und N. Bjerg. 121 Seiten mit 16 Abb. und 27 Tab. Kart. Euro 4,50

Der Einfluß von Großklima und Standort auf die Entwicklung von Waldbeständen. Von H. Kramer. 140 Seiten mit 64 Abb. und 10 Tab. Kart. Euro 10,30

Ertragstafeln wichtiger Baumarten bei verschiedener Durchforstung. Von R. Schober. 166 Seiten, hiervon 138 Seiten Tab. und 23 Abb. PVC-Einband. Euro 18,70

Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuches. Von R. Schober und H. M. Rau. 168 Seiten mit 59 Abb. und 30 Tab. Kart. Euro 19,40

Die Sitka-Fichte. Eine biologisch-ertragskundliche Untersuchung. Von R. Schober. 242 Seiten mit 80 Abb. und 47 Tab. Leinen Euro 15,90; Kart. Euro 14,00

Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/1959 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den USA. Von R. Schober. 164 Seiten mit 45 Abb. und 24 Tab. Kart. Euro 13,80

Vom II. Internationalen Lärchen-Provenienzversuch 1958/1959. Von R. Schober. 358 Seiten mit 68 Abb. und 35 Tab. Kart. Euro 25,10

Der Gahrenberger Lärchen-Provenienzversuch. Von R. Schober und H.-J. Fröhlich. 206 Seiten mit 77 Abb. und 38 Tab. Kart. Euro 20,40

Die Rotbuche. Von R. Schober. 443 Seiten mit 110 Abb. und Fotos, 156 Tab. Leinen. Euro 47,00

FORSTGENETIK, FORSTPFLANZENZÜCHTUNG, FORSTLICHE BIOMETRIE UND INFORMATIK

Ein Beitrag zur Züchtung von Hybridlärchen (Larix x euro-lepis Henry). Das Langzeitprogramm der Firma F. von Lochow-Petkus. Von W. Langner und V. Schneck. 159 Seiten mit 84 Abb. und 77 Tab. Kart. Euro 13,30

Die Wildbirne, Pyrus pyraster (L.) Burgsd. Zusammengestellt von J. Kleinschmitt, B. Soppa und U. Fellenberg. 128 Seiten mit 30 Abb. und 33 Tab. Kart. Euro 9,20

Auswirkungen von Umweltbelastungen auf genetische Strukturen von Waldbeständen am Beispiel der Buche (Fagus sylvatica L.). Von G. Müller-Starck. 163 Seiten mit 19 Abb. und 39 Tab. Kart. Euro 18,40

Beiträge zur In-vitro-Vermehrung und Wurzelentwicklung von Stiel- und Traubeneiche sowie zur Erhaltung forstlicher Genressourcen. Von A. Meier-Dinkel, G. Schüte, K. Tae Su und J. Kleinschmit. 212 Seiten mit 45 Abb. und 18 Eb. Kart. Euro 13,30

Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. Von H. H. Hattemer, F. Bergmann und M. Ziehe. 492 Seiten mit 117 Abb. und 100 Tab. Kart. Euro 25,50

Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. Von G. Müller-Starck und M. Ziehe. 286 Seiten mit 55 Abb. und 50 Tab. Kart. Euro 25,00

Erhalt forstlicher Genressourcen. Von H. H. Hattemer (Hrsg.). 180 Seiten mit 33 Abb. und 47 Tab. Kart. Euro 11,50

Mathematical Modelling of Forest Ecosystems. Von J. Franke und A. Roeder. 174 Seiten mit 46 Abb. und 6 Tab. Kart. Euro 14,30

Modelle zu automatisierten Zuwachsmeß- und Auswerttechniken, klimaorientierte Wachstumsmodelle, Inventurmethoden und ihre Anwendungen. Von B. Sloboda. 372 Seiten mit 148 Abb. und 34 Tab. Kart. Euro 23,00

Forstpflanzenzüchtung. Von H. Weisgerber. 104 Seiten mit 52 Abb. und 10 Tab. Kart. Euro 17,30

Plusbäume und Samenplantagen. Von K. Stern. 116 Seiten mit 14 Abb. und 13 Tab. Kart. Euro 7,70

Schätzung von Varianzen und Konfidenzintervallen aus mehrstufigen Stichproben am Beispiel von Luftbildwaldschadensinventuren. Von J. Saborowski. 135 Seiten mit 9 Abb. und 16 Tab. Kart. Euro 13,80

FORSTSCHUTZ

Gefährdung der Wälder im Rhein-Main-Gebiet. Von L. Pries, N. Altstädt, K. Velbecker und Hess. Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie. 243 Seiten mit 79 Abb. und 35 Tab. Kart. Euro 24,50

Arthropaden an Jungbuchen (Fagus sylvatica L.) in Naturverjüngungen und Voranbauten des Erzgebierges und des Harzes. Von M. Biernath, M. Messing, V. Pohris und J. Lunderstädt. 135 Seiten mit 32 Abb. und 14 Tab. Kart. Euro 15,90

Pilzbedingte Blattkrankheiten an Ahorn unter besonderer Berücksichtigung des Bergahorns (Acer pseudoplatanus L.). Von A. Wulf. 115 Seiten mit 91 Abb. und 5 Tab. Kart. Euro 14,30

Zur Kausalanalyse der Disposition von Nadelbäumen für den Befall durch nadelfressende Insekten am Beispiel Picea abies (L.) Karst. und Gilpinia hercyaniae Htg. (Hym., Diprionidae). Von R. Schopf. 185 Seiten mit 47 Abb. und 12 Tab. Kart. Euro 14,90

Mechanisch-biologischer Schälschutz an Fichte. Auswirkungen auf Holz und Rinde. Von Ch. Koltzenburg. 120 Seiten mit 42 Abb. und 16 Tab. Kart. Euro 9,20

Eignung von Weiden und Pappeln zum Anbau als Verbißgehölz. Von H. Siebert. 100 Seiten mit 23 Abb. und 40 Tab. Kart. Euro 10,60

Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Fichte (Picea abies Karst.) gegenüber dem Wurzelschwamm Fomes annosus (Fr.) Cooke. Von L. Dimitri. 126 Seiten mit 31 Abb. und 14 Tab. Kart. Euro 7,50

Pathogenese der Borkenkäfer-Epidemie 1946-1950 in Nordwestdeutschland. Von E. Schwertfeger. 135 Seiten mit 49 Abb. und mehreren Tab. Kart. Euro 6,10

Grundzüge der Populationsdynamik des großen Fichtenborkenkäfers. Von W. Thalenhorst. 126 Seiten mit 13 Abb. und zahlreichen Tab. Kart. Euro 7,30

Untersuchungen über die Rotfäule der Fichte. Von H. Zycha und E. Kató. 120 Seiten mit 38 Abb. und 24 Tab. Kart. Euro 14,50

FORSTLICHE BETRIEBSWIRTSCHAFT UND FORSTEINRICHTUNG

Die Forstwirtschaft im Volkswirtschaftlichen Rechnungswesen. Von S. Gutow und H. Schröder. 379 Seiten mit 44 Abb. Kart. Euro 20,40

Bilanzierung des Waldvermögens im betrieblichen Rechnungswesen. Von D. M. Müller. 267 Seiten mit 14 Abb. Kart. Euro 16,80

Bürokratiekosten in privaten Forstbetrieben. Von Th. Scheeder. 112 Seiten mit 13 Abb. und 27 Tab. Kart. Euro 15,20

Waldumbau, Kalamitätsrisiken und finanzielle Erfolgskennzahlen. Von R. Bräunig und M. Dieter. 149 Seiten mit 33. Abb. und 31 Tab. Kart. Euro 15,20

Ein Controllingsystem 'Naturgemäße Waldwirtschaft'. Von K. Merker. 212 Seiten mit 51 Abb. und 5 Tab. Kart. Euro 16,80

Berücksichtigung von Risiko bei forstbetrieblichen Entscheidungen. Von M. Dieter. 211 Seiten mit 20 Abb. und 80 Tab. Kart. Euro 16,80

Nutzen-Kosten-Analyse des Wasserschutzes durch eine Aufforstung. Von R. Olschewski. 155 Seiten mit 29 Abb. und 18 Tab. Kart. Euro 15,20

Die Besteuerung privater Forstbetriebe. Von B. Graf Finken-stein. 155 Seiten mit 4 Abb. und 17 Tab. Kart. Euro 15,20

Monetäre Bewertung der Fernerholung im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. Von V. Luttmann und H. Schröder. 110 Seiten mit 11 Abb. Kart. Euro 12,70

Konzeption für ein forstliches Produktionsplanungs- und -steuerungssystem unter besonderer Berücksichtigung der Forsteinrichtung. Von Chr. Kätsch. 211 Seiten mit 48 Abb. und 7 Tab. Kart. Euro 23,00

Privatisierung staatlicher Forstbetriebe. Von J. Borchers. 268 Seiten mit 14 Abb. und 2 Tab. Kart. Euro 16,80

Der Erholungswert des Waldes. Von P. Elsasser. 246 Seiten mit 30 Abb. und 47 Tab. Kart. Euro 16,80

Bestimmungsgründe des Außenhandels mit Stammholz: Ein Modell und dessen empirische Überprüfung am Beispiel des Nadelstammholzmarktes der Bundesrepublik Deutschland in den Jahren 1970-1989. Von A. Herberg. 120 Seiten mit 37 Abb. Kart. Euro 13,20

Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Von B. Möhring. 217 Seiten mit 33 Abb. und 16 Tab. Kart. Euro 15,20

Die Reisekostenmethode und die Bedingte Bewertungsmethode als Instrumente zur monetären Bewertung der Erholungsfunktion des Waldes – Ein ökonomischer und ökonometrischer Vergleich. Von W. Löwenstein. 206 Seiten mit 10 Abb. und 10 Tab. Kart. Euro 15,20

Ein Modellansatz zur Erhaltung des Erfolgskapitals in Forstbetrieben. Von D.-G.-Wohlert. 147 Seiten mit 14 Abb. und 12 Tab. Kart. Euro 13,70

Entwicklung eines Expertensystems zur zielbezogenen Auswahl forstlicher Arbeitsverfahren. Von J. Erler. 142 Seiten mit 22 Abb. und 18 Tab. Kart. Euro 16,90

Der bundesdeutsche Industrieholzmarkt von 1965 bis 1987. Von U. P. M. Steinmeyer. 284 Seiten mit 66 Abb. und 48 Tab. Kart. Euro 16,80

Vertragsnaturschutz in der Forstwirtschaft. Von M. Moog und H. D. Brabänder. 212 Seiten mit 4 Abb. Kart. Euro 15,20

Studien zur monetären Bewertung von externen Effekten der Forst- und Holzwirtschaft. Von V. Bergen, W. Löwenstein und G. Pfister. 185 Seiten mit 32 Abb. und 20 Tab. Kart. Euro 15,20

Monetäre Bewertung landeskultureller Leistungen der Forstwirtschaft. Von V. Bergen, H. D. Brabänder, A. Bittner und W. Löwenstein. 304 Seiten mit 58 Abb. und 29 Tab. Kart. Euro 16,80

Die Bedeutung der Eigenarbeit im Privatwald Niedersachsens. Von H. D. Brabänder, J.-G. Küppers und R. Mascher. 127 Seiten mit 1 Abb. und 23 Tab. Kart. Euro 8,10

Ausgewählte Beiträge zur Forstlichen Betriebswirtschaftslehre. Von H. D. Brabänder. 466 Seiten mit 44 Abb. Kart. Euro 20,30

Der Eigenverbrauch an Brennholz im Kleinprivatwald Niedersachsens. Von R. Mascher und H. D. Brabänder. 111 Seiten mit 32 Übersichten und 7 Tab. Kart. Euro 6,60

Untersuchungen über Randschäden. Von G. Baader. 82 Seiten mit 33 Übersichten, 7 graph. Darst. und 10 Abb. Kart. Euro 4,50

Forsteinrichtung als betriebswirtschaftliche Planung und Kontrolle. Von A. Henne. 80 Seiten mit 7 Abb., 17 Tab. und einem 12teiligen Beilagen-Anhang. Kart. Euro 14,40

Forstliche Bewertung und Planung. Von F. Kató. 87 Seiten mit 10 Abb., 5 Tab. und 20 Übers. Kart. Euro 14,80

Zieldurchmesserabhängige Bewertung der Hiebsunreife. Von E. Kató. 93 Seiten mit 22 Abb. Kart. Euro 13,30

Statische und klassische dynamische Verfahren der forstlichen Investitionsrechnung - Inhalt, Probleme, Kritik und Folgerungen. Von F. Kató. 99 Seiten mit 8 Abb. und 9 Tab. Kart. Euro 7,70

Struktur und Einkommensbeitrag des Bauernwaldes in Westfalen-Lippe. Von F. Kató und H. D. Brabänder. 160 Seiten mit 12 Abb. und 39 Tab. Kart. Euro 6,50