

# ALLGEMEINE

# FORST UND JAGDZEITUNG

## German Journal of Forest Research

### INHALTSVERZEICHNIS

#### AUFSATZE

G. Osterc, M. Štefančič, A. Solar und F. Štampar	Stecklingsvermehrung der Esskastanie ( <i>Castanea</i> sp.): Realität oder Utopie? ..... (Cutting propagation of chestnut ( <i>Castanea</i> sp.): The Reality or utopia?)	89
L. Giessen und M. Krott	Forestry Joining Integrated Programmes? A question of willingness, ability and opportunities? ..... (Die Beteiligung der Forstwirtschaft an integrierten Programmen – eine Frage der Bereitschaft, der Fähigkeit und der Möglichkeiten)	94
R. Hauschild und S. Hein	Zur Hochwassertoleranz von Laubbäumen nach einem extremen Überflutungsereignis – Eine Fallstudie aus der südlichen Ober- rheinaue ..... (Flooding tolerance of broadleaved trees after an extreme flooding even – A case study from the southern upper Rhine Valley)	100
A. Albrecht, D. Schindler, K. Grebhahn, U. Kohnle und H. Mayer	Sturmaktivität über der nordatlantisch-europäischen Region vor dem Hintergrund des Klimawandels – eine Literaturübersicht ..... (Storminess over the North-Atlantic European region under climatic change – a review)	109
H. Hagemann, M. Wenzelides, D. Klein und A. Schulte	Führt Holzmobilisierung regional zu mehr Beschäftigung im Cluster Forst und Holz? ..... (Does timber mobilization effect a regional generation of new jobs in the forest and wood-based industries?)	119
G. Kappler, B. Koch und L. Leible	Wald-Energieholzaufkommen in Baden-Württemberg ..... (Volume of forest residues for energetic use in Baden-Württemberg)	125
BUCHBESPRECHUNGEN	.....	130
DANKSAGUNG	.....	132

180. JAHRGANG 2009 HEFT 5/6 MAI/JUNI

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

# ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

## German Journal of Forest Research

herausgegeben von

**Dr. K.-R. Volz**

o. Professor der Forstwissenschaft  
an der Universität Freiburg i. Br.  
(Editor in chief)

unter Mitwirkung von  
(Subject editors):

*Waldbau und Ökologie:* Christian Ammer, Göttingen

*Ertragskunde und Forstinventur:* Christoph Klein, Göttingen

*Bodenkunde und Waldernährung:* Ernst Hildebrand, Freiburg

*Forstbiologie und Forstpflanzzüchtung:*  
Reiner Finkeldey, Göttingen

*Forstökonomie und Forstplanung:* Bernhard Möhring, Göttingen

*Forstzoologie und Forstschutz:* Stefan Schütz, Göttingen

*Holzkunde und Forstbenutzung:* N.N.

*Forstgeschichte, Forstpolitik und Landespflege:*  
Karl-Reinhard Volz, Freiburg

ISSN 0002-5852

*Erscheinungsweise:* Jährlich sechs Doppelhefte.

*Bezugspreis:* Jährlich € 168,- zuzüglich Zustellgebühr; für Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare € 134,40 zuzüglich Zustellgebühr. 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 das Redaktionsbüro 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 einem zweiseitigen Text mit 12-Punkt-Schrift in Times New Roman. 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 Wort, Abt. Wissenschaft, Goethestr. 49, 80336 München 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, Telefon (069) 55 52 17, Telefax (069) 5 96 43 44. eMail: [aulbach@sauerlaender-verlag.com](mailto:aulbach@sauerlaender-verlag.com). Internet: [www.sauerlaender-verlag.com](http://www.sauerlaender-verlag.com). *Bankkonten:* Commerzbank, Frankfurt a. M. 5408 075; Postbankkonto: 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 Anschrift des Herausgebers:

Prof. Dr. K.-R. VOLZ, Institut für Forst- und Umweltpolitik der Universität Freiburg, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg

### Die Anschrift des Redaktionsbüros:

SABINE DEHN, Institut für Forst- und Umweltpolitik, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. Tel. 0049-761-203 3713, Fax: 0049-761-203 3705. E-Mail: [sabine.dehn@ifp.uni-freiburg.de](mailto:sabine.dehn@ifp.uni-freiburg.de)

### Die Anschriften der korrespondierenden Autoren von Heft 5/6 des 180. Jahrgangs:

AXEL ALBRECHT, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Waldwachstum, Postfach 708, D-79007 Freiburg. E-Mail: [axel.albrecht@forst.bwl.de](mailto:axel.albrecht@forst.bwl.de)

LUKAS GIESSEN, Professur für Forst- und Naturschutzpolitik, AG integrierte ländliche Entwicklung, Universität Göttingen, Büsengweg 3, D-37077 Göttingen. E-Mail: [lgiesse@uni-goettingen.de](mailto:lgiesse@uni-goettingen.de)

HEIKO HAGEMANN, Wald-Zentrum, Robert-Koch-Str. 27, D-48149 Münster. E-Mail: [heiko.hagemann@wald-zentrum.de](mailto:heiko.hagemann@wald-zentrum.de)

RICHARD HAUSCHILD, Universität Freiburg, Institut für Landespflege, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg. E-Mail: [richard.hauschild@t-online.de](mailto:richard.hauschild@t-online.de)

GUNNAR KAPPELER, Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen. E-Mail: [gunnar.kappler@itas.fzk.de](mailto:gunnar.kappler@itas.fzk.de)

GREGOR OSTERC, Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Institut für Obstbau, Weinbau und Gemüsebau, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slowenien. E-Mail: [gregor.osterc@bf.uni-lj.si](mailto:gregor.osterc@bf.uni-lj.si)

### Übersetzung der Résumés,

soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt wurden: Prof. RENÉ KELLER, 13 Allée des Mirabelles, F-54520 Laxou

### Verfasser der Buchbesprechungen:

MIRIAM HANSBAUER, Universität Freiburg, Arbeitsbereich Wildtierökologie und Wildtiermanagement, Tennenbacher Str. 4, D-79106 Freiburg

HARALD THOMASIUS, Roßmählerstr. 20, D-01737 Tharandt



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, Ausdrücke und Datenport in Profiversion; ab € 49,-** aid, Konstantinstraße 124, Stichwort 'ÖKOWALD', D-53179 Bonn  
<http://www.fh-rottenburg.de/greenlink/oekowald/index.html>

# Stecklingsvermehrung der Esskastanie (*Castanea* sp.): Realität oder Utopie?

(Mit 2 Abbildungen und 3 Tabellen)

Von G. OSTERC<sup>\*</sup>, M. ŠTEFANČIČ, A. SOLAR und F. ŠTAMPAR

(Angenommen April 2008)

## SCHLAGWORTER – KEY WORDS

Vermehrung; Stecklinge; Esskastanie; Baumschule.

Propagation; cuttings; chestnut; nursery.

## 1. EINLEITUNG

Die Ess- oder Edelkastanie (*Castanea* sp.) ist eine der relativ stark verbreiteten Obstarten in der Welt. Die Anbauggebiete sind auf mehreren Kontinenten zu finden: *Castanea dentata* ist in Nordamerika bekannt, in China und Japan sind Arten *Castanea mollissima* und *Castanea crenata* beheimatet und die europäische Art lautet *Castanea sativa* (LÜDDERS, 2004). Diese verschiedenen Arten sind forst- und landwirtschaftlich von großer Bedeutung (BOUNOUS, 2005). Im Bereich der Obstbaumkultur findet man auch viele Kreuzarten aus den oben genannten Arten. In Europa sind Kreuzungen zwischen der japanischen und der europäischen Kastanie *C. crenata* und *C. sativa* sehr beliebt.

Die Kastanie ist wirtschaftlich eine ausgesprochen wichtige Pflanzenart. Etwa 80% der Bäume in der Welt werden heute als Bauholz genutzt, die restlichen 20% werden für obstbauliche und industrielle Zwecke verwendet (BOUNOUS, 2005). Trotz deutlich niedrigerem Nutzungspotenzial im Obstbau, steigt in den letzten Jahren das Interesse für die Produktion dieser Art in vielen Anbauländern. Der erste und wahrscheinlich der schwierigste Schritt in der Produktion der Kastanie ist die Vermehrung der Bäume. LÜDDERS (2004) beschrieb die Stockausschläge und die Wurzelaufläufer als die erfolgreichsten vegetativen Vermehrungsmethoden. Die beiden traditionellen Methoden gelten aber als sehr arbeitsaufwändig und ineffektiv. Viel wichtiger ist die Veredlung, die aber mit zwei großen Nachteilen behaftet ist. Als erstes soll hier der Kastanienrindenkrebs (*Cryphonectria parasitica*) erwähnt werden, der nach wie vor eine große Gefahr für den Kastanienanbau darstellt. Da es sich um einen obligaten Wundparasit handelt, wird durch die Veredlungswunde die Infektionsgefahr bei den veredelten Bäumen deutlich verstärkt. Das mag sogar für die mikroveredelten Bäume gelten, die sonst als sehr vielversprechende Bäume einzustufen sind (OSTERC et al., 2001, 2004). Der zweite, sehr große Nachteil bei den veredelten Bäumen, ist die Unverträglichkeit zwischen der Unterlage und dem Edelreis, die sich oft noch nicht in der Baumschule zeigt, sondern erst Jahre später in der Anlage und letztlich zum Absterben der Bäume führt. Die Unverträglichkeitsprobleme zeigen sich auch bei Veredlungskombinationen aus gleicher Abstammung (z. B. Unterlage und Edelreis gehören zur gleichen Kreuzung) (OSTERC, 2004).

In den letzten Jahren wurden im Bereich der Mikrovermehrung der Kastanie große Fortschritte gemacht (VIETIEZ et al., 1983; MULLINS, 1987; GONCALVES et al., 1998). Wie in mehreren Fällen bei anderen Gehölzen zeigte sich jedoch auch bei diesen Pflanzen ein nicht ausreichendes Wachstum auf dem Feld, besonders in den ersten Jahren. Mikrovermehrte Kastanienpflanzen sind außerdem sehr teuer. Deswegen ist derzeit diese Methode nur für die Pro-

duktion von großen Mengen virusfreien Materials anwendbar (BOUNOUS, 2005).

Forstwirtschaftlich ist auch die generative Vermehrung, d.h. die Vermehrung der Kastanie durch den Samen von großer Bedeutung.

Die genannten Vermehrungsprobleme haben Diskussionen über alternative Vermehrungsmethoden angestoßen. Sehr viel versprechend sind Ergebnisse über Stecklingsvermehrung verschiedener anderer, schwer vermehrbare, Gehölzgattungen, wie *Quercus*, *Acer*, *Tilia*. Sie zeigten, dass diese Bäume mit einer optimierten Stecklingsmethode wirtschaftlich vermehrbare sind (SPETHMANN, 1986a, 1986b, 1997). Besonders wichtig sind positive Ergebnisse bei verschiedenen Eichenarten, die zur gleichen botanischen Familie *Fagaceae* wie die Kastanie gehören (SPETHMANN, 1986a). Die Stecklingsvermehrungsmethode bewährte sich auch bei verschiedenen Kirschen- und Apfelunterlagen im Obstbaumanbau (OSTERC, 1998, 2000).

Damit stellt sich die Frage, ob Stecklinge auch im Bereich des Kastanienanbaus nutzbar sind.

Mehrere erfolgreiche Versuche sprechen auch bei der Kastanienproduktion für die Stecklingsmethode (FERNANDEZ et al., 1992; BREISCH, 2000). Die grundsätzliche Frage, ob die Stecklingsvermehrungsmethode so weit optimierbar ist, dass sie für die Kastanie eine wirtschaftliche Alternative darstellen kann, bleibt zunächst trotzdem offen.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

Der hier beschriebene Versuch wurde im Jahr 2002 auf dem Versuchsfeld der Biotechnischen Fakultät in Ljubljana (Slowenien) durchgeführt. Er wurde als dreifaktorieller Versuch mit den Faktoren Klon, Stecklingstyp und Stecklingstermin in einem ungeheizten Plastikhaus mit Fog-System durchgeführt (SPETHMANN, 1997). Beim Faktor Stecklingstyp wurde zwischen Kopfsteckling (Steckling aus dem obersten Triebteil) und Basissteckling (Steckling aus dem untersten Triebteil) unterschieden. Entsprechend der Versuchsanordnung wurden für jeden Faktor 4 Wiederholungen mit jeweils 40 Stecklingen gewählt. Als Klon wurden zwei Hybridklone (*Castanea crenata* × *Castanea sativa*) 'Marsol' (Klon CA 07) und 'Maraval' (Klon CA 74) gewählt, die europaweit relativ stark verbreitet sind. Als Mutterpflanzen dienten fünfjährige *in-vitro* Pflanzen, die in der Fakultätsbaumschule in Maribor (Slowenien) kultiviert wurden. Die Stecklinge wurden an vier Terminen 30. 05., 12. 06., 27. 06. und 18. 07. geschnitten und am selben Tag gesetzt. Die Stecklinge wurden in ein Torf: Sand (3:1) Substrat mit 2 g/l Osmocote (15 + 11 + 13 + 2) und 1,5 g/l Kalk (pH-Wert 4.0) gesetzt. Vor dem Setzen wurden die Stecklinge auf eine einheitliche Länge von 12 cm geschnitten und mit dem Hormon (0,5% IBS + Euparen auf Talkum Basis) behandelt.

Die Auswertung des Vermehrungserfolges erfolgte im Februar 2003. Es wurden verschiedene Parameter ermittelt: der Bewurzelungserfolg, die Bewurzelungsqualität, die Hauptwurzelzahl, die Wurzellänge, der Zuwachs des Haupttriebes und der Zuwachs der Seitentriebe. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mittels ANOVA und dem Statistikprogramm Statgraphics Plus 2.1. Die Unterschiede wurden mit dem Duncan Test<sub>0,05</sub> getestet.

<sup>\*</sup>) Korrespondierender Autor: GREGOR OSTERC, Universität Ljubljana, Biotechnische Fakultät, Institut für Obstbau, Weinbau und Gemüsebau, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slowenien. E-Mail: [gregor.osterc@bf.uni-lj.si](mailto:gregor.osterc@bf.uni-lj.si)

### 3. ERGEBNISSE

Generell zeigten sich deutliche Unterschiede bei der Bewurzelung der beiden Klone 'Marsol' und 'Maraval', die Differenzierung der Stecklinge nach Typ brachte dagegen keine großen Unterschiede. Der Klon 'Maraval' bewurzelte sich mit durchschnittlich 12% signifikant besser als der Klon 'Marsol'; dessen Stecklinge wiesen nur eine 1% Bewurzelung auf. Bei der Kallusbildung ist der Effekt des Stecklingstyps stärker: die Basisstecklinge bildeten, besonders beim Klon 'Maraval' deutlich mehr Kallus als die Kopfstecklinge (Tabelle 1).

Auf Abbildung 1 ist das Ergebnis des Stecklingstermines auf die Bewurzelungsergebnisse zu sehen. Die Stecklinge bewurzelten sich

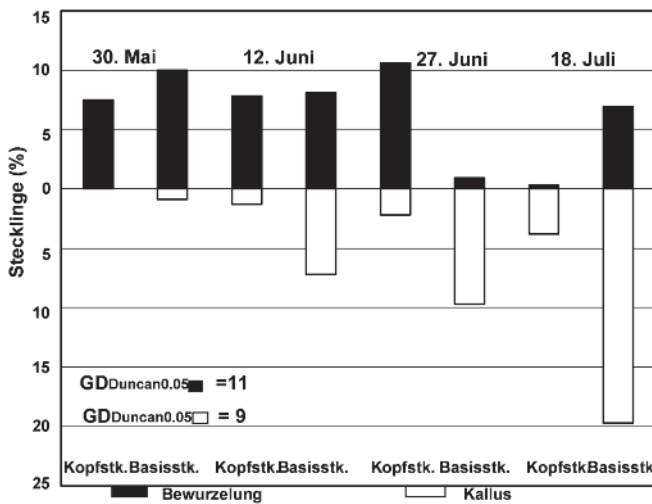


Abb. 1

Die Bewurzelungsergebnisse und die Kallusbildung der zwei Hybridklone (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' und 'Maraval' in Abhängigkeit vom Stecklingstermin und vom Stecklingstyp. Die %-Werte beziehen sich auf alle gesteckte Stecklinge.

Rooting results and forming of Callus with the hybrid clones (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' with regard to the different types of cuttings. The percentage refers to the amount of all planted cuttings.

tendenziell am besten an den ersten Setzterminen, an denen auch die Kallusbildung am schwächsten war. Am letzten untersuchten Termin (18. Juli) war die Kallusbildung am stärksten und die Bewurzelung nahm deutlich ab. Allerdings traten Unterschiede zwischen den beiden Stecklingstypen auf, die sich besonders an den beiden letzten Terminen teilweise auch statistisch absichern ließen (Tabelle 1).

Die Qualität des Wurzelsystems wurde einerseits mittels des Anteils der bewurzelten Stecklinge, die auch Kallus bildeten bewertet, andererseits wurde die (akro) basale Bewurzelung verfolgt (SPETHMANN, 1997). Beim Klon 'Maraval' war deutlich zu sehen, dass zu den späteren Setzterminen die Bewurzelung schlechter war und sich neben den Wurzeln auch mehr Kallus formte. Beim Klon 'Marsol' konnten, ähnlich wie beim letzten Termin, auch beim ersten Termin bei 12,5% der bewurzelten Stecklinge Kallus beobachtet werden. Auch im Fall der (akro)basalen Bewurzelung wirkten beide Klone unterschiedlich. Die 'Marsol' Stecklinge entwickelten nur beim ersten Termin das akrobasale Wurzelsystem, während die 'Maraval' Stecklinge das akrobasale Wurzelsystem meist beim zweiten (12. Juni) und beim dritten (27. Juni) Termin formten (Tabelle 2).

Entsprechend der besseren Bewurzelung entwickelten die 'Maraval' Stecklinge mehr und längere Hauptwurzeln als die 'Marsol' Stecklinge. Die beiden Werte waren bei den beiden Klonen am größten, wenn die Stecklinge am ersten Termin gesetzt wurden und am kleinsten am letzten Setztermin (18. Juli). Die Unterschiede konnten statistisch gesichert werden (Tabelle 3).

Die Ergebnisse des Stecklingswachstums in der Vegetationsperiode sind in Abbildung 2 dargestellt. Sowohl das Haupttriebwachstum als auch der Seitentriebzuwachs waren bei den Stecklingen der beiden Klone vom ersten Setztermin (30. Mai) am größten und am kleinsten bei den Stecklingen des letzten Termins (18. Juli).

### 4. DISKUSSION

Die dargestellten Ergebnisse zeigen, dass die Vermehrung der Esskastanie auch durch Stecklinge möglich ist. Der erzielte Bewurzelungserfolg ist allerdings durchschnittlich eher als schlecht zu bewerten. Die Wahl des Klons 'Maraval' brachte allerdings deutlich bessere Ergebnis als beim Klon 'Marsol'. Es bestehen zwar

Tab. 1

**Die Bewurzelungsergebnisse und die Kallusbildung bei den beiden Hybridklonen (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' und 'Maraval' in Abhängigkeit der verschiedenen Stecklingstypen. Die %-Werte beziehen sich auf alle gesetzten Stecklinge. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch gesicherte Unterschiede bei  $p < 0,05$ .**

**Rooting results and forming of Callus with the hybrid clones (*Castanea cre-nata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' with regard to the different types of cuttings. The percentage refers to the amount of all planted cuttings. Different letters indicate significant differences at  $p < 0,05$ .**

Klon	Stecklingstyp	Bewurzelung (%)	Kallusbildung (%)
Marsol	Kopfsteckling	1,1 a	2,2 a
	Basissteckling	1,4 a	5,3 ab
Maraval	Kopfsteckling	12,0 b	1,4 a
	Basissteckling	11,6 a	13,4 b
GD <sub>Duncan 0,05</sub>		10,5	8,6

Tab. 2

Die Wurzelqualität bei den zwei Hybridklonen 'Marsol' und 'Maraval' in Abhängigkeit der verschiedenen Setztermine. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch gesicherte Unterschiede bei  $p < 0,05$ .

The quality of rooting with the hybrid clones (*Castanea crenata* × *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' with regard to the different dates of planting. Different letters indicate significant differences at  $p < 0,05$ .

Termin	Klon	Wurzelbildung mit Kallus (%)	Akrobasale Bewurzelung (%)
30. Mai	'Marsol'	12,5 ab	12,5 ab
	'Maraval'	14,0 ab	21,6 ab
12. Juni	'Marsol'	0 a	0 a
	'Maraval'	27,8 ab	60,8 b
27. Juni	'Marsol'	0 a	0 a
	'Maraval'	28,6 ab	65,8 b
18. Juli	'Marsol'	12,5 ab	0 a
	'Maraval'	51,9 b	43,3 ab
GD <sub>Duncan0,05</sub>		48,1*	52,6*

Tab. 3

Die Ergebnisse der Hauptwurzelanzahl und der Länge des Wurzelsystems bei den zwei Hybridklonen (*Castanea crenata* × *Castanea sativa*) 'Marsol' und 'Maraval' in Abhängigkeit der verschiedenen Setztermine. Unterschiedliche Buchstaben bezeichnen statistisch gesicherte Unterschiede bei  $p < 0,05$ .

Amount of main rooting and length of the rooting system with the hybrid clones (*Castanea crenata* × *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' with regard to the different dates of planting. Different letters indicate significant differences at  $p < 0,05$ .

Termin	Klon	Hauptwurzelzahl	Länge (cm)
30. Mai	'Marsol'	1,6 a	15,8
	'Maraval'	3,1 c	13,7
12. Juni	'Marsol'	0,8 ab	14,7
	'Maraval'	3,0 c	12,7
27. Juni	'Marsol'	0,2 a	1,8
	'Maraval'	2,5 bc	11,4
18. Juli	'Marsol'	0,1 a	1,3
	'Maraval'	1,0 a	6,1
GD <sub>Duncan0,05</sub>		1,7	n.s.

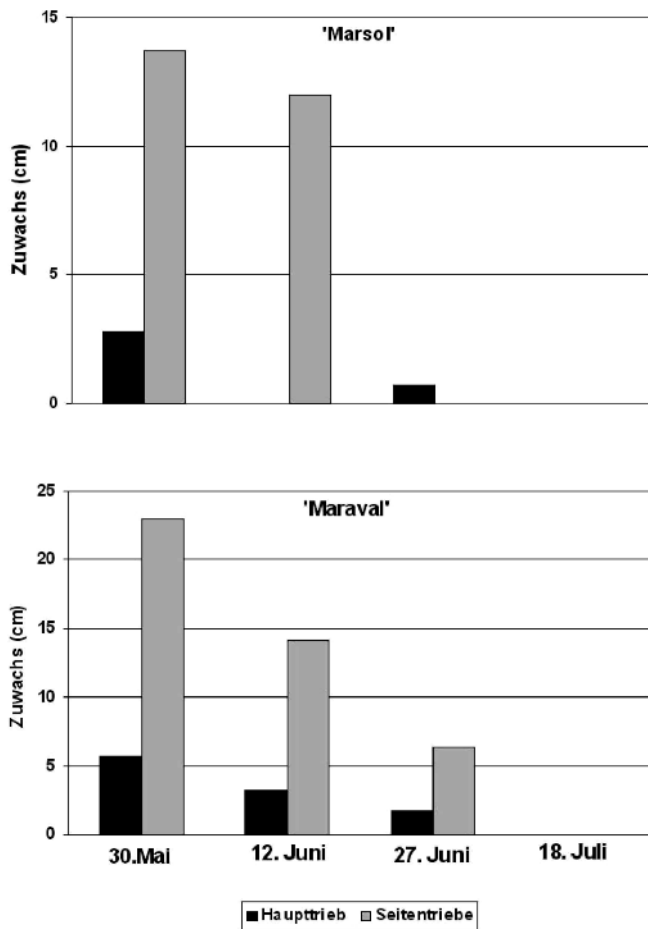


Abb. 2

Der Zuwachs des Haupttriebes und der Seitentriebe in Abhängigkeit von den beiden Hybridklonen (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' und 'Maraval' und vom Setzstermin.

Growth rate of the main and the side shoots with regard to the hybrid clones (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' and the planting date.

keine Vergleichsergebnisse zwischen den Vermehrungserfolgen mit der Stecklingsvermehrungsmethode und den klassischen Methoden (wie Stockausschläge oder Wurzelaufläufer), es ist aber anzunehmen, dass der Vermehrungserfolg auch bei den letztgenannten Methoden nicht deutlich erfolgreicher ist, da sich bei der Esskastanie bezüglich Vermehrungsmöglichkeiten um eine enorm schwierige Art handelt (SPETHMANN, 1997). Die Stecklingsvermehrungsmethode bietet aber, im Vergleich mit den klassischen Methoden, mehrere Vorteile, wie deutlich geringerer Arbeitsaufwand und bessere Platzausnutzung. Auch im Vergleich zur Veredlung und zur Verwendung mikrovermehrten Materials ist die Stecklingsvermehrungsmethode bei der Esskastanie als die vorteilhaftere Methode zu sehen. Bei den stecklingsvermehrten Bäumen ist die Anfälligkeit der Bäume für den Kastanienrindenkrebs potentiell geringer, die Unverträglichkeitsprobleme sind nicht von Bedeutung und die Kosten für stecklingsvermehrte Pflanzen sind erheblich niedriger als die für mikrovermehrtes Material. Allerdings birgt diese Methode auch noch ein erhebliches Verbesserungspotential.

Bisher liegen kaum nutzbare Ergebnisse über die Möglichkeit der Stecklingsvermehrung der Esskastanie vor. BREISCH (2000) berichtete über die grossen Unterschiede zwischen den verschiedenen Klonen. In einem ersten Versuch lagen die Bewurzelungsprozente relativ hoch und schwankten zwischen 51,2% und 78,0%.

Die Schwankungen zwischen verschiedenen Klonen waren noch stärker im nachfolgenden Versuch, in dem die Werte des Bewurzelungserfolges zwischen 0% und 68,2% lagen. Deutlich niedrigere Bewurzelungsergebnisse erzielte FERNANDEZ et al. (1992) mit bestimmten Kastanien-Selektionen. Hier schwankten die Bewurzelungswerte zwischen einzelnen Fungizidvarianten (appliziert an der Stecklingsbasis) zwischen 19% bis 34% und bei den verschiedenen Substratvarianten zwischen 0% und 32%. Alle diese Ergebnisse bestätigen, dass es sich bei der Esskastanie um eine sehr schwer vermehrbare Art handelt, was aus den erwähnten Genotypunterschieden resultiert. Diese Problematik wurde auch durch unsere Bewurzelungsergebnisse bestätigt. Einerseits waren die Bewurzelungsprozente bei 'Marsol' und 'Maraval' sehr niedrig, andererseits zeigten sich grosse Unterschiede bei dem Vermehrungserfolg zwischen den beiden Klonen. Der Vergleich der Bewurzelungsprozente zwischen den einzelnen Setzterminen verspricht aber eine erhebliche Verbesserung des Vermehrungserfolges, wenn die Methode weiter optimiert wird. Die beste Bewurzelung einhergehend mit wenig Kallusbildung entwickelten die zum (30. Mai) gesetzten Stecklinge. Damit bestätigen sich frühere Erfahrungen, wonach die Bedeutung des Setztermins in der Vermehrungsstrategie, besonders bei den schwer vermehrbaren Arten oder Gattungen, von großer Bedeutung ist (SPETHMANN, 1986a, 1997).

Die Rolle des Stecklingstyps ist widersprüchlicher. Für die meisten untersuchten Termine zeigten die Kopfstecklinge bessere Ergebnisse als die Basisstecklinge, in einzelnen Varianten (18. Juli) schnitten aber die Basisstecklinge besser ab. Je optimaler der Termin gewählt wurde, desto weniger Unterschiede konnten zwischen den beiden Stecklingstypen bezüglich des Vermehrungserfolges beobachtet werden. Der Parameter Stecklingstyp scheint damit eine untergeordnete Rolle zu spielen, was auch bei Untersuchungen an anderen Gehölzarten mehrfach bestätigt wurde (SPETHMANN, 1997).

Auch andere Parameter, die die Qualität des Wurzelsystems beschreiben, wurden stark vom Setztermin beeinflusst. Die zu den ersten Terminen gesetzten Stecklinge entwickelten meist Wurzeln ohne Kallus. Die Anzahl der Hauptwurzeln und die Länge des Wurzelsystems nahmen bei den zu späteren Terminen gesetzten Stecklingen ab. Es scheint, dass die Kastanie, ähnlich wie die Eiche, einen knappen Zeitraum in der Vegetationsperiode hat, in dem das Setzen von Stecklingen sinnvoll ist. In dieser Zeit ist mit einem deutlich besseren Vermehrungserfolg zu rechnen (SPETHMANN, 1986b, 1997).

Das Wachstum der Stecklinge wurde besonders stark von der Auswahl des Klons beeinflusst, schwankt aber auch zwischen den einzelnen Setzterminen. Das Stecklingswachstum ist ein sehr wichtiger Zusatzparameter, mit dem die Pflanzenqualität bewertet werden kann (SPETHMANN, 1997; OSTERC, 2000).

## 5. FAZIT

### Stecklingsvermehrung der Esskastanie: Realität oder Utopie?

Die vorgestellten Ergebnisse bestätigten die Problematik bei der Vermehrung der Kastanie. Es gibt aber bestimmte Ansätze, die für die Möglichkeit der Vermehrung durch Stecklinge bei der Esskastanie sprechen. Die Optimierung der Vermehrungsmethode bei der Kastanie sollte in erster Linie in Richtung leichtbewurzelter Klone gehen. Für den Setztermin gibt es bei den kurzen Stecklingen enge Grenzen, die für den optimalen Vermehrungserfolg unbedingt beachtet werden müssen.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die Esskastanie (*Castanea* sp.) ist eine Gattung, bei der die Vermehrung sehr schwierig ist. Viele Methoden, die von den Praktikern angewandt werden, sind mit Nachteilen verbunden. Die

Stecklingsvermehrung ist möglicherweise die beste Methode. In einem breit angelegten Versuch im Jahr 2002 wurden daher verschiedene Einflüsse (Klon, Stecklingstermin, Stecklingstyp) auf die Bewurzelung und das Wachstum der Stecklinge geprüft. Grundsätzlich zeigten sich große Unterschiede in der Bewurzelung und dem Wachstum der Stecklinge zwischen den beiden Hybridklonen (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' und 'Maraval'. Die Stecklinge, die am ersten untersuchten Termin (30. Mai) geerntet und gleich gesetzt wurden, bewurzelten sich am besten und entwickelten sehr wenig Kallus. Auch die Kallusbildung im Wurzelbereich war in den ersten Stecklingsterminen am schwächsten. Aus dem qualitativ gut entwickeltem Wurzelsystem resultierte ein gutes Stecklingswachstum. Generell zeigten sich keine großen Unterschiede in dem Vermehrungserfolg zwischen den Kopf- und Basisstecklingen. Der Unterschied war am größten bei den weniger optimalen Terminen (27. Juni, 18. Juli).

## 7. Abstract

Title of the paper: *Cutting propagation of chestnut (Castanea sp.): The Reality or utopia?*

The chestnut (*Castanea* sp.) is one of those species propagation is extremely difficult with. Lots of the popular methods imply disadvantages. Using sprouts or root offshoots are ineffective methods and grafting bears the risks of infection and intolerance. The effect of different parameters (clone, cutting time, cutting type) on rooting of cuttings and cutting growth was examined during a comprising experiment in the year 2002. Basically, the great difference in rooting and growing of cuttings between the hybrid clones (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' and 'Maraval' was researched into. The cuttings from the first of three possible cutting dates (May 30) which were planted immediately developed the best rooting and formed very little callus – either in the rooting area, whereas the newly built rooting system was of high quality, which led to a strong cutting growth. The differences between terminal and basal cuttings were not so significant but they were strongest with the cuttings in the sub-optimal cutting periods (June 27, July 18).

According to these findings the cutting propagation method represents an appropriate method for chestnut clone propagation.

## 8. Résumé

Titre de l'article: *Multiplication par bouturage du châtaignier (Castanea sp.): réalité ou utopie?*

Le châtaignier (*Castanea* sp.) est un genre dont la multiplication est très difficile. Beaucoup de méthodes utilisées par les praticiens ont des inconvénients. La multiplication par bouturage est peut-être la meilleure méthode. Dans une expérimentation de grande envergure mise en place en 2002 on a étudié diverses influences (clone,

date de bouturage, type de bouture) sur l'enracinement et la croissance des boutures. De grandes différences se sont manifestées principalement dans l'enracinement et la croissance des boutures entre les deux clones hybrides (*Castanea crenata* x *Castanea sativa*) 'Marsol' et 'Maraval'. Les boutures qui avaient été récoltées à la première date étudiée (30 mai) et aussitôt installées, se sont enracinées au mieux et n'ont développé que peu de cal. La formation de cal dans la zone racinaire a été la plus faible dans le cas des prélèvements de boutures effectués aux dates les plus précoces. A partir du système racinaire de qualité et bien développé il résulta une bonne croissance des boutures. En général il n'apparut pas de grandes différences dans la réussite de la multiplication entre les boutures de tête et les boutures de pied. La différence a été la plus marquée dans le cas des boutures effectuées aux dates moins favorables (27 juin, 18 juillet).

R. K.

## 9. Danksagung

Die Autoren möchten sich ganz herzlich bei der Frau BRIGITTE EILERS für die Korrektur des deutschen Textes bedanken.

## 10. Literatur

- BOUNOUS, G. (2005): The chestnut: a multipurpose resource for the new millennium. *Acta Horticulturae* **693**: 33–40.
- BREISCH, H. (2000): Preliminary studies in chestnut propagation by softwood cuttings. *Colloque Ste Catherine*: 48–57.
- FERNANDEZ, J., S. PEREIRA and E. MIRANDA (1992): Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. *Actes Proceedings, Bordeaux*, 14–18 Septembre.
- GONCALVES, J. C., G. DIOGO and S. AMANCIO (1998): *In vitro* propagation of chestnut (*Castanea sativa* x *C. crenata*): effects of rooting treatments on plant survival, peroxidase activity and anatomical changes during adventitious root formation. *Scientia horticulturae* **72**: 265–275.
- LÜDDERS, P. (2004): Esskastanie (*Castanea sativa* Mill.). *Botanik, Anbau und Verwendung einer alten Obstart. Erwerbsobstbau* **46**: 7–12.
- MULLINS, K. V. (1987): Micropropagation of chestnut (*Castanea sativa* Mill.). *Acta Horticulturae* **212**: 525–530.
- OSTERC, G. und W. SPETHMANN (1998): Kirschen- und Apfelunterlagen durch Stecklinge vermehren? *Deutsche Baumschule* **50**: 18–21.
- OSTERC, G. (2000): Untersuchungen zur Stecklingsvermehrung von Prunus- und Malus-Unterlagen und Vergleich mit konventionell vermehrten- und *in-vitro*-Unterlagen. *Dissertation Universität Hannover*.
- OSTERC, G., A. SOLAR and F. ŠTAMPAR (2001): Chestnut propagation with leafy cuttings: preliminary results. *Research Reports, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty* **77**: 201–204.
- OSTERC, G., M. TROBEC, V. USENIK, A. SOLAR and F. ŠTAMPAR (2004): Changes in Polyphenols in Leafy Cuttings During the Root Initiation Phase Regarding Various Cutting Types at *Castanea*. *Phyton* **44**: 109–119.
- SPETHMANN, W. (1997): Autovegetative Gehölzvermehrung. *In: Krüssmann, G. (eds.) Die Baumschule*. Parey Verlag Berlin, 382–449.
- SPETHMANN, W. (1986a): Stecklingsvermehrung bei Waldbäumen. *Deutsche Baumschule* **38**: 148–153.
- SPETHMANN, W. (1986b): Stecklingsvermehrung von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* und *Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). *Schriften Forstl. Fak. Univ. Göttingen u. D. Nieders. Forstl. Versuchsanstalt* **86**: 1–99.
- VIEITEZ, A. M., A. BALLESTER, M. L. VIEITEZ and E. VIEITEZ (1983): *In vitro* plantlet regeneration of mature chestnut. *Journal of Horticultural Science* **58**: 457–463.

# Forestry Joining Integrated Programmes? A question of willingness, ability and opportunities

By LUKAS GIESSEN<sup>\*,1)</sup> and MAX KROTT<sup>\*</sup>

(Received June 2008)

## KEY WORDS – SCHLAGWORTER

*Integrated programmes; policy integration; forestry; forest sector; sectors; integrated rural development.*

*Integrierte Programme; Politikintegration; Forstwirtschaft; Forstsektor; Sektoren; Integrierte Ländliche Entwicklung*

## 1. POLICY INTEGRATION AS A CHALLENGE FOR FORESTRY

For quite some time now issues relating to policy integration such as environmental policy integration, inter-sectoral coordination as well as cross-sectoral approaches and respective integrated programmes, are being discussed in political as well as scientific discourses.<sup>2)</sup> Two main reasons can be identified why policy integration receives attention: Firstly, the structure of political issues changed in a way, that 'cross-cutting issues transcend the boundaries of once well established policy fields' (MEIJERS, 2004: 9; similar JÄNICKE, 2006: 63 and BRIASSOULIS, 2005: 1). Secondly, political approaches to tackle such complex issues have also been subject to change. While 'barely satisfactory results of regulatory policy' (LENSCHOW, 2002: 3) and 'sectoralized, uni-dimensional, uni-disciplinary and uncoordinated policies' (BRIASSOULIS, 2005:1) may not contribute to the societal endeavour of sustainable development, policy integration is supposed to enhance policy efficiency and efficacy (see MEIJERS, 2004: 9).

However, besides these rationales of the concept, policy integration in practice experiences severe challenges.<sup>3)</sup> JÄNICKE (2006: 68) mentions two main political impediments to the approach. Firstly, policy integration contradicts the logics of highly specialised public administrations and sectoral institutions, which have evolved following the logic of the Weberian model of rational and effective public administration. The approach secondly often challenges massive economic interests of the industrial clientele surrounding these administrations.<sup>4)</sup> However, the bulk of policy integration literature often is of a problem-oriented nature largely dealing with procedural aspects of integration, while only few scholars tackle interests (individual and sectoral ones) and power relations as determinants for the success of policy integration.<sup>5)</sup>

In this article we seek answers to the fundamental question of *why forestry actors only play a minor role in such integrated pro-*

*grammes, yet programmatic statements call upon forestry to participate?* The concept of 'sectors' becomes paramount in explaining this phenomenon, leading to the more detailed research question of *why sectors in general and forestry in particular resist attempts of integrated programmes?* Given significant differences between diverse sectors, the article further asks *whether individual sectors with their differences regarding institutions, procedures and actors, actually are able to participate in integrated programmes.* Finally, following the logics of the sector concept the question is being raised, *if integrated programmes also are subject to sectoral influences and consequently such schemes entail a sectoral bias, discriminating other addressees of an integrated programme who stem from other sectors?*

To answer these questions the concept of 'integrated rural development'<sup>6)</sup> (IRD) in Germany shall serve as a case study for exemplification.<sup>7)</sup> From an integration perspective IRD mainly stands for an area-based approach and refers to a shift in focus from sectoral support to funding of rural areas as functional units (GIESSEN and BÖCHER, 2007: 6). In the form of funding programmes, IRD addresses the 'different demands on rural regions [...] jointly and across sectors [...] by] integrating the different sectors in one joint development strategy'. Hence it takes a cross-sectoral approach, focussing on 'synergies between different areas of government and industry' (BMVEL 2005: 4-5, similar EC 2006: 8, 10, 13 and DVS, 1999). Respective programme documents call upon the forest sector<sup>8)</sup> in particular to participate in IRD activities (e.g. BMVEL, 2005: 7, 28). Forestry as an economic sector is represented in most rural areas of Europe and may contribute to rural development with a higher utilisation of wood- and non-wood forest resources and services (HYTTINEN et al., 2000: 221; similar HYTTINEN et al., 2002). This especially applies to integrated strategies, where networking and cross-sectoral cooperation are discussed as promising approaches unfolding additional synergetic benefits to all participants. Lastly, a trend in public funding from sector-oriented to more integrated patterns shows that related programmes become more and more interesting for forest owners.<sup>9)</sup>

So far only few studies have addressed the role of forestry within cross-sectoral programmes. In the field of IRD forestry can be described as being relatively passive.<sup>10)</sup> ORTNER (2008) and GIESSEN et al. (2006) find forestry actors not to play a prominent role under these funding schemes, even though a high potential for participation has been attributed to the forest sector. GIESSEN (2007,

<sup>1)</sup> Corresponding author: LUKAS GIESSEN.  
E-Mail: [lgiesse@uni-goettingen.de](mailto:lgiesse@uni-goettingen.de)

<sup>2)</sup> On the political discourse see OECD (1989, 1996), on the scientific discourse see a literature review by MEIJERS (2004); LENSCHOW (2002); BRIASSOULIS (2005) and JÄNICKE (2006).

<sup>3)</sup> see e.g. LENSCHOW 2002: 4-5; JÄNICKE (2006: 68); JÄNICKE and JÖRGENS (2004: 316) and BRIASSOULIS (2005: 37).

<sup>4)</sup> Similar and in more detail on impediments see MEIJERS (2004) or BRIASSOULIS (2005).

<sup>5)</sup> Exemplary exceptions from this are JÄNICKE (2006); Scientific Council for Government Policy (2002) and PETERS (1998). More sector-oriented exceptions for forestry are HOGL (2002); VERBIJ and SCHANZ (2002), SHANNON and SCHMIDT (2002) and HUBO and KROTT (2007a,b), who are affiliated with the forest sector, and thus may better perceive, interpret and accept existing sectoral interests.

<sup>\*</sup>) Chair of Forest and Nature Conservation Policy, University of Göttingen, Germany.

<sup>6)</sup> BMVEL (2005); In the scientific discourse similar approaches are discussed under 'neo-endogenous' (RAY, 2000, 2006) and 'autonomous' (HAHNE, 1984) rural development.

<sup>7)</sup> See GIESSEN and BÖCHER (2007), who provide a case study on IRD within the EU funded research project 'New Modes of Governance for Sustainable Forestry in Europe' (<http://www.boku.ac.at/GoFOR/>).

<sup>8)</sup> The term forest sector is used here, referring to aspects and activities relating to forestry. In the present context this term is preferred over 'forest-based sector' which is closely related to the Forest-Based Sector Technology Platform (FTP) and covers several sectors which are dependent on forest resources.

<sup>9)</sup> KRUL and OZINGA (2005: 9-16) outline how EU rural development funds may benefit forests, and forest owners.

<sup>10)</sup> See e.g. ORTNER (2008); GIESSEN and BÖCHER (2007); GIESSEN (2007, 2008); GIESSEN et al. (2006); BÖCHER and GIESSEN (2006).



2008) again stresses the potential benefits of cooperation under IRD for forestry as perceived by sector-internal as well as -external actors. The authors, however, also provide examples of successful cooperation which benefits forestry actors. All in all, a few examples of successful cooperation across sectors by individual forestry actors in integrated programmes contrasts to a general refusal of the sector to cooperate.

In the subsequent chapters we will describe the methodology applied and will position the concept of sectors in theory. For the above research questions we will formulate three hypotheses on why forestry as a sector only plays a minor role in IRD-programmes. Each assumption will be followed by empirical evidence on the very hypothesis. We will conclude with suggestions on how to improve the situation from the point of view of integrative programmes.

## 2. CONCEPTUALISING SECTORS

The concept of 'sectors' may largely contribute to answering the above research questions. Taking a system-theoretic viewpoint, sectors may basically be seen as 'closed and self-referential social systems' which create and maintain differences between themselves and their environment.<sup>11)</sup> Sectors may further be described using the Advocacy Coalitions Framework by Sabatier and Jenkins-Smith. Within a policy sub-system different 'advocacy coalitions' may form based on shared 'belief systems'.<sup>12)</sup> Following Sabatier's approach, belief systems are organised in three hierarchical spheres: deep core beliefs, referring to basic normative and ontological assumptions, which are followed by policy core beliefs, representing normative commitments and causal perceptions. The former may be shared across policy sub-systems, while the latter cover all aspects of the sub-system. Lastly, at the lowest level so-called secondary aspects include e.g. policy preferences covering only parts of the policy sub-systems (SCHNEIDER and JANNING, 2006: 195f.). Policy core beliefs may be seen as 'the fundamental glue of coalitions [...] within the domain of specialisation of policy elites' (SABATIER and JENKINS-SMITH, 1999).

HOGL adds to this view by describing sectors as 'relatively autonomous decision-making structures' (PETERS, 1998: 297; cf. HOGL, 2002: 78). From this we may conclude that boundaries, delineating the space of relative autonomy from its environment, play a central role in the social construction of sectors. Actors are assumed 'to define, to structure, to identify and to distinguish' (VERBIJ and SCHANZ, 2002: 98) sector boundaries. Such 'boundary behaviour'<sup>13)</sup> may be explained by beliefs and/or interests and in addition comprises ensuring, defending or even maximising a given degree of autonomy sectors have (SHANNON, 2002: 21; HUBO and KROTT, 2007a). Such sectoral boundary behaviour can be observed in day-to-day political practice, where different interests, represented by sectoral advocates, compete for scarce resources (HUBO and KROTT, 2007a; PETERS, 1998; JÄCKERING, 1994).

Still, autonomous decision-making structures which are delineated by boundaries and based on shared beliefs alone do not allow for a full account of a sector in empirical practice, as 'they do not go beyond the level of actors, organisations or networks. [...] the concept of a sector comprises more than the classical understanding of actors in networks' (VERBIJ and SCHANZ, 2002: 96). Consequently, HUBO and KROTT (2007b: 3–4) propose that besides

**(i) actor-related elements** (advocacy coalitions, interests or belief systems, etc.) sectors are constituted by **(ii) political programmes and (iii) institutional and related procedural compounds**. Programmes are described as forming a sector content-wise and at the same time contributing to its institutional constitution, while the institutional design of a sector and associated procedures determine a sector's ability and potential to act (ibid.).

In light of these theoretical reflections we assume as a fundamental hypothesis, that *sectors tend to show boundary behaviour in order not to be coordinated by integrated, sector-external programmes*. Following this fundamental assumption we further may hypothesise that *forestry is a sector in the above sense and hence resists attempts of being coordinated by integrated, sector-external programmes*. In the course of this article we will address the abovementioned hypothesis as well as two further assumptions, accruing from it.

## 3. METHODOLOGY

Following the empirical-analytical approach the study takes the phenomenon of low forestry participation in IRD-programmes and tries to analyse its causes. In doing so it takes a qualitative research perspective. This seemed especially appropriate because a previous study by ORTNER (2004) took a quantitative approach in estimating forestry participation under an IRD-programme. We consequently have been interested in complementing Ortner's findings by investigating on potential reasons explaining the phenomenon of low forestry participation, rather than in its relative frequency. Since causes may occur at different levels of aggregation (from the individual forest owner's behaviour up to national forest owners' association's interests, etc.), the study addresses mostly collective actors at an institutionalised level. Employing a case study design on the role of forestry within IRD-programmes three funding programmes – the EU Community Initiative LEADER+, the Federal Ministry's Regionen Aktiv as well as the 'Joint Task for the Improvement of Agricultural Structures and Coastal Protection' have been studied as IRD-programmes. In this case study we carried out 11 qualitative expert interviews with specialists active in the field of IRD (referred to as externals/ext.) and others active in forestry (internals/int).<sup>14)</sup> The interviews were of a semi-structured nature (JONES, 1996), also comprising narrative elements (ROSENTHAL, 2005) on individual experiences with forestry in cooperative programmes. In addition, two focus group discussions (PARKER, 2006) comprising five group members in each discussion round have been conducted involving experts from the same two groups. Lastly, qualitative document analysis (JONES, 1996) was used for eliciting programmatic aspects of abovementioned IRD funding schemes and for validating interview data. All qualitative data has been processed using the coding functions of MaxQDA software.

## 4. RESULTS

### 4.1 Sectoral resistance to integrated programmes

GANE (2007: 25) conceptualises the 'forest sector' as consisting of three components: sector resources, activities and outputs. He pays special attention also to the interactions between those compounds by analysing which actors or organisations undertake sectoral activities (ibid.: 32) and how the institutional framework provides for a 'sectoral infrastructure' (ibid.: 211). This approach to understanding the sector concept rather aims to cover 'sector' in its political as well as economic terms. For the purpose of this study,

<sup>11)</sup> see LUHMANN (1996); WILLKE (1996); SHANNON/SCHMIDT (2002: 19f).

<sup>12)</sup> SABATIER (1988: 139) describes advocacy coalitions as 'people from a variety of positions [...] who share a particular belief system – i.e. a set of basic values, causal assumptions, and problem perceptions – and who show a non-trivial degree of coordinated activity over time'.

<sup>13)</sup> The term does not refer to physical sciences, but describes some sort of 'territorial behaviour'.

<sup>14)</sup> Survey at an institutionalised level comprising forestry and non-forestry representatives from associations, Federal (national) and Länder (sub-national) authorities, scientific bodies and private consultants. Distinction between sector-internal and external actors based on membership to the German Forestry Council (DFWR 2001).

however, it seems appropriate conceptualising the forest sectors in a more narrow sense, by focussing on the aforementioned three aspects relevant to policy analysis and political theory.

Forestry as an economic human activity not *per se* qualifies as a sector. However, in Germany political programmes on forestry exist. We define a forest policy programme as statements by forest stakeholders which are made in a societal context and which concern the utilisation and/or protection of forests (KROTT, 2005).<sup>15</sup> Corresponding laws and regulations are important components of such a programme. In Germany the Federal Forest Act and 16 different Federal States' Forest Acts provide for a legal basis (KROTT, 2005: 23). Respective Federal State's forest programmes further contribute to a political programme on forestry. Together with the legal framework they are the first constitutive components (i.e. **political programmes**) of forestry as a sector by providing for content forming the sector and give meaning to shared policy core beliefs such as the (sustainable) management of forests. **Actors** build advocacy coalitions around such a core belief. WIERSUM (1999) elaborates a disciplinary matrix of forestry as the science and practice of forest management, suggesting that in forestry 'shared perspectives on problem situations and problem solving' prevail. Such coalitions with shared perspectives/beliefs in a German context manifest e.g. in the German Forestry Council and are supported by the profession and educational background, which in the case of forestry still plays an important role (HOGL, 2002: 79). From an **institutional** point of view, public administrative units exist at national, sub-national and local level, showing decreasing, yet pertaining degrees of autonomy over time.<sup>16</sup> These units are in strategic interaction with other actors of the advocacy coalition, sharing a set of normative and causal beliefs, defining problems and formulating policy. Together with their established procedures, such as e.g. the distribution of information within sectoral networks, their actors and programmes they constitute forestry as a sector.

In the context of IRD-programmes forestry was observed to resist such external coordination attempts in two ways. First, sector-external interviewees perceived resistance at a rather abstract level which is reflected in their hetero representation of the sector of 'forestry only rarely engages in such [integrated] approaches'.<sup>17</sup> This abstract resistance is also reflected by the perception that 'forestry has its completely own world' in which sectoral actors are seen as the only entities 'being responsible for forests'. In this micro-cosmos 'no one is supposed taking a hand in our business [i.e. forest-related issues] and in turn we [i.e. forestry actors] will also leave others alone'.<sup>18</sup> This finding is backed by forestry actors' auto representation, according to which forestry is 'reserved towards IRD' and shows a strong 'identity as an independent sector'.<sup>19</sup>

Secondly, also active modes of sectoral refusal to go along with IRD were detected. External respondents state that 'the forest sector tries to keep other sectors and their funding programmes out of the forest'.<sup>20</sup> In addition forestry was perceived as refusing IRD because these programmes were a manifest of the outflow of former agricultural and forestry funds into integrated approaches.<sup>21</sup> Perceptions of sectoral actors support the observation of active resistance. Property rights and the freedom of action play a crucial role among private forest owners. While this precondition is acknowledged in sectoral arrangements, integrated strategies bear the risk of underestimating this point at the cost of the owners' control over forest resources. Collective action viewed from such point of view first and foremost presents a limitation of these options, thus causing rejection among most owners. This especially holds true for the eastern part of Germany, where owners experienced the dark side of 'collective action' during the communist era and now fear an 'indirect expropriation' through integrated programmes. The economic instrument of public funding also is looked at critically by private forest owners, as it 'largely depends on unstable public budgets' and is 'perceived as the forerunner of regulatory hard law'. The described pre-conditions lead to active sectoral resistances at two different stages of the policy cycle. During implementation forest owners and their associations largely avoid participation to IRD-programmes, while in the past 'their respective efforts [in the formulation of programmes] very much was focused on traditional forestry [funding] aspects'.<sup>22</sup>

Consequently, in order to retain a maximum control over the sector's resource base as well as to defend vested rights in public policies the forest sector resists the integrative IRD-approach by non-participation during implementation and conservative sectoral strategies in the formulation process of political programmes. Such demonstrated sectoral resistance, however, does not imply that no one individual private forest owner ever collaborates in IRD activities. Indeed we found several indications even for successful participation.<sup>23</sup> Still, at an aggregate level and in more general sectoral boundary behaviour of collective forestry actors partly explains the low degree of forestry involvement in integrated programmes.

#### 4.2 Forestry's inability to cooperate

Integrated programmes are delivered by entities from outside most addressee sectors. This has implications for the compatibility of the programmes with the different sectors, their respective institutional design and procedures. According to CZADA (1991:153) public administrative units are in a strategic interaction with a specific societal segment – the other elements of the sector, through which their degree of organisation, their influence and power develop their virtue (HUBO and KROTT, 2007b). For functioning properly such strategic interaction must be based on commonly agreed rules and procedures. For example patterns and practices of disseminating information within sectoral networks, which may be of relevance to some segments of a sector, can be seen as one such procedure. Supposing that the provider of an integrated programme tries to reflect on own sector particularities and to minimise sectoral bias of the resulting programme, we still may assume that this provider may not anticipate the institutional design and relating procedures of all addressee sectors. We consequently hypothesise that *institutional design as well as relating procedures between the system delivering an integrated programme and the addressee sectors*

<sup>15</sup> We do not refer to the National Forest Programme here. In addition to domestic forestry programmes several similar compounds emerge at the international level as result of e.g. UNFF and MCPFE negotiations (see e.g. HUMPHREYS, 2006).

<sup>16</sup> Public forestry institutions in Germany exist at the national level within the Ministry of Agriculture (BMELV, Dept. 53) and the Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH). Due to the federal character of Germany these national institutions are weak because responsibility for forests lies within the Federal States. At this sub-national level sectoral discretion largely persists (InterviewFedGov-2ext; similar HOFMANN 2002), even though public sector reforms tend to decrease the autonomy of units concerned with forestry issues especially at the regional level (see e.g. recent reforms of state forest administration in the Federal State of Baden-Wuerttemberg where the regional forest offices have been mandated to the general regional administration).

<sup>17</sup> Interview Assoc-3ext, similar FedGov-2ext, FedSt-1ext, Sci-1ext.

<sup>18</sup> Interview Assoc-6int, Assoc-5ext, FedGov-2ext, FedSt1ext, Sci-1ext.

<sup>19</sup> Interviews Assoc-1int, Assoc-2int.

<sup>20</sup> Interview Assoc-5ext.

<sup>21</sup> Interview FedGov-2ext.

<sup>22</sup> Interview Assoc-1int on all citations under sector-internal perception of active resistance.

<sup>23</sup> see e.g. GIESSEN et al. (2006); GIESSEN and BÖCHER (2007); ORTNER (2008).

*differ and are not fully compatible with each other.*<sup>24)</sup> Thus the ability of the forest sector to participate in IRD-programmes is low.

Taking an inductive approach the empirical materials suggest that there are at least three aspects to be taken into account when assessing the compatibility of forestry with IRD-institutions and procedures and vice versa. These results have been derived from sector-internal as well as from external experts, lending them a high degree of validity and reliability.

**Communicative aspects** were observed playing a role. Extensive participation processes disadvantage private enterprises, such as farmers and forest owners and entail high transaction costs for goal attainment.<sup>25)</sup> While agro-sectoral actors already anticipated the necessity to publicly argue for support and hence are equipped with communication skills for doing so, forestry actors are perceived as not fulfilling these requirements.<sup>26)</sup> This handicap of the forest sector is also reflected by weak lobbying activities in integrated programmes at all levels<sup>27)</sup> as well as by poor availability and dissemination of information on the respective programmes.<sup>28)</sup>

Secondly, **managerial aspects** in form of lacking resources find consideration. The prospect of proceeds has a significant influence on forest owners (KROTT, 2005: 48). Thus, forest owners possibly will only invest resources in IRD activities if early monetary benefits may be expected. In addition *'when business largely depends on capital-intensive machines, one may not expect from forest owners to engage in lengthy discussions in the afternoon'*. Public forest administrations currently suffer from severe cut-backs. Under such circumstances organisations tend to focus on their core-business. *'How are you ought to do participation [in IRD-processes] when you are tied-up with maintaining your basic functions?'* A lack of human resources (personnel) compatible with IRD-procedures (i.e. capable of dealing with open networks, complex communication processes, etc.) in all types of forest ownership was perceived as resulting from a *'general climate hostile to innovation [... where] innovators within the forest sector often are regarded as exotic. IRD is exactly about such Ideas, which may supply niche markets'*.<sup>29)</sup>

Thirdly, **institutional aspects** were perceived to play the most prominent role in determining how compatible the integrated programmes may be with sectoral procedures and vice versa. Institutions of forestry and IRD (i.e. a specific segment within the agricultural sector) in a multi-level system do not correspond with each other. While IRD is being delivered through public agricultural institutions, which are well established at local, sub-national, national as well as EU level<sup>30)</sup>, public forest institutions are represented at sub-national and local levels only. This leads to a lack of political engagement at national and EU-level of both, public as well as private forestry actors. The claim of sectoral actors that forestry is an absolute responsibility of the Federal States<sup>31)</sup> in this regard must be seen as hindering compatibility even more.

Hence, in our case we observe a lack of an institutional 'level of fit' (LENSCHOW, 2002: 17) between a potential addressee sector (here: forestry) and the sector providing the funds (agriculture). This institutional non-fit results in procedural dissonances as well. Guidelines of EU funding programmes, for example, have entailed accounting systems ranging over 20 years and requiring a high degree of accuracy regarding area delineation. Such standard have been known from agriculture, where they may be applicable. *'Among forest owners such incidents resulted in the attitude that measure-oriented EU funding is crap'*.<sup>32)</sup> Thus, an institutional non-fit and the resulting procedural dissonances among IRD and forestry support the assumption of an institutional incompatibility of the two systems as one additional reason why forestry only plays a marginal role in IRD-programmes.

### 4.3 Limited opportunity to participate in biased 'integrated' programmes

The rhetoric behind integration states that programmes have to be well balanced among all participants. But strong sectors could try to influence the programmes in order to adapt them to the specific interests of the respective sector. We consequently may ask whether isolation of forestry is the only sectoral mechanism in place in this case. From the above we may state that under integrated programmes also other sectors, including programme providers show boundary behaviour and consequently, *integrated programmes delivered by sectoral entities can be assumed showing a high degree of sectoral influences and thus, such biased 'integrated' programmes would not be attractive for other sectors to join.*

In the case study also other sectors were observed showing boundary behaviour. After taking a closer look, the IRD rhetoric of being a cross-sectoral programme seems to entail sectoral interests as well. While our introductory chapter illustrated that forestry was a direct addressee of IRD-programmes, a more focussed document analysis revealed that forestry as a sector has not been addressed explicitly. It rather is mentioned in composite phrases such as *'[...] actors from agriculture and forestry'*, or *'[...] products from agriculture, fisheries and forestry'*.<sup>33)</sup> In the programme documents the sector almost exclusively was mentioned as an add-on, paraphrased as *'something ... and forestry'*.

In fact the IRD-programmes considered under this study have all been delivered by public administrations from the agricultural domain.<sup>34)</sup> Significant sectoral (i.e. agricultural) influences in IRD-programmes have been revealed by our empirical results from both expert groups. High agreement was found on the perception that IRD-programmes *'show a strong bias towards agriculture'*<sup>35)</sup> and rather may be considered as *'agro-structural programmes [...] currently offering limited benefits for forestry actors'*.<sup>36)</sup> These agro-

<sup>24)</sup> We are aware of the one exception where the programme provider addresses its sector of origin, which probably holds true for most integrated programmes.

<sup>25)</sup> Assoc-1int, Cons-1ext; GIESSEN and BÖCHER (2007: 16).

<sup>26)</sup> Assoc-5ext, Sci-1ext making reference to a conference on communication in forestry.

<sup>27)</sup> FedSt-2int, Sci-1ext, Assoc-1int, Assoc-5ext.

<sup>28)</sup> For poor availability of information especially for small and medium private forest owners see Interview Assoc-1, while ORTNER (2008) reveals that distribution of information by and within forest administration does not occur.

<sup>29)</sup> Sci-1ext on whole section on 'managerial aspects', similar Assoc-1int.

<sup>30)</sup> At local level the influence of public agricultural agencies may vary. However, at all other levels, e.g. at national level within the 'Joint Task' GAK, their prominent role and political influence may not be neglected.

<sup>31)</sup> Sci-1ext.

<sup>32)</sup> Assoc-1int.

<sup>33)</sup> Exemplary BMVEL (2005: 11, 15), BMVEL (2001: 7–8); In German language this triple compound shows a considerable degree of stereotypical character, as the terms for all these three land uses are somewhat similar (i.e. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischereiwirtschaft) and often are mentioned in sequence of appearance strating with agriculture. This linguistic reality mirrors a significant political imbalance among the land uses in favour of agriculture.

<sup>34)</sup> Providers of the programmes under consideration were European Commission's DG Agriculture and Rural Development, the German Federal Ministry of Consumer Protection, Food and Agriculture as well as different Federal States' Ministries, which apart from one exception (Schleswig-Holstein, see TRÄNKNER and GIESSEN (forthcoming)) all comprise responsibilities for agriculture (see BMVEL 2005: 65ff), which show a strong bias and persistence towards agricultural interests (Interview FedGov-2ext).

<sup>35)</sup> Sci-1ext, similar Assoc-1int, Assoc-3ext, Assoc-4ext, FedGov-1int, FedGov-2ext.

<sup>36)</sup> Assoc-3ext, similar Assoc-1int.

sectoral influences of IRD policies may be explained by the sector concept as well, as in light of a decreasing role of agriculture and WTO and GATT trade liberalisations agriculture faces enormous alternations in the way and amount the sector receives public support. The ongoing shift in EU support for agriculture from direct payments (1<sup>st</sup> pillar of CAP) to rural development measures (2<sup>nd</sup> pillar) may serve as an example here. Consequently, by trying to internalise the policy field of (integrated) rural development, the agricultural sector outwards seeks to expand its influence (or more drastically: secure 'organisational survival'<sup>37</sup>), while inwards it obstructs such integration tendencies by designing integrated programmes in a non-integrative fashion or by merely opting-out, i.e. refusing its implementation.<sup>38</sup>

Taking a look at the role agriculture plays in IRD-programmes, we may approach the above hypothesis even in more detail. Following the assumption that IRD-programmes show a high degree of agricultural bias, the respective agricultural sector must be expected to benefit in a privileged way from such funding. Indeed under the Regionen Aktiv programme farmers were observed being the primary beneficiaries, receiving about 30% of the project funds (BMELV 2006: 15).<sup>39</sup> This finding also supports the former hypothesis, showing that the compatibility between integrated programmes and their respective sectors of origin results in a privileged access to funding resources for sectoral actors.

Historical developments in the EU may serve as an explanation here. While the Treaty of Rome (and in particular Annex 2) excludes forestry from common policy, the sector as a whole has not been faced with major changes in respective policy and subsequent adaptations of its strategies. With the Common Agricultural Policy, however, agro-sectoral actors and institutions needed to adapt to major changes. Thus, processes of policy learning could take place, e.g. in the field of integrated bottom-up approaches of funding policy.

If IRD-programmes contain only limited potential benefits for forestry, and if then they are not just *delivered* by the agriculture sector but even *formulated and designed* to its predominant benefit, we conclude that IRD-programmes must be interpreted as biased toward agriculture. Consequently such faked 'integrated' programmes are of minor advantage for forestry.

## 5. CONCLUSION: Strengthening willingness and ability to create real opportunities for integration

We could show theoretically that sectors are a social construct, which benefit elites in a given policy domain, and hence are flexible and context-dependent. Our empirical findings show that the forest sector resists integration and does not develop the ability for cross-sectoral cooperation. Furthermore, there is no opportunity to genuinely join the integrative programme, but a threat by an agricultural biased 'integrated' programme. Nevertheless, we can identify a few integrative projects which produce profits for specific forestry actors, leading to win-win solutions for all participants. But the individual solutions are not copied frequently to become a strategy changing the basic isolationisms of forestry.

The factors identified explain the lack of forestry participation, but simultaneously show how integrated programmes could be more successful in the future. Firstly, the lack of willingness to

open up is inherent to the forest sector and will probably not be changed by good arguments about advantages of networking only. The threat of an anticipated crisis touching upon the material interests of forestry in the future would be a strong driver shaking up the sector for reaching out for allies outside the sector. Up to now such a strong threat may not be expected. Secondly, the ability to cooperate can be improved by numerous instruments e.g. success stories of pilot projects or guidelines for cooperation (see GIESSEN et al., 2006; ORTNER, 2008). Such empowerment would help the sector meeting parts of the integration challenges in the future. Thirdly, the lack of unbiased integrative programs cannot be changed by the forest sector. Making progress in integrative programs is a core task of all innovators and policy-makers who lobby for the advantages of integrated policies. Analysing their driving factors, however, is beyond the forestry focus of this paper.

## 6. ABSTRACT

Policy integration and cross-sectoral programmes are discussed as means to better achieve the endeavour of sustainable development. Lately, political programmes, such as integrated rural development (IRD) funding schemes emerge taking an integrated, inter-sectoral approach. In Germany forestry, however, so far has been observed to only play a minor role in IRD. In this article we seek an answer to the fundamental question of *why forestry actors only play a minor role in such integrated programmes?* The article theoretically reveals that sectors tend to avoid being coordinated by sector-external entities and programmes. Our case study indicates that forestry as a sector, shows abstract as well as active resistance against external attempts of integrated coordination. In the rare cases where the sector opens up towards integrated programmes, however, forestry actors lack the ability, resources as well as institutional preconditions for cooperation. Lastly, the agricultural bias of formally integrative programmes causes refusal among forestry actors. These findings lead us to the conclusion that forestry participation in integrated programmes is a question of willingness and specific utility as well as of ability in terms of institutions and resources. However, the existence of truly integrated programmes is a prerequisite, which policy makers still need to deliver.

## 7. Zusammenfassung

Titel des Beitrages: *Die Beteiligung der Forstwirtschaft an integrierten Programmen – eine Frage der Bereitschaft, der Fähigkeit und der Möglichkeiten.*

Politikintegration und sektorübergreifende Programme werden als moderne Strategie für Nachhaltige Entwicklung diskutiert. In den letzten Jahren nehmen solche Programme in Deutschland an Bedeutung zu. In der Förderung um eine „integrierte ländliche Entwicklung“ (ILE) spielt die Forstwirtschaft jedoch bisher nur eine geringe Rolle. Dieser Artikel geht der Frage nach, warum forstliche Akteure in solchen integrierten Programmen lediglich gering vertreten sind. Wir zeigen theoretisch, dass integrierte Programme den einzelnen Sektoren generell widersprechen. Unsere Fallstudie zeigt, dass die Forstwirtschaft als Sektor sich gegen integrierte Koordination durch ILE-Programme bewusst abgrenzt. In den seltenen Fällen, in denen sich der Sektor öffnet, fehlen den forstliche Akteure die Fähigkeiten, Ressourcen und institutionellen Voraussetzungen an integrierten Programmen teilzuhaben. Schließlich schreckt auch ein landwirtschaftlicher Bias der ILE-Programme die forstliche Beteiligung ab. Diese Befunde führen uns zu dem Schluss, dass die Beteiligung der Forstwirtschaft an integrierten Programmen einerseits eine Frage des Willens bzw. des spezifischen Nutzens, andererseits der Fähigkeiten sektoraler Akteure ist. Allerdings ist das Vorhandensein von tatsächlich integrierten Programmen eine Erfolgsvoraussetzung, die von der Politik bislang nicht angeboten wird.

<sup>37</sup> PETERS (1998: 308).

<sup>38</sup> The latter point could be observed in one case, where agricultural actors (a Federal State's Minister for Agriculture as well as the highly influential Farmers' Association (DBV) publicly refused participation in an IRD-programme for strategic reasons (Assoc-6int).

<sup>39</sup> HEMMERLING (2006) takes up this fact on behalf of the German Farmers' Association (DBV) and concludes that agriculture was the primary beneficiary under the funding scheme.

## 8. Résumé

Titre de l'article: *La participation de la foresterie à des programmes intégrés- Une question de disponibilité, d'aptitude et de possibilités.*

On discute d'intégration politique et de programmes plurisectoriels en tant que stratégie moderne pour permettre un développement durable. Au cours des dernières années de tels programmes ont pris de l'importance en Allemagne. Pourtant, la foresterie n'a joué jusqu'à présent qu'un rôle restreint dans l'avancement d'un «développement rural intégré» (ILE). Cet article pose la question de savoir pourquoi les acteurs forestiers sont très peu représentés dans de tels programmes intégrés. Nous montrons en théorie que des programmes intégrés sont en général incompatibles avec les secteurs particuliers. Notre étude de cas montre que la foresterie en tant que secteur, se démarque délibérément d'une coordination intégrée dans le cadre de programmes ILE. Dans les rares cas dans lesquels le secteur s'ouvre, il manque aux acteurs forestiers les aptitudes, les ressources et les conditions institutionnelles pour prendre part aux programmes intégrés. Finalement une tendance «agricole» des programmes ILE décourage la participation forestière. Ces observations nous amènent à la conclusion que la participation de la foresterie à des programmes intégrés est une question, d'une part de volonté, d'avantage spécifique pouvant en être tiré, et d'autre part d'aptitudes des acteurs sectoriels. Sans doute, l'existence de véritables programmes intégrés est une condition préalable de réussite, que la politique n'offre pas jusqu'à présent. R. K.

## 9. Acknowledgement

We would like to thank our colleague MICHAEL BÖCHER for his valuable input.

## 10. Literature cited

- BMVEL, German Federal Ministry of Consumer Protection, Food and Agriculture (2001): *Regionen Aktiv – Land gestaltet Zukunft – Informationen zum Wettbewerb*. Bonn.
- BMVEL (2005): *Actively shaping rural development – Guidelines for integrated rural development*. Bonn.
- BMVEL (2006): *So haben ländliche Räume Zukunft. Regionen Aktiv: Ergebnisse 2002–2005 und neuer Ansatz bis 2007*. Bonn.
- BÖCHER, M. und L. GIESSEN (2006): *Forst als Partner in der integrierten ländlichen Entwicklung*. In: AFZ – Der Wald, 5/2006, pp. 263–264.
- BRIASSOULIS, H. (2005): *Policy integration for complex environmental problems – The example of mediterranean desertification*. Ashgate, Burlington.
- CZADA, R. (1991): *Regierung und Verwaltung als Organisatoren gesellschaftlicher Interessen*. In: HARTWICH, H. H., WEWER, G. (Eds.): *Regieren in der Bundesrepublik III. Systemsteuerung und „Staatskunst“*. Theoretische Konzepte und empirische Befunde. Opladen, pp. 151–173.
- DFWR, Deutscher Forstwirtschaftsrat (2001): *Satzung des Deutschen Forstwirtschaftsrates e.V. (DFWR)*.
- DVS, Deutsche Vernetzungsstelle LEADER+ (1999): *LEADER+ – Die Europäische Initiative für den ländlichen Raum*.
- EC, European Commission (2006): *The Leader Approach – A basic guide*. Brussels.
- GANE, M. (2007): *Forest Strategy – Strategic management and sustainable development for the forest sector*. Springer, Dordrecht.
- GIESSEN, L. (2007): *Forst gering vertreten in integrierten Programmen – Gründe dafür am Beispiel der integrierten ländlichen Entwicklung*. In: PRKNOVA, H. (Hg.): 39. Forstpolitikertreffen – Sammelband. Prag.
- GIESSEN, L. (2008): *Die Zurückhaltung der Forstwirtschaft in der integrierten ländlichen Entwicklung – Analyse der politischen Ursachen*. Forstarchiv 79 (3): 116–121.
- GIESSEN, L. and M. BÖCHER (2007): *New Modes of Governance in Integrated Rural Development Policies. Final report within the research project 'New modes of governance for sustainable forestry in Europe'*. Göttingen.
- GIESSEN, L., M. BÖCHER, M. ORTNER and S. TRÄNKNER (2006): *Integrated Rural Development as pathway for innovations – an unexploited potential for forestry –*. In: MCPFE (Ed.) *Policies Fostering Investments and Innovations in Support of Rural Development*, Zvolen, Slovakia, March 27–29 2006.
- HAHNE, U. (1984) *Ökologische Regionalentwicklung. Informationen zur Raumentwicklung* 1/2, pp. 53–62.
- HEMMERLING, U. (2006): „Regionen Aktiv“ nutzt auch der Landwirtschaft. In: *Deutsche Bauern Korrespondenz*, 5/06, p. 26.
- HOFMANN, F. (2002): *Globale Waldpolitik in Deutschland – Eine Untersuchung über die Wirkung internationaler Regime in föderalen Strukturen*. Dissertation. Freiburg.
- HOGL, K. (2002): *Reflections on inter-sectoral co-ordination in national forest programmes*. In: TIKKANEN, I., GLÜCK, P., PAJUOJA, H. (Eds.): *Cross-sectoral policy impacts on forests*. EFI Proceedings No. 46. Joensuu.
- Hubo, CHRISTIANE und MAX KROTT (2007a): *Politiksektoren als Determinanten von Umweltkonflikten am Beispiel invasiver gebietsfremder Arten*. In: FEINDT, P. H., SARETZKI, TH. (Eds.): *Umwelt- und Technikkonflikte*, VS Verlag für Sozialwissenschaften. Wiesbaden.
- Hubo, CHRISTIANE und MAX KROTT (2007b): *Umsetzungsstrategien für integrative Politikansätze am Beispiel invasiver gebietsfremder Arten*. In: *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung*, 18/2, pp. 216–226.
- HUMPHREYS, D. (2006): *Logjam. Deforestation and the crisis of global governance*. Earthscan. London.
- HYTTINEN, P., A. NISKANEN and A. OTTITSCH (2000): *New challenges for the forest sector to contribute to rural development in Europe*. In: *Land Use Policy*, 17, pp. 221–232.
- HYTTINEN, P., A. NISKANEN and A. OTTITSCH (2002): *Forest related perspectives for regional development in Europe*. Leiden. Boston. 129 pp.
- JÄCKERING, W. (1994): *Verwaltung und öffentliche Aufgaben*. In: MATTERN, K.-H. (Ed.): *Allgemeine Verwaltungslehre*, 4th edition. Berlin, Bonn, Regensburg, S. 15–31.
- JANICKE, M. (2006): *Politikintegration im Mehrebenensystem: das Beispiel der deutschen Umweltpolitik*. In: KOCH-BAUMGARTEN, S., RÜTTGERS, P. (Eds.): *Pluralismus und Demokratie: Interessenverbände – Länderparlamentarismus – Föderalismus – Widerstand: Siegfried Mielke zum 65. Geburtstag*. Bund Verlag, Frankfurt. pp. 63–73.
- JANICKE, M. and H. JÖRGENS (2004): *Neue Steuerungskonzepte in der Umweltpolitik*. In: *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht*, 3/2004, pp. 297–348.
- JONES, R. A. (1996): *Research Methods in the Social and Behavioral Sciences*. 2nd Edition. Sinauer, Sunderland.
- KROTT, M. (2005): *Forest Policy Analysis*. Springer, Dordrecht.
- KRUL, L. and SASKIA OZINGA (2005): *Funding Europe's Forests – How to use EU funds for sustainable forest management and nature protection*. FERN and Taiga Resource Network. Brussels.
- LENSCHOW, A. (2002): *Environmental Policy Integration – Greening Sectoral Policies in Europe*. Earthscan, London.
- LUHMANN, N. (1996): *Soziale Systeme: Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Frankfurt. Suhrkamp. 674p.
- MEIJERS, E. (2004): *Policy integration: A literature review*. In: STEAD, D., GEERLINGS, H., MEIJERS, E. (Eds.): *Policy integration in practice. The integration of land use planning, transport and environmental policy-making in Denmark, England and Germany*. DUP, Delft. pp. 9–24.
- OECD (1989): *Agricultural and Environmental Policies – Opportunities for Integration*. OECD, Paris.
- OECD (1996): *Building policy coherence – Tools and tensions*. Public Management Occasional Papers No. 12. OECD, Paris.
- ORTNER, M. (2004): *Zusammenarbeit zwischen Forstwirtschaft und Leader+*. In: LEADERforum (2004), No. 2, p 41.
- ORTNER, M. (2008): *Erfolgsfaktoren für die Beteiligung forstlicher Akteure an der integrierten ländlichen Entwicklung – Beispiel: LEADER+ Programm der EU-Strukturpolitik*. Dissertation. Universitätsverlag Göttingen. (in press).
- PARKER, A. (2006): *Focus group method and methodology: current practice and recent debate*. In: *International Journal of research and method in education*, No. 29, pp. 23–38.
- PETERS, B. G. (1998): *Managing horizontal government – The politics of co-ordination*. In: *Public Administration* 76, pp. 295–311.
- RAY, CH. (2000): *The EU LEADER Programme: Rural Development Laboratory*. In: *Sociologia Ruralis* Vol. 40, No 2, April 2000, pp. 163–171.
- RAY, CH. (2006): *Neo-endogenous rural development in the EU*. In: CLOKE, P., MARSDEN, T. and MOONEY, P. (eds.): *Handbook of Rural Studies*, pp. 279–91. London.
- ROSENTHAL, G. (2005): *Interpretative Sozialforschung – Eine Einführung*. Juventa. Weinheim.
- SABATIER, P. A. (1988): *An advocacy coalition framework of policy change and the role of policy-oriented learning therein*. *Policy Sciences* 21. pp. 129–168.
- SABATIER, P. A. and H. C. JENKINS-SMITH (1999): *The advocacy coalition framework*. In: SABATIER, P. (Ed.): *Theories of the policy processes*. Westview Press. pp. 117–166.
- Scientific Council for Government Policy (2002): *Sustainable Development. Administrative Conditions for an Activating Policy*. Reports to the Government No. 62. Sdu, The Hague.
- SCHNEIDER, V. und F. JANNING (2006): *Politikfeldanalyse – Akteure, Diskurse und Netzwerke in der öffentlichen Politik*. VS Verlag. Wiesbaden.

SHANNON, M. A. and C. A. SCHMIDT (2002): Theoretical approaches to understanding intersectoral policy integration. *In: TIKKANEN, I., GLÜCK, P., PAJUOJA, H. (Eds.): Cross-sectoral policy impacts on forests. EFI Proceedings No. 46. Joensuu.*

TRÄNKNER, S. and L. GIESSEN (forthcoming): Four paths of mainstreaming the LEADER approach in Germany. *In: SOTO, P. (Ed.): Which direction for Rural Development? (in press).*

VERBIJ, E. and H. SCHANZ (2002): Inter-sectoral co-ordination: State of the arts and beyond. *In: TIKKANEN, I., GLÜCK, P., PAJUOJA, H. (Eds.): Cross-sectoral policy impacts on forests. EFI Proceedings No. 46. Joensuu.*

WIERSUM, K. F. (1999): Social Forestry: Changing perspectives in forestry science or practice? Thesis Wageningen Agricultural University, Wageningen.

WILLKE, H. (1996): Ironie des Staates: Grundlinien einer Staatstheorie polyzentrischer Gesellschaft. Suhrkamp, Frankfurt. 389p.

## Zur Hochwassertoleranz von Laubbäumen nach einem extremen Überflutungsereignis – Eine Fallstudie aus der südlichen Oberrheinaue

(Mit 2 Abbildungen und 4 Tabellen)

Von R. HAUSCHILD<sup>⊗</sup> und S. HEIN<sup>1)</sup>

(Angenommen Juli 2008)

### SCHLAGWORTER – KEY WORDS

*Rhein; Auenwald; Überflutung; Hochwassertoleranz; Mortalität; logistische Regression.*

*Rhine River; floodplain forests; flooding; flood tolerance; mortality; logistic regression.*

### 1. EINLEITUNG

In flussbegleitenden Waldgesellschaften sind Überflutungsereignisse ein natürliches Element der Entwicklungsdynamik. Das Ausmaß und die Periodik des Überflutungsgeschehens sowie die ökologischen und ökonomischen Auswirkungen sind Gegenstand zahlreicher Forschungsvorhaben (z.B. ULBRICH und FINK, 1996; FINK et al., 1996; RUDOLF und RAPP, 2003; ULBRICH et al., 2003b; ULBRICH et al., 2003a; BARDOSSY et al., 2006; ARMBRUSTER et al., 2006; PETROW et al., 2006).

Auenwälder unterliegen zahlreichen Mehrfachnutzungen und damit Nutzungskonflikten, z. B. Forstwirtschaft, Raumplanung, Naturschutz und Hochwasserschutz. Im Rahmen des Integrierten Rheinprogramms Baden-Württemberg (IRP) wurden entlang des südlichen Oberrheins zum Schutz der flussabwärts liegenden volkswirtschaftlich bedeutsamen Anlagen und kulturellen Güter Retentionsräume eingerichtet. Die Bewirtschaftung von Retentionsräumen ist eine komplexe Aufgabe, da mehrere Ziele verfolgt werden. Mit den Rückhalteräumen entlang des Rheins soll der Hochwasserschutz, so wie er vor dem modernen Oberrheinausbau bestand, als die wichtigste Aufgabe des IRP wieder hergestellt werden (PFARR, 2002). Auch die möglichen Folgen des Klimawandels auf das Abflussgeschehen des Rheins und damit auf die Hochwassergefahr müssen berücksichtigt werden. Es wird erwartet, dass die Schneeschmelze in den Alpen früher eintreten wird. In der Folge werden sich die Frühjahrshochwasser der Mittelgebirge mit der Schneeschmelze in den Alpen zunehmend überlagern und können damit zu extremen Hochwasserereignissen führen (MOSER, 2006).

Der größte Teil der Rückhalteräume im Bereich des südlichen Oberrheins wird forstwirtschaftlich genutzt. Daraus leitet sich eine

zweite Aufgabe des Integrierten Rheinprogramms ab. Es müssen die ökologischen Bedingungen für die Waldbestände bekannt sein, unter denen eine nachhaltige und multifunktionale forstwirtschaftliche Nutzung stattfinden kann. Dazu zählt insbesondere die Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Baumartenzusammensetzung und Standortseigenschaften (z.B. Überflutung, Boden, Grundwasser) und der Hochwassertoleranz der wichtigsten Baumarten. Die Bestimmung von Schwellenwerten bezüglich Überflutungsdauer und Überflutungshöhe sowie von weiteren überflutungsrelevanten Parametern ist in diesem Zusammenhang von zentraler Bedeutung für eine nachhaltige Forstwirtschaft.

In bisherigen Untersuchungen wurden Eigenschaften des Überflutungsgeschehens, Baummerkmale sowie Standortseigenschaften als bedeutsam für die Überflutungstoleranz von Bäumen erkannt. (z.B. FRYE und GROSSE, 1992; KARREBERG et al., 2002; SCHAFFRATH, 2000; SIEBEL und BLOM, 1998; SIEBEL et al., 1998; VAN SPLUNDER, 1998; NIINEMETS und VALLADARES, 2006). Für die Oberrheinaue stehen bislang Empfehlungen zur Hochwassertoleranz von Baumarten von DISTER (1983), KRAMER (1987), SPÄTH (1987, 1988, 2002), BIEGELMAIER (2001, 2002) und ARMBRUSTER et al. (2006) zur Verfügung. Für die Oder wurden Empfehlungen von SCHAFFRATH (2000) erarbeitet. Bisherige Empfehlungen beziehen sich aber jeweils auf einen einzelnen Einflussfaktor aus einer Reihe möglicher Faktoren. Die Schadentwicklung und Mortalität von Bäumen wird in der Regel aber von mehreren Faktoren gleichzeitig bestimmt. Wichtigste Einflussgrößen sind hierbei Überflutungsdauer, Überflutungshöhe, Überflutungszeitpunkt, Strömung, Baumdimension sowie Standortsfaktoren (Bodenart, mittlerer Grundwasserspiegel). Diese müssen simultan betrachtet werden. Das gemeinsame Auftreten unterschiedlicher Überflutungsdauer und zugleich verschiedener Baumdimensionen wird bislang noch nicht berücksichtigt (s. auch PALIK et al., 1998; KRAMER et al., 2008). Zudem stehen bisher wenige statistische Modelle zur Simulation der Überflutungstoleranz zur Verfügung. Lediglich KRAMER et al. (2008) legen erste Berechnungen zur Hochwassertoleranz von Auenwäldern am Oberrhein vor.

Die vorliegende Untersuchung leistet deshalb einen Beitrag zum Hochwasserschutz aus dem Blickwinkel der nachhaltigen Bewirtschaftung von Auenwäldern (KUNDZEWICZ, 2002). Im Einzelnen wurden die folgenden Ziele verfolgt: (1) Modellierung der Überflutungstoleranz der Baumarten der südlichen Oberrheinaue unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Variablen Brusthöhendurch-

<sup>1)</sup> Prof. Dr. SEBASTIAN HEIN, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, Schadenweilerhof, D-72108 Rottenburg, Deutschland. Tel.: +49 (0) 7472 951 239. E-mail: [hein@hs-rottenburg.de](mailto:hein@hs-rottenburg.de)

<sup>⊗</sup> Korrespondierender Autor: Dr. RICHARD HAUSCHILD, Albert-Ludwigs-Universität, Institut für Landespflege, Tennenbacherstr. 4, D-79106 Freiburg. Tel.: +49 (0) 761 472471. E-mail: [richard.hauschild@t-online.de](mailto:richard.hauschild@t-online.de)

messer, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe, (2) Bestimmung von Schwellenwerten der untersuchten Variablen, ab denen ein erhöhtes Mortalitätsrisiko zu erwarten ist sowie (3) Untersuchung der Hochwassertoleranz in den drei Aueeinheiten der Untersuchungszone.

## 2. MATERIAL UND METHODIK

### 2.1. Material

Das verwendete Material basiert auf Erhebungen von BIEGELMAIER (2001) und SPÄTH (2001) entlang des südlichen Oberrheins unmittelbar nach dem extremen Hochwasser zwischen Mai und Juli 1999. Im Mai 1999 erfolgte durch ergiebige Niederschläge und gleichzeitige Schneeschmelze in den Alpen ein Anstieg der Rheinwasserstände. Der Rheinabfluss stieg am Pegel Basel innerhalb von 24 Stunden von 2000 m<sup>3</sup>/s auf knapp 5000 m<sup>3</sup>/s (SPÄTH, 2002). Die Wasserstände blieben vom Frühsommer bis in den Sommer 1999 auf hohem Niveau, so dass die maximale Überflutungsdauer im Staubeereich 45 Tage und in der Flie遛sstrecke nördlich von Iffezheim in der Tiefen Hartholzaue bis zu 110 Tagen betrug (SPÄTH, 2002).

Zwischen August und September 1999, wenige Monate nach Ende des Hochwassers, erfolgten im Auftrag des Regierungspräsidiums Freiburg und der Forstdirektion Karlsruhe in 13 Untersuchungszone (ca. 3.300 ha) die Geländeaufnahmen und die Ansprache der Gehölzschäden (BIEGELMAIER, 2001; SPÄTH, 2001; Abb. 1). Jede Untersuchungszone konnte einer der von MICHIELS

und ALDINGER (2002) definierten Aueeinheiten zugeordnet werden. Der nördlich von Rastatt gelegene Bereich wurde als Flie遛sstrecke, der Bereich südlich dieser Grenze als staugeregelter Bereich (Staubeereich) bezeichnet. Zusätzlich lagen Erhebungen aus Rückhalteräumen (Rückhalteräumen Kulturwehr Kehl/Straßburg und Polder Altenheim) vor. Dort war die Überflutungsdauer nur kurz (4–5 Tage). Am Standort Sasbach/Jechtingen war dies ebenso der Fall. In mehreren Publikationen und Berichten wurde davon ausgegangen, dass sich die Hochwassertoleranz von Bäumen in den 3 Aueeinheiten Flie遛sstrecke, Staubeereich und Polder unterscheidet (SPÄTH, 2002; ARMBRUSTER et al., 2006; PFARR und SPÄTH, 2006). Die Unterschiede der Standortseigenschaften sowie der Strömung in den Aueeinheiten sollten die verschiedenen Reaktionen der Bäume bei Hochwasser erklären. Diese Frage wurde mit dem vorliegenden Datenmaterial getestet.

Die Autoren bearbeiteten die von BIEGELMAIER (2001) und SPÄTH (2001) erhobenen Daten. Da dieses Material nicht von den Autoren selbst im Zuge der Untersuchung erhoben wurde, sondern bereits vorlag, wird das Aufnahmeverfahren hier nur kurz dargestellt. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in HAUSCHILD und HEIN (2008).

In den 13 Untersuchungszone wurden Aufnahmeflächen unterschiedlicher Größe abgegrenzt, in denen an insgesamt 549 Stichproben die Ansprache der Baumschäden erfolgte. Die Probepunkte waren dabei nicht in einem systematischen Raster über die Aufnahmeflächen verteilt. Der Großteil der Probepunkte wurde von den Aufnahmepersonen nach folgenden Kriterien aufgesucht: Zum Einen handelte es sich um Flächen, auf denen Gehölze (Einzelbäume oder Baumgruppen mit in der Regel 10–15 Individuen) mit Schäden vorkamen, und zum Anderen wurden tief liegende Flächen aufgesucht, in denen vitale Individuen ohne Absterbeerscheinungen vorkamen (SPÄTH, 2001). Bei Baumgruppen handelte es sich in der Regel um Verjüngungen, Dickungen oder um Stangenholzer einer Gehölzart. Die Einzelbäume oder Baumgruppen wurden nach den Kategorien „tot“ und „lebend“ angesprochen. An jedem Stichprobenpunkt wurde zusätzlich die Baumart, der Brusthöhendurchmesser (BHD) und die Überflutungshöhe erhoben. Die Herleitung der Überflutungsdauer erfolgte durch SPÄTH (2002) anhand der Hochwasser-Ganglinien von Pegeln, die in der Nähe der Aufnahmepunkte lagen. Die Überflutungshöhe wurde auf Grund der Schlammmarken an den Bäumen ermittelt. Jeder Baumgruppe wurde die gleiche Information bezüglich Überflutungshöhe, Überflutungsdauer und Brusthöhendurchmesser zugeordnet. Die Baumschäden in einer Gruppe wurde prozentual angegeben (z.B. 20% abgestorbene Individuen). Einzelbäume oder Baumgruppen ohne Angaben der zugrunde liegenden Baumzahl wurden im Gesamtdatensatz als eine Beobachtung gewertet (ungewichtete Beobachtung). Wurden die 10–15 Individuen einer Gruppe im Gesamtdatensatz als 10–15 separate Beobachtungen aufgeführt, so lagen gewichtete Daten vor.

Für die vorliegende Untersuchung wurden nur die Baumarten mit der höchsten Anzahl gewichteter Beobachtungen ausgewählt: Esche (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Kirsche (*Prunus avium*). Insgesamt standen 2955 Einzelbäume und Baumgruppen (gewichtete: 15909 Beobachtungen) zur Verfügung. 79% der gewichteten Beobachtungen wurden als lebend angesprochen, 21% aller Bäume waren abgestorben. Die Esche war die nach den gewichteten Beobachtungen am häufigsten vertretene Baumart. Die geringste Anzahl von Beobachtungen lag für die Kirsche vor.

### 2.2. Methodik

Zur Analyse der binären, abhängigen Variablen Überflutungstoleranz (lebend/ tot) wurden logistische Regressionen verwendet



Abb. 1

Lage der 13 Untersuchungszone entlang der Südlichen Oberrheinaue.  
Location map of the 13 survey stations within the Rhine floodplain forests.

(AGRESTI, 2002; HOSMER und LEMESHOW, 2002). Als zu schätzendes Ereignis wurde die Eigenschaft „tot“ verwendet. Die Wahrscheinlichkeit des Komplementäreignisses „lebend“ beträgt folglich  $1-\pi(\text{tot})$ . Die Parametrisierung der Modelle erfolgte auf der linearisierten Ebene:

$$\text{linp} = a + b \cdot x \quad (\text{Gl. 1})$$

wobei *linp* für den linearen Prädiktor, *a* für den Interzept, *b* für den zum Prädiktor *x* gehörigen Koeffizienten steht. Die Berechnung der Eintrittswahrscheinlichkeit  $\pi$  des Ereignisses „tot“ erfolgte über den logit-link:

$$\pi = e^{\text{linp}} / (1 + e^{\text{linp}}) \quad (\text{Gl. 2})$$

Als Prädiktoren wurden die Effekte Brusthöhendurchmesser, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe getestet. Zusätzlich wurde überprüft, ob sich signifikante Unterschiede zwischen den Aueinheiten Fließstrecke und Staubereich ergeben. Es wurden nur Modelle ausgewählt, deren Effekte eine Mindestsignifikanz von  $\alpha < 0,05$  aufwiesen. Die Konfidenzintervalle wurden als 95%-Wald'sche Konfidenzintervalle berechnet. Die Gewichtung der Beobachtungen wurde aufgrund der Aufnahme von Baumgruppen unterschiedlicher Individuenanzahl bei der Berechnung der Koeffizienten berücksichtigt.

Neben den globalen Maßen zur Beurteilung der Modellgüte wurden cutpointabhängige Kennzahlen berechnet. Dazu muss untersucht werden, ab welcher Mortalitätswahrscheinlichkeit (Cutpoint) ein Baum tatsächlich als tot anzusehen ist. In Stichproben mit seltenen Ereignissen wird ein solcher Cutpoint regelmäßig nicht bei einer Wahrscheinlichkeit 50% liegen, sondern bei einer darunter liegenden Wahrscheinlichkeit. Wird der Cutpoint zwischen 0 und 100% variiert, lässt sich das Modellverhalten anhand der richtig und falsch klassifizierten Ereignisse (tot) beurteilen. Dabei gelten Sensitivität und 1-Spezifität als die grundlegenden Maße zur Beurteilung der Modellgüte. Die Sensitivität kennzeichnet die im Modell richtigerweise als tot angesprochenen Bäume „richtiges Ereignis“, die 1-Spezifität die fälschlicherweise als tot vorhergesagten Bäume „falsches Ereignis“.

Für die vorliegende Untersuchung wurde die Wahrscheinlichkeit gewählt, bei der mindestens 85% der tatsächlich als tot beobachteten Bäume richtig als tot klassifiziert wurden. Damit sollen überoptimistische Empfehlungen zur Überflutungstoleranz vermieden werden, bei denen zwar die Trennung von toten und lebenden Bäumen verbessert ist, jedoch zu viele tote Bäume fälschlicherweise

als lebend klassifiziert werden. Mit diesen Cutpoints kann eine Wahrscheinlichkeitsschwelle benannt werden, oberhalb der ein Baum tatsächlich als tot anzusehen ist. Entsprechend der baumartenweise unterschiedlichen Mortalität variieren im vorliegenden Datenmaterial die Cutpoints je nach Baumart und damit je nach Modell.

Zusätzlich wurde als Maß zur Beurteilung der Modellgüte der AUC-Wert (area under curve) berechnet (HOSMER und LEMESHOW, 2002). Dazu wurde auf das Konzept der Sensitivität und 1-Spezifität zurückgegriffen. AUC-Werte oberhalb des theoretischen Minimums von 0,5 kennzeichnen Modelle mit genügender Modellgüte. Werte von  $> 0,8$  weisen auf ein Modell mit akzeptabler Trennung von richtigen und falschen Ereignissen hin. Für die vorliegende Auswertung muss jedoch berücksichtigt werden, dass der AUC-Wert für gewichtete Beobachtungen nur eine orientierende Funktion erfüllen kann, da sich die Berechnung der Sensitivität sowie 1-Spezifität auf die ungewichteten Beobachtungen beziehen muss.

Die beiden Prädiktoren Überflutungsdauer und Überflutungshöhe sollten im Modell als unabhängige Variablen eingesetzt werden. Allerdings zeigte sich im gesamten Datenmaterial zwischen diesen beiden Prädiktoren eine geringe aber signifikante Korrelation (0,44 über alle Baumarten). Deshalb sind die Prädiktoren als nicht vollständig unabhängig anzusehen (BELSLEY, 1991). Um eine – im Extremfall – annähernd zufällige Auswahl der Prädiktoren zu verhindern, wurden der Varianzinflationsfaktor und der Kollinearitätsindex berechnet. Modelle mit Werten des Varianzinflationsfaktors von über 10 oder einem Kollinearitätsindex von größer als 100 wurden verworfen. Bei keinem der Endmodelle mit gemeinsamer Verwendung von Überflutungsdauer und Überflutungshöhe wurden jedoch diese Grenzwerte überschritten. Eine gemeinsame Verwendung insbesondere dieser beiden Prädiktoren war somit vertretbar.

Aufbauend auf den Modellen konnten Simulationen zur Mortalitätswahrscheinlichkeit durchgeführt werden. Für die Simulationen wurden folgende Werte der Prädiktoren als Standardüberflutung unterstellt: BHD: 15 cm; Überflutungshöhe: 160 cm; Überflutungsdauer: 30 Tage. Diese Werte entsprachen dem arithmetischen Mittel des Gesamtdatensatzes, gerundet auf die nächste fünfte Einheit. Die Simulationen geben somit die vorhergesagte Mortalitätswahrscheinlichkeit für diese Mittelwerte wieder. Das Vertrauensband oberhalb und unterhalb der Mortalitätskurve entspricht den 95%-Wald'schen Konfidenzintervallen.

Alle statistischen Arbeiten wurden mit SAS 9.1 durchgeführt.

Tab. 1  
Anzahl Beobachtungen von Esche, Bergahorn, Spitzahorn, Kirsche und Zustand pro Aueinheit  
(\*Anzahl abgestorbener Individuen).  
Number of observations for European ash, Sycamore maple, Norway maple and wild cherry  
in each unit of the alluvial forests (\*number of dead individuals).

Baumart	Fließstrecke Überflutungsdauer max. 110 Tage		Staubereiche Überflutungsdauer max. 45 Tage		Rückhalteräume/ Polder Überflutungsdauer max. 5 Tage		Gesamt	
	Bcob. un- gewichtet	Beob. gewichtet	Bcob. un- gewichtet	Beob. gewichtet	Bcob. un- gewichtet	Beob. gewichtet	Bcob. un- gewichtet	Beob. gewichtet
Esche	211	1324 (648*)	517	5207 (1213)*	213	803 (0)*	941	7334 (1861)*
Bergahorn	92	536 (176)*	275	2582 (315)*	132	426 (0)*	499	3544 (491)*
Spitzahorn	30	116 (20)*	165	1629 (84)*	1002	1150 (79)*	1197	2895 (183)*
Kirsche	17	27 (12)*	207	1972 (750)*	94	137 (18)*	318	2136 (780)*
<b>Gesamt</b>	<b>350</b>	<b>2003 (856)*</b>	<b>1164</b>	<b>11390 (2362)*</b>	<b>1441</b>	<b>2516 (97)*</b>	<b>2955</b>	<b>15909 (3315)*</b>



### 3. ERGEBNISSE

#### 3.1. Überflutungstoleranz und Aueinheit

In der Aueinheit Fließstrecke fanden sich 42,8% tote Bäume, im Staubereich waren zum Beobachtungszeitpunkt 20,7% abgestorben, im Bereich der Polder waren dies nur 3,9% (Tab. 1). Auch bei der Betrachtung der Baumarten ließ sich bezüglich der Mortalität der gleiche Trend von der Fließstrecke über den Staubereich hin zum Retentionsbereich erkennen: Bei der Esche waren dies 48,9%, 23,2% bzw. 0%, beim Bergahorn 32,8%, 12,1% sowie 0%, für den Spitzahorn fanden sich 17,2%, 5,1% und 6,8% und für die Kirsche 44,4%, 38,0% und 13,1% abgestorbene Bäume je Aueinheit.

Die Datenlage der Aufnahmen war bezüglich der Aueinheiten jedoch sehr verschieden. Deshalb war ein Baumartenvergleich mit Unsicherheiten behaftet: Im Staubereich waren für die Esche 4 mal, für den Bergahorn 5 mal, für den Spitzahorn 15 mal und für die Kirsche sogar 90 mal so viele gewichtete Beobachtungen vorhanden wie in der Fließstrecke. Zudem unterschieden sich bei jeder Baumart die Baumdimensionen in den Aueinheiten. Die unterschiedliche Überflutungstoleranz der vier Baumarten in den Aueinheiten konnte somit nicht einfach auf unterschiedliche Strömungs- und Standortverhältnisse zurückgeführt werden. Unterschiede in der Überflutungstoleranz zwischen den Aueinheiten konnten deshalb auch nicht zweifelsfrei der unterschiedlichen Datenlage in den Aueinheiten oder einem unterschiedlichen Absterbeverhalten der Baumarten zugeordnet werden. Im Folgenden wurden aus diesem Grund Modelle zur Überflutungstoleranz der vier Baumarten ohne Differenzierung nach Aueinheiten berechnet.

#### 3.2. Einfluss von Baumart, Baumdimension, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe auf die Überflutungstoleranz

Für alle vier Baumarten zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Baumdimension (Brusthöhendurchmesser), der Überflutungsdauer sowie der Überflutungshöhe. Mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser sinkt, mit längerer Überflutungsdauer und steigender Überflutungshöhe nimmt die Wahrscheinlichkeit des Absterbens zu (Tab. 2, Abb. 2).

Einzelne Baumarten zeigten ein den allgemeinen Trend modifizierendes Verhalten (Tab. 2). Entsprechend dem niedrigeren Signi-

fikanzniveau war beim Bergahorn der Einfluss der Überflutungshöhe nur gering. Der Einfluss der Überflutungshöhe war bei der Esche geringer ausgeprägt als beim Spitzahorn und bei der Kirsche. Die Kirsche zeichnete sich im Vergleich mit den anderen Baumarten durch erhöhte Absterbewahrscheinlichkeit aus. Bei dieser Baumart fand sich eine deutlich höhere Absterbewahrscheinlichkeit auch bei stärker dimensionierten Bäumen (Tab. 2, Abb. 2). Dabei war der Einfluss des Brusthöhendurchmessers und der Überflutungsdauer von geringerem Ausmaß.

Die Maße für die Modellgüte (AUC-Wert, Sensitivität, 1-Spezifität) wiesen auf die prinzipielle Fähigkeit der Modelle hin den Status der Bäume richtig zu schätzen (Tab. 2). Der AUC-Wert von 85,5% für den Spitzahorn deutete auf eine gute Diskriminierung hin. Dennoch zeigte hier die Analyse der richtig klassifizierten Ereignisse, dass die vorhandenen Daten keine vollständig sichere Aussage zur Absterbewahrscheinlichkeit erlauben. Die geforderten 85% richtigerweise als abgestorben klassifizierter Bäume (Sensitivität) konnten mit den Modellen bei allen Baumarten erreicht werden. Die fälschlicherweise als abgestorben klassifizierten Bäume nahmen jedoch einen Anteil von 27,4% bis 53,1% ein (Tab. 2).

Anhand von Simulationen wurde die Absterbewahrscheinlichkeit berechnet. Es wurden beispielhaft Werte der Prädiktoren unterstellt, die den Mittelwerten des Datenmaterials entsprechen: BHD = 15 cm, Überflutungsdauer = 30 Tage, Überflutungshöhe = 160 cm. Auf diese Weise war ein direkter Vergleich der einzelnen Baumarten möglich. Die Simulationen der Mortalitätswahrscheinlichkeiten wiesen einen sinnvollen Verlauf auf (Abb. 2). Bei allen Baumarten zeigte sich ein gleichgerichteter Einfluss von Brusthöhendurchmesser, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe. Mit zunehmendem Brusthöhendurchmesser sank die Absterbewahrscheinlichkeit, sie stieg mit zunehmender Überflutungshöhe und Überflutungsdauer. Die Vertrauensbänder waren bei allen Baumarten und Einflussgrößen sehr breit. Die Konfidenzintervalle wiesen auf eine wenig befriedigende Sicherheit des Mortalitätsprofils hin.

#### 3.3. Bestimmung von Schwellenwerten von Baumdimension, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe

Die Wahrscheinlichkeiten, ab denen je Baumart ein Baum als tot anzusprechen ist (cutpoint), lagen zwischen 6,5 und 23,3%

Tab. 2

**Modellparameter und Modellgüte der baumartenindividuellen Modelle zur Überflutungstoleranz für Esche, Bergahorn, Spitzahorn und Kirsche. (\*\*\*) p = 0,001; \* p = 0,05).**

**Model parameters and model quality of the tree-species individual models to assess the flooding tolerance for European ash, Sycamore maple, Norway maple and wild cherry.**

Baumart/ ungew. Beob. (gewicht.)	Parameterschätzer -/+ 95 % WALD-Vertrauensintervall				AUC	Sensitivität (Cutpoint)	1-Spezifität
	Interzept	BHD	Überflutungs- dauer	Überflutungs- höhe			
Esche 941 (7334)	-4,1668*** -4,4860 -3,8475	-0,0721*** -0,0797 -0,0645	0,0411*** 0,0371 0,0451	0,0128*** 0,0109 0,0146	0,790	85,4 % (18,0 %)	48,5 %
Bergahorn 499 (3544)	-3,3974*** -3,8983 -2,8966	-0,0603*** -0,0714 -0,0491	0,0538*** 0,0456 0,0621	0,0033* 0,0004 0,0062			
Spitzahorn 1197 (2895)	-6,9482*** -7,9884 -5,9081	-0,1080*** -0,1325 -0,0835	0,0596*** 0,0485 0,0706	0,0279*** 0,0232 0,0326			
Kirsche 318 (2136)	-4,2893*** -4,8722 -3,7065	-0,0306*** -0,0429 -0,0184	0,0390*** 0,0314 0,0465	0,0201*** 0,0166 0,0236	0,738	85,9 % (23,3 %)	53,1 %

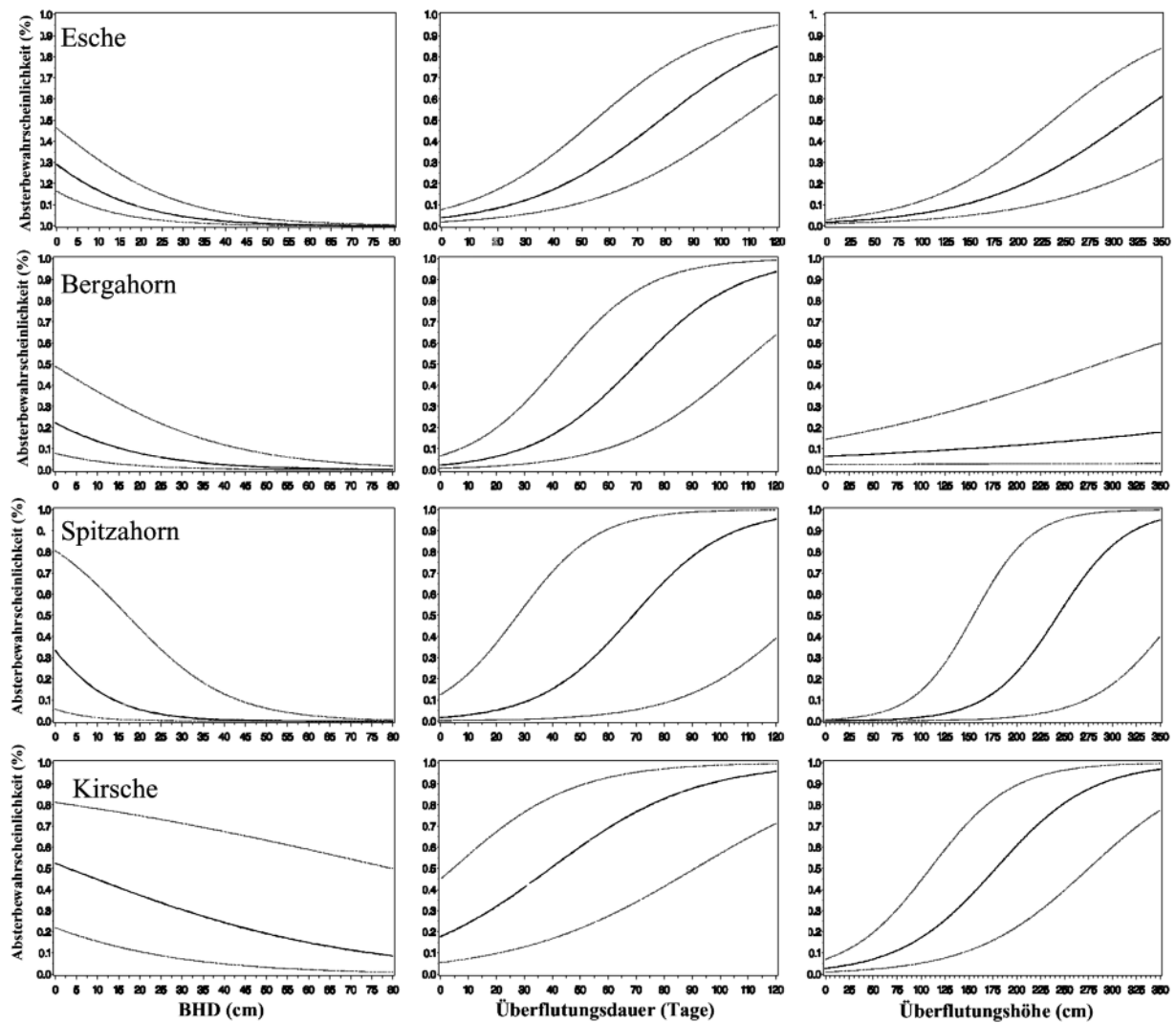


Abb. 2

Simulierte Absterbewahrscheinlichkeiten in Abhängigkeit von Baumart, Brusthöhendurchmesser, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe. Die jeweils zwei anderen konstant gehaltenen Variablen wurden auf die Mittelwerte des Datenmaterials gesetzt: BHD = 15 cm, Überflutungsdauer = 30 Tage, Überflutungshöhe = 160 cm; mittlere Kurve je Teilabbildung = mittlere prognostizierte Mortalität, umfassende Kurven = oberes bzw. unteres 95 %-Vertrauensintervall.

Simulated mortality probability in relation to the tree species, diameter at breast height, flood duration and flood height.

The two other variables that are kept constant were applied on the average values of the available data:

(DBH = 15 cm, flood duration of 30 days, flood height of 160 cm; average curve for each partial figure = average predicted mortality, outer curves = upper and lower 95 % confidence level).

Tab. 3

Mittelwerte und 95%-Konfidenzintervalle (KI) der Schwellenwerte zur Mortalität.

Unterstellt wurde dabei je Baumart ein Baum mittleren Brusthöhendurchmessers (15 cm) und einer mittleren Überflutungsdauer (30 Tage) bei einer mittleren Überflutungshöhe von 160 cm.

\* Schwellenwert nicht berechenbar.

Average values and the 95 % confidence interval (KI) for the mortality threshold values. For this purpose, we have used one tree with an average diameter at breast height of 15 cm per tree species, when expose to an average flood duration of 30 days and for an average flood height of 160 cm .

\* threshold value could not be calculated.

	Brusthöhendurchmesser (cm)			Überflutungsdauer (Tage)			Überflutungshöhe (cm)		
	KI95%	Mittel	KI95%	KI95%	Mittel	KI95%	KI95%	Mittel	KI95%
Esche	<1*	8	21	21	41	65	135	195	280
Bergahorn	3	23	53	<1*	21	49	<1*	10	>400*
Spitzahorn	<1*	18	49	<1*	24	75	75	150	255
Kirsche	<1*	42	145	<1*	10	55	60	120	205

(Tab. 2). Mit Hilfe des Cutpoints konnten je Baumart die Schwellenwerte der Baumdimension (BHD), Überflutungsdauer und Überflutungshöhe ermittelt werden, bei denen ein nicht mehr tolerierbares Absterbeverhalten erreicht wurde. Unterstellt wurde dabei ein Baum mittleren Brusthöhendurchmessers (15 cm), bei einer mittleren Überflutungsdauer (30 Tage) und einer mittleren Überflutungshöhe von 160 cm.

Auf graphischem Weg konnten die Schwellenwerte auf den Ordinaten der *Abbildung 2* ausgehend von den Cutpoints ermittelt werden. Der Schnittpunkt des Cutpoints mit der Simulationskurve der prognostizierten Mortalität entsprach dann dem Schwellenwert des untersuchten Prädiktors. Der Schwellenwert war dann auf der Abszisse verfügbar. Er wurde definiert als Baumdimension (Brusthöhendurchmesser), Überflutungsdauer oder aber Überflutungshöhe, bis der ein Baum als tot klassifiziert werden musste.

Bei der Esche lag der Schwellenwert bezüglich der Überflutungsdauer bei 41 Tagen. Beträgt die Überflutungsdauer mehr als 41 Tage muss eine Esche als abgestorben angesehen werden, wenn als Berechnungsgrundlage ein Brusthöhendurchmesser von 15 cm und die Überflutungshöhe bei 160 cm angenommen wird. Angesichts einer hohen Variabilität des Absterbeverhaltens (95%-Vertrauensintervall) kann dieser Schwellenwert aber erst bei 61 Tagen oder schon bei 21 Tagen erreicht werden. Der Schwellenwert der mittleren Mortalität beim Brusthöhendurchmesser lag bei der Esche bei 8 cm. Unterhalb dieser Grenze ist eine Esche tot, wenn die Überflutungsdauer 30 Tage und die Überflutungshöhe 160 cm betragen. Der Schwellenwert des oberen Vertrauensintervalls beträgt 21 cm, das untere kann in diesem Fall nicht ermittelt werden. Auffällig war der niedrige Schwellenwert der Überflutungshöhe von 10 cm beim Bergahorn. Dies ist bedingt durch den nur schwach signifikanten Einfluss der Überflutungshöhe auf das Absterbeverhalten (vgl. *Tab. 2*).

### 3.4. Auswirkung unterschiedlicher Überflutungsszenarien auf die Mortalität im Auewald

Auf der Basis der zuvor beschriebenen Modelle konnten je Baumart die Auswirkungen unterschiedlicher Überflutungsszenarien untersucht werden. Die Eingangswerte der drei Prädiktoren erlaubten es die Absterbewahrscheinlichkeit für jedes Szenario zu berechnen (*Tab. 4*). Lag die prognostizierte Absterbewahrscheinlichkeit oberhalb des jeweiligen Cutpoints (vgl. *Tab. 2*) der jeweiligen Baumart, so wurde der Baum als abgestorben gewertet, unterhalb des Cutpoints galt er als lebend.

Als Eingangsgrößen wurden unterschiedliche Überflutungsszenarien mit zwei Alternativen zur Baumdimension verwendet. Bei den vier untersuchten Baumarten zeigten sich dabei folgende Tendenzen. Bäume der Stangenholzphase aller vier Baumarten waren bei einer Überflutung deutlich gefährdeter als Bäume, die sich in einer späteren Entwicklungsphase befanden. Damit konnten die Ergebnisse der Simulationen aus *Abbildung 2* präzisiert werden. Esche, Berg- und Spitzahorn erwiesen sich im Baumholz (Brusthöhendurchmesser = 35 cm) als recht überflutungstolerant. Auch bei einer Überflutungsdauer von 40 Tagen und einer Überflutungshöhe von 200 cm wird für diese Baumdimensionen kein Absterben zu erwarten sein.

Während das Stangenholz der Kirsche im Simulationsmodell noch eine Überflutungsdauer von 30 Tagen (bei maximal 80 cm Überflutungshöhe) ertragen wird, so wird die Kirsche schon bei einer 5-tägigen Überflutung absterben, wenn die Überflutungshöhe gleich oder höher als 160 cm ist. Auch das Baumholz der Kirsche reagiert sensibel auf die Überflutungshöhe: Ein Absterben ist nach 5 Tagen Überflutung und bei einer Überflutungshöhe von 200 cm zu erwarten. Die Kirsche scheint jedoch eine 30-tägige Überflutung zu überstehen, falls die Überflutungshöhe eine Marke von 120 cm nicht übersteigt.

Tab. 4

**Szenarien zum prognostizierten Absterbeverhalten bei verschiedenen Konstellationen zur Baumart, Baumdimension (Brusthöhendurchmesser), Überflutungsdauer und Überflutungshöhe; graue Zellen: lebender Baum, schwarze Zellen = Baum abgestorben.**

**Scenarios for the predicted die-off behaviour in presence of different contexts (tree species, tree dimensions (diameter at breast height), duration and height of floods); gray dots = tree alive, black dots = tree dead.**

		Brusthöhendurchmesser 10 cm				Brusthöhendurchmesser 35 cm			
Überflutungs-dauer (Tage)	Überflutungs-höhe (cm)	Esche	Berg-ahorn	Spitz-ahorn	Kirsche	Esche	Berg-ahorn	Spitz-ahorn	Kirsche
5	80								
5	120								
5	160								
5	200								
15	80								
15	120								
15	160								
15	200								
20	80								
20	120								
20	160								
20	200								
30	80								
30	120								
30	160								
30	200								
40	160								
40	200								

#### 4. DISKUSSION

Aueeinheiten wie Staubereich, Fließstrecke und Retentionsräume unterscheiden sich durch standörtliche Variablen (z.B. Bodenart, Grundwasser) aber auch im Überflutungsregime und in den Strömungsverhältnissen bei Hochwasserereignissen (MICHIELS und ALDINGER, 2002; GALLUSER und SCHENKER, 1992). Beispielsweise haben die Strömungsverhältnisse bei einem Hochwasserereignis einen wesentlichen Einfluss auf die Mortalität bei Baumarten (WESTHUS, 1986; LUBW, 2007). Es ist naheliegend zu vermuten, dass die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse und Standortseigenschaften in beiden Aueeinheiten zu verschiedenen Überflutungstoleranzen und damit Schwellenwerten führen. Bei der Esche, dem Bergahorn und dem Spitzahorn werden bei PFARR und SPÄTH (2006) für den Staubereich und die Fließstrecke unterschiedliche Maximalwerte für die Überflutungsdauer und die Überflutungshöhe angegeben, ab denen die Bäume absterben. Beispielsweise wird für die Esche ein oberer Grenzwert im Staubereich von 37 Tagen und für die Fließstrecke von 46 Tagen aufgeführt. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung können jedoch Unterschiede in der Überflutungstoleranz der vier Baumarten nicht zweifelsfrei einem unterschiedlichen Verhalten der Baumarten zugeordnet werden, da die Datenlage in den einzelnen Aueeinheiten sehr heterogen ist.

Die vorliegende Untersuchung erlaubt Aussagen zum Absterbeverhalten der vier Baumarten in den Auestufen (z.B. Hartholzaue, Weichholzaue) der südlichen Oberrheinebene, die durch die Überflutungsdauer differenziert werden (MICHIELS und ALDINGER, 2002). Die folgenden Aussagen berücksichtigen lediglich das Stangenholz und den Jungwuchs. Eine kritische Schwelle ist der Bereich von 5 Tagen. Oberhalb dieser Überflutungsdauer ist bei hoher Überflutungshöhe (> 160 cm) vermehrt mit Ausfällen zu rechnen. Dies entspricht der Grenze der Obersten Hartholzaue, die durch die Baumarten Kirsche, Spitzahorn, aber auch Buche, Linde und Hainbuche gebildet wird. Ergebnisse aus Regenrückhaltebecken unterstreichen diese Aussage (SITTLER, 2006). Überflutungshöhen von mehr als 160 cm sind für diese Auenstufe ungewöhnlich, wurden aber beim 1999'er Hochwasser im staugeregelten Bereich von Sasbach/Jechtingen festgestellt (BIEGELMAIER, 2001). Der Schwellenwert der mittleren Mortalität der Esche im Stangenholz von rund 30 Tagen bildet die Grenze von der Tiefen Hartholzaue zur Übergangs- und Weichholzaue. Die Abgrenzung der Mittleren zur Tiefen Hartholzaue liegt bei einer Überflutungsdauer von maximal 20 Tagen. Ab diesem Schwellenwert fällt der Bergahorn aus, die Esche kann sich unter diesen Bedingungen noch behaupten. Diese Angaben sind damit vergleichbar mit den Beschreibungen von MICHIELS und ALDINGER (2002).

Für das Absterbeverhalten von Bäumen in Auenwäldern ist zusätzlich die Baumdimension oder das Baumalter von Bedeutung (z.B. JUNK, 1989; DAMASCENO, 2004). Der Brusthöhendurchmesser oder das Baumalter wird dabei als einfacher Indikator für aufwändig erfassbare physiologische oder morphologische Mechanismen verwendet (z.B. Atmung, Stickstoffhaushalt). Mit zunehmendem Baumalter steigt die Überflutungstoleranz (JUNK, 1989; SIEBEL et al., 1998). Versuche aus der nördlichen Oberrheinaue dokumentieren die hohe Empfindlichkeit von Sämlingen und 1–2-jährigen Baumsetzlingen gegenüber Überflutung bei kompletter Überstauung (KÜHNE, 2004). Diese Aussagen werden mit der *Tab. 4* unterstützt. Der Jungwuchs der untersuchten Baumarten weist eine geringere Hochwassertoleranz als das Baumholz auf. Untersuchungen zu den ökologischen Flutungen im Polder Altenheim belegen eine vergleichbare Entwicklung (LFU, 1999): der Jungwuchs der Höhenklasse < 1,50 m von Bergahorn und Esche hatte nach den ökologischen Flutungen einen deutlichen Rückgang zu verzeichnen, während im Stangen- und Baumholz keine Schäden und Ausfälle auftraten.

Im Gegensatz zu den vorherigen Untersuchungen kann anhand der vorliegenden Modelle die Hochwassertoleranz einer Baumart durch die simultane Berücksichtigung der Baumdimension, der Überflutungsdauer sowie der Überflutungshöhe beschrieben werden. Angaben zur tolerierbaren Überflutungsdauer einer Baumart sollten deshalb immer zugleich mit den Angaben zur Baumdimension und zur Überflutungshöhe verbunden sein. In bisherigen Untersuchungen zur Hochwassertoleranz von Auewaldgehölzen werden nur Schwellenwerte aus univariablen Modellen ohne gleichzeitige Berücksichtigung weiterer Einflussgrößen angegeben. Bei SCHAFFRATH (2000) und SPÄTH (2002) werden Angaben zur Hochwassertoleranz vor allem mit der Überflutungsdauer verknüpft, bei BIEGELMAIER (2002) mit der Überflutungshöhe. PFARR und SPÄTH (2006) empfehlen Maximalwerte für die Einflussgrößen Überflutungsdauer und Überflutungshöhe bei Esche, Bergahorn, Spitzahorn und Eiche. KRAMER et al. (2008) modellierten die Hochwassertoleranz von Weichholz- und Hartholzbaumarten mit der Methode der logistischen Regression auf der Basis der drei Variablen Überflutungsdauer, Überflutungshöhe und Strömung. Berechnungen von Schwellenwerten fehlen allerdings.

Die Modellierung der Überflutungstoleranz in der vorliegenden Studie mit mehreren Einflussfaktoren verbessert zwar die Modellvorhersage, es zeigt sich aber welche beträchtlichen Unsicherheiten bei Prognosen zum Absterbeverhalten bestehen bleiben. Die breiten Konfidenzintervalle der simulierten Mortalität bei allen Baumarten spiegeln einerseits die biologische Variabilität und andererseits die Streuung im Datenmaterial wider. Dies zeigen auch die Vertrauensgrenzen der Schwellenwerte für die untersuchten Baumarten. Die Aussagen zu den Schwellenwerten müssen deshalb als Tendenzen wahrgenommen werden. Dennoch können aus den Modellergebnissen folgende prinzipielle Aussagen zur Überflutungstoleranz abgeleitet werden:

Von den untersuchten Baumarten reagiert die Kirsche gegenüber Überflutung am empfindlichsten. Bei einer Überflutungsdauer von 30 Tagen und einer Überflutungshöhe von 160 cm werden erst Bäume mit einem Brusthöhendurchmesser von mehr als 42 cm überleben. Die Kirsche hat bei einer hohen Überflutungshöhe (> 160 cm) ein größeres Mortalitätsrisiko als die anderen Baumarten, auch wenn die Überflutungsdauer nur wenige Tage beträgt. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch BIEGELMAIER (2002) am südlichen Oberrhein. Die geringe Hochwassertoleranz der Kirsche wird auch durch die Aufnahmen im Polder Altenheim belegt (LFU, 1999).

Bisherige Untersuchungen weisen auf eine geringere Überflutungstoleranz des Spitzahorns im Vergleich zum Bergahorn hin (SCHAFFRATH, 2000; BIEGELMAIER, 2002). In diesen Arbeiten wurde jedoch nicht das gleichzeitige Auftreten möglicher Einflussgrößen berücksichtigt. In der hier vorgestellten Studie liegen die Schwellenwerte beim Spitzahorn noch unter denen des Bergahorns. Diese Aussage wird durch Beobachtungen aus der Havel- und Oderaue unterstützt (BRONSTERT, 2004). Allerdings zeigen der Spitzahorn wie die Kirsche ein erhöhtes Mortalitätsrisiko bei hohen Überflutungshöhen, selbst wenn die Überflutungsdauer nur wenige Tage beträgt. Die beschriebenen Tendenzen deuten darauf hin, dass bei diesen Baumarten die Überflutungshöhe einen größeren Einfluss als die Überflutungsdauer auf die Mortalität der Bäume ausübt.

Der berechnete Schwellenwert der mittleren Mortalität für die Überflutungsdauer beim Bergahorn beträgt 21 Tage (bei einem BHD von 15 cm und einer Überflutungshöhe von 160 cm). Er befindet sich damit auf einem niedrigeren Niveau als von PFARR und SPÄTH (2006) ermittelt. Bei diesen Autoren liegt er im Staubereich zwischen 13 und 46 Tagen und in der Fließstrecke zwischen 36 und 43 Tagen. Die Konfidenzintervalle der *Abb. 2* sind jedoch sehr breit und auch die entsprechenden Schwellenwerte

variierten von <1 bis zu 49 Tagen Überflutungsdauer. Tendenziell zeigt der Bergahorn bis zu 15 Tagen keine Ausfälle unabhängig von Baumdimension und Überflutungshöhe (Tab. 4).

Die Konfidenzintervalle der Esche zeigen die engste Lage um das prognostizierte Absterbeverhalten (vgl. Abb. 2). Die Esche hat hohe Schwellenwerte bezüglich der Überflutungsdauer und der Überflutungshöhe. Auch der Jungwuchs der Esche scheint ziemlich überflutungstolerant zu sein. Der Schwellenwert der Esche bezüglich der Überflutungsdauer von 41 Tagen entspricht den bisher veröffentlichten Angaben (DISTER, 1983; SPÄTH, 2002). Erst unterhalb eines Brusthöhendurchmessers von 8 cm sterben Eschen bei 30 Tagen Überflutung und einer Überflutungshöhe von 160 cm ab. Damit wird unterstrichen, dass die Esche eine wichtige Baumart der Auenwälder ist (VOLK, 2002). Die Prognosen zeigen, dass das Mortalitätsrisiko bei der Esche unterhalb einer Überflutungsdauer von 30 Tagen weitgehend unabhängig vom Ausmaß der Überflutungshöhe ist. Bei einer Überflutungsdauer von mehr als 30 Tagen kann die Esche auch bei Überflutungshöhen < 160 cm absterben. Im Gegensatz zu Kirsche und Spitzahorn scheint bei der Esche die Überflutungsdauer einen größeren Einfluss auf die Mortalität zu haben als die Überflutungshöhe. Vergleichbare Ergebnisse beschreibt SPÄTH (2002) aus den Bühnenfeldern des Oberrheins südlich von Breisach, wo Eschen Überflutungshöhen von 300 cm, und einer Überflutungsdauer von 10 Tagen schadlos überstanden haben. Dies steht im Gegensatz zu den Untersuchungen von KRAMER et al. (2008), der einen höheren Einfluss der Überflutungshöhe im Vergleich zur Überflutungsdauer auf die Mortalität bei der Esche prognostiziert. Die Esche zeigt gute Wuchsleistungen und eine ausreichende Verjüngung auf Standorten mit mittlerer Überflutung (5–25 Tage; vgl. HAUSCHILD, 2006). Aus diesen Gründen ist davon auszugehen, dass die Esche, als charakteristische Baumart der Hartholzau, mit einem geringen Mortalitätsrisiko auf Schwankungen und extreme Überflutungshöhen reagiert, falls der Schwellenwert der Überflutungsdauer nicht überschritten wird.

Auf Grund des geringen zeitlichen Abstands von ein bis zwei Monaten nach dem Überflutungsereignis im Frühsommer 1999 kann eine ursächliche Verbindung der auftretenden Schäden mit der Überflutung angenommen werden. Es ist aber zugleich denkbar, dass viele Gehölzindividuen erst zu einem späteren Zeitpunkt Schadsymptome gezeigt haben oder erst im Folgejahr abgestorben sind (SPÄTH, 2001; DACASA-RÜDINGER, 2007). Deshalb ist davon auszugehen, dass trotz der Wahl einer Sensitivität von mindestens 85% die vorliegenden Modelle das Absterbeverhalten aufgrund der großen zeitlichen Nähe der Aufnahmen zum Überflutungsereignis unterschätzen.

Die vorliegende Datenbasis hat einen bislang von keiner anderen vergleichbaren Untersuchung erreichten Umfang. Zusätzlich stellt die simultane Berücksichtigung von Überflutungseigenschaften sowie der Baumdimension beim Aufbau der Modelle zur Überflutungstoleranz eine Besonderheit dar. Dennoch sind für andere als die hier vorgestellten vier Baumarten nur wenige Beobachtungen vorhanden. Zusätzlich gelingt es mit den Modellen aufzuzeigen, dass Prognosen zum Absterbeverhalten immer noch unter teilweise beträchtlichen Unsicherheiten stattfinden müssen. Diese Prognoseunsicherheiten bei der Berechnung der Absterbewahrscheinlichkeit sowie der Schwellenwerte können ihre Ursache auch im komplexen Zusammenwirken von mehreren Faktoren (z.B. Standort, Konkurrenzsituation, Vorschäden) haben, aber auch darin, dass solche potenzielle Einflussfaktoren in der hier vorhandenen Datengrundlage nicht quantifiziert zur Verfügung standen. Auch der in der vorliegenden Untersuchung verwendete methodische Ansatz mit nur drei verfügbaren Prädiktoren ist deshalb ergänzungsbedürftig, um die komplexen Reaktionsmechanismen einer Baumart bei einem Hochwasserereignis verstehen zu können. Eine qualitative

Zusammenstellung aller bekannten Einflussfaktoren der Hochwassertoleranz von Gehölzen ist von GLENZ et al. (2006) erarbeitet worden.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Nach dem Frühsommerhochwasser von 1999 wurde im Auftrag der Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein (heute Regierungspräsidium Freiburg, Abteilung Umwelt) in den Auenwäldern des südlichen Oberrheins die Mortalität an insgesamt 2955 Bäumen und Baumgruppen erhoben. Anhand von logistischen Regressionen konnte das Mortalitätsrisiko von Esche (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Spitzahorn (*Acer platanoides*) und Kirsche (*Prunus avium*) in Abhängigkeit von Baumdimension und Überflutungsmerkmalen bestimmt werden. In der Gegenüberstellung der Baumarten zeigt die Kirsche bei gleichem Überflutungsgeschehen und gleicher Baumdimension eine deutlich höhere Mortalität als die anderen drei Baumarten. Mit Hilfe einer Cutpoint-Analyse konnten für jede Baumart Schwellenwerte für Kombinationen der unabhängigen Größen Brusthöhendurchmesser, Überflutungsdauer und Überflutungshöhe abgeleitet werden, ab denen ein nicht mehr tolerierbares Mortalitätsniveau auftritt. Die genaue Analyse der korrekt klassifizierten Beobachtungen sowie die Breite der Konfidenzintervalle weisen auf eine beträchtliche Prognoseunsicherheit für das Phänomen „Überflutungstoleranz“. Simulationen zu Überflutungsszenarien lassen allerdings einen allgemeinen Trend des baumartenspezifischen Absterbemusters für die untersuchten Baumarten der südlichen Oberrheinaue erkennen.

## 6. Abstract

Title of the paper: *Flooding tolerance of broadleaved trees after an extreme flooding event – A case study from the southern upper Rhine Valley.*

Following the great Rhine flood of early summer 1999, the Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein (local water agency, now within the Department of the Environment of the district government) has commissioned a survey of the mortality of 2955 total trees and tree groups from the alluvial forest. The mortality risk for European ash (*Fraxinus excelsior*), Sycamore maple (*Acer pseudo-platanus*), Norway maple (*Acer platanoides*) and wild cherry (*Prunus avium*) was assessed by using logistic models according to tree- and flooding characteristics. An intra-species comparison shows that wild cherry trees suffer from a significantly higher mortality rate than other tree species of the same size class when exposed to the same flooding event. By applying a cutpoint analysis, threshold values were calculated for a combination of independent parameters of the DBH, flood duration and flood height until a tolerable mortality was reached. The analysis of the correctly classified observations, as well as the confidence range, point, however, to a great prediction uncertainty of the flood tolerance phenomena. Simulations of flooding scenarios nonetheless reveal a general trend for a tree-specific die-off pattern for the selected tree species in the Upper Rhine River alluvial forests.

## 7. Résumé

Titre de l'article: *Observations sur la vulnérabilité des feuilles exposés à une très longue submersion – Une étude de cas dans le sud de la zone alluviale rhénaue.*

Faisant suite à la grande crue du Rhin de 1999, la Gewässerdirektion Südlicher Oberrhein/Hochrhein (désormais, Département Environnement du District de Freiburg) a commandité une étude sur la mortalité relevée chez 2955 arbres et groupes d'arbres de la forêt alluviale du Rhin Supérieur. S'appuyant sur des modèles logistiques, on a appréhendé le risque de mortalité du frêne (*Fraxi-*

*nus excelsior*), de l'érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), de l'érable plane (*Acer platanoides*) et du merisier (*Prunus avium*) en fonction des dimensions de l'arbre et des caractéristiques des submersions. Une comparaison par espèces révèle que le merisier souffre d'une mortalité nettement supérieure à celle observée pour les trois autres essences dans des conditions de submersion identiques et pour les mêmes classes de diamètres. Une analyse approfondie des observations ainsi que le large éventail des intervalles de confiance indiquent cependant une grande incertitude prévisionnelle pour le phénomène «tolérance aux submersions». Avec l'aide d'une analyse Cutpoint, on a déterminé des seuils pour des combinaisons des paramètres indépendants du dhp (diamètre à hauteur de poitrine) de la durée et de la hauteur des submersions en dessous desquels le taux de mortalité peut être considéré comme étant tolérable. Des simulations des scénarios de submersion font cependant apparaître une tendance générale spécifique de dépérissement pour les essences considérées au sein des forêts alluviales rhénanes.

## 8. Literatur

- AGRESTI, A. (2002): Categorical Data Analysis. 2<sup>nd</sup> edition. New York: Wiley, 2002.
- PETROV, B. N. (Hrsg.) u.a.: Proceeding of the Second International Symposium on Information Theory Budapest: Akademiai Kiado, 267–281.
- ARMBRUSTER, J., A. MULEY-FRITZE, U. PFARR, R. RHODIUS, D. SIEPMANN-SCHINKER, B. SITTLER, V. SPÄTH, M. TRÉMOLIÈRES, H. RENNEBERG und J. KREUZWIESER (2006): Forest Water Retention Areas – Guideline für decision makers, forest managers and land owners. FOWARA-Projekt, Universität Freiburg, Institut für Baumphysiologie, 84 S.
- BARDOSSY, A., A. FÄRBER, S. SCHÖNAU, B. WESTRICH, T. JANCKE, G. SCHMID, S. WURMS, K. STAHR, T. GAISER, H. FRAUENKNECHT, T. STRECK, J. INGWERSEN, C. KRESCHNAK, U. KERN, H. HEPPELMANN, E. CHRISTOFFELS, E. FÖRSTNER und P. JACKOBS (2006): RIMAX-Verbundprojekt: Entwicklung eines integrativen Bewirtschaftungskonzeptes für Trockenbecken und Polder zur Hochwasserrückhaltung. Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie **18**, 67–69.
- BELSLEY, D. A. (1991): Condition Diagnostics: Collinearity and Weak Data in Regression. New York, John Wiley, Wiley series in probability and mathematical statistics, 396 S.
- BIEGELMAIER, K.-H. (2001): Untersuchungen von Auswirkungen durch das Rheinhochwasser 1999 im Rheinwald auf der Gemarkung Sasbach-Jechtingen. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der GWD Südlicher Oberrhein/Hochrhein.
- BIEGELMAIER, K.-H. (2002): Auswirkungen des Hochwassers im Rheinauewald. AFZ - Der Wald **15**, 801–803.
- BRONSTERT, A. (2004): Möglichkeiten zur Minderung des Hochwasserrisikos durch Nutzung von Flutpoldern an Havel und Oder. Brandenburgische Umwelt Berichte, 225 S.
- DACASA-RÜDINGER, M.-C. (2007): Genetische und ökophysiologische Untersuchungen zur Überflutungstoleranz der Esche (*Fraxinus excelsior*) an der Rheinaue. Dissertation, Fakultät Forst u. Umweltwissenschaften, Universität Freiburg, in Bearbeitung.
- DAMASCENO, G. A. JR., J. SEMIR, F. A. MAES DOS SANTOS und H. DE FREITAS LEITAO-FILHO (2004): Tree mortality in a riparian forest at Rio Paraguai, Pantanal, Brazil, after an extreme flooding. Acta bot. bras. **18**, 839–846.
- DISTER, E. (1983): Zur Hochwassertoleranz von Auenwaldbäumen an lehmigen Standorten. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Mainz, Band X, 325–336.
- FINK, A., U. ULBRICH und H. ENGEL (1996): Aspects of the January 1995 flood in Germany. Weather, **51** (Feb. 1996), 34–39.
- FRYE, J. und W. GROSSE (1992): Growth responses to flooding and recovery of deciduous trees. Zeitschrift für Naturforschung, Journal of Biosciences **47c**, 683–689.
- GALLUSER, W. und A. SCHENKER (1992): Die Auen am Oberrhein. 192 S. Basel (Birkhäuser Verlag).
- GLENZ, C. (2006): Entwicklung der Landschaft in revitalisierten Auen. Eawag News 61d/März 2006, 24–25.
- GLENZ, C., R. SCHLAEPFER, I. IOGULESCU und F. KIENAST (2006): Flooding tolerance of Central European tree and shrub species. Forest Ecology and Management, Vol. **235**, 1–13.
- HAUSCHILD, R. und S. HEIN (2008): Überprüfung von Datenmaterial zur Überflutungstoleranz von Baumarten in der badischen Rheinaue. Regierungspräsidium Freiburg, Referat 53.3., unveröffentl. Bericht, 102 S.
- HAUSCHILD, R. (2006): Dynamik des Auewaldes im Waldschutzgebiet Taubergerießen. Waldschutzgebiete Baden-Württemberg, Bd. **10**, 95–116.
- HAUSCHILD, R., R. BOEUF und H.-G. MICHIELS (2006): Das Quercu-Ulmetum Issler 1924 als „nomen ambiguum“. Waldschutzgebiete Baden-Württemberg **10**, 19–3.
- HOSMER, D. und S. LEMESHOW (2000): Applied logistic regression. New York: Wiley.
- HÜGIN, G. und A. HENRICHFREISE (1992): Vegetation und Wasserhaushalt des rheinnahen Waldes. Naturschutzbewertung der badischen Oberrheinaue. Schriftenreihe für Vegetationskunde **24**, 48 S. Bonn-Bad Godesberg.
- JUNK, W. J. (1989): Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonian floodplains. Pp. 47–64. In: NIELSEN, L. B., NIELSEN, I. C., BALSLEV, H. (eds.). Tropical forests: Botanical dynamics, speciation and diversity. Academic Press, London.
- KARRENBERG, S., P. J. EDWARDS und J. KÖLLMANN (2002): The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains. Freshwater Biology **47**, 733–748.
- KRAMER, K., S. J. VREUGDENHIL und D. C. VAN DER WERF (2008): Effects of flooding on the recruitment, damage and mortality of riparian tree species: A field and simulation study on the Rhine floodplain. Forest Ecology and Management **255**, 3893–3903.
- KRAMER, W. (1987): Erläuterungen zu den Standortskarten der Rheinaue-waldungen zwischen Mannheim und Karlsruhe. Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg, Band 65.
- KÜHNE, C. (2004): Verjüngung der Stieleiche (*Quercus robur* L.) in oberrheinischen Auewäldern. Dissertation, Fakultät für Forstwissenschaften der Universität Göttingen, 172 S.
- KUNDZEWICZ, Z. W. (2002): Non-structural flood protection and sustainability. Water International (International Water Resources Association) **27**, 3–13.
- LFU (1999): Auswirkungen der Ökologischen Flutungen der Polder Altenheim. Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe, Bd. 9.
- LUBW (2007): Gehölze an Fließgewässern. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Karlsruhe, Referat 41, 112 S.
- MICHIELS, H.-G. und E. ALDINGER (2002): Forstliche Standortsgliederung in der Badischen Rheinaue. AFZ - Der Wald **15**, 811–815.
- MOSER, H. (2006): Einfluss der Klimaerwärmung auf den Wasserhaushalt des Rheins. Unveröffentl. Vortrag. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
- NINEMETS, Ü. und F. VALLADARES (2006): Tolerance to shade, drought and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. Ecological Monographs **76**, 521–547.
- PALIK, B., S. W. GOLLADAY, P. C. GOEBEL und TAYLOR, B. W. (1998): Geomorphic variation in riparian tree mortality and stream coarse woody debris recruitment from record flooding in a coastal plain stream. Ecoscience **5**, 551–560.
- PETROW, T., A. H. THIEKEN, H. KREIBICH, C. H. BAHLBERG und B. MERZ (2006): Improvements on flood alleviation in Germany: lessons learned from the Elbe flood in August 2002. Environmental Management **38**, 717–732.
- PFARR, U. (2002): Hochwasserschutz und Waldbau. AFZ - Der Wald **157**, 797–800.
- PFARR, U. und V. SPÄTH (2006): Recommendations to manage forested water retention areas. In: ARMBRUSTER, J., A. MULEY-FRITZE, U. PFARR, R. RHODIUS, D. SIEPMANN-SCHINKER, B. SITTLER, V. SPÄTH, M. TRÉMOLIÈRES, H. RENNEBERG und J. KREUZWIESER (2006): Forest Water Retention Areas – Guideline für decision makers, forest managers and land owners. FOWARA-Projekt, Universität Freiburg, Institut für Baumphysiologie, S. C-43, insgesamt 84 S.
- RUDOLF, B. und J. RAPP (2003): Das Jahrhunderthochwasser der Elbe: Synoptische Wetterentwicklung und klimatologische Aspekte. DWD, Offenbach. Abdruck aus Klimastatusbericht 2002, 1–16.
- SCHAFFRATH, J. (2000): Auswirkungen des extremen Sommerhochwassers des Jahres 1997 auf die Gehölzvegetation in der Oderaue bei Frankfurt (O.). Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg **9**(1): 4–13.
- SIEBEL, H. N., V. M. WIJK und C. W. P. M. BLOM (1998): Can tree seedlings survive increased flood levels of rivers? Acta Botanica Neerlandica **46**, 219–230.
- SIEBEL, H. N. und C. W. P. M. BLOM (1998): Effects of irregular flooding on the establishment of tree species. Acta Botanica Neerlandica **47**, 231–240.
- SITTLER, B. (2006): How does flooding affect forest areas? In: ARMBRUSTER, J., A. MULEY-FRITZE, U. PFARR, R. RHODIUS, D. SIEPMANN-SCHINKER, B. SITTLER, V. SPÄTH, M. TRÉMOLIÈRES, H. RENNEBERG und J. KREUZWIESER (2006): Forest Water Retention Areas – Guideline für decision makers, forest managers and land owners. FOWARA-Projekt, Universität Freiburg, Institut für Baumphysiologie, S. C-43, insgesamt 84 S.
- SPÄTH, V. (1987): Vorschläge für die Entwicklung und Pflege von Auewäldern im Naturschutzgebiet Rastatter Rheinaue. Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe.
- SPÄTH, V. (1988): Zur Hochwassertoleranz von Auewaldbäumen. Natur u. Landschaft **63** (7/8), 312–315.
- SPÄTH, V. (2001): Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. Unveröffentl. Gutachten im Auftrag der GWD Südlicher Oberrhein/Hochrhein.
- SPÄTH, V. (2002): Hochwassertoleranz von Waldbäumen in der Rheinaue. AFZ - Der Wald **15**, 807–810.
- ULBRICH, U. und A. FINK (1996): The January 1995 flood in Germany: Meteorological versus Hydrological causes. Phys. Chem. Earth, Vol. **20**., No. 5–6, 439–444.

ULBRICH, U., T. BRÜCHER, A. H. FINK, G. C. LECKEBUSCH, A. KRÜGER und J. G. PINTO (2003a): The central European floods of August 2002: Part 1 – Rainfall periods and flood development. *Weather* **58**, 371–377.

ULBRICH, U., T. BRÜCHER, A. H. FINK, G. C. LECKEBUSCH, A. KRÜGER und J. G. PINTO (2003b): The central European floods of August 2002: Part 2 – Synoptic causes and considerations with respect to climatic change. *Weather* **58**, 434–443.

VAN SPLUNDER, I. (1998): Floodplain forest recovery. Softwood development in relation to hydrology, riverbank morphology and management. Nijmegen, Katholieke Universiteit.

VOLK, H. (2002): Zur Natürlichkeit der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) in Flussauen Mitteleuropas. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* **121**, 128–137.

WESTHUS, W. (1986): Beobachtungen zur Überflutungstoleranz von Gehölzen und daraus abgeleitete Pflanzenvorschläge. *Hercynia* N. F. Leipzig **23**.

## Sturmaktivität über der nordatlantisch-europäischen Region vor dem Hintergrund des Klimawandels – eine Literaturübersicht

(Mit 1 Abbildung und 2 Tabellen)

Von A. ALBRECHT<sup>1),✉</sup>, D. SCHINDLER<sup>2)</sup>, K. GREBHAN<sup>2)</sup>, U. KOHNLE<sup>1)</sup> und H. MAYER<sup>2)</sup>

(Angenommen August 2008)

### SCHLAGWORTER – KEY WORDS

*Klimawandel; Sturmschäden; Sturmaktivität; nordatlantische Oszillation; Baumartenwahl; waldbauliche Behandlung; Deutschland; Europa.*

*Climate change; storm damage; storm activity; North Atlantic Oscillation; choice of tree species; silvicultural treatment; Germany; Europe.*

### 1. EINLEITUNG

In der europäischen forstlichen Öffentlichkeit wird derzeit befürchtet, dass der Klimawandel in Zukunft zu erhöhten Schäden in Wäldern durch extreme meteorologische Ereignisse führen wird (z. B. HILLMANN, 2006; SCHLYTER et al., 2006; SPELLMANN et al., 2007). Für Europa werden – regional differenziert – neben häufigeren, längeren und intensiveren Hitze- und Trockenperioden auch heftigere Stürme im Winterhalbjahr prognostiziert (IPCC, 2007; TRENBERTH et al., 2007).

Neben ihrer direkten Schädigung in Form von Sturmwurf und -bruch (MAYER, 1985) verursachen Stürme betriebswirtschaftliche Schäden, reduzieren die Bestandesvitalität und begünstigen abiotische und biotische Folgeschäden (ERIKSSON et al., 2005; SCHLYTER et al., 2006; ULANOVA, 2000). Zwischen 1950 und 2000 waren Stürme für über 50% der durch abiotische Schadursachen angefallenen Schadholzmengen in Europa verantwortlich (SCHELHAAS et al., 2003). Veränderungen der Intensität, Häufigkeit und jahreszeitlichen Verteilung von Stürmen könnten Stabilitätsvorteile der Laubbäume (im Winter unbelaubt) in Frage stellen, Risiken des Nadelholzanbaus weiter erhöhen sowie eine Revision etablierter Waldbaustrategien und langfristiger Produktionszeiträume erfordern.

Vor dem Hintergrund eines gestiegenen Informationsbedarfs in Forstwissenschaft und Forstpraxis über die Entwicklung von scha-

densverursachenden Stürmen hat diese Literaturarbeit die Zielsetzung, einen forstlich relevanten Überblick über folgende Aspekte zu geben: (Kap. 2) meteorologische Prozesse und daraus resultierende Zustände, die zu Stürmen führen, (Kap. 3) Methoden zur Erfassung der Strömung in der bodennahen Atmosphäre, (Kap. 4) Forschungsergebnisse zum Thema „Klimawandel und Stürme“ in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Die Belastbarkeit der Ergebnisse und ihre Bedeutung für die forstliche Praxis werden diskutiert.

### 2. NORDATLANTISCHE OSZILLATION

Den größten Einfluss auf die großräumigen Zirkulationsmuster und somit die Zugbahn von Stürmen über der nordatlantisch-europäischen Region hat die Nordatlantische Oszillation (NAO). Unter der NAO versteht man die Variabilität des Luftdrucks auf Meeressniveau zwischen dem Azorenhoch und dem Islandtief. Die NAO übt einen dominanten Einfluss auf die Lufttemperatur- und Niederschlagsverhältnisse sowie das großräumige Sturmgeschehen über dem Nordatlantik und über Europa aus (BENGTSSON et al., 2006b; GREEVES et al., 2007; HURRELL et al., 2001). Da sie im Winter besonders stark ausgeprägt ist, kommt es von Dezember bis März zu Systemen von Tiefdruckgebieten und Zyklonen, die die Hauptursachen extremer Windgeschwindigkeiten sind (HURRELL et al., 2001; LECKEBUSCH et al., 2006; MARSHALL et al., 2001). Dieser winterliche Schwerpunkt ist z. B. für Verhältnisse in der Schweiz retrospektiv analysiert worden: PFISTER (1999) konnte im Zeitraum 1500–1995 66% der beobachteten schadbringenden Sturmereignisse einzelnen Wintermonaten (Oktober bis März) zuordnen. Überdurchschnittlich viele Winterstürme traten im Monat Dezember auf.

Die Ausprägung der meridionalen, normierten Luftdruckdifferenz zwischen meteorologischen Messstationen auf den Azoren und auf Island wird durch den NAO-Index klassifiziert. Bei positiven NAO-Indexwerten sind sowohl das Azorenhoch als auch das Islandtief gut ausgebildet, was zu erhöhtem Auftreten stärkerer Westwinde führt. So waren zwischen 1980 und 1995 die NAO-Indexwerte im Winter (Dezember bis März) überwiegend positiv (*Abbildung 1*). Die damit verbundenen Änderungen der zonalen Zirkulationsmuster führen zur Verlagerung der Zugbahnen von Stürmen (FISCHER und MIEDING, 2005; HURRELL et al., 2001; MARSHALL et al., 2001). Die zeitliche Skala der internen Variabi-

<sup>1)</sup> Ass. d. Forstdienstes AXEL ALBRECHT, PD Dr. ULRICH KOHNLE. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldwachstum, Postfach 708, D-79007 Freiburg.

<sup>2)</sup> Dr. DIRK SCHINDLER, Dipl.-Geogr. KARIN GREBHAN, Prof. HELMUT MAYER. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Meteorologisches Institut, Werthmannstraße 10, D-79085 Freiburg.

✉ Korrespondierender Autor: AXEL ALBRECHT, E-mail: [axel.albrecht@forst.bwl.de](mailto:axel.albrecht@forst.bwl.de)

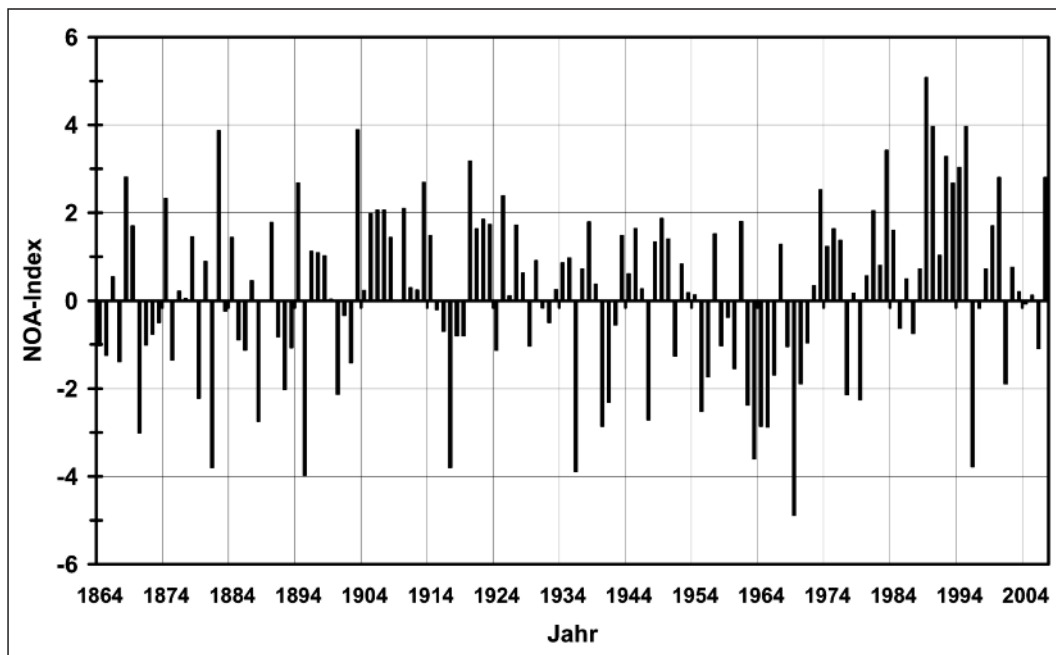


Abb. 1

Werte des NAO-Index im Winter (Dezember bis März) der Jahre 1864 bis 2007  
 (Datenquelle: National Center for Atmospheric Research, USA).  
 NAO-index values in winter (December to March) from 1864 to 2007  
 (data source: National Center for Atmospheric Research, USA).

lilität der NAO beträgt bis zu mehrere Jahrzehnte (COOK et al., 1998; FISCHER und MIEDING, 2005; MARSHALL et al., 2001).

Bis vor wenigen Jahren war die Variabilität der Phase und Amplitude der NAO nicht voraussagbar, da man sich bei deren Untersuchung vor allem auf die interne Variabilität atmosphärischer Prozesse konzentrierte (HURRELL et al., 2001). Heute weiß man, dass die Variabilität der NAO u. a. mit langzeitlichen Änderungen der Oberflächentemperatur des Nordatlantiks zusammenhängt (FISCHER und MIEDING, 2005).

Die Variabilität des Klimas in Mitteleuropa wird weiterhin durch die interne Variabilität der großräumigen Zirkulationsmuster über der nordatlantisch-europäischen Region modifiziert. Für den Zeitraum zwischen 1780 und 1995 konnten BECK et al. (2007) auf der Basis von Monatsmittelwerten des Luftdrucks auf Meeressniveau über der nordatlantisch-europäischen Region zeigen, dass die langfristige Variabilität des mitteleuropäischen Klimas nicht hinreichend durch sich ändernde Auftretenshäufigkeit von Zirkulationsmustern ohne Berücksichtigung deren interner Variabilität erklärt werden kann. Als zwei wichtige (unter vielen weiteren) Ursachen der internen Variabilität benennt BRINKMANN (1999) Änderungen des Klimas in Verbindung mit Zirkulationsmustern (z. B. zeitliche Änderungen der Lufttemperatureigenschaften eines Zirkulationstyps) und kleinräumige Modifikationen der Zirkulation (z. B. durch schwankende Luftdruckgradienten und Wirbelstärken).

### 3. STROMUNG IN DER BODENNAHEN ATMOSPHERE

#### 3.a Untersuchung der Windgeschwindigkeit

Die Variabilität der bodennahen Windströmung lässt sich in Deutschland aus Messungen und Beobachtungen ableiten, die an einer großen Zahl von Stationen in verschiedenen Messnetzen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) seit den fünfziger Jahren des 20. Jahrhunderts durchgeführt werden. Während die Windgeschwin-

digkeit (Messhöhe ist 10 m über Grund, in m/s) und die Windrichtung (in Grad) gemessen werden, lässt sich auf der Grundlage von Beobachtungen der bodennahen Windwirkung die Windstärke (in Beaufort (Bft)) ableiten.

Infolge von Inhomogenitäten durch Instrumentenwechsel, Stationsverlegungen, Messhöhenwechsel und der sich ändernden Oberflächenrauigkeit in der direkten Umgebung der Stationen gibt es allerdings sowohl für die Windgeschwindigkeit, als auch für die Windstärke – nicht nur in der Bundesrepublik Deutschland – vergleichsweise wenig verlässliche Zeitreihendaten. Zur Analyse der Sturmvariabilität eignen sich die meisten Winddaten nur bedingt, da die Fehlerhaftigkeit von Extremwertmessungen, zu kurze Zeitreihen und die mangelnde Repräsentativität der Daten eine sinnvolle meteorologische und klimatologische Interpretation erschweren. Es gibt daher europaweit nur wenige Untersuchungen, die Ergebnisse zur zeitlichen und räumlichen Variabilität der bodennahen Windgeschwindigkeit und damit von Stürmen auf der Basis von Stationsdaten präsentieren (z. B. DORLAND et al., 1999; HENKA et al., 2006; KLAWA und ULBRICH, 2003; PIRAZZOLI und TOMASIN, 2003; SCHIESSER et al., 1997; SMITS et al., 2005; SWEENEY, 2000; Ulbrich, 2008b; Walter et al., 2006).

Eine Möglichkeit, die Problematik der unzureichenden Datenqualität gemessener und beobachteter Winddaten zu umgehen, ist die Analyse der Sturmvariabilität auf der Basis von Luftdruckmessungen. Dabei werden z. B. aus Luftdruckdaten der geostrophische Wind (die Resultierende aus Druckgradient- und Corioliskraft) oder Luftdrucktendenzen als ersatzweiser Näherungswert (Proxy) für die bodennahe Windgeschwindigkeit berechnet (ALEXANDERSON et al., 2000; KAAS et al., 1996; SCHMITH et al., 1998; WASA-Group, 1998). Die Ableitung der Windgeschwindigkeit aus Luftdruckdaten ist jedoch nicht immer verlässlich, insbesondere in topographisch komplexem Gelände (BLENNOW und OLOFSSON, 2007).



### 3.b Untersuchung der Sturmvariabilität mit Modellen

Minimalanforderungen an Modelle zur Reproduktion der Variabilität langfristiger meteorologischer Bedingungen und damit des Klimas sind die Fähigkeit, die charakteristischen Zeit- und Raumskalen der allgemeinen Zirkulation wiederzugeben, und eine hinreichend hohe Auflösung für eine realistische Simulation tropischer und außertropischer Zugbahnen von Stürmen. Ein globales Klimamodell (general circulation model, GCM), das diese Voraussetzungen erfüllt, ist das ECHAM5/MPI-OM des Max-Planck-Institutes für Meteorologie in Hamburg (BENGTSSON et al., 2006b). Weitere globale Modelle, die als „state-of-the-art“ Modelle gelten und in aktuellen Studien zur globalen Sturmaktivität eingesetzt werden, sind HadCM3, HadAM3P, HadGEM1 (alle Met Office Hadley Centre), ECHAM4/OPYC3 (MPI Hamburg, JOHNS et al., 2006; LECKEBUSCH et al., 2007), CCSM3 (National Center of Atmospheric Research, FINNIS et al., 2007) und CGCM2 (Canadian Center for Climate Modelling and Analysis, KHARIN und ZWIERS, 2005). Eine Übersicht über die Charakteristika dieser und weiterer in diesem Beitrag vorkommender Modelle liefert *Tabelle 1*.

Für Vergleichs-, Kalibrierungs- und Validierungszwecke sowie zur Initialisierung werden bei modellmäßigen Untersuchungen der Sturmaktivität häufig Reanalysedaten verwendet (BENGTSSON et al., 2006a; BENGTSSON et al., 2006b; FISCHER-BRUNS et al., 2005; GREEVES et al., 2007; HANSON et al., 2003; HANSON et al., 2007; HENEKA et al., 2006; LECKEBUSCH et al., 2007; PINTO et al., 2006; PINTO et al., 2007a; PINTO et al., 2007b; SMITS et al., 2005; TRIGO, 2006; WEISSE et al., 2005). Für die Generierung von Reanalysedaten wird eine Vielzahl der weltweit unterschiedlich und uneinheitlich gemessenen meteorologischen Parameter in Kombination mit meteorologischen Hintergrundinformationen durch Raum-Zeit-Interpolationsverfahren auf ein regelmäßiges Gitter übertragen. Die Vorteile von Reanalysedaten sind (HANSON et al., 2007), dass sie

- global als Gitterwerte vorliegen,
- Mit Modelldaten gut vergleichbar sind, weil sie in ähnlichen Modellräumen generiert werden,
- keine Fehler aufweisen, die bei Punktmessungen auftreten (unterschiedliche Messgeräte, Messgerätewechsel, ...),
- verfügbar sind.

Häufig verwendete Reanalysedaten werden vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (ECMWF) für den Zeitraum 1957 bis 2002 (ERA-40) (UPPALA et al., 2005) und vom National Center for Environmental Prediction (NCEP) und National Center for Atmospheric Research (NCAR) für den Zeitraum 1958 bis 1998 (KISTLER et al., 2001) bereitgestellt. In einem Vergleich mit Stationsdaten wurden die NCEP/NCAR-Reanalysedaten für die Untersuchung der Sturmaktivität jedoch als nur eingeschränkt geeignet eingestuft (HANSON et al., 2007), da sie die beobachtete Sturmaktivität nicht richtig wiedergeben. Die langfristige Variabilität der Zugbahnen von Stürmen in ERA-40- und NCEP/NCAR-Reanalysedaten stimmt jedoch gut überein (TRIGO, 2006). Mesoskalige (Skalenbereich mit horizontaler Erstreckung bis zu 2000 km) Stürme werden durch die ERA-40-Reanalysedaten allerdings besser aufgelöst.

Die belastbarsten Simulationsergebnisse liefern Multi-Modell-Ensembles, also wiederholte Simulationsläufe mit verschiedenen Modellen, da durch die Verwendung mehrerer Modelle Modellunsicherheiten ausgeglichen werden (PALMER und RÄISÄNEN, 2002; RÄISÄNEN et al., 2004). Der Vergleich von Ensemble-Mittelwerten mit Beobachtungen führt zu einer besseren Übereinstimmung als der Vergleich mit Ergebnissen einzelner Modelle. Unsicherheiten von Modellvorhersagen ergeben sich allgemein aufgrund der Modellarchitektur, der Start- und Eingangsgrößen, der Seltenheit von Stürmen und der speziellen Sturmcharakteristika (DÉQUÉ et al.,

2007; GREEVES et al., 2007; ULBRICH, 2008b). Für die Zukunft wird jedoch erwartet, dass die Fähigkeit zur Reproduktion von Extremereignissen in Modellsimulationen mit der Erhöhung der räumlichen und zeitlichen Auflösung steigt (LECKEBUSCH et al., 2007).

Globale Klimamodelle oder Modelle der allgemeinen Zirkulation liefern die Randbedingungen und den Antrieb für regionale Klimamodelle (regional climate model, RCM). Verschiedene solcher RCMs mit gleichem GCM-Antrieb können dann recht unterschiedliche Ergebnisse in Bezug auf extreme Windgeschwindigkeiten liefern (BENISTON et al., 2007).

### 3.c Analyse der Sturmaktivität

Zur Analyse der Sturmaktivität werden häufig Überschreitungen von Schwellenwerten (z.B. 90-, 95-, 99-Perzentilwerte oder Bft-Werte) von Zirkulation und Wind charakterisierenden Variablen verwendet (BENISTON et al., 2007; FISCHER-BRUNS et al., 2005; KLAWA und ULBRICH, 2003; LECKEBUSCH und ULBRICH, 2004; LECKEBUSCH et al., 2007; SCHMITH et al., 1998; WEISSE et al., 2005). Durch auf das jeweilige Modell bezogene Perzentilwerte können Absolutwerte der Windgeschwindigkeit zwischen verschiedenen Modellen bzw. Gitterpunkten verglichen werden (ULBRICH, 2008b). Anhand von Stations- und NCEP/NCAR-Reanalysedaten konnte gezeigt werden, dass 98-Perzentil-Windwerte gute lokale Schwellenwerte darstellen, ab deren Überschreiten Schäden durch Wind auftreten (KLAWA und ULBRICH, 2003). Werden neben Sturm- auch Schadensanalysen durchgeführt, ist eine Normierung von Winddaten mit lokalen klimatischen Windextremen zu empfehlen (HENEKA et al., 2006; KLAWA und ULBRICH, 2003), da dadurch Adaptations- und Akklimatisierungseffekte berücksichtigt werden können.

Es ist anzumerken, dass mesoskalige Modelle noch nicht in der Lage sind, Böen zu reproduzieren (HENEKA et al., 2006). Neben physikalischen Ansätzen (BRASSEUR, 2001; WALSHAW und ANDERSEN, 2000) werden Böen deshalb häufig durch einen Böenfaktor dargestellt, mit dem die mittlere Windgeschwindigkeit multipliziert wird (DIN1055-4 2005, GARDINER et al., 2000; WEGGEL, 1999).

## 4. ERGEBNISSE DER TRENDANALYSEN

### 4.a Stürme gestern und heute

Zur Analyse der NAO- und Sturmvariabilität über Europa in den letzten Jahrzehnten und Jahrhunderten werden verschiedene Methoden und Datenquellen verwendet. Neben Stationsdaten (BECK et al., 2007; JACOBET et al., 2003; JONES et al., 1999; SCHMITH et al., 1998), Modellsimulationen (FISCHER-BRUNS et al., 2005; RAIBLE et al., 2007) und historischen Dokumenten (GARCIA et al., 2000; RODRIGO, 2001) geben paläoklimatische Indikatoren wie Jahresringchronologien von Bäumen (COOK et al., 1998) oder Seesalzkonzentrationen in Eisbohrkernen (FISCHER und MIEDING, 2005) Aufschluss.

Die Variabilität des Klimas in Europa zwischen 1500 und 1900 wurde vor allem durch interne Schwankungen des Klimasystems geprägt (BENGTSSON et al., 2006b). Speziell die Sturmaktivität in den letzten 500 Jahren war jedoch bemerkenswert stationär (FISCHER-BRUNS et al., 2005). Anhand von Modellsimulationen konnte allerdings gezeigt werden, dass es über dem Nordatlantik während des Maunder-Minimums (1640–1715) in allen Jahreszeiten zu einer häufigen Verlagerung von Zyklonenbahnen und den damit verbundenen Stürmen nach Süden kam (RAIBLE et al., 2007). Bezogen auf den Zeitraum von 1659 bis 1999 und vor dem Hintergrund langfristiger Schwankungen des mittleren Luftdrucks auf Meereshöhe ist die deutliche Zunahme der westlichen Zirkulation im Winterhalbjahr während der letzten Jahrzehnte keine außergewöhnliche Erscheinung (JACOBET et al., 2003). Auch CHANG et al.

Tab. 1

Charakteristika von Klimamodellen, die in den herangezogenen Untersuchungen verwendet werden.  
 „gekoppeltes Modell“ bedeutet: Grundmodell für Atmosphäre in Kombination mit Teilmodellen für Ozean, Meeres, Landoberfläche, vereinzelt auch Flusswasser.  
 Characteristics of the analyzed climate models. “gekoppeltes Modell” means coupled model:  
 combination of an atmospheric base model with submodels for ocean, sea ice, land surface and sometimes river flux.

Bezeichnung	Auflösung (atmosph. Modell)	Art	Kategorie	Institution
CCM1	7.5°x4.5°	GCM	atmosphärisches Modell	NCAR, USA
CCSM3	Gaussian 256x128; 1.4°	GCM	gekoppeltes Modell	NCAR, USA
CGCM1, CGCM2, CGCM3(cccma_147	Gaussian 96x48	GCM	gekoppeltes Modell	CCCma, Victoria/Kanada
CNRM-CM3	1.9x1.9°	GCM	gekoppeltes Modell	CNRM, Toulouse/Frankreich
ECHAM3	T21-T106/19 vertikale Ebenen	GCM	atmosphärisches Modell	Max-Planck-Institut, Deutschland
ECHAM4/HOPE-G.	2.8°x2.8° vertikale Ebenen	GCM	gekoppeltes Modell	Max-Planck-Institut, Deutschland
ECHAM4/OPYC3	2.8°x2.8°	GCM	gekoppeltes Modell	Max-Planck-Institut, Deutschland
ECHAM5	ca. 1.875x1.875° (ca. 200km; 192x96 grid points)	GCM	gekoppeltes Modell	Max-Planck-Institut, Deutschland
gfdl_2.0 (auch...2.1)	144x90; 2.5°x2.0°B, 24 Ebenen	GCM	gekoppeltes Modell	GFDL, Kalifornien/USA
giss_aom	90x60 grid points	GCM	gekoppeltes Modell	NASA / Goddard Institute for Space Studies, New York/USA
giss_e_h (auch: ...e_r)	72x46 grid points	GCM	gekoppeltes Modell	NASA / Goddard Institute for Space Studies, New York/USA
HadAM3H (auch ...3P)	1.875°x1.875°	GCM	atmosphärisches Modell	MetOffice, Hadley Centre, England
HadCM3	3.75x2.5°	GCM	gekoppeltes Modell	MetOffice, Hadley Centre, England
INMCM3.0	72x45 grid points	GCM	gekoppeltes Modell	Institute for Numerical Mathematics, Russland
IPSL-CM4	96x72 grid points (2.5x3.75°); 19 Ebenen	GCM	gekoppeltes Modell	Institut Pierre Simon Laplace, Frankreich
miroc_hi	320x160 grid points	GCM	gekoppeltes Modell	CCSR, Japan
miroc_med	128x64 grid points	GCM	gekoppeltes Modell	CCSR, Japan
mri	2.8° Gaussian 128x64	GCM	gekoppeltes Modell	Meteorological Research Institute, Japan
PCM	Gaussian 128x64	GCM	gekoppeltes Modell	NCAR, USA
CHRM	55km	RCM		ETH Zürich, Schweiz
CLM	>=1km	RCM	nicht-hydrostatisch	GKSS Küstenforschung, Deutschland
HadRM3H (auch ...3P)	^=38km	RCM		MetOffice, Hadley Centre, England
HIRHAM	>=5km	RCM		Danish Meteorological Institute, Dänemark
MM5/MCCM	1km	RCM	nicht-hydrostatisch	PennStateUniversity/NCAR, USA
RACMO2	?	RCM		Koninkrijk Nederlands Meteorologisch Instituut, Niederlande
RCAO	10-70km	RCM		SMHI, Schweden
RegCM	?	RCM	dreidimensional, sigma-Koordinaten	ICTP, Trieste/Italien
REMO	ca. 18km, 20 vertikale Ebenen	RCM	hydrostatisch	Max-Planck-Institut, Deutschland

(2002) konnten anhand von Reanalysedaten eine Zunahme der nordatlantischen Sturmaktivität seit den 1970er Jahren feststellen. Eine andere Studie konnte während des 20. Jahrhunderts keine signifikanten systematischen Änderungen des Sturmklimas in der nordatlantisch-europäischen Region feststellen (WASAGroup, 1998). Speziell über dem Nordostatlantik wurde in einer anderen Untersuchung eine zunehmende Sturmaktivität gegen Ende des 20. Jahrhunderts festgestellt (SCHMITH et al., 1998). Diese Zunahme kann aber, bezogen auf den Zeitraum 1875 bis 1995, zu einem großen Teil durch langfristige Luftdruckschwankungen auf Meereshöhe erklärt werden, ist also auf langfristige interne Klimavariabilität und nicht auf den anthropogenen Klimawandel zurückzuführen. Im Gebiet der Schweiz nördlich der Alpen konnte sogar eine signifikante Abnahme der Anzahl von Winterstürmen zwischen 1964 und 1994 aufgezeigt werden (SCHIESSER et al., 1997). Für Italien wurde zwischen 1951 und 1970 eine Abnahme, ab 1971 eine Zunahme höherer Windgeschwindigkeit diagnostiziert (PIRAZZOLI und TOMASIN, 2003). Für die Niederlande wird von einer Abnahme der Sturmhäufigkeit um 5 bis 10 Prozent pro Dekade zwischen 1962 und 2002 berichtet (SMITS et al., 2005). Dieser Abnahme steht auf der Basis von Reanalysedaten die Zunahme der Sturmhäufigkeit im gleichen Zeitraum von mindestens 20 Prozent pro Dekade gegenüber. SMITS et al. (2005) führen diese Diskrepanz der Ergebnisse auf Inhomogenitäten in den Reanalysedaten zurück. Auf der Basis von Stationsluftdruckdaten für den Zeitraum zwischen 1881 und 1998 war nach ALEXANDERSSON et al. (2000) die Dekade zwischen 1881 und 1890 die stürmischste in Nordwesteuropa.

Zur besseren Übersicht wurden in *Tabelle 2* alle untersuchten Studien zusammengefasst, die Trendaussagen zur Sturmaktivität im europäisch-nordatlantischen Bereich zulassen. Es konnten 32 Arbeiten berücksichtigt werden, einige Arbeiten ließen sich jedoch mit dem folgenden Interpretationsschema nicht bewerten. Zunächst steht in der Tabelle erfasst, ob und welche Klimamodelle verwendet wurden (Spalten 1 und 2). Anschließend wurde durch eine kategoriale Einstufung von Datenumfang und Methodik die Bedeutung der Arbeit grob bewertet (Spalten 3 und 4). Hierfür wurden folgende Interpretationsschlüssel verwendet:

#### *Datenumfang:*

- 1: Mess- oder Beobachtungsdaten
- 2: Reanalyse- oder Langzeitmessdaten (>50Jahre)
- 3: Reanalysedaten in Kombination mit Klimawandel-Szenarien (SRES)

#### *Methodik:*

- 1: Trendanalysen, einfache Statistik, ältere Modelle
- 2: Einzelmodell, Kombination GCM/RCM, komplexe Statistik
- 3: Multi-Modell-Ensembles

In den Spalten 5 bis 8 wurden dann Trends bzgl. der vier inhaltlichen Kernaussagen erfasst:

- Wird eine Nordverlagerung der NAO in aktueller Zeit beobachtet bzw. für die Zukunft vorausgesagt?
- Hat sich die Sturmaktivität bis heute verändert?
- Wird sich die Sturmaktivität in Zukunft unter Klimawandelbedingungen verändern?
- Stufen die Autoren ihre Ergebnisse als unsicher ein?

Aus Spalte 6 wird deutlich, dass in der Mehrzahl der Untersuchungen keine Veränderungen in der Sturmaktivität bis heute festgestellt wurden (14 Stück). Lediglich zwei Untersuchungen konnten eine erhöhte, drei Studien dagegen eine verringerte Sturmaktivität in den letzten Jahrzehnten feststellen.

## 4.b Stürme morgen

Zur Projektion der zukünftigen großräumigen Zirkulation in der Nordhemisphäre und Sturmaktivität über der nordatlantisch-europäischen Region wurde eine Vielzahl von Modellsimulationen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Simulationen fallen unterschiedlich aus, da die zugrunde gelegten Klimawandelszenarien (z. B.: SRES A2, A1B1, B2) des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) – neben den in Abschnitt 3b) genannten Gründen – einen Einfluss auf die Simulationsergebnisse haben. Die Ergebnisse von 13 Untersuchungen (BENGTSSON et al., 2006a; BENISTON et al., 2007; FISCHER-BRUNS et al., 2005; GIORGI et al., 2004; KNIPPERTZ et al., 2000; LAMBERT, 1995; LECKEBUSCH und ULBRICH, 2004; LECKEBUSCH et al., 2006; LECKEBUSCH et al., 2007; LECKEBUSCH et al., 2008; PINTO et al., 2007a) lassen den Schluss zu, dass die Anzahl extremer Stürme über der nordatlantisch-europäischen Region steigt und die Anzahl schwacher Tiefdruckgebiete zurückgehen könnte (vgl. *Tabelle 2*, Spalte 7). Dabei ist die Zunahme extremer Sturmereignisse mit einer größeren Zahl intensiverer Tiefdruckgebiete verbunden. Zudem wird die interannuelle Variabilität extremer Stürme ansteigen und zu einem höheren Risiko extremer Sturmaktivität und damit verbundener Verluste führen (LECKEBUSCH et al., 2007; PINTO et al., 2007a). In den meisten dieser Arbeiten findet sich jedoch auch die Aussage, dass die Gesamtzahl an festgestellten Zyklonen unter Klimawandelbedingungen sinken wird. Die endgültige Beurteilung fällt dann meist dahingehend aus, dass das hohe Schädigungspotential der seltenen Extremzyklone vermutlich die abnehmende Gesamtzahl an Zyklonen übertönt. Im Gegensatz dazu deuten die Ergebnisse von fünf Untersuchungen (FINNIS et al., 2007; LAMBERT, 1995; PINTO et al., 2007b; WALTER et al., 2006; ZHANG und WANG, 1997) auf eine Abnahme der Sturmaktivität über Europa bzw. in der nördlichen Hemisphäre hin. In einer anderen Gruppe von Untersuchungen konnte keine Veränderung der Sturmaktivität im untersuchten Bereich festgestellt werden (fünf Stück: BEERSMA et al., 1997; HANSON et al., 2003; KHARIN und ZWIERS, 2000; PINTO et al., 2006; PINTO et al., 2007b).

Unterschiedliche Ergebnisse gibt es auch für den Zusammenhang zwischen den zukünftigen Zugbahnen von Stürmen und der Sturmaktivität über Europa. So wurde in drei Studien (vgl. *Tabelle 2*, Spalte 5, FINNIS et al., 2007; LAMBERT, 1995; LAMBERT und FYFE, 2006) beispielsweise keine zukünftige Nordverlagerung der atlantischen Zugbahnen festgestellt, wohl aber ein Zusammenhang zwischen erhöhter Sturmhäufigkeit und ansteigenden Treibhausgaskonzentrationen (LAMBERT und FYFE, 2006). Es gibt jedoch deutlich mehr Anhaltspunkte für eine Nordverlagerung der Zugbahnen von Stürmen über dem Nordatlantik sowie für eine Abschwächung der Zugbahnen über dem Mittelmeerraum (BENGTSSON et al., 2006a; FISCHER-BRUNS, 2005; GIORGI et al., 2004; KNIPPERTZ et al., 2000; LECKEBUSCH et al., 2006 und 2008; PINTO et al., 2006; RAIBLE et al., 2007; SCHIESSER et al., 1997; ULBRICH und CHRISTOPH, 1999).

Im Hinblick auf die Saisonalität von Stürmen zeichnet sich tendenziell eine Abnahme von Stürmen in den Sommermonaten (JJA) ab (WALTER et al., 2006), während mehrheitlich mit einer Zunahme von Winterstürmen (DJF) gerechnet wird (BENISTON et al., 2007; GIORGI et al., 2004; HANSON et al., 2007; PINTO et al., 2007a; PINTO et al., 2007b; WALTER et al., 2006). Weiter ist eine leichte Verschiebungs- bzw. Ausbreitungstendenz von Winterstürmen in den Herbst (Oktober) zu beobachten (HANSON et al., 2003; ULBRICH, 2008a). Bei GIORGI et al. (2004) treten im Sommer allerdings deutliche Unterschiede in den Modellergebnissen auf, da im Sommer lokale Effekte und deren modellmäßige Beschreibung an Bedeutung gewinnen.

Tab. 2

Übersicht über die untersuchten Studien mit Trendaussagen zur Sturmaktivität im nordatlantisch-europäischen Bereich. Interpretationsschlüssel der Spalten 3) und 4) siehe Text.  
Zur Interpretation des Aspekts Unsicherheit in Spalte 8) wurde bewertet, ob die Variabilität zwischen unterschiedlichen Zukunftsprognosen größer ist als die historischen Schwankungen.

Listing of the analyzed studies concerning climate trends in storminess over the North-Atlantic European region. Interpretation key for columns 3) and 4) see text.  
For interpretation of the aspect reliability (column 8) we evaluated whether the variability between different future scenarios was higher than the historic changes.

1) Studie	2) Modellbezeichnungen	3) Datenumfang	4) Methodik	5) Nordverlagerung der NAO?	6) Trend in Stürmen bis heute	7) Trend in Stürmen morgen	8) Unsicherheit der Prognose lt. Autor?
					-1=Abnahme 0=kein Trend 1=Zunahme		(Variabilität der Vorhersage(n) größer als historische Schwankungen?)
Alexanderson et al. 2000	-	2	1		0		
Beck et al. 2007	-	2	2		0		
Beersma et al. 1997	ECHAM3	3	2		0	0	ja
Bengtsson et al. 2006a. Storm tracks ...	ECHAM5	3	2	ja	0	1	nein
Bengtsson et al. 2006b. On the natural ...	ECHAM5 u. MPI-OM	2	2		0		
Beniston et al. 2007		3	3			1	
	GCM: HadAM3H						
	RCM: HIRHAM, HadRM3HP, RCO, REMO, CHRM, CLM, RACMO2						
Chang und Fu 2002	-	2	2		1		
Finnis et al. 2007	CCSM3	3	3	nein		-1	
Fischer-Bruns et al. 2005	ECHAM4/HOPE-G.	3	2	ja	0	1	
Giorgi et al. 2004	GCM: HadAM3H RCM: RegCM	3	2	ja		1	
Hanson et al. 2003	GCM: HadAM3H RCM: HadRM3H	3	2		0	0	
Kharin und Zwiers 2000	CGCM1	3	2			0	ja
Knippertz et al. 2000	ECHAM4/OPYC3	2	1	ja		1	ja
Lambert 1995	CGCM2	2	2	nein		1	
Lambert und Fyfe 2006		3	3	nein		-1	nein
	GCMs: cccma_t47, cnrm, gfdl_2.0, gfdl_2.1, giss_aom, giss_e_h, giss_e_r, inm, ipsl, miroc_med, miroc_hi, echem5, mri, PCM, CCSM3						
	GCM: HadCM3; RCM: HadRM3H	3	2			1	
Leckebusch und Ulbrich 2004	GCMs: ECHAM4/OPYC3, ECHAM5/MPI-OM1, HadAM3P, HadCM3	3	3	ja		1	
Leckebusch et al. 2006	RCM: HadRM3P, HIRHAM4, CHRM, RCO						
Leckebusch et al. 2007	GCMs: HadCM3, HadAM3P, ECHAM4/OPYC3, ECHAM5-OM1	3	2		0	1	
Leckebusch et al. 2008	GCMs: ECHAM4/OPYC3	3	2	ja	0	1	
Pinto et al. 2006	ECHAM4/OPYC3	3	2	ja		0	
Pinto et al. 2007a. Changing European...	ECHAM5/MPI-OM1	3	2	ja		1	
Pinto et al. 2007b. Changes in storm track...	ECHAM5/MPI-OM1	3	2		-1	-1	ja
Pirazzoli und Tomasini 2003	-	1	1		0		
Raible et al. 2007	CCSM	2	2	ja			
Schiesser et al. 1997	-	1	1	ja		-1	
Schmith et al. 1998	-	2	2	ja		1	
Smits et al. 2005	-	2	1		-1		
Ulbrich und Christoph 1999	ECHAM4/OPYC3	3	2	ja	0	1	
Walter et al. 2006	REMO5.0/5.1, CLM, MM5	2	2		0	-1	
WASAGroup 1998	älteres gekoppeltes GCM, genaue Bezeichnung unbekannt	3	1		0	0	ja
Weisse et al. 2005	REMO	2	1		0		
Zhang und Wang 1997	CCM1	3	1		0	-1	
					-0.05	0.32	
					einfacher Mittelwert:		
					mit "Datenumfang" und "Methodik" gewichteter		
					-0.02	0.48	
					19	22	
					Anzahl:		

## 5. DISKUSSION UND FAZIT

Obwohl die Stürme der letzten 20 Jahre auch im deutschen Wald extreme Schäden verursacht haben, gibt es keine klaren meteorologischen Hinweise auf eine deutliche Zunahme von Stürmen bis heute. Vielmehr scheint die interne Variabilität der großräumigen Zirkulationsmuster eine gerichtete Entwicklung der Sturmhäufigkeit und -intensität zu übertönen. Insbesondere konnte bislang kein anerkannter Zusammenhang zwischen erhöhter Sturmhäufigkeit/-intensität und anthropogenem Klimawandel festgestellt werden. Auf die Problematik der unzureichenden Datenlage über Windgeschwindigkeit und Windstärke muss nochmals hingewiesen werden: Die verfügbaren Zeitreihen gemessener und beobachteter Winddaten sind relativ kurz, und es sind noch nicht alle langfristigen, internen Schwankungen des Klimasystems vollständig erfasst (HUNT und ELLIOTT, 2006). Reanalysedaten als Alternative decken auch nur den relativ kurzen Zeitraum eines halben Jahrhunderts ab (JACOBEIT et al., 2003).

Zu Projektionen der Sturmaktivität in die Zukunft durch globale Zirkulations- und regionale Klimamodelle unter verschiedenen Klimawandelszenarien gibt es keine methodischen Alternativen. Im Vergleich zu Projektionen zukünftiger CO<sub>2</sub>-Konzentration und bodennaher Lufttemperatur sind Resultate aus Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung von Stürmen jedoch von hoher Unsicherheit geprägt. Fünf Autoren weisen in diesem Zusammenhang explizit darauf hin, dass die Belastbarkeit der Ergebnisse eingeschränkt ist (vgl. *Tabelle 2*, Spalte 8). Außerdem kann der Sinn von Untersuchungen zu Änderungen der Zugbahnen von Stürmen über dem Nordatlantik hinterfragt werden, wenn eigentlich zukünftige Änderungen der Sturmaktivität über dem europäischen Festland von Interesse sind (DORLAND et al., 1999). Trotz solcher Unsicherheiten und widersprüchlicher Ergebnisse zeichnet sich aber eine Tendenz zu selteneren flacheren (Zyklonen-Kerndruck 970–990 hPa), aber häufigeren tieferen (Zyklonen-Kerndruck <970 hPa) Stürmen hin ab (KNIPPERTZ et al., 2000). Die Unterteilung in flachere und tiefere Zyklonen wird nach Autor anhand unterschiedlicher Werte für den Kerndruck getroffen (970, 980, 990 hPa). Die Gesamtzahl aller tiefen und flachen Zyklonen wird für Mitteleuropa und Nordatlantik von fast allen Untersuchungen als abnehmend festgestellt. Ebenso widersprüchlich sind die Ergebnisse in Bezug zur Nordverlagerung der NAO, wobei sich in einer größeren Zahl der Untersuchungen eine Nordverschiebung andeutet. Am belastbarsten ist die Aussage, dass es nicht zu einer Verlagerung der Stürme in den Sommer kommen wird.

Auf der Basis bisheriger Ergebnisse aus Modellsimulationen ist es schwierig zu beurteilen, ob und wie sich eine ändernde nordatlantisch-europäische Sturmaktivität auf Sturmschäden in Wäldern auswirken könnte, da Faktoren wie Landnutzungsänderungen, Änderungen des Bestandesalters und Änderungen waldbaulicher Methoden schwer absehbar sind (z. B. MAYER und SCHINDLER, 2002; NILSSON et al., 2004; SCHINDLER und MAYER, 2003; SCHLYTER et al., 2006). Zudem ist in meist mit Wäldern bestocktem, topographisch komplexem Gelände die bodennahe mit der übergeordneten, großräumigen Strömung über eine Vielzahl von Mechanismen gekoppelt (WHITEMAN und DORAN, 1993). Da mehrere Kopplungsmechanismen gleichzeitig an verschiedenen Orten vorkommen, gibt es keine einfachen Beziehungen zwischen bodennaher und übergeordneter Strömung (WEBER und FURGER, 2001). Diese Prozesse werden aufgrund ihrer kleinen zeitlichen und räumlichen Skalen bei vielen Untersuchungen zur Sturmwirkung auf Wälder bisher nicht berücksichtigt. Allgemein bekannt ist, dass marginale Änderungen der Sturmaktivität zu überproportional hohen Sturmschäden in Wäldern führen können (SCHLYTER et al., 2006) und dass wenige extreme Stürme extreme Schäden verursachen können (NILSSON et al., 2004). So könnte beispielsweise ein

Anstieg der Böengeschwindigkeit um 2 Prozent in den Niederlanden zu einer Erhöhung der Gebäudeschäden um 50 Prozent führen (DORLAND et al., 1999). Allerdings können Untersuchungen zu Sturmschäden in Wäldern vor dem Hintergrund des Klimawandels auch gegensätzliche Ergebnisse liefern: die zukünftige Entwicklung von Sturmschadenswahrscheinlichkeiten in schwedischen Wäldern zeigt basierend auf einem Simulationslauf mit dem Modell ECHAM4/OPYC3 deutlich zunehmende, basierend auf einem Simulationslauf mit HadAM3h eine ebenso deutlich abnehmende Tendenz der Sturmschadenswahrscheinlichkeit gegen Ende des 21. Jahrhunderts (BLENNOW und OLOFSSON, 2007).

An dieser Stelle sei auf aktuelle Forschungsprojekte mit Bezug zur modellmäßigen Untersuchung der Sturmaktivität hingewiesen:

### *Weltweit:*

- CMIP (Coupled Model Intercomparison Project): Vergleich zwischen globalen gekoppelten Zirkulationsmodellen (<http://www.pcmi.llnl.gov/projects/cmip/index.php>).

### *Europaweit:*

- MICE (Modelling the Impact of Climate Extreme): Modellierung des Einflusses von Klimaextremen (<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/mice/>)

- PRUDENCE (Prediction of Regional Scenarios and Uncertainties for Defining European Climate Change Risks and Effects): Vorhersage regionaler Szenarien und Unsicherheiten zur Definition europäischer Klimawandelrisiken und -auswirkungen (<http://prudence.dmi.dk/>)

- WASA (Waves and Storms in the North Atlantic): europäisches Projekt „Wellen und Stürme im Nordatlantik“ (Projekt beendet, keine homepage)

- STARDEX (Statistical and Regional Dynamical Downscaling of Extremes for European Regions): statistisches und regionales dynamisches Herunterskalieren von Extremwerten für europäische Regionen (<http://www.cru.uea.ac.uk/projects/stardex/>)

- ENSEMBLES (kein Kurztitel): Multi-Modell-Ensembles für Vergangenheits- und Zukunftswerte des Klimas (<http://ensembles-eu.metoffice.com/index.html>)

Als Konsequenz für die forstliche Praxis und im Hinblick auf die risikosensitive Differenzierung der Bewirtschaftungsziele lässt sich folgern, dass die Bedeutung von Stürmen für die forstliche Produktion weiterhin hoch bleiben wird, dass mit einer Abnahme nicht, aber ev. mit einer Zunahme zu rechnen ist. Die Stabilitätsvorteile der Laubbaumarten sind durch die derzeit verfügbaren saisonalen Projektionen zur zukünftigen Entwicklung starker Stürme nicht in Frage zu stellen. Hinsichtlich Investitionsentscheidungen wie Wertästung sollte darauf geachtet werden, dass sie auf die forstlichen Standorte beschränkt werden, die stabil und nicht besonders windexponiert sind. Zu ästende Individuen eines Bestandes sollten in ihrer Jugend ausreichend Wuchsraum zur Entwicklung eines stabilen Wurzelwerks haben. In Bezug zur Windexposition ist anzumerken, dass nach Modellprojektionen schadensauslösende Stürme in Mitteleuropa zukünftig weiterhin aus westlichen Richtungen kommen werden, da sich keine gravierenden Veränderungen der meteorologischen Verhältnisse von Winterstürmen und Zyklonen abzeichnen. Weiterhin unterstreichen historische Untersuchungen, dass nur wenige Stürme aus nicht-westlichen Richtungen kamen. Hiervon ausgenommen sind regionale Gewitterstürme, die vornehmlich im Sommer auftreten und schwere, überregional aber wenig bedeutende Schäden verursachen und deren Windrichtung stark schwankt. Aus der möglichen Nordverlagerung der Zugbahnen von Winterstürmen lässt sich ableiten, dass Norddeutschland stärker von potentiellen Veränderungen im Windregime betroffen

wäre als Süddeutschland. Bei der langfristig wirkenden Waldbaumaßnahme Baumartenwahl sollte berücksichtigt werden, dass Nadelbäume, allen voran Fichte aber auch Douglasie, einer deutlich höheren Windwurfgefährdung als Laubbäume ausgesetzt sind. Als Maßnahme der allgemeinen Risikovorsorge sollten in Beständen, die sich dem Hauptnutzungszeitpunkt nähern, ausreichende Naturverjüngungsvorräte aufgebaut worden sein bzw. Voranbauten bereits ausreichend etabliert sein, damit im Falle des Sturmschadens kostengünstig und zügig wiederbewaldet werden kann.

Falls sich die Sturmintensität erhöhen sollte, wird insgesamt die Beeinflussbarkeit der Schäden durch waldbauliche Maßnahmen zurückgehen (GARDINER und QUINE, 2000), da für das Auftreten von durch extrem hohe Windgeschwindigkeit verursachten Schäden zu vermuten ist, dass sie weniger vom waldbaulichen Zustand der Bestände, sondern eher durch den Verlauf der Sturmzugbahn geprägt werden.

Diese Schlussfolgerungen beziehen sich nur auf die Betrachtung der Entwicklung der Sturmaktivität, nicht auf andere Erscheinungsformen des Klimawandels wie z. B. die Zunahme der bodennahen Lufttemperatur und atmosphärischen CO<sub>2</sub>-Konzentration. Im Rahmen einer allgemeinen Risikovorsorge ist sicherlich das Prinzip Vorsicht ratsam, um einen „strömungsplastischen“ und stabilen Wald zu formen. Befürchtungen maßlos zunehmender Windwurf- und -bruchschäden sind jedenfalls aufgrund der derzeitigen Informationslage nicht gerechtfertigt. Qualitäts- und wertleistungsorientierter Waldbau in Kombination mit standortgerechter Baumarten- diversifizierung erscheinen auch weiterhin sinnvoll, ggf. ergänzt durch erweiterte risikosensitive Differenzierung der Forstplanung und Forsteinrichtung. Aufgrund des engen Zusammenhangs zwischen Baumhöhe und Sturmschadenswahrscheinlichkeit sollten dabei grundsätzlich Behandlungskonzepte den Vorzug erhalten, die die angestrebten Produktionsziele bei möglichst geringen Baumhöhen, d. h. in der Regel in kurzen Produktionszeiträumen erreichen. Ein generelles Umschwenken auf spezielle Waldbaustrategien für Starkwindverhältnisse ist derzeit nicht geboten.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Literaturstudie arbeitet aktuelle meteorologische Erkenntnisse zu den Änderungen der Sturmhäufigkeit und -intensität vor dem Hintergrund des Klimawandels für die nordatlantisch-europäische Region auf. Dafür wurden sowohl retrospektive Untersuchungen als auch die Zukunft betreffende Simulationsstudien zur Sturmaktivität betrachtet. Allgemein zeigt sich, dass Untersuchungen zur Entwicklung der Sturmaktivität im Vergleich zu bodennaher Lufttemperatur, atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration und Niederschlag von überdurchschnittlich hoher Unsicherheit gekennzeichnet sind. Große interne Schwankungen der Sturmaktivität sind für das Klima der nordatlantisch-europäischen Region charakteristisch und natürlich. Ein kausaler Zusammenhang zwischen anthropogenen Klimaänderungen und Änderungen der Sturmaktivität in der nordatlantisch-europäischen Region konnte bisher nicht nachgewiesen werden. Die Analyse des Sturmgeschehens bis heute zeigt widersprüchliche Ergebnisse ohne deutliche Änderungen zugunsten eines positiven oder negativen signifikanten Trends. Ebenso widersprüchlich sind die Ergebnisse für die Projektion von Stürmen unter Klimawandelbedingungen des ausgehenden 21. Jahrhunderts. An der größeren Anzahl an Studien mit entsprechenden Ergebnissen festgemacht, wird für die Zukunft eine leichte Tendenz hin zu einer zunehmenden Bedeutung von Winterstürmen erwartet, die mit einer Abnahme von Stürmen während der Sommermonate einhergeht. Abschließend werden Konsequenzen für die Baumartenwahl und die waldbaulichen Behandlungs- und Pflegekonzepte diskutiert.

## 7. Danksagung

Die vorliegende Arbeit wurde finanziert im Rahmen des BMBF-Verbundprojektes „Wertleistungsoptimierte Waldwirtschaft auf der Ostalb“ (Förderkennzeichen 0330622). Die Autoren bedanken sich bei zwei anonymen Gutachtern, die mit konstruktiven Anmerkungen beigetragen haben, die Qualität des Beitrags zu verbessern.

## 8. Summary

Title of the paper: *Storminess over the North-Atlantic European region under climate change – a review*

This review article analyzes scientific meteorological literature concerning changes in frequency and intensity of winter storminess over the North-Atlantic European region with respect to climate change signals. Studies about conditions in the past were considered as well as simulations of future storminess. In general we found that (i) analyses concerning storm activity – compared to ground level air temperature, atmospheric CO<sub>2</sub> concentration and precipitation – are characterized by a high degree of uncertainty, that (ii) phases of more extreme storms occurred historically as part of the natural climate variability, and that (iii) a clear relationship between anthropogenic climate change and increasing intensity and/or number of winter storms over the North-Atlantic European region could not yet be established. Retrospective studies reveal contradictory results without a clear trend towards significant positive or negative changes. Equally inconsistent are the findings of modelling studies dealing with storminess under climate change conditions of the late 21<sup>st</sup> century; however, judged by the number of studies, a weak trend towards more intense storms can be observed. Quite reliably we can state that increasing storm activity during summertime is not to be expected. In conclusion we discuss the meaning of those findings for applied forest management, i. e. choice of tree species and silvicultural treatment regimes.

## 9. Résumé

Titre de l'article: *Activité de tempête dans la zone européenne de l'Atlantique nord sur fond de changement climatique – revue de littérature.*

Cette étude bibliographique se penche sur les connaissances météorologiques actuelles à propos des changements de la fréquence et de l'intensité des tempêtes dans le contexte du changement climatique, pour la zone européenne de l'Atlantique Nord. A cet effet on a considéré aussi bien des recherches rétrospectives que des études de simulation concernant le futur, portant sur l'activité de tempête. Généralement il apparaît que les recherches sur le développement de l'activité de tempête sont affectées par une incertitude élevée qui dépasse la moyenne de celle que l'on observe pour la température de l'air au voisinage du sol, pour la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> et pour les précipitations. De grandes fluctuations internes de l'activité de tempête sont caractéristiques et normales dans le cas du climat de la zone européenne de l'Atlantique Nord. Une relation causale entre des modifications climatiques anthropogènes et des changements de l'activité de tempête dans la zone européenne de l'Atlantique Nord n'a pu jusqu'à maintenant être mise en évidence. L'analyse de l'occurrence de tempêtes jusqu'à présent montre des résultats contradictoires sans évolutions nettes vers une tendance significative positive ou négative. Particulièrement contradictoires sont les résultats pour la prévision des tempêtes dans les conditions de changement climatique de la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. En s'appuyant sur l'assez grand nombre d'études aux résultats concordants on peut s'attendre, à partir de maintenant, pour le futur à une légère tendance à une importance croissante des tempêtes d'hiver, qui irait de pair avec une diminution des tempêtes pendant les mois d'été. En conclusion on discute des conséquences pour le choix des essences, la conception des traitements sylvicoles et des soins culturaux.

R. K.

## 10. Literatur

- ALEXANDERSSON, H., H. TUOMENVIRTA, T. SCHMITH und K. IDEN (2000): Trends in storms in NW Europe derived from an updated pressure data set. *Climate Research* **14**, 71–73.
- BECK, C., J. JACOBET und P. D. JONES (2007): Frequency and within-type variations of large-scale circulation types and their effects on low-frequency climate variability in Central Europe since 1780. *International Journal of Climatology* **27**, 473–491.
- BEERSMA, J. J., K. M. RIDER, G. J. KOMEN, E. KAAS und V. V. KHARIN (1997): An analysis of extratropical storms in the North Atlantic region as simulated in a control and 2 x CO<sub>2</sub> time slice experiment with a high-resolution atmospheric model. *Tellus* **49A**.
- BENGTTSSON, L., K. I. HODGES und E. ROECKNER (2006a): Storm tracks and climate change. *Journal of Climate* **19**, 3518–3543.
- BENGTTSSON, L., K. I. HODGES, E. ROECKNER und R. BROKOPF (2006b): On the natural variability of the pre-industrial European climate. *Climate Dynamics* **27**, 743–760.
- BENISTON, M., D. B. STEPHENSON, O. B. CHRISTENSEN, C. A. T. FERRO, C. FREI, S. GOYETTE, K. HALSNAES, T. HOLT, K. JYLHÄ, B. KOFFI, J. PALUTIKOF, R. SCHÖLL, T. SEMMLER und K. WOTH (2007): Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change* **81**, 71–95.
- BLENNOW, K. und E. OLOFSSON (2007): The probability of wind damage in forestry under a changed wind climate. *Climatic Change* **87**, 347–360.
- BRASSEUR, O. (2001): Development and application of a physical approach to estimating wind gusts. *Monthly Weather Review* **129**, 5–25.
- BRINKMANN, W. A. R. (1999): Within-type variability of 700 hPa winter circulation patterns over the Lake Superior basin. *International Journal of Climatology* **19**, 41–58.
- CHANG, E. K. M. und Y. FU (2002): Interdecadal Variations in Northern Hemisphere Winter Storm Track Intensity. *Journal of Climate* **15**, 642–658.
- COOK, E. R., R. D. ARRIGO und K. R. BRIFFA (1998): A reconstruction of the North Atlantic Oscillation using tree-ring chronologies from North America and Europe. *The Holocene* **8**, 9–17.
- DÉQUÉ, M., D. P. ROWELL, L. LÜTHI, F. GIORGI, J. H. CHRISTENSEN, B. ROCKEL, D. JACOB, E. KJELLSTRÖM, M. D. CASTRO und B. V. D. HURK (2007): An intercomparison of regional climate simulations for Europe: assessing uncertainties in model projections. *Climatic Change* **81**, 53–70.
- DIN1055-4 (2005): Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 4: Windlasten. Selbstverlag 2005 – 03.
- DORLAND, C., R. S. J. TOL und J. P. PALUTIKOF (1999): Vulnerability of the Netherlands and Northwest Europe to Storm Damage under Climate Change – A Model Approach Based on Storm Damage in the Netherlands. *Climatic Change* **43**, 513–535.
- ERIKSSON, M., A. POUTTU und H. ROININEN (2005): The influence of wind-throw area and timber characteristics on colonization of wind-felled spruces by *Ips typographus* (L.). *Forest Ecology and Management* **216**, 105–116.
- FINNIS, J., M. M. HOLLAND, M. C. SERREZE und J. J. CASSANO (2007): Response of Northern Hemisphere extratropical cyclone activity and associated precipitation to climate change, as represented by the Community Climate System Model. *Journal of Geophysical Research* **G04S42**, doi:10.1029/2006JG000286
- FISCHER, H. und B. MIEDING (2005): A 1,000-year ice core record of interannual to multidecadal variations on atmospheric circulation over the North Atlantic. *Climate Dynamics* **25**, 65–74.
- FISCHER-BRUNS, I., H. V. STORCH, J. F. GONZÁLEZ-ROUCO und E. ZORITA (2005): Modelling the variability of midlatitude storm activity on decadal to century time scales. *Climate Dynamics* **25**, 461–476.
- GARCIA, R., L. GIMENO, E. HERNANDEZ, R. PRIETO und P. RIBERA (2000): Reconstructing the North Atlantic atmospheric circulation in the 16<sup>th</sup>, 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries from historical sources. *Climate Research* **14**, 147–151.
- GARDINER, B. A., H. PELTOLA und S. KELLOMÄKI (2000): Comparison of two models for predicting the critical wind speeds required to damage coniferous trees. *Ecological Modelling* **129**, 1–23.
- GARDINER, B. A. und C. P. QUINE (2000): Management of forests to reduce the risk of abiotic damage – a review with particular reference to the effects of strong winds. *Forest Ecology and Management* **135**, 261–277.
- GIORGI, F., X. BI und J. PAL (2004): Mean, interannual variability and trends in a regional climate change experiment over Europe. II: climate change scenarios (2071–2100). *Climate Dynamics* **23**, 839–858.
- GREEVES, C. Z., V. D. POPE, R. A. STRATTON und G. M. MARTIN (2007): Representation of Northern Hemisphere winter storm tracks in climate models. *Climate Dynamics* **28**, 683–702.
- HANSON, C., J. PALUTIKOF, T. OSBORN, T. DAVIES, T. HOLT und C. QUINE (2003): An integrated assessment of the potential for change in storm activity over Europe: Implications for forestry in the UK. In: RUCK, B., et al. (Hrsg.): *Wind Effects on Trees*, 129–136.
- HANSON, C., J. P. PALUTIKOF, M. T. J. LIVERMORE, L. BARRING, M. BINDI, J. CORTE-REAL, R. DURAO, C. GIANNAKOPOULOS, P. GOOD, T. HOLT, Z. KUNDZEWICZ, G. C. LECKEBUSCH, M. MORIONDO, M. RADZIEJEWSKI, J. SANTOS, P. SCHLYTER, M. SCHWARB, I. STJERNQUIST und U. ULBRICH (2007): Modelling the impact of climate extremes: an overview of the MICE project. *Climatic Change* **81**, 163–177.
- HENEKA, P., T. HOFHERR, B. RUCK und C. KOTTMEIER (2006): Winter storm risk of residential structures – model development and application to the German state of Baden-Württemberg. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **6**, 721–733.
- HILLMANN, M., (2006): Sturmschäden intelligent begegnen. *Allgemeine Forstzeitschrift – Der Wald* **23**, 1260–1262.
- HUNT, B. G. und T. I. ELLIOTT (2006): Climatic trends. *Climate Dynamics* **26**, 567–585.
- HURRELL, J. W., Y. KUSHNIR und M. VISBECK (2001): The North Atlantic Oscillation. *Science* **291**, 603–605.
- IPCC (2007): *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Intergovernmental Panel on Climate Change. Eigenverlag, Genf.
- JACOBET, J., H. WANNER, J. LUTERBACHER, C. BECK, A. PHILLIP und K. STURM (2003): Atmospheric circulation variability in the North Atlantic-European area since the mid-seventeenth century. *Climate Dynamics* **20**, 341–352.
- JOHNS, T. C., C. F. DURMAN, H. T. BANKS, M. J. ROBERTS, A. J. MCLAREN, J. K. RIDLEY, C. A. SENIOR, K. D. WILLIAMS, A. JONES, G. J. RICKARD, S. CUSACK, W. J. INGRAM, D. M. H. SEXTON, M. M. JOSHI, B.-W. DONG, H. SPENCER, R. S. R. HILL, J. M. GREGORY, A. B. KEEN, A. K. PARDAENS, J. A. LOWE, A. BODAS-SALCEDO, S. STARK und Y. SEARL (2006): The new Hadley Centre climate model HadGEM1: Evaluation of coupled simulations. *Journal of Climate* **19**, 1327–1353.
- JONES, P. D., T. D. DAVIES, D. H. LISTER, V. C. SLONOSKY, T. JONSSON, L. BÄRRING, P. JONSSON, P. MAHERAS, F. KOLYVA-MAHERAS, M. BARRIENOS, J. MARTIN-VIDE, R. RODRIGUEZ, M. J. ALCOFORADO, H. WANNER, C. PFISTER, J. LUTERBACHER, R. RICKLI, E. SCHUEPBACH, E. KAAS, T. SCHMITH, J. JACOBET und C. BECK (1999): Monthly mean pressure reconstruction for Europe for the 1780–1995 period. *International Journal of Climatology* **19**, 347–364.
- KAAS, E., T.-S. LI und T. SCHMITH (1996): Statistical hindcast of wind climatology in the North Atlantic and northwestern European region. *Climate Research* **7**, 97–110.
- KHARIN, V. V. und F. W. ZWIERS (2000): Changes in the extremes in an ensemble of transient climate simulations with a coupled atmosphere-ocean GCM. *Journal of Climate* **13**, 3760–3788.
- KHARIN, V. V. und F. W. ZWIERS (2005): Estimating extremes in transient climate change simulations. *Journal of Climate* **18**, 1156–1173.
- KISTLER, R., E. KALNAY, W. COLLINS, S. SAHA, G. WHITE, J. WOOLLEN, M. CHELLIAH, W. EBI-SUZAKI, M. KANAMITSU, V. KOUSKY, H. VAN DEN DOOL, R. JENNE und M. FIORINO (2001): The NCEP-NCAR 50-year reanalysis: monthly means, CD-Rom und Dokumentation, *Bulletin of the American Meteorological Society* **82**, 247–267.
- KLAWA, M. und U. ULBRICH (2003): A model for the estimation of storm losses and the identification of severe winter storms in Germany. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **3**, 725–732.
- KNIPPERTZ, P., U. ULBRICH und P. SPETH (2000): Changing cyclones and surface wind speeds over the north Atlantic and Europe in a transient GHG experiment. *Climate Research* **15**, 109–122.
- LAMBERT, S. J. (1995): The effect of enhanced greenhouse warming on winter cyclone frequencies and strengths. *Journal of Climate* **8**, 1447–1452.
- LAMBERT, S. J. und J. C. FYFE (2006): Changes in winter cyclone frequencies and strengths simulated in enhanced greenhouse warming experiments: results from the models participating in the IPCC diagnostic exercise. *Climate Dynamics* **26**, 713–728.
- LECKEBUSCH, G. und U. ULBRICH (2004): On the relationship between cyclones and extreme windstorm events over Europe under climate change. *Global and Planetary Change* **44**, 181–193.
- LECKEBUSCH, G., B. KOFFI, U. ULBRICH, J. G. PINTO, T. SPANGHEHL und S. ZACHARIAS (2006): Analysis of frequency and intensity of European winter storm events from a multi-model perspective, at synoptic and regional scales. *Climate Research* **31**, 59–74.
- LECKEBUSCH, G., U. ULBRICH, L. FRÖHLICH und J. G. PINTO (2007): Property loss potentials for European midlatitude storms in a changing climate. *Geophysical Research Letters* **L05703**, doi:05710.01029/02006GL027663.
- LECKEBUSCH, G. C., A. WEIMER, J. G. PINTO, M. REYERS und P. SPETH (2008): Extreme wind storms over Europe in present and future climate: a cluster analysis approach. *Meteorologische Zeitschrift* **1**, 67–82.
- MARSHALL, J., Y. KUSHNIR, D. BATTISTIC, P. CHANG, A. CZAJA, R. DICKSON, J. HURRELL, M. MCCARTNEY, R. SARAVANAN und M. VISBECK (2001): North Atlantic climate variability: Phenomena, impacts and mechanisms, review. *International Journal of Climatology* **21**, 1863–1898.
- MAYER, H. (1985): *Baumschwingungen und Sturmgefährdung des Waldes*. *Wiss. Mitt. Meteorol. Inst. Nr. 51*, Universität München, 244 S.
- MAYER, H. und D. SCHINDLER (2002): *Forstmeteorologische Grundlagen zur Auslösung von Sturmschäden im Wald in Zusammenhang mit dem Orkan „Lothar“*. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* **173**, 200–208.

- NILSSON, C., I. STJERNQUIST, L. BÄRRING, P. SCHLYTER, A. M. JÖNSSON und H. SAMUELSSON (2004): Recorded storm damage in Swedish forests 1901–2000. *Forest Ecology and Management* **199**, 165–173.
- PALMER, T. N. und J. RÄISÄNEN (2002): Quantifying the risk of extreme seasonal precipitation events in changing climate. *Nature* **415**, 512–514.
- PFISTER, C. (1999): *Wetternachhersage, 500 Jahre Klimavariationen und Naturkatastrophen*. Haupt-Verlag, Bern, 246–255.
- PINTO, J. G., T. SPANGHEHL, U. ULBRICH und P. SPETH (2006): Assessment of winter cyclone activity in a transient ECHAM4-OPYC3 GHG experiment. *Meteorologische Zeitschrift* **15**, 279–291.
- PINTO, J. G., L. FRÖHLICH, G. C. LECKEBUSCH und U. ULBRICH (2007a): Changing European storm loss potentials under modified climate conditions according to ensemble simulations of the ECHAM5/MPI-OM1 GCM. *Natural Hazards and Earth System Sciences* **7**, 165–175.
- PINTO, J. G., U. ULBRICH, G. C. LECKEBUSCH, T. SPANGHEHL, M. REYERS und S. ZACHARIAS (2007b): Changes in storm track and cyclone activity in three SRES ensemble experiments with the ECHAM5/MPI-OM1 GCM. *Climate Dynamics* **29**, 195–210.
- PIRAZZOLI, P. A. und A. TOMASIN (2003): Recent near-surface wind changes in the central Mediterranean and Adriatic areas. *International Journal of Climatology* **23**, 963–973.
- RAIBLE, C. C., M. YOSHIMORI, T. F. STOCKER und C. CASTY (2007): Extreme midlatitude cyclones and their implications for precipitation and wind speed extremes in simulations of the Maunder Minimum versus present day conditions. *Climate Dynamics* **28**, 409–423.
- RÄISÄNEN, J., U. HANSSON, A. ULLERSTIG, R. DÖSCHER, L. P. GRAHAM, C. JONES, H. E. M. MEIER, P. SAMUELSSON und U. WILLÉM (2004): European climate in the late twenty-first century: regional simulations with two driving global models and two forcing scenarios. *Climate Dynamics* **22**, 13–31.
- RODRIGO, F. S. (2001): A reconstruction of the winter North Atlantic Oscillation index back to 1501 using documentary data in Southern Spain. *Journal of Geophysical Research* **106**, 805–818.
- SCHELHAAS, M.-J., G.-J. NABUURS und A. SCHUCK (2003): Natural disturbances in the European forest in the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries. *Global Change Biology* **9**, 1620–1633.
- SCHIESSER, H. H., C. PFISTER und J. BADER (1997): Winter Storms in Switzerland North of the Alps 1864/1865–1993/1994. *Theoretical and Applied Climatology* **58**, 1–19.
- SCHINDLER, D. und H. MAYER (2003): Storm-related characteristics of the turbulent airflow above a Scots pine forest. *In: Ruck, B., et al. (Hrsg.): Wind Effects on Trees*, 9–13.
- SCHLYTER, P., I. STJERNQUIST, L. BÄRRING, A. M. JÖNSSON und C. NILSSON (2006): Assessment of the impacts of climate change and weather extremes on boreal forests in northern Europe, focusing on Norway spruce. *Climate Research* **31**, 75–84.
- SCHMITH, T., E. KAAS und T.-S. LI (1998): Northeast Atlantic winter storminess 1875–1995 re-analysed. *Climate Dynamics* **14**, 529–536.
- SMITS, A., A. M. G. KLEIN TANK und G. P. KÖNNEN (2005): Trends in Storminess over the Netherlands, 1962–2002. *International Journal of Climatology* **25**, 1331–1344.
- SPELLMANN, H., J. SUTMÖLLER und H. MEESENBERG (2007): Risikovorsorge im Zeichen des Klimawandels. *Allgemeine Forstzeitschrift – Der Wald* **23**, 1246–1249.
- SWEENEY, J. (2000): A three-century climatology for Dublin 1715–2000. *Irish Geography* **33**, 1–14.
- TRENBERTH, K. E., P. D. JONES, P. AMBENJE, R. BOJARIU, D. EASTERLING, A. KLEIN TANK, D. PARKER, F. RAHIMZADEH, J. A. RENWICK, M. RUSTICUCCI, B. SODEN und P. ZHAI (2007): Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. *In: SOLOMON, S., et al. (Hrsg.), Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge and New York, 236–336.
- TRIGO, I. F. (2006): Climatology and interannual variability of storm-tracks in the Euro-Atlantic sector: a comparison between ERA-40 and NCEP/NCAR reanalysis. *Climate Dynamics* **26**, 127–143.
- ULANOVA, N. G. (2000): The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *Forest Ecology and Management* **135**, 155–167.
- ULBRICH, U. und M. CHRISTOPH (1999): A shift of the NAO and increasing storm track activity over Europe due to anthropogenic greenhouse gas forcing. *Climate Dynamics* **15**, 551–559.
- ULBRICH, U. (2008a): Mdl. Mitteilung.
- ULBRICH, U. (2008b): Wandel von Vulnerabilität und Klima. *Schriftenreihe DKKV Nr. 35*, 33–37.
- UPPALA, S. M., P. W. KALLBERG, A. J. SIMMONS, U. ANDRAE, V. DA COSTA BECHTOLD, M. FIORINO, J. K. GIBSON, J. HASELER, A. HERNANDEZ, G. A. KELLY, X. LI, K. ONOGI, S. SAARINEN, N. SOKKA, R. P. ALLAN, E. ANDERSSON, K. ARPE, M. A. BALMASEDA, A. C. M. BELJAARS, L. VAN DE BERG, J. BIDLOT, N. BORMANN, S. CAIRES, F. CHEVALLIER, A. DETHOF, M. DRAGOSAVAC, M. FISHER, M. FUENTES, S. HAGEMANN, E. HOLM, B. J. HOSKINS, L. ISAKSEN, P. A. E. M. JANSSEN, R. JENNE, A. P. McNALLY, J.-F. MAHFOUF, J.-J. MORCRETTE, N. A. RAYNER, R. W. SAUNDERS, P. SIMON, A. STERL, K. E. TRENBERTH, A. UNTCH, D. VASILJEVIC, P. VITERBO und J. WOOLLEN (2005): The ERA-40 reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* **131**, 2961–3012.
- WALSHAW, D. und C. W. ANDERSON (2000): A model for extreme wind gusts. *Applied Statistics* **4**, 499–508.
- WALTER, A., K. KEULER, D. JACOB, R. KNOCH, A. BLOCK, S. KOTLARSKI, G. MÜLLER-WESTERMEIER, D. RECHID und W. AHRENS (2006): A high resolution reference data set of German wind velocity 1951–2001 and comparison with regional climate model results. *Meteorologische Zeitschrift* **6**, 585–596.
- WASAGroup (1998): Changing waves and storms in the Northeast Atlantic. *Bulletin of the American Meteorological Society* **79**, 741–760.
- WEBER, R. O. und M. FURGER (2001): Climatology of near-surface wind patterns over Switzerland. *International Journal of Climatology* **21**, 809–827.
- WEGGEL, J. R. (1999): Maximum daily wind gusts related to mean daily wind speed. *Journal of structural engineering* **4**, 465–468.
- WEISSE, R., H. V. STORCH und F. FESER (2005): Northeast Atlantic and North Sea Storminess as Simulated by a Regional Climate Model during 1958–2001 and Comparison with Observations. *Journal of Climate* **18**, 465–479.
- WHITEMAN, C. D. und J. C. DORAN (1993): The relationship between overlying synoptic-scale flows and winds within a valley. *Journal of Applied Meteorology* **32**, 1669–1682.
- ZHANG, Y. und W.-C. WANG (1997): Model-simulated northern winter cyclone and anticyclone activity under a greenhouse warming scenario. *Journal of Climate* **10**, 1616–1634.



# Führt Holzmobilisierung regional zu mehr Beschäftigung im Cluster Forst und Holz?

(Mit 1 Abbildung und 4 Tabellen)

Von H. HAGEMANN<sup>1)</sup>, M. WENZELIDES, D. KLEIN und A. SCHULTE<sup>2)</sup>

(Angenommen September 2008)

## SCHLAGWORTER – KEY WORDS

*Holzmobilisierung; Holzeinschlag; Beschäftigung; Cluster; Nordrhein-Westfalen; Hessen; Brandenburg; Sachsen.*

*Timber mobilization; logging; employment; cluster; North Rhine-Westphalia; Hesse; Brandenburg; Saxonia.*

## 1. EINLEITUNG

In Anlehnung an das Clusterkonzept von PORTER (1998) lassen sich Branchen und Unternehmen, die innerhalb einer Region entlang verschiedener Produktions- und Wertschöpfungsprozesse in enger wirtschaftlicher Verbindung stehen, als Cluster Forst- und Holzwirtschaft (kurz: Cluster Forst und Holz) zusammenfassen. Hierunter werden alle Branchen der offiziellen systematischen Klassifikation der Europäischen Union (Nomenclature générale des activités économiques (NACE)), die einen engen Bezug zur gemeinsamen Ressource „Holz“ aufweisen, zusammengefasst. Im Einzelnen sind dies die Forstwirtschaft, die Holz bearbeitende Industrie, die Holz verarbeitende Industrie, das Holzhandwerk, die Papierindustrie, Verlage und Druck, Holzhandel und -transport und die Zulieferer (KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1999; BUNDESRAT, 2001; SCHULTE et al., 2002; SCHULTE, 2003; STATISTISCHES Bundesamt, 2003; MROSEK und SCHULTE, 2004; UNECE, 2005; KIES et al., 2008). Mit dokumentierten rund 2 Mio. Waldbesitzern, etwa 185.000 Betrieben, mehr als 1,3 Mio. Beschäftigten und einem Umsatz von rund 180 Mrd. Euro konnte die Clusterstudie Forst und Holz Deutschland 2005 die große volkswirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Bedeutung der Branche für Deutschland nachweisen (MROSEK et al., 2005).

Durch deutliche Produktionssteigerungen der stofflichen und energetischen Nutzer stieg die Holznachfrage im Cluster Forst und Holz nicht nur in Deutschland sondern auch in Europa bzw. weltweit in den letzten Jahren ständig an (WENZELIDES et al., 2006; FAO, 2007; HUBER, 2007; MURPHY et al., 2007; WENZELIDES und HAGEMANN, 2007; FAOSTAT, 2008). Zur Versorgung einer wachsenden Weltbevölkerung mit dem Zukunftsrohstoff Holz steht rechnerisch immer weniger Waldfläche zur Verfügung. Zeitgleich steigt der globale Pro-Kopf-Verbrauch an Holz weiter an. Es besteht derzeit kein Anlass, daran zu zweifeln, dass sich diese Trends in den kommenden Jahren bis Jahrzehnten fortsetzen werden (SCHULTE, 2007; BEMMANN et al., 2008).

Aus diesen Gründen erlangt zum einen die Erschließung zusätzlicher bzw. neuer Holzquellen durch Nutzung von Landschaftspflegeholz und Straßenbegleitgrün sowie die Anlage von Kurzumtriebsplantagen zunehmend an Bedeutung. Zum anderen rücken nicht nur in Deutschland, sondern auch europaweit Bemühungen zur Mobilisierung von noch ungenutzten Rohholzpotenzialen ins-

besondere im Kleinprivatwald in den forstpolitischen und wissenschaftlichen Mittelpunkt (MUTZ et al., 2002; RAUCH, 2007; RAUCH und GRONALT, 2005; MUTZ, 2007; SUDA et al., 2007; WIPPEL und BECKER, 2007), da hier die höchsten ungenutzten Holzvorräte liegen (FRITSCHKE, 2004; BODELSCHWINGH et al., 2005). Auch im benachbarten Ausland, insbesondere in Österreich, gibt es eine Vielzahl von Holzmobilisierungsprojekten. So konnte HUBER (2007) durch eine Literaturrecherche 74 Studien insbesondere zum Kleinprivatwald ermitteln.

Die besondere volkswirtschaftliche Bedeutung des Clusters Forst und Holz in Deutschland sowie die in den letzten Jahren gestiegene Holznachfrage in Verbindung mit ersten Rohstoffversorgungsgespässen insbesondere der ersten Holzabsatzstufe (z. B. VDP, 2006; VHI, 2006; VHI, 2007; VORHER und GALEMBERT, 2006) sind die wesentlichen Gründe für eine gestiegene Anzahl privater bzw. staatlicher Vorhaben zur Holzmobilisierung. Vielfach wird in diesem Zusammenhang darauf verwiesen, dass eine Mobilisierung von Holz zu höheren Beschäftigtenzahlen im Cluster Forst und Holz führt. So sieht die seitens des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMELV) initiierte Charta für Holz (BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT, 2004) insbesondere in der verstärkten Nutzung von Holz Chancen für ländliche Regionen, die Einkommenssituation von Forstbetrieben zu verbessern und Arbeitsplätze zu sichern bzw. zu schaffen. Einige Bundesländer haben im Rahmen von Clusterstudien ebenfalls einen direkten Zusammenhang zwischen Holzmobilisierung und Arbeitsplatzschaffung beschrieben (JAENSCH und HARSCHKE, 2007; RÜTHER et al., 2007; THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT, 2007; UNECE, 2007). Des Weiteren weisen stoffliche Holzverwerter auf diesen Zusammenhang hin und fordern, sich mit dieser Thematik seitens der Forst- und Holzwirtschaft aber auch der Politik intensiver zu beschäftigen (HOPPE, 2005; SCHMIDT, 2005; UNECE, 2007).

Vor diesen Hintergründen befasst sich die vorliegende Arbeit am Beispiel von vier deutschen Bundesländern mit der Fragestellung, ob sich dieser Zusammenhang auf der Grundlage verfügbarer Zeitreihen bestätigen lässt. Auf der Grundlage der dargelegten forstpolitischen Aussagen der zitierten Literatur in der Einleitung lautet die zu verifizierende oder falsifizierende Hypothese: Eine Erhöhung des Holzeinschlags führt zu einer Schaffung von Arbeitsplätzen in der gleichen Region. Als Untersuchungsregionen wurden beispielhaft die vier Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen, Brandenburg und Sachsen gewählt.

## 2. METHODEN

Für die Prognose der Auswirkung einer zusätzlichen Holzmobilisierung auf die Beschäftigtenzahlen im Cluster Forst und Holz fehlt es an gesicherten Methoden. Daher wurden in der vorliegenden Arbeit verfügbare Zeitreihen zu Beschäftigtenzahlen und Holzeinschlagsentwicklungen genutzt, um auf dieser Grundlage zu untersuchen, ob ein verstärkter Holzeinschlag zu einer erhöhten Beschäftigtenzahl führt. Dies erfolgte für die Jahre 1999 bis 2006 für die Branchen Forstwirtschaft, Säge- und Holzwerkstoffindustrie.

<sup>1)</sup> Anschrift: Wald-Zentrum, Robert-Koch-Straße 27, D-48149 Münster. E-Mail: [heiko.hagemann@wald-zentrum.de](mailto:heiko.hagemann@wald-zentrum.de)

<sup>2)</sup> Prof. Dr. ANDREAS SCHULTE ist Inhaber des Lehrstuhls für Waldökologie, Forst- und Holzwirtschaft im Institut für Landschaftsökologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, DAJANA KLEIN, MARCUS WENZELIDES und HEIKO HAGEMANN sind wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts.

## 2.1 Beispielregionen

Für die nachfolgenden Betrachtungen zum Zusammenhang von Holzeinschlags- und Beschäftigungsentwicklung wurden Nordrhein-Westfalen und Hessen als westdeutsche sowie Brandenburg und Sachsen als ostdeutsche Bundesländer herangezogen. Die ausgewählten Bundesländer unterscheiden sich in Bezug auf verschiedene charakterisierende Faktoren wesentlich (Tab. 1). Dies gilt nicht nur für Waldanteil, Baumartenbedeutung und Waldbesitzartenverteilung, sondern auch für die Entwicklung des Holzeinschlags zwischen 1999 und 2006.

Tab. 1

**Kennzahlen zum Wald, der Waldbesitzartenverteilung und der Holzeinschlagsentwicklung in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen [NRW], Hessen [H], Brandenburg [BB] und Sachsen [S] (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2007, ZMP 2007).**

**Forest parameters, distribution of forest property and development of logging in the federal states North Rhine-Westphalia [NRW], Hesse [H], Brandenburg [BB] and Saxonia [S] (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 2007, ZMP 2007).**

Bundesland	NRW	H	BB	S
<b>Waldfläche [ha]</b>	887.550	880.250	1.071.733	511.578
<b>Waldanteil [%]</b>	26	42	35	28
<b>Hauptbaumart</b>	Fichte	Buche	Kiefer	Fichte
<b>Verhältnis Laubwald zu Nadelwald</b>	51 : 49	54 : 46	24 : 76	32 : 68
<b>Anteil öffentlicher Wald [%]</b>	33	76	44	55
<b>Anteil Privatwald [%]</b>	67	24	56	45
<b>Einschlag 1999 [1.000 m<sup>3</sup> o. R.]</b>	3.285	4.751	2.070	1.102
<b>Einschlag 2006 [1.000 m<sup>3</sup> o. R.]</b>	4.581	5.694	4.021	1.285

## 2.2 Datenquellen

### 2.2.1 Beschäftigtenzahlen

Die Ermittlung der Beschäftigtenzahlen erfolgte auf Grundlage einer Abfrage der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten entsprechend der NACE-Klassifikation für den Cluster Forst und Holz bei der Bundesagentur für Arbeit (BA). Die entsprechenden Daten liegen für den Zeitraum von 1999 bis 2006 vor (BA 2007). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Zahlen für die Forstwirtschaft keine Beschäftigten der staatlichen Arbeitgeber beinhalten, da diese bei der statistischen Erhebung undifferenziert der öffentlichen Verwaltung zugeordnet werden.

Für die nachfolgenden Betrachtungen wurden für die vier Beispielregionen die Forstwirtschaft einschließlich der Erbringung forstwirtschaftlicher Dienstleistungen (NACE-Code 02.01 und 02.02), die Sägeindustrie (NACE-Code 20.1) sowie die Holzwerkstoffindustrie (NACE-Code 20.2) betrachtet. Diese Auswahl liegt darin begründet, dass es sich hierbei um Branchen handelt, die direkt mit der Bereitstellung und Bearbeitung des Rohstoffes Holz befasst sind. Somit scheinen diese Branchen am besten geeignet, die eingangs aufgestellte These zu überprüfen.

### 2.2.2 Holzeinschlag

Die Holzeinschlagszahlen im Zeitraum von 1999 bis 2006, für den auch die Beschäftigtenzahlen vorliegen, basieren auf den Daten der Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH (ZMP, 2007). Diese stellt u. a. jährlich aus Angaben des Statistischen Bundesamtes, der Landesforstverwaltungen und des jeweils zuständigen Bundesministeriums bundeslandweise Zahlen für den Holzeinschlag zusammen. Für die vier Bezugsregionen wird für die nachfolgenden Betrachtungen für jedes Jahr innerhalb des Bezugszeitraums jeweils der Gesamt-, der Stammholz- und der Industrieholzeinschlag über alle Baumarten genutzt.

### 2.2.3 Statistische Verfahren

Um die Frage zu untersuchen, ob zwischen der Veränderung des Holzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft, der Säge- und der Holzwerkstoffindustrie ein statistischer Zusammenhang besteht, wurden drei verschiedene Wertepaargruppen analysiert. Ausschlaggebend für die Auswahl der Gruppen war der direkte funktionale Zusammenhang zwischen Holzeinschlag und Branche/Branchengruppe. Die Wertepaare für die Jahre innerhalb des Betrachtungszeitraums 1999 bis 2006 setzen sich wie folgt zusammen: Der Gesamteinschlag wird den Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft, der Stammholzeinschlag den Beschäftigtenzahlen in der Sägeindustrie und der Industrieholzeinschlag den Beschäftigten in der Holzwerkstoffindustrie jeweils in absoluten Zahlen gegenübergestellt. Diese Analyse erfolgte für jedes der vier betrachteten Bundesländer separat.

Für diese drei Wertepaargruppen wurden der Korrelationskoeffizient nach Pearson sowie die zweiseitige Signifikanz unter Anwendung des Programms SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) ermittelt.

## 3. ERGEBNISSE

### 3.1 Holzeinschlag

Innerhalb des Betrachtungszeitraums von 1999 bis 2006 ist für alle vier Bezugsregionen eine Einschlagssteigerung zu verzeichnen (Tab. 2). Diese schwankt von +17% in Sachsen bis zu +94% in Brandenburg. Wie aus Abb. 1 hervorgeht, verteilt sich die Einschlagssteigerung aber nicht in jedem Fall gleichmäßig auf die Sortimentsgruppen Säge- und Industrieholz. Hervorzuheben ist, dass in Brandenburg und Sachsen die Einschlagssteigerung zum überwiegenden Teil beim Stammholz erfolgte. In Brandenburg betrug die Einschlagssteigerung bei dieser Sortimentsgruppe sogar +257%.

Eine in allen vier Bundesländern mit dem Programm SPSS 15.0 (SPSS Inc., Chicago, IL) mindestens auf einem Niveau von 0,05 zweiseitig signifikante Spearman Rangkorrelation zwischen der Höhe des Holzeinschlags und der Erhöhung der Jahreszahl macht deutlich, dass es sich bei der Holzeinschlagserhöhung um eine kontinuierliche Entwicklung handelt.

### 3.2 Beschäftigungsentwicklung

Im Hinblick auf die Entwicklung der Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den drei betrachteten Branchen weisen die Bezugsregionen von 1999 bis 2006 teilweise deutliche Unterschiede auf (Tab. 3). In allen vier Regionen ist für den Bereich der Forstwirtschaft ein Rückgang der Beschäftigtenzahlen zu verzeichnen. Dieser liegt zwischen 21% in Nordrhein-Westfalen und 49% in Brandenburg. Da hierbei aber keine Stellen des öffentlichen Dienstes enthalten sind (siehe 2.2.1), ist dieser Rückgang nicht mit einem Stellenabbau innerhalb von Verwaltungen zu erklären.

Bei der Sägeindustrie weist lediglich Sachsen eine nahezu unveränderte Beschäftigtenzahl auf. In den anderen drei Bundesländern

Tab. 2

**Gesamt-, Stamm- und Industrieholzeinschlag (ZMP 2007) in Nordrhein-Westfalen, Hessen, Brandenburg und Sachsen in den Jahren 1999 und 2006 sowie die Veränderung in diesem Zeitraum in Prozent.**

**Annually harvested timber volume, roundwood and industrial wood (ZMP 2007) in North Rhine-Westphalia, Hesse, Brandenburg and Saxonia in 1999 and 2006 and relative change in this period [%].**

Holzeinschlag		Holzeinschlag [1.000 m <sup>3</sup> o. R.] und die Veränderung [%]			
		NRW	H	BB	S
Gesamt	1999	3.285	4.751	2.070	1.102
	2006	4.581	5.694	4.021	1.285
	Veränderung	39	20	94	17
Stammholz	1999	2.109	2.864	750	582
	2006	2.925	3.166	2.677	739
	Veränderung	39	11	257	27
Industrieholz	1999	1.176	1.887	1.320	520
	2006	1.657	2.528	1.344	546
	Veränderung	41	34	2	5

ist jeweils ein Arbeitsplatzabbau zu verzeichnen, wobei dieser in den beiden westlichen Bundesländern stärker ausfällt. Bei der Holzwerkstoffindustrie zeigen die beiden westlichen Bundesländer deutliche Arbeitsplatzverluste, wo hingegen die beiden östlichen Bundesländer einen Anstieg der Beschäftigtenzahlen aufweisen. Vergleicht man die vier Bundesländer hinsichtlich der drei verschiedenen Wertepaargruppen untereinander, ergibt sich ein ähnliches Bild (*Abb. 1*).

### 3.3 Korrelationsanalyse

Bei der Betrachtung der Ergebnisse aller Korrelationsanalysen (*Tab. 4*) ist festzustellen, dass bis auf die Entwicklung des Industrieholzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Holzwerkstoffindustrie in Sachsen, wo eine signifikant positive Korrelation besteht, alle betrachteten Wertepaargruppen hoch signifikant bis nicht signifikant negativ korreliert sind. So sind in NRW die Veränderung des Gesamteinschlags und die der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft nicht signifikant negativ, die des Stammholzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Sägeindustrie signifikant negativ und die des Industrieholzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Holzwerkstoffindustrie hoch signifikant negativ korreliert. Hingegen ist in Sachsen die Veränderung des Gesamteinschlags und die der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft hoch signifikant negativ, die des Stammholzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Sägeindustrie nicht signifikant negativ und die des Industrieholzeinschlags und der Beschäftigtenzahlen in der Holzwerkstoffindustrie signifikant positiv korreliert. Die Entwicklungen der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft und des Gesamteinschlags sind in NRW nicht signifikant negativ, in Hessen und Brandenburg signifikant negativ und in Sachsen hoch signifikant negativ korreliert. Dem gegenüber sind die Entwicklungen der Beschäftigtenzahlen in der Holzwerkstoffindustrie und des Industrieholzeinschlags in NRW hoch signifikant negativ,

Tab. 3

**Anzahl der Beschäftigten in den Branchen Forstwirtschaft, Sägeindustrie und Holzwerkstoffindustrie in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen [NRW], Hessen [H], Brandenburg [BB] und Sachsen [S] in den Jahren 1999 und 2006 (BA 2007) sowie die Veränderung in diesem Zeitraum in Prozent.**

**Number of employees in forestry, the sawmill industry and the wood-based panel industry in the federal states of North Rhine-Westphalia [NRW], Hesse [H], Brandenburg [BB] and Saxonia [S] in 1999 and 2006 (BA 2007) and their alteration in this period [%].**

Branche		Anzahl Beschäftigte und die Veränderung [%]			
		NRW	H	BB	S
Forstwirtschaft	1999	2.092	1.944	2.733	2.331
	2006	1.652	1.287	1.399	1.266
	Veränderung	-21	-34	-49	-46
Sägeindustrie	1999	5.338	2.468	1.067	1.087
	2006	3.678	1.630	908	1.090
	Veränderung	-31	-34	-15	0
Holzwerkstoffindustrie	1999	7.904	810	936	658
	2006	5.811	361	1.106	928
	Veränderung	-27	-55	+18	+41

in Hessen und Brandenburg nicht signifikant negativ und in Sachsen signifikant positiv korreliert.

Lediglich zwei Tendenzen lassen sich aus diesen Korrelationsanalysen ableiten. Zum einen ist bei drei der vier Bundesländer die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft signifikant bzw. hoch signifikant negativ mit der Entwicklung des Holzeinschlags korreliert. Zum anderen weisen die westdeutschen Länder NRW und Hessen eine signifikant negative Korrelation zwischen der Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in der Sägeindustrie und des Stammholzeinschlags auf, was bei den beiden ostdeutschen Ländern nicht der Fall ist.

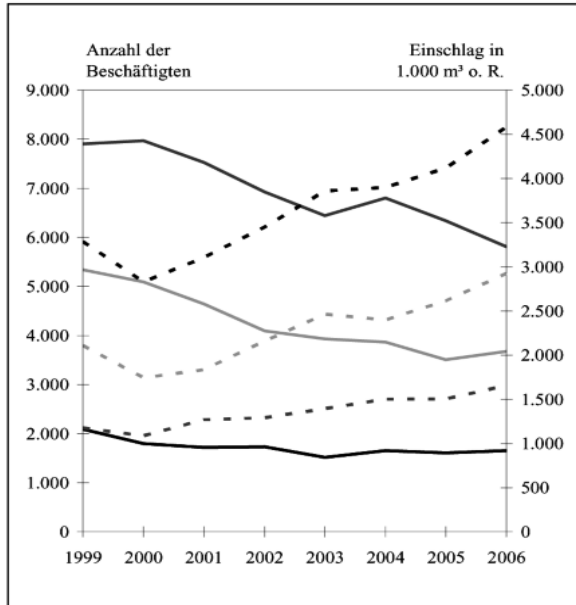
Da die Einschlüsse in allen betrachteten Bundesländern und über alle Sortimente im Betrachtungszeitraum steigen (*vgl. Tab. 2* und *Abb. 1*) bedeutet die überwiegend negative Korrelation mit den Beschäftigtenzahlen einen Beschäftigungsrückgang bei gleichzeitiger Einschlagserhöhung (*vgl. Tab. 3* und *Abb. 1*).

## 4. DISKUSSION

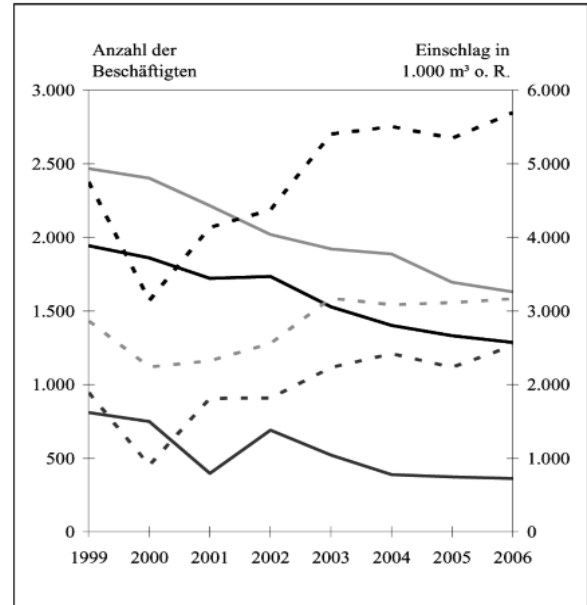
Die Zusammenstellung der Daten für den Holzeinschlag (*Tab. 2*) und die Beschäftigtenzahlen (*Tab. 3*) wie auch die Darstellung der Entwicklung der Holzeinschlags- und Beschäftigtenzahlen über den Betrachtungszeitraum (*Abb. 1*) verdeutlichen, dass es in den betrachteten Bundesländern gegenläufige Entwicklungen gibt. Steigen die Holzeinschlüsse mit zwischenjährigen Schwankungen zwischen 1999 und 2006 in allen vier Ländern an, sinken zeitgleich die Beschäftigtenzahlen, mit Ausnahme der Holzwerkstoffindustrie in Brandenburg und Sachsen sowie einer gleich bleibenden Beschäftigtenzahl in der sächsischen Sägeindustrie.

Diese gegenläufigen Entwicklungen spiegeln sich auch in den Korrelationsanalysen wider, bei denen, mit einer Ausnahme, die Holzeinschlags- und die Beschäftigtenzahlen, wenn auch mit stark variierenden Signifikanzniveaus, negativ korreliert sind. Dieser

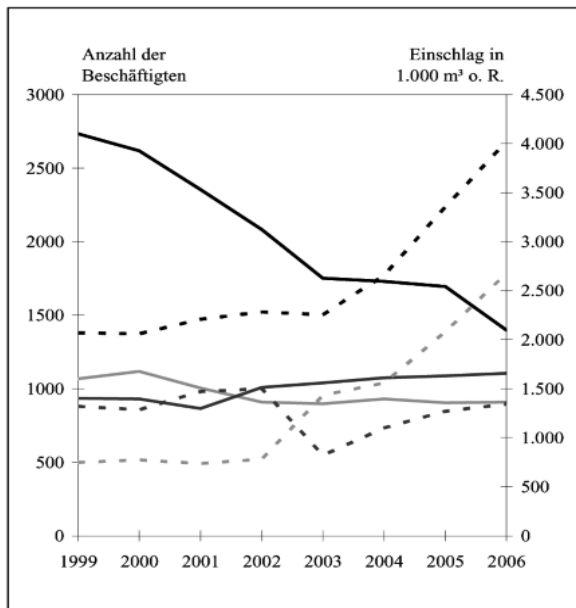
### Bundesland Nordrhein-Westfalen



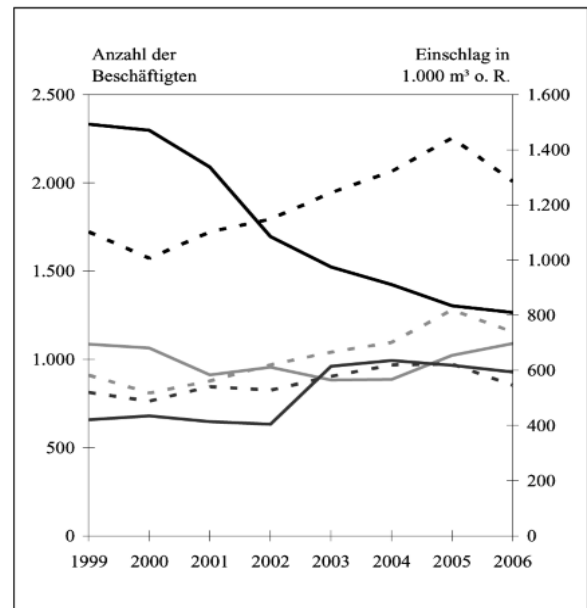
### Bundesland Hessen



### Bundesland Brandenburg



### Bundesland Sachsen



- Beschäftigte Forstwirtschaft
- Beschäftigte Sägeindustrie
- Beschäftigte Holzwerkstoffindustrie
- - Gesamteinschlag
- - Stammholzeinschlag
- - Industrieholzeinschlag

Abb. 1

Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in der Forstwirtschaft, der Sägeindustrie und der Holzwerkstoffindustrie von 1999 bis 2006 (BA 2007) sowie des Gesamt-, Stammholz- und Industrieholzeinschlags (ZMP 2007) in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Hessen, Brandenburg und Sachsen.

Employment development in forestry, the sawmill industry and the wood-based panel industry between 1999 and 2006 (BA 2007) and development of the annually harvested timber volume split into roundwood and industrial wood assortments (ZMP 2007) in the federal states North Rhine-Westphalia, Hesse, Brandenburg and Saxonia.

Tab. 4

**Korrelationskoeffizienten nach Pearson und zweiseitige Signifikanz für die Wertepaargruppen Beschäftigte in der Forstwirtschaft und Gesamteinschlag, Beschäftigte in der Sägeindustrie und Stammholzeinschlag und Beschäftigte in der Holzwerkstoffindustrie und Industrieholzeinschlag in den Bundesländern Nordrhein-Westfalen [NRW], Hessen [H], Brandenburg [BB] und Sachsen [S] zwischen 1999 und 2006 (n = 8) (Auswertung mit SPSS 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL).**

**Results of a Pearson Correlation with bilateral significance for the paired values “employees in forestry and annually harvested timber volume”, “employees in the sawmill industry and annually cut round wood volume” and “employees in wood-based panel industry and annually cut industrial wood volume” in the federal states of North Rhine-Westphalia, Hesse, Brandenburg and Saxonia between 1999 and 2006 (n = 8) (Analysis with SPSS 15.0, SPSS Inc., Chicago, IL).**

		NRW	H	BB	S
Beschäftigte Forstwirtschaft und Gesamteinschlag	Korrelation nach Pearson	-0,537	-0,787 *	-0,795 *	-0,897 **
	Signifikanz (2-seitig)	0,170	0,020	0,018	0,003
Beschäftigte Sägeindustrie und Stammholzeinschlag	Korrelation nach Pearson	-0,806 *	-0,713 *	-0,624	-0,016
	Signifikanz (2-seitig)	0,016	0,047	0,098	0,970
Beschäftigte Holzwerkstoffindustrie und Industrieholzeinschlag	Korrelation nach Pearson	-0,941 **	-0,692	-0,391	0,827 *
	Signifikanz (2-seitig)	0,001	0,057	0,338	0,011

\* Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant (= signifikante Korrelation).

\*\* Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant (= signifikante Korrelation).

Zusammenhang darf aber nicht so ausgelegt werden, dass eine Steigerung des Holzeinschlags zum Abbau von Arbeitsplätzen führt. So lassen sich sicherlich gleich bleibende oder sinkende Beschäftigtenzahlen bei gleichzeitiger Einschlagserhöhung in einem gewissen Umfang durch Rationalisierung und Produktivitätssteigerungen erklären. Das aber solche Effekte allein für die aufgezeigten Entwicklungen verantwortlich sind, kann bezweifelt werden.

Weitere Gründe dafür, dass im regionalen Maßstab von Bundesländern auf der Grundlage der vorliegenden Zeitreihen kein tendenziell positiver Beschäftigungseffekt eines erhöhten Holzeinschlags nachgewiesen werden kann, können in der Verlagerung von Verarbeitungskapazitäten, dem Rohholzexport aus den Regionen heraus und dem Einsatz von Arbeitskräften, die nicht in den Bezugsregionen ansässig bzw. nicht sozialversicherungspflichtig beschäftigt sind, vermutet werden. Diese Multikausalität für Entwicklungen in der Forst- und Holzwirtschaft verdeutlicht, dass auch komplexe Lösungsansätze zur Förderung dieses Wirtschaftsbereichs erforderlich sind, die sich aber an den jeweils vorliegenden Rahmenbedingungen in den Bezugsregionen orientieren müssen.

## 5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Arbeitshypothese, dass regional steigende Holzeinschläge allein bereits auch zu einer Schaffung von Arbeitsplätzen in der Region führen, muss auf Grundlage der hier vorgenommenen Auswertungen verneint werden. Die aus der Hypothese abgeleiteten und in der Einleitung vorgestellten forstpolitischen Ansätze scheinen die u. a. von ESSMANN et al. (2007) dargelegten Einflüsse der Globalisierung auf den Cluster Forst und Holz zu verkennen. Es gilt daher neben der Holzmobilisierung auch weiterhin, die Bemühungen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und der Rahmenbedingungen für die Forst- und Holzwirtschaft insbesondere von Seiten der Politik zu erhöhen, um die Holz basierten Wertschöpfungsketten möglichst lange innerhalb der jeweiligen Region zu halten und dadurch positive Beschäftigungseffekte zu erzielen, wie sie in der Holzwerkstoffindustrie in Brandenburg und Sachsen bereits zu verzeichnen sind.

Hierzu können aufgrund der regional stark schwankenden Verhältnisse jedoch keine allgemeingültigen Strategien herangezogen werden. Vielmehr müssen diese an die jeweiligen Notwendigkeiten und Entwicklungen in den verschiedenen Bundesländern/Regionen

ausgerichtet und somit auch regional entwickelt werden. Geeignete, ganzheitliche Ansätze hierzu können in regionalen Clusterinitiativen wie beispielsweise in Bayern, Sachsen oder Mecklenburg-Vorpommern gesehen werden.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund eines welt- bzw. europa- und deutschlandweit gestiegenen Holzverbrauchs wurden in den letzten Jahren die Bemühungen zur Mobilisierung insbesondere im Privat- und Kommunalwald vorhandener und nachhaltig nutzbarer Holzvorräte verstärkt. Die im Text vorgestellte Literaturrecherche zeigt, dass sowohl in wissenschaftlichen wie auch forstpolitischen Veröffentlichungen die begründete These aufgestellt wird, zusätzliche Holzmobilisierung führe zur Schaffung von Arbeitsplätzen in den betroffenen Regionen. Der Artikel geht anhand von Zeitreihen zum Holzeinschlag und -verkauf (Tab. 2) sowie der Beschäftigungsentwicklung in der Forstwirtschaft, der Säge- und Holzwerkstoffindustrie der Jahre 1999 bis 2006 (Tab. 3) am Beispiel der Bundesländer Nordrhein-Westfalen, Hessen, Brandenburg und Sachsen (Tab. 1) der Frage nach, ob dieser Zusammenhang nachweisbar ist. Korrelationsanalysen (Tab. 4) zeigen jedoch für den betrachteten Zeitraum, dass den deutlich und stetig gestiegenen Holzeinschlägen in den vier Bundesländern in der Regel ein deutlicher Arbeitsplatzabbau in den untersuchten Branchen des Clusters Forst und Holz gegenüber steht (Abb. 1). Ein zusätzlicher Holzeinschlag allein führt demnach nicht zu mehr Beschäftigung in der betroffenen Region. Es gilt daher, neben der Holzmobilisierung auch weiterhin die Bemühungen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und der Rahmenbedingungen für die Forst- und Holzwirtschaft insbesondere von Seiten der Politik zu erhöhen, um die Holz basierten Wertschöpfungsketten möglichst lange innerhalb der jeweiligen Region zu halten und dadurch positive Beschäftigungseffekte zu erzielen.

## 7. DANKSAGUNG

Unser Dank gilt der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR), die die Untersuchungen aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz ermöglicht hat, sowie der Landesregierung Nordrhein-Westfalens für die finanzielle Unterstützung der wissenschaftlichen Arbeiten des Wald-Zentrums der WWU Münster.

## 8. Abstract

Title of the paper: *Does timber mobilization effect a regional generation of new jobs in the forest and wood-based industries?*

Due to an overall increase of wood consumption in Germany, Europe and worldwide, the sustainable mobilization of additional timber resources – especially in private and community forests – gained in importance during the last years. In the course of this study an extensive literature survey has been carried out, which proves that recent scientific and forest-political publications assume that an additional timber mobilization leads to the generation of new jobs in the forest and wood-based industries in an area.

This paper investigates the validity of this assumption by comparing time series of the annually cut timber volume (*Tab. 2*) and employment development between 1999 and 2006 for the forestry sector, the sawmill industry and the wood-based panel industry (*Tab. 3*) in the federal states of North Rhine-Westphalia, Hesse, Brandenburg and Saxonia (*Tab. 1*). Applying a Pearson correlation analysis with a bilateral significance (*Tab. 4*), results show that despite the obvious increase of annually cut timber, a significant decrease in employment can be observed in all four federal states studied (*Fig. 1*).

Hence additional logging does not induce a higher rate of employment in the studied regions. Beyond an additional timber mobilization it is thus essential to increase forest-political efforts to improve the competitiveness and general conditions in the forest and wood-based industries. Furthermore it is crucial to maintain the value added in the area in order to achieve positive employment effects.

## 9. Sommaire

Titre de l'article: *Est-ce que la mobilisation du bois amène à une croissance de l'emploi dans la filière forêt et bois?*

En raison d'une utilisation du bois croissante à l'échelon mondiale, européenne et allemand, les efforts de mobilisation des ressources en bois se sont renforcées, en particulier pour les forêts privées et communales. Conformément aux résultats des recherches bibliographiques présentées ci-après, issus de publications politico-forestières et également de publications scientifiques, cette thèse s'attachera à vérifier la véracité de l'hypothèse qu'une mobilisation de bois (*Tab. 2*) plus importante pourrait permettre de favoriser la création des nouveaux emplois dans les régions étudiées (*Tab. 3*), avec des bénéfices directes pour celles-ci.

La structuration de cette réflexion découlera d'une interrogation sur la possible démonstration d'une corrélation entre les données annuelles d'exploitation forestière et de commercialisation des bois, et le développement des emplois pour la filière forêt et bois (sylviculture et exploitation, 1<sup>ère</sup> et 2<sup>nde</sup> transformation) pour la période allant de 1999 à 2006, dans les régions allemandes de Rhénanie du Nord/Westphalie, Hesse et Brandebourg, et l'état libre de Saxe (*Tab. 1*).

L'analyse des corrélations observées (*Tab. 4*) pour cette période tend à montrer qu'un accroissement des volumes de bois exploités, dans les quatre régions étudiées, entraîne généralement une suppression d'emploi (*Fig. 1*). Par conséquent, il peut être interprété qu'une plus forte mobilisation de bois ne conduit pas à la croissance des emplois dans les régions en question.

En conséquence, il faudrait renforcer les efforts visant à améliorer la compétitivité et les conditions générales pour la filière forêt et bois, notamment sur les aspects politiques, et c'est seulement de cette manière que la valeur ajoutée basée sur cette filière pourra engendrer de réels effets positifs sur les emplois liés à ce secteur d'activité.

## 10. Literatur

- BA [Bundesagentur für Arbeit] (2007): Auswertung der Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Cluster Forst und Holz im Auftrag des Wald-Zentrums
- BEMMANN, A., J. PRETSCH und A. SCHULTE (2008): Baumplantagen weltweit. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen (zur Publikation angenommen).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2007): Die Bundeswaldinventur 2. [www.bundeswaldinventur.de](http://www.bundeswaldinventur.de).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ, ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (Hg.) (2004): Verstärkte Holznutzung. Zugunsten von Klima, Lebensqualität, Innovationen und Arbeitsplätzen (Charta für Holz). Berlin. 26 S.
- BUNDESRAT (2001): Unterrichtung durch das Europäische Parlament: Entschließung des Europäischen Parlaments zu der Mitteilung der Kommission über den Stand der Wettbewerbsfähigkeit der Holz verarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige in der EU (Drucksache 113/01). Bundesrat, Berlin, 10 S.
- BODELSCHWINGH, E. VON, J. BAUER und W. WARKOTSCH (2005): WBV Logistik-Studie: Impulse für die Mobilisierung von Rundholz im Kleinprivatwald. AFZ-DerWald **60**, 955–958.
- ESSMANN, H. F., G. ANDRIAN, D. PATTENELLA und P. VANTOMME (2007): Einfluss der Globalisierung auf Wald und Forstwirtschaft. Allg. Forst- Jagdztg. **178** (4), 59–68.
- FAO (2007): State of the world's Forests. Food and Agriculture Organisation, Rome.
- FAOSTAT (2008): Statistische Datenbank der FAO [[www.faostat.fao.org](http://www.faostat.fao.org)]. Food and Agriculture Organisation, Rome.
- FRITSCH, U. R. (2004): Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse. Öko-Institut e.V. Freiburg. 262 S.
- HOPPE, W. (2005): Holz hat Zukunft in Deutschland. „Depression“ ist ein Fremdwort bei Pollmeier – Große Chancen für die Branche. Forstmaschinen-Profi **12**, 38–39.
- HUBER, W. (2007): Metastudie zur Mobilisierung von Holzreserven aus dem österreichischen Kleinwald. Systematischer Review von Kleinwaldstudien aus fünf Jahrzehnten. Wien. (Lignovisionen, Band 17). 146 S.
- JAENSCH, K. und J. HARSCH (2007): Der Cluster Forst und Holz in Hessen. Bestandsanalyse und Entwicklungschancen. Hessen Agentur GmbH. Wiesbaden. (Report, 712). 139 S.
- KIES, U., T. MROSEK und A. SCHULTE (2008): A statistics-based method for cluster analysis of the forest sector at the national and subnational level in Germany. Scandinavian Journal of Forest Research **23** (in Druck).
- KOMMISSION DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFT (1999): Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen: Der Stand der Wettbewerbsfähigkeit der Holzverarbeitenden Industrie und verwandter Industriezweige in der EU (KOM (1999) 457 endg.). Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaft, Luxemburg, 19 S.
- MROSEK, T. und A. SCHULTE (2004): Clusterstudie Forst- und Holzwirtschaft: Problemstellung, Konzept, Erfahrungen und Ausblick. Allgemeine Forstzeitschrift / Der Wald **59**, 1261–1263.
- MROSEK, T., U. KIES und A. SCHULTE (2005): Clusterstudie Forst und Holz Deutschland 2005. Forst- und Holzwirtschaft hat sehr große volkswirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Bedeutung. Holz-Zentralblatt **131** (84), 1113–1117.
- MURPHY, J. A., P. M. SMITH und J. WIEDENBECK (2007): Wood residue utilization in Pennsylvania: 1988 vs. 2003. Forest Prod. J. **57** (4), 101–106.
- MUTZ, R. (2007): Privatwaldforschung in Deutschland: Überblick und Folgerungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen **158** (9), S. 285–292.
- MUTZ, R., J. BORCHERS und G. BECKER (2002) Forstliches Engagement und forstliches Engagementpotenzial von Privatwaldbesitzern in Nordrhein-Westfalen – Analyse auf der Basis des Mixed-Rasch-Modells. Forstw. Cbl. **121** (1), 35–48.
- PORTER, M. E. (1998): On Competition. Harvard Business School Press, Boston, 485 S.
- RAUCH, P. und M. GRONALT (2005): Evaluating organisational designs in the forestry wood supply chain to support Forest Owners' Cooperations. Small-Scale Forestry **4** (1), 53–68.
- RAUCH, P. (2007): SWOT analyses and SWOT strategy formulation for forest owner cooperations in Austria. Eur. J. For. Res. **126** (3), 413–420.
- RÜTHER, B., J. HANSEN, A. LUDWIG, H. SPELLMANN, J. NAGEL, B. MÖHRING und M. DIETER (2007): Clusterstudie Forst und Holz Niedersachsen. Göttingen: Univ.-Verl. Göttingen. 103 S.
- SCHMIDT, L. (2005): Holz wird einer der wichtigsten Rohstoffe der Zukunft sein ... Holzmobilisierung wird Daueraufgabe der Forst- und Holzwirtschaft sein, insbesondere im Hinblick auf immer knapper werdende endliche Rohstoffe. Holz-Zentralblatt **131** (98), 1346.
- SCHULTE, A., M. BECKER, F.-J. LÜCKGE, L. LEHNER, H. RÖDER, M. A. BAUMS, W. MEYER und U. BLUMENREICH (2002): Struktur- und Marktanalyse der Forstwirtschaft und der Holz verbrauchenden Industrie in Nordrhein-Westfalen. Clusterstudie Forst und Holz NRW. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.

- SCHULTE, A. (2003): Nordrhein-Westfalen zieht Bilanz für Forst und Holz. Cluster-Studie weist unerwartete volkswirtschaftliche Größe der Forst- und Holzwirtschaft aus. *Holz-Zentralblatt* **129 (74)**: 1018–1019.
- SCHULTE, A. (2007): Dendromasse – Trends und Interdependenzen. *Forstarchiv* **78 (3)**, 59–64.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2003): Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2003 (WZ 2003). Mit Erläuterungen. Wiesbaden. Metzler Poerschel Verlag, 860 S.
- SUDA, M., S. SCHAFFNER und G. HUML (2007): Motivieren und mobilisieren – vom Besitzer zum Nutzer. *Forst und Holz* **62 (11)**, 32–35.
- THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT (Hg.) (2007): Cluster Forst und Holz. Chancen für Thüringen. Erfurt. 24 S.
- UNECE [United Nations Economic Commission for Europe, FAO Food and Agriculture Organization] (2005): European Forest Sector Outlook Study (EFSOS). Main report. ECE/TIM/SP/20. Geneva Timber and Forest Study Paper, 20. 265 S.
- UNECE [United Nations Economic Commission for Europe, FAO Food and Agriculture Organization] (Hg.) (2007): Mobilizing Wood Resources. Can Europe's Forests Satisfy the Increasing Demand for Raw Material and Energy under Sustainable Forest Management? New York. 140 S.
- VDP [Verband Deutscher Papierfabriken; Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie] (Hg.) (2006): Position der Zellstoff-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie zur Nutzung des Rohstoffes Holz. Bonn, Gießen. 7 S.
- VHI [Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie] (2006): Stellungnahme zum BMU Konsultationspapier zur Entwicklung eines Instruments zur Förderung der erneuerbaren Energien im Wärmemarkt. [www.vhi.de](http://www.vhi.de). (24.05.2006).
- VHI [Verband der Deutschen Holzwerkstoffindustrie] (Hg.) (2007): Stellungnahme zum Aktionsplan für Biomasse der Europäischen Kommission. Gießen. 2 S.
- VORHER, W. und B. DE GALEMBERT (2006): Central European forest resources and wood utilisation chain. *ipw. International Paperworld* **(9)**, 42–46.
- WENZELIDES, M. und HAGEMANN, H. (2007): Bestimmung des nachhaltig mobilisierbaren Dendromassepotenzials in Nordrhein-Westfalen anhand der Auswertung von Bundes- und Landeswaldinventur. *Forstarchiv* **78 (3)**, 73–81.
- WENZELIDES, M., H. HAGEMANN und A. SCHULTE (2006): Mobilisierbare Holzpotenziale geringer als erwartet. Ergebnisse einer Pilotstudie für Nordrhein-Westfalen zeigen nur sehr begrenzte Reserven an Dendromasse – Teil 1. *Holz-Zentralblatt* **132 (38)**, 1090.
- WIPPEL, B. und G. BECKER (2007): Stand der HAF-Pilotprojekte in der Lausitz und der Westeifel. Erfolgreiche Mobilisierung ist möglich. *AFZ-DerWald* **62**, 768–769.
- ZMP [Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH] (2007): *Marktbilanz Forst und Holz 2007*, 147 S.

## Wald-Energieholzaufkommen in Baden-Württemberg

Aus dem Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)

(Mit 4 Abbildungen und 1 Tabelle)

Von G. KAPPLER<sup>✉</sup>, B. KOCH<sup>\*</sup> und L. LEIBLE

(Angenommen Oktober 2008)

### SCHLAGWORTER – KEY WORDS

*Waldrestholz; Energieholz; Potenzial; Aufkommen.*

*Forest residues; energy wood; potential; volume.*

### 1. EINLEITUNG

In Anbetracht der aktuellen Energiesituation kommt einem verstärkten Ausbau der energetischen Biomassenutzung eine besondere Bedeutung zu. Wie LEIBLE et al. (2007) darlegen, stehen hierbei neben den gezielt angebauten Energiepflanzen insbesondere auch große Mengen an bis dato ungenutzten Aufkommen von in der Land- und Forstwirtschaft anfallenden biogenen Nebenprodukten einer energetischen Nutzung zur Verfügung. Hinsichtlich der forstlichen Nutzung richtet sich das Augenmerk auf die Mobilisierung bzw. energetische Nutzung von Holzsortimenten, die als erntetechnisch bedingter Rückstand beim Einschlag von Stammholz bzw. Industrieholz anfallen und unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen weitestgehend ungenutzt im Bestand verbleiben – hier als Waldrestholz (Kronenderbholz, X-Holz, Reisholz) bezeichnet.

Dabei kommt bei der Frage nach den Möglichkeiten und dem Umfang einer energetischen Nutzung dieses Sortiments der Kenntnis über die an einem bestimmten Ort verfügbaren Mengen eine zentrale Bedeutung zu. Dementsprechend richtet sich das Augenmerk nicht nur auf das „wieviel“ Waldrestholz für eine energetische Nutzung bereitgestellt werden kann, sondern auch darauf „wo-wieviel“.

Bezüglich der energetisch nutzbaren Aufkommen an Waldrestholz in Baden-Württemberg wurden inzwischen von diversen Autoren (z. B. SIGMUND und FROMMHERZ, 2000) mehr oder weniger umfangreiche Abschätzungen durchgeführt. Da sich diese Potenzial-Studien entweder nur auf einige ausgewählte und sehr kleinräumige Gebiete oder aber auf Baden-Württemberg als Ganzes beziehen, sind die Ergebnisse solcher Studien nur bedingt für die Planung von Bioenergieanlagen geeignet. Insbesondere für neuartige Konzepte zur Erzeugung von biogenen Kraftstoffen aus holzartiger Biomasse, wie beispielsweise dem Karlsruher bioliq<sup>®</sup>-Verfahren<sup>1)</sup> – dieses besteht aus einem Verbund von mehreren räumlich verteilten Anlagen –, ist die Kenntnis der großräumigen Aufkommenssituation bei gleichzeitig starker regionaler Differenzierung von besonderem Interesse.

Insofern werden in diesem Artikel zunächst die Ergebnisse einer Analyse zu dem künftig zu erwartenden energetisch nutzbaren Aufkommen an Waldrestholz dargestellt, wobei die einzelnen Gemeinden Baden-Württembergs die kleinste räumliche Bezugseinheit dieses Aufkommens darstellen. Grundlage hierbei bildet die vom Autor an der Universität Freiburg (Institut für Forstökonomie, Abteilung FELIS, 2008) durchgeführte Dissertation bei der im Rahmen einer systemanalytischen Untersuchung zum bioliq<sup>®</sup>-Konzept auch eine detaillierte Aufkommensanalyse durchgeführt wurde.

<sup>1)</sup> Das am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte „bioliq“-Konzept sieht vor, in räumlich verteilten Pyrolyseanlagen Holz bzw. Stroh zunächst in einen flüssigen Sekundärenergieträger umzuwandeln, aus dem dann nach Transport zu einer (zentralen) Vergasungs- und Syntheseanlage ein synthetischer Biokraftstoff bereitgestellt werden kann.

<sup>\*</sup>) Universität Freiburg, Institut für Forstökonomie, Abteilung FELIS.

<sup>✉</sup>) Korrespondierender Autor: G. KAPPLER. Email: [Kappler@itas.fzk.de](mailto:Kappler@itas.fzk.de)

## 2. METHODIK

Das Aufkommen an Waldrestholz leitet sich prinzipiell aus der an einem bestimmten Ort vorhandenen bzw. bewirtschafteten Waldfläche im Kontext mit der tatsächlichen Holznutzung ab. Grundlage der Analysen zum Waldrestholzaufkommen bildeten die von der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Freiburg (FVA) übernommenen WEHAM<sup>2)</sup>-Daten (2005), welche die bis zum Jahr 2017 zu erwartenden Vorratsentnahmen für die einzelnen Landkreise Baden-Württembergs zeigen. Hierbei wurde, wie für die erste Periode zwischen den beiden Bundeswaldinventuren registriert, auch für den Zeitraum bis 2017 von einer jährlichen Vorratsentnahme von rund 12,7 Mio. Efm/a ausgegangen. In Anbetracht der geschätzten Waldentwicklungsdynamik würde damit gegenüber dem Bezugsjahr 2002 kein nennenswerter Vorratsabbau erreicht werden.

Aus diesen auf Stadt- bzw. Landkreis zur Verfügung stehenden WEHAM-Daten wurden anteilig Restholzsortimente abgeleitet, und, da der gewünschte Raumbezug nicht gegeben war, diese durch einen Top-down-Ansatz durch Anwendung diverser Verteilungsalgorithmen (Waldflächenanteile, Besitzstruktur, u.a.) mit einem geografischen Informationssystem den jeweiligen Gemeinden als kleinste räumliche Bezugseinheit zugeordnet. Da der Umfang der Nutzung allerdings auch durch Einflussfaktoren wie Gelände- und Eigentumsverhältnisse und insbesondere auch durch rechtliche, technische und ökologische Restriktionen maßgeblich mitbestimmt wird, wurden für die Zuordnung zu den einzelnen Gemeinden verschiedene Kriterien berücksichtigt. Dies waren neben der Baumartenzusammensetzung, den gemeindespezifischen Wald-, Naturschutz- und Sturmwurfflächen insbesondere auch die Eigentumsverhältnisse und topografischen Gegebenheiten (Hangneigungen). Da letztere von besonderer Bedeutung sind, wurde das Aufkommen in Abhängigkeit der Hangneigung in drei unterschiedlichen Nutzungsklassen (leicht – mittel – schwer; vgl. Tab. 1) eingeteilt; diese Einteilung erfolgte in Zusammenarbeit mit der FVA Freiburg (2005).

Hinsichtlich des Holzeinschlages wurde davon ausgegangen, dass sich durch organisatorische Maßnahmen das Einschlagsverhältnis von Öffentlichem Wald (Staats-, Kommunal- und Großprivatwald<sup>3)</sup>; 72% der Gesamtwaldfläche) zu Privatwald

Tab. 1

### Jährlich potenziell verfügbares Aufkommen an Wald-Energieholz – differenziert nach Nutzungsklassen und Eigentumsverhältnissen.

#### Annual potentially available amount of forest assortments for energetic use – differentiated by property and class of utilisation.

Nutzungsklasse	ÖW=Öffentlicher Wald PW=Privatwald						insg.
	leicht		mittel		schwer		
Hangneigung (%)	0 – 13		14 – 36		36 bis max.		
Eigentumsart	ÖW	PW	ÖW	PW	ÖW	PW	
Angenommene Mobilisierungsrate (%)	80	60	70	50	55	45	1200
Frei verfügbares Aufkommen (1000 Mg TM/a)	530	110	330	90	100	40	
	640		420		140		
Frei verfügbares Aufkommen bei 100%-iger Mobilisierungsrate (1000 Mg TM/a)	660	180	470	180	180	90	1760
	840		650		270		

<sup>2)</sup> WEHAM: Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung.

<sup>3)</sup> Der Großprivatwald wurde dem Öffentlichen Wald zugeschlagen, da dort nahezu gleiche Nutzungsstrukturen vorherrschen.

(Mittlerer und Kleinprivatwald; 28% der Gesamtwaldfläche) in Zukunft etwas zugunsten des Privatwaldes verschoben wird. Bedingt durch (Energie-) Preissteigerungen und technische Rationalisierungen könnte mittelfristig die künftige Vorratsentnahme verstärkt auch in etwas steileren Hanglagen erfolgen.

Neben den aus dem erwarteten Holzeinschlag ermittelten Waldrestholzaufkommen, lassen sich aus den Daten der letzten Bundeswaldinventur weitere energetisch nutzbare Holzsortimente ableiten. Dazu gehören Anteile des nicht-verwerteten Abgangs (abgesägte Bäume, die ohne Nutzung im Bestand verbleiben; Totholz wurde nicht berücksichtigt), des Schwachholzes und des Stammholzes. Bei letzterem wurde die Annahme zugrunde gelegt, dass mit Blick auf die positive Vorratsentwicklung und steigender Energiepreise künftig auch eine geringe Menge Stammholz (z.B. Starkholz) eigens zum Zwecke der energetischen Nutzung dem Bestand entnommen werden könnte.

Die Darstellung der räumlichen Verteilung des Aufkommens erfolgt geeigneterweise in Form von kartografischen Abbildungen. Dabei wurde das Aufkommen auf die Bodenfläche der jeweiligen Gemeinden bezogen, da dies einen eindeutigeren Vergleich erlaubt und Ausgangspunkt für die mit der Bereitstellung an einer Anlage zusammenhängenden Transportvorgänge ist.

Auf eine weitergehende Beschreibung der für die Analyse unterstellten methodischen Vorgehensweise soll an dieser Stelle verzichtet werden. Es sei diesbezüglich auf die einleitend erwähnte Dissertation (KAPPLER, 2008) verwiesen.

## 3. ERGEBNISSE

Die durchgeführte Analyse ergibt für Baden-Württemberg ein durchschnittliches Jahresaufkommen an Waldrestholz von etwas über 3 Mio. m<sup>3</sup> (vgl. Abb. 1) was annähernd rund 1,5 Mio. Mg TM entspricht. Hieraus leitet sich eine durchschnittliche Aufkommensdichte von 0,4 Mg TM pro ha Bodenfläche bzw. 1,2 Mg TM pro ha Waldfläche ab, basierend auf der Holzbodenfläche (ohne Blößen und Lücken).

Ausgehend von einer Mobilisierung bestehender Durchforschungsreserven könnten auch bestimmte Mengen an Schwachholz einer energetischen Nutzung zugeführt werden. Dieses beträgt, in Anlehnung an DIETER et al. (2001) unter Berücksichtigung schon ausgeschiedener (Schwachholz-) Vorräte, gegenwärtig schätzungsweise 0,5 Mio. Mg TM (vgl. Abb. 2).

Ein weiteres energetisch nutzbares Holzsortiment, welches unter dem in der Bundeswaldinventur dokumentierten Vorratsabgang subsumiert wird, ist der sogenannte nicht-verwertete Abgang (NV-Holz); dessen verfügbarer Anteil wurde (basierend auf eigenen Annahmen) für Baden-Württemberg auf ca. 0,3 Mio. Mg TM/a (ohne Berücksichtigung von Totholz) geschätzt (vgl. Abb. 2).

Die Menge an Stammholz, welches dem Vorrat zusätzlich entnommen und einer energetischen Nutzung zugeführt werden könnte, dürfte eigenen Abschätzungen zufolge bei rund 0,3 Mio. Mg TM/a liegen (vgl. Abb. 2). Ob bzw. inwieweit dieses Sortiment künftig tatsächlich energetisch genutzt werden wird, hängt maßgeblich von der Entwicklung der Energiepreise und der Holzabsatzmöglichkeiten ab.

Schließlich ergibt sich unter Berücksichtigung dieser genannten Holzsortimente für Baden-Württemberg ein potenzielles Wald-Energieholzaufkommen von insgesamt annähernd 2,6 Mio. Mg TM/a, das einer energetischen Nutzung theoretisch zur Verfügung stünde. Wird hierbei der Anteil des Waldrestholzes abgezogen, welches mittelfristig vorwiegend als Brennholz genutzt werden dürfte – dies sind eigenen Abschätzungen zufolge rund 0,5 Mio. Mg TM/a – verbleiben als theoretisch frei verfügbare



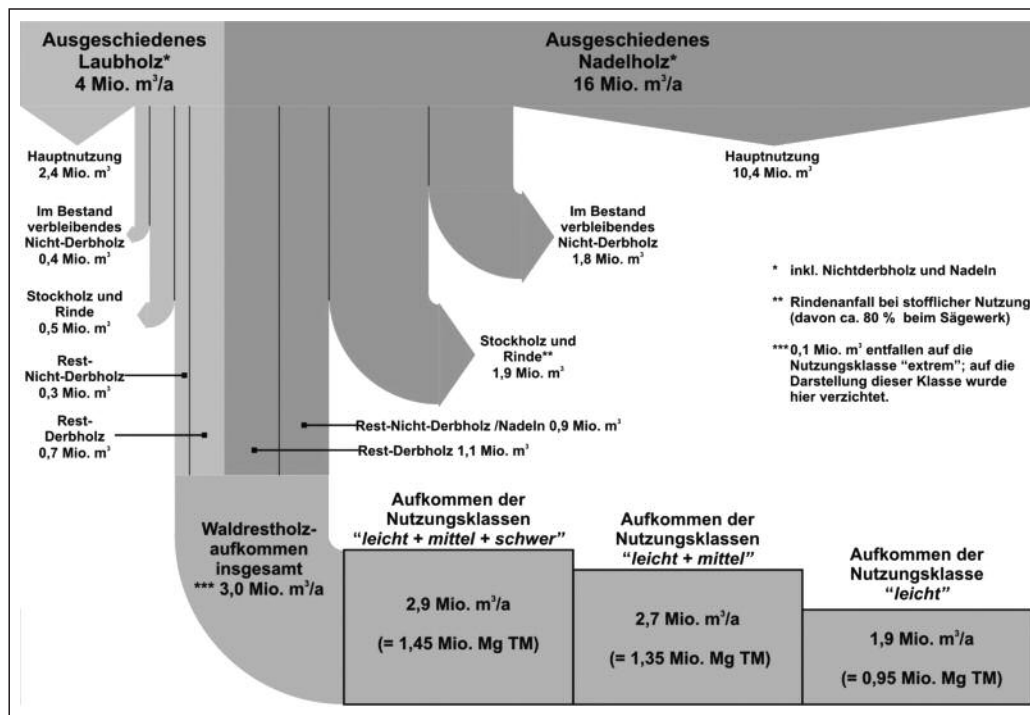


Abb. 1

Ableitung des jährlichen Waldrestholzaufkommens in Baden-Württemberg – (Periode 2002–2017).

Derivation of the annual amount of wood residues in Baden-Württemberg (2002–2017).

Menge noch 2,1 Mio. Mg TM/a (vgl. Abb. 2). Dies dürfte allerdings die Obergrenze darstellen, da in der Praxis nicht alle der genannten Holzsortimente unter den aktuell vorherrschenden technischen wie auch wirtschaftlichen Rahmenbedingungen tatsächlich und in vollem Umfang mobilisierbar sind.

Aus diesem Grund wurden für die Zuteilung zu den erwähnten Nutzungsklassen verschiedene Mobilisierungsraten unterstellt (vgl. Tab. 1). Hierbei liegt die Annahme zugrunde, dass in den nächsten Jahren von stetig steigenden Energiepreisen auszugehen ist. Bei den in der Tabelle zugrunde gelegten Aufkommen wurde allerdings das Stammholz nicht mit einbezogen, da die energetische Nutzung dieses Sortiments nicht unumstritten ist und nur unter sehr günstigen Rahmenbedingungen erfolgen könnte.

In Abhängigkeit der angenommenen Mobilisierungsraten zeigt sich, dass rund die Hälfte des gesamten Aufkommens durch das Aufkommen der Nutzungsklasse leicht und hierbei insbesondere im öffentlichen Wald gebildet wird. Schließlich wurde von der Annahme ausgegangen, dass der in der Praxis zu erwartende Holzeinschlag vorzugsweise im öffentlichen Wald (72% der Gesamtwaldfläche) und überwiegend auf Waldflächen bis zu einer Hangneigung von 13% (45% der Gesamtwaldfläche) stattfinden wird.

Letztlich ergibt sich ein durchschnittlich jährliches Aufkommen von rund 1,2 Mio. Mg TM, welches eigenen Abschätzungen zufolge mit einem Marktpreis von 70 bis 80 €/Mg TM (Bereitstellung von Hackschnitzel frei Waldstraße)<sup>4)</sup> korreliert.

Da in Hinblick auf die eingangs formulierte Fragestellung die räumliche Darstellung der geschätzten 1,2 Mio. Mg TM/a von besonderem Interesse ist, verdeutlicht *Abbildung 3* die Aufkommensdichten der energetisch nutzbaren Sortimente in den einzelnen Gemeinden Baden-Württembergs.

<sup>4)</sup> Vorgehensweise und Ergebnisse zur Wirtschaftlichkeit der Bereitstellung von Wald-Energieholz werden im geplanten Folgeartikel dieser Zeitschrift ausführlich behandelt.

Wie zu erwarten, ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen Verteilung der tatsächlich forstwirtschaftlich genutzten Waldflächen eine sehr inhomogene Verteilung der Aufkommen innerhalb Baden-Württembergs. Dabei treten vor allem die im Bereich des Schwarzwaldes liegenden und aufkommensstarken Gebiete deutlich hervor.

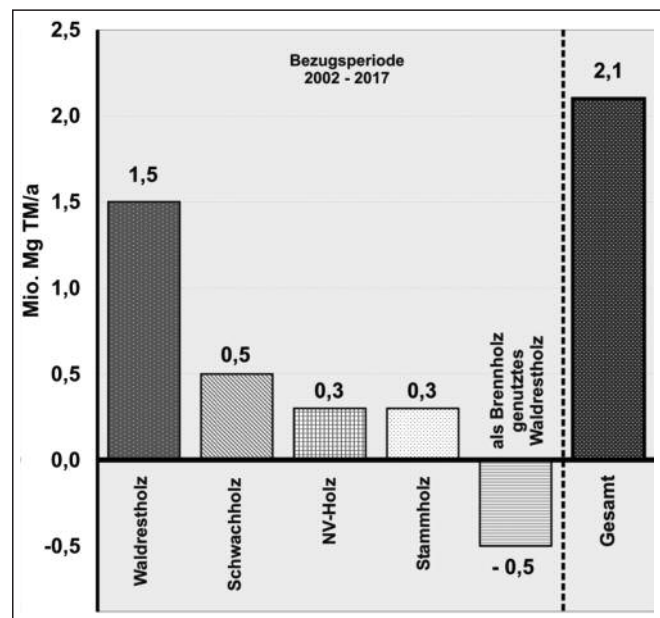


Abb. 2

Geschätztes Aufkommen der potenziell nutzbaren Wald-Energieholzsortimente in Baden-Württemberg.

Estimated volume of potentially usable forest assortments for the energetic use in Baden-Württemberg.

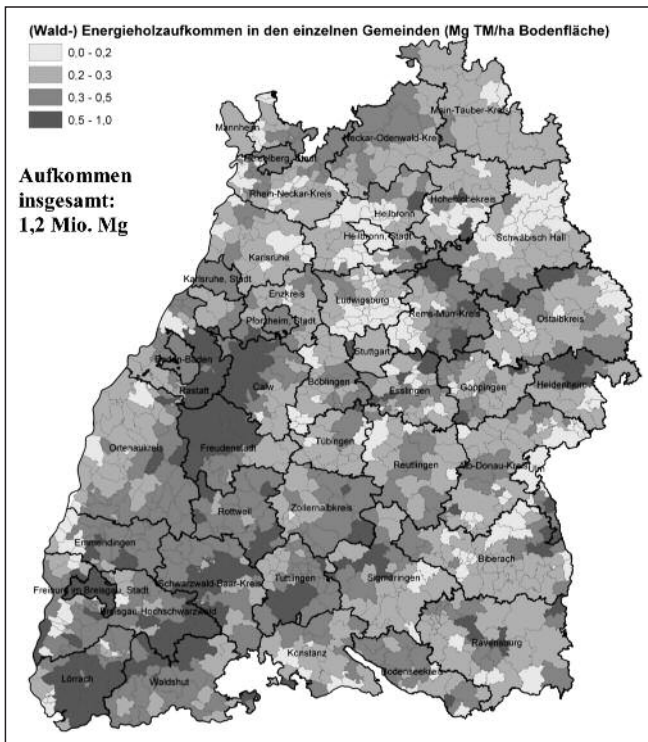


Abb. 3

Wald-Energieholzaufkommen in den Gemeinden Baden-Württembergs – Nutzungsklasse leicht + mittel + schwer.

Volume of forest assortments for energetic use in the municipalities of Baden-Württemberg – class of utilisation: easy + middle + difficult.

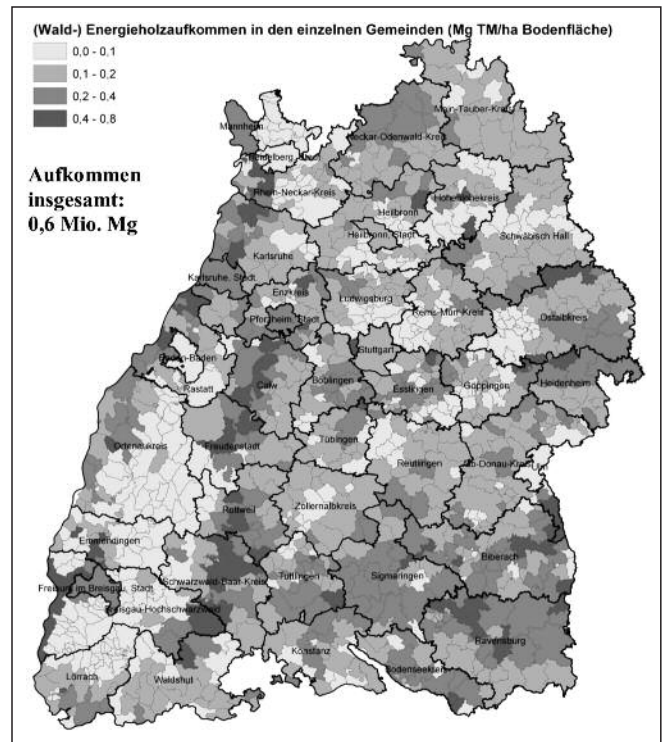


Abb. 4

Wald-Energieholzaufkommen in den Gemeinden Baden-Württemberg – Nutzungsklasse leicht.

Volume of forest assortments for energetic use in the municipalities of Baden-Württemberg – class of utilisation: easy.

Ein erheblich anderes Bild zeigt die räumliche Verteilung des ausschließlich leicht verfügbaren Aufkommens in Höhe von rund 0,6 Mio. Mg TM (vgl. Abb. 4). Dabei erweisen sich Gebiete als vorteilhaft, die im Vergleich zum Schwarzwald zwar über relativ geringe Waldflächenanteile verfügen, dort aber aufgrund geeigneter Geländeverhältnisse leicht zugängliches Waldrestholz mit Aufkommensdichten von bis zu 0,8 Mg TM/ha Bodenfläche aufweisen. Da die im Bereich des aufkommensstarken Schwarzwaldes liegenden Gemeinden kaum leicht verfügbare Aufkommen aufweisen, ist im Schwarzwald – obwohl dort der Holzeinschlag und damit auch das Waldrestholzaufkommen im Vergleich zu anderen Gebieten am höchsten ist – an vielen Orten eine Entnahme von Waldrestholz unter den gegenwärtigen ökonomischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich vielfach nicht sinnvoll.

Für die Planung bzw. Auswahl geeigneter Standorte für Bioenergieanlagen ist das Vorhandensein eines zusammenhängenden Gebietes mit hoher Aufkommensdichte ein entscheidendes Kriterium. Schließlich bestimmt die durchschnittliche Aufkommensdichte im Zusammenhang mit dem Brennstoffbedarf einer Anlage die Größe des Einzugsgebietes und damit auch über die Entfernung, über die die Biomasse transportiert werden muss.

Insofern zeigen eine Reihe einzelner Gemeinden zwar entsprechend hohe Aufkommensdichten, doch sind größere zusammenhängende Gebiete, wie sie für die Versorgung einer Bioenergieanlage mit kostengünstiger Biomasse notwendig sind, mit Ausnahme einiger Landkreise (z.B. Sigmaringen, Ravensburg und Biberach) eher rar.

#### 4. DISKUSSION UND AUSBLICK

Ein grundsätzliches Problem bei der Analyse des Umfangs und der genauen räumlichen Verteilung des energetisch nutzbaren Auf-

kommens ist der Umstand, dass weder der Aufbau der Waldflächen, noch die eigentliche Vorratsentnahme statisch sondern dynamisch ist und somit einer zeitlichen wie auch räumlichen Variation unterliegt. So ergibt sich – je nachdem, in welchem Umfang von einer Mobilisierung der vorhandenen Durchforstungsreserven, einer vollständigen Nutzung des Waldrestholzes (Schlagabraums) und einer Erschließung von Holzsortimenten, die bisher ausschließlich der stofflichen Nutzung reserviert waren, ausgegangen wird – hinsichtlich des energetisch nutzbaren Aufkommens eine mehr oder weniger große Bandbreite.

Wie die Analyse gezeigt hat, verbleiben zum gegenwärtigen Zeitpunkt schätzungsweise bis zu 85% des Waldrestholzaufkommens ungenutzt im Wald. Da allerdings eine leichte Zugänglichkeit oft nicht gewährleistet ist, und rationelle Aushaltungsverfahren (z.B. Kronennutzung, Stammholz-Plus-Konzept) nur bedingt zur Anwendung kommen bzw. kommen können, ist das Aufkommen, welches tatsächlich kostengünstig zur Verfügung steht, stark limitiert. So dürften unter den gegebenen Rahmenbedingungen in Baden-Württemberg nur Waldrestholzsortimente erschließbar sein, die ein günstiges Stück-Masse-Verhältnis bei hoher Aufkommensdichte haben und darüber hinaus in gut erschlossenen und maschinell zugänglichen Gebieten anfallen.

In diesem Zusammenhang sei noch darauf hingewiesen, dass mit Blick auf die Vorratsentwicklung und die gegebenen Nutzungsstrukturen, wie bereits erwähnt, eine bestimmte Menge an Stammholz einer energetischen Nutzung zugeführt werden könnte. Sollten für die Periode 2002 bis 2017 keine außergewöhnlichen Vorratsabgänge (z.B. Sturmereignisse) zu verzeichnen sein, bleibt offen, ob dem Wald wie angenommen durchschnittlich 12,7 Mio. Efm pro Jahr entnommen werden. Sollte dies nicht der Fall sein, ist von einer weiteren Vorratserhöhung auszugehen, weshalb die energeti-

sche Nutzung dieses Holzsortimentes durchaus in Betracht gezogen werden könnte. Weiter ansteigende Energiepreise werden diese Option begünstigen.

Wie TEXTOR (2006) erläutert, könnte darüber hinaus auch durch eine Änderung des Aushaltungsverfahrens (Freiburger Stammholz-Plus-Konzept) das energetisch nutzbare Aufkommen deutlich erweitert werden. So ergibt eine grobe Abschätzung bei einer Änderung der Standardaushaltung auf Stammholz-Plus-Aushaltung ein zusätzlich nutzbares jährliches Aufkommen von rund 1,6 Mio. Mg TM. Dies wäre allerdings als die absolute Obergrenze anzusehen, da hierbei auf eine Industrieholzaushaltung gänzlich verzichtet würde.

Ob bzw. inwieweit die einzelnen Sortimente energetisch oder aber stofflich genutzt werden, ist eine Frage der Rahmenbedingungen und wird in den nächsten Jahren sicherlich noch stärker als bisher auch durch den Energiepreis mitbestimmt.

Auf die Frage, inwieweit die hier abgeleiteten gemeindespezifischen Aufkommen tatsächlich technisch und wirtschaftlich erfassbar sind, wird in einem weiteren Artikel eingegangen. Hierbei wird dann auch aufgezeigt, welche lokalen Unterschiede sich hinsichtlich der Erfassungskosten durch die vor Ort gegebenen Bedingungen (z.B. Geländeverhältnisse) ergeben. Darüber hinaus wird in diesem Folgeartikel anhand einiger exemplarisch ausgewählter Anlagenstandorte in Baden-Württemberg neben der Aufkommenssituation explizit auch auf die Kostensituation der Bereitstellung von Waldrestholz näher eingegangen.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG

Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Nutzung des bis dato weitestgehend ungenutzten Waldrestholzaufkommens, ist die Kenntnis über dessen Menge und Aufkommensort bei der Planung von Bioenergievorhaben von besonderer Bedeutung. Auf Grundlage der WEHAM-Daten lassen sich die Höhe des Aufkommens und dessen räumliche Verteilung ableiten (Abb. 1). So könnten in Baden-Württemberg bis zum Jahr 2017 schätzungsweise rund 1,5 Mio. Mg Trockenmasse (TM) pro Jahr an Waldrestholz und zusätzlich noch rund 0,8 Mio. Mg/a weiterer Holzsortimente (z.B. Schwachholz) einer energetischen Nutzung zugeführt werden (Abb. 2). Unter Berücksichtigung der als Brennholz genutzten Menge an Waldrestholz (0,5 Mio. Mg) und einer unter günstigen Bedingungen zu erwartenden Mobilisierungsrate, ergeben sich schließlich rund 1,2 Mio. Mg frei verfügbares Aufkommen, wobei davon nur ca. die Hälfte tatsächlich leicht verfügbar sein dürfte (Tab. 1).

Hinsichtlich der räumlichen Verteilung dieser 1,2 Mio. Mg TM an frei verfügbarem Aufkommen zeigen sich insbesondere im Bereich des Schwarzwaldes aufkommensstarke Gebiete (Abb. 3). Allerdings sind diese Aufkommen größtenteils nur schwer zugänglich, so dass sich bei Betrachtung des ausschließlich leicht verfügbaren Aufkommens (Abb. 4) klare Präferenzen für die flacheren Gebiete ergeben.

## 6. Summary

Title of the paper: *Volume of forest residues for energetic use in Baden-Württemberg.*

In light of the increasing use of unused forest residues, the knowledge about the amount and sites takes on special relevance in regard to the planning of bioenergy projects. The volume and its spatial dispersion can be derived from the WEHAM-Data (fig. 1).

Therefore, in Baden-Württemberg approximately 1.5 mio. Mg DM/a of forest residues and an additional 0.8 mio Mg DM/a of

other wood assortments (e.g. small dimensioned wood) can be supplied for energetic use until 2017 (fig. 2).

Considering the amount of forest residues which is used as firewood (0.5 mio. Mg DM/a) as well as an expected mobilisation rate under favourable conditions, the available volume amounts to approximately 1.2 mio. Mg DM/a. However, only half of this amount is easily accessible (tab. 1).

Pertaining to the spatial dispersion of these 1.2 mio. Mg DM available volume, the Black Forest displays areas of particularly high volumes (fig. 3). On the other hand, these areas are difficult to access so that it is necessary to analyse the situation in its entirety (cp. fig. 4).

## 7. Résumé

Titre de l'article: *Ressource forestière en bois d'énergie dans le Bade-Wurtemberg.*

Dans le contexte d'une utilisation croissante d'une ressource en rémanents forestiers jusqu'à ce jour très largement inutilisée, la connaissance de son importance et de sa localisation est d'une signification particulière pour la planification de projets bioénergétiques. L'importance de la ressource et sa répartition peuvent être déterminées à partir des données WEHAM (Fig. 1). Ainsi dans le Bade-Wurtemberg jusqu'en 2017 environ 1,5 million t par an de masse sèche (TM) de rémanents forestiers auxquelles s'ajoutent encore environ 0,8 million t par an d'autres produits forestiers (par exemple des bois bruts de faible diamètre) peuvent être affectés à une utilisation énergétique (Fig. 2). Si l'on tient compte de la quantité de rémanents forestiers utilisés en bois de feu (0,5 million t) et d'un taux probable de mobilisation dans de bonnes conditions, ce sont finalement 1,2 million t qui pourraient être disponibles, dont seulement environ la moitié véritablement facilement (Tabl. 1). Quant à la répartition spatiale de cette ressource de 1,2 million t de matière ligneuse sèche effectivement disponible, des territoires à forte ressource ressortent, en particulier dans la zone de la Forêt Noire (Fig. 3). Du reste, ces ressources ne sont, pour la plus grande partie, que difficilement accessibles et de ce fait si l'on ne prend en considération que les ressources facilement disponibles (Fig. 4) les préférences vont nettement aux territoires d'accès les plus faciles.

R. K.

## 8. Literatur

- LEIBLE, L., S. KÄLBER, G. KAPPLER, S. LANGE, E. NIEKE, P. PROPLESCH, D. WINTZER und B. FÜRNBIB (2007): Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz; Wissenschaftliche Berichte FZKA 7170, 117 S.
- SIGMUND, V., und J. FROMMHERZ (2000): Herleitung des verfügbaren Wald-Energieholzpotenzials in Baden-Württemberg auf der Basis der Forsteinrichtungsplanung. Landesforstverwaltung Freiburg, 17 S.
- KAPPLER, G. (2008): Systemanalytische Untersuchung zum Aufkommen und zur Bereitstellung von energetisch nutzbarem Reststroh und Waldrestholz in Baden-Württemberg – eine auf das Karlsruher bioliq®-Konzept ausgerichtete Standortanalyse. Dissertation an der Universität Freiburg. Wissenschaftliche Berichte FZKA 7416, Forschungszentrum Karlsruhe, 169 S.
- FVA (Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg) (2005): Datenauswertung zur Landeswaldinventur. FVA-Freiburg, Abteilung Biometrie.
- BAYER, J. (2005): GIS-Auswertungen zu den Waldflächen Baden-Württembergs (basierend auf ATKIS-Daten, Bezugsjahr 2004); FVA Freiburg, Abteilung Biometrie
- DIETER, M., H. ENGLERT und M. KLEIN (2001): Abschätzung des Rohholzpotenzials für die energetische Nutzung in der Bundesrepublik Deutschland. Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg, 40 S.
- TEXTOR, B. (2006): Bereitstellungsverfahren und Bereitstellungskosten von Waldhackschnitzel. Vortrag am Workshop „Bioenergienutzung in Baden-Württemberg – Bereitstellung von Energieholz aus dem Wald“ im Forstlichen Bildungszentrum Karlsruhe am 17.10.2006.

## Buchbesprechungen

**Geschichte der Forstpflanzenanzucht in Deutschland von ihren Anfängen bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts.** Von BERND BENDIX (Hrsg.). Verlag Kessel, Remagen-Oberwinter 2008. 303 S., 82 Abb. (Fotos, Zeichnungen u. Faksimilés), Verzeichnis der Abkürzungen für Zeitschriften und Periodika, ein Siegel- und Abkürzungsverzeichnis, 653 Literaturangaben, Personenregister, Sachregister, 6 Anlagen, Maßeinheiten der deutschen Länder. ISBN (10): 3-935638-95-7, ISBN (13): 978-3-935638-95-1; 23,00 €.

Obwohl die Anzucht von Forstpflanzen und das Baumschulwesen von großer Bedeutung für die Entwicklung der gesamten Forstwirtschaft sind, hat dieses Gebiet in der forsthistorischen Literatur bisher nur eine Nebenrolle gespielt. Es ist darum sehr verdienstvoll, dass sich der Autor mit großer Sachkenntnis und beeindruckendem Spürsinn der Geschichte der Forstpflanzenanzucht angenommen hat.

Dem Lauf der allgemeinen Geschichte folgend wird das behandelte Thema in der gesamten Breite – vom Pflanzenbedarf nach Baumarten differenziert, von der Wahl der Baumschulstandorte, der räumliche Ordnung und Einrichtung von Baumschulen, der Saatgutbeschaffung und Behandlung, der Anzucht von Sämlingen und Verschulpflanzen, ihrem Schutz, ihrer Lagerung und Verpackung bis hin zum Versand der Pflanzen – behandelt.

Nach einem kurzen Vorwort wird einleitend auf das Wesen, Ziel und die Methodik, aber auch die zeitlichen und sachlichen Grenzen forsthistorischer Forschungen durch einzelne Personen eingegangen sowie die einschlägigen Standardwerke der Forstgeschichte verwiesen.

Wie in diesen wird zuerst auf die Anfänge der Baumpflanzung mit überwiegend mediterranen Arten in der Antike eingegangen. Darauf folgen Mitteilungen über die Baumkultur an Königspfalzen und in Klöstern des hohen Mittelalters. Vor allem letztere haben sich pomologisch (Obstbau) und arbeitsorganisatorisch (Ordensregeln der Zisterzienser) verdient gemacht. Im späten Mittelalter kam es dann – gestützt auf die Schrift *Ruralium commodorum libri XII* des bologneser Senators PETRUS DE CRESCENTIIIS – zur Entwicklung einer gärtnerischen Baumkultur in höfischen Lustgärten.

Vor allem aus Norddeutschland wird berichtet, dass schon im 13. Jahrhundert junge, zur Verpflanzung bestimmte Bäumchen im Wald gewonnen worden sind. Dabei hat es sich meist um Eichen, z.T. auch Linden gehandelt. Sie wurden an Bauernhöfen, auf Eigentumsgrenzen, auf dem Dorfanger und an anderen markanten Plätzen gesetzt. Später kam man zur Pflanzenanzucht in umfriedeten Gärten, worüber vom Verfasser mit Quellen-, Orts- und Personenangaben berichtet wird.

Ein spezielles, zwischen dem Mittelalter und der früher Neuzeit eingefügtes Kapitel wird den forsthistorisch sehr interessanten Markgenossenschaften und Weistümern gewidmet, obwohl diese die Baumschulproblematik nur tangieren. Zu der Anmerkung, dass diese Eigentumsform östlich der Elbe fehlt, wäre zu ergänzen, dass sich dieses Faktum zwanglos aus der ostdeutschen Geschichte ergibt, weil die während der deutsche Ostexpansion eroberten Gebiete grundherrlich dem König als obersten Lehnsherren gehört haben und dann als Lehen an die Reichskirche oder an königliche Vasallen für Verdienste um das Reich vergeben worden sind.

An Hand zahlreicher Beispiele wird dann vom Verfasser gezeigt, dass es bereits im ausgehenden Mittelalter und zu Beginn der frühen Neuzeit zahlreiche Weistümer gegeben hat, in denen Festlegungen zur Anzucht von Forstpflanzen – besonders Eichen – sowie Anlage und Behandlung von Eichelkämpfen enthalten sind. Auf die Weistümer folgten im 16. Jahrhundert – vor allem im norddeutschen Raum – zahlreiche Wald- und Forstordnungen, in denen schon relativ detaillierte Anweisungen zur Anlage und Bewirtschaftung von Kämpfen zu finden sind. Das ergibt sich aus einer generellen Verschlechterung des Waldzustandes und der Sorge um Sicherung der künftigen Holzversorgung. Bemerkenswert ist, dass in Niedersachsen beim Erlass von Forstordnungen die Landstände

Mitspracherechte besaßen. In einer *Holtzordnung* des Herzogs JULIUS VON BRAUNSCHWEIG-WOLFENBÜTTEL (um 1586) wurde schon die Düngung von Kämpfen und die Verschulung von Pflanzen genannt.

Nach Darstellung der Wald- und Forstordnungen des 16. Jahrhunderts informiert der Verfasser über 2 Strömungen der Forstliteratur dieser Zeit. Es handelt sich dabei um Schriften, (a) kameralistisch gebildeter Beamter, welche sich an Werken der Antike orientiert haben, und (b) um Bücher, die von allgemein gebildeten, durch langjährige Tätigkeit in der Praxis erfahrenen Personen verfasst worden sind.

Die Baumschulwirtschaft ist auch Gegenstand der agrargeschichtlich interessanten Hausväterliteratur. Hier sind an erster Stelle die Schriften von Vater und Sohn JOHANNES COLER zu erwähnen. Im 8. Buch ihres Werkes wird in an Anlehnung an THUMBSHIRN u.a. auch über die Pflanzung, Natur, Eigenschaften und Wartung von Wäldern berichtet. Weitere Quellen aus dieser Literaturgattung stellen die Schriften von GEORG ANDREAS BÖCKLER, WOLF HELMHARD VON HOHBERG, FRANZ PHILIPP FLORINUS u.a. dar. Insgesamt wird zur Hausväterliteratur festgestellt, dass sie gegenüber THUMBSHIRN und COLERUS wenig Neues über Baumschulwirtschaft enthält.

Ergiebiger sind die vom Ausgang des 16. Jahrhunderts bis zum Ende des Dreißigjährigen Krieges erschienenen Wald- und Holzordnungen der verschiedenen deutscher Fürstenstaaten. In diesen wird vordergründig über die Anzucht von Eichenheistern in Eichelkämpfen für Anpflanzungen in herrschaftlichen Wäldern Norddeutschlands berichtet. Es folgen Angaben über die Auswirkungen des Dreißigjährigen Krieges in Dörfern, Wäldern und Fluren sowie bedauernde Wissensverluste durch diesen Krieg. Erneut wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, das Landschaftsbild und den Zustand der Wälder durch Anlage von Baumschulen, Baumpflanzungen auf Freiflächen, an Wegrändern und auf Waldlücken zu verbessern. Erwähnenswert sind an dieser Stelle die in mehreren Ländern angewiesenen Pflanzungen von Bräutigamsbäumen und die Kontrolle dieser Maßnahme.

Trotz aller Anstrengungen war der Zustand der Wälder auch im folgenden Jahrhundert noch schlecht und die Furcht vor einer Holznot groß. In dieser nun absolutistisch geprägten Zeit kommt in den Forstgesetzen der meisten Länder ein deutlich härteres Regime zum Ausdruck. Jetzt wird die Anlage von Kämpfen und Baumschulen von oben her angewiesen, Bauern und Tagelöhner werden zu Baumpflanzungen gezwungen und der Vollzug dieser Arbeiten wird meldepflichtig.

Bei den folgenden Betrachtungen über die verschiedenen Territorialstaaten beginnt der Verfasser mit dem Kurfürstentum Sachsen. Von hier stammt das grundlegende Werk *Sylvicultura oeconomica* des Berghauptmannes HANNS CARL VON CARLOWITZ (1713) aus Freiberg. Auch die Abfassung dieser Schrift wurde durch den schlechten Zustand der Wälder und die Furcht vor einer Holznot motiviert. Im 15. Kapitel seines Buches berichtet dieser „*Von der wilden Baumschule*“. Hier behandelt er die Wahl der Baumschulstandorte, die Vorbereitung des Bodens, die Jahreszeit der Saat, die Saatmethode, die Verschulung, die Abdeckung und Pflege der Saaten sowie den Verkauf von Forstpflanzen. Berghauptmann v. CARLOWITZ wird vom Verfasser dieser Schrift als Begründer der Nachhaltigkeit gewürdigt, was bezüglich der Bezeichnung richtig, hinsichtlich des Inhaltes jedoch korrekturbedürftig ist!

Nach v. CARLOWITZ werden aus Kursachsen die gesetzlichen Grundlagen der Gehölzpflanzenanzucht des 17. und 18. Jahrhunderts behandelt, deren Wurzeln aber mehr bei „*Vater August*“ (AUGUST I. VON SACHSEN) und seiner Gemahlin „*Mutter Anna*“ liegen. Vordergründig wird hier auf 2 aus den Jahren 1700 und 1715 stammende Mandate eingegangen, die sich aber mehr auf den Anbau von Obstbäumen an Landstraßen, auf Feldfluren und an Gehöften als auf Aufforstungen und Waldverbesserungen beziehen. 1726 folgt dann noch ein Patent, in dem die Kontrolle dieser Maßnahme durch eine hochrangige Kommission vorgeschrieben wird.

Weitere Anordnungen und Berichte mit überwiegend lokalen Informationen werden erwähnt.

Sehr umfangreich (13 S.), detailliert und konkret wird über die Entwicklung der Forstpflanzenanzucht in Preußen berichtet. 1713 wurde hier unter FRIEDRICH WILHELM I. eine bemerkenswerte Schrift mit dem Titel „*Unterricht/wie mit Anlegung Eichel = Kaempffe/und Pflanzung junger Eichen/Buechen und Kiehnern zu verfahren sey*“ herausgegeben. Sie ist die erste, speziell die Anzucht von Forstpflanzen betreffende, in Preußen verbindliche Richtlinie. In ihr werden mit 17 Punkten die gesamte Technologie der Anzucht von Eichen, abschließend auch Nadelholzpflanzen, beschrieben. Dieser „*Unterricht*“ fand allgemeine Anerkennung. Er wurde bald über Preußens Grenzen hinaus bekannt und berücksichtigt. 1721 wurde er durch eine auch Obstbäume berücksichtigende Declaration ergänzt. Weitere gesetzliche Maßnahmen zur Forstpflanzenanzucht in Preußen folgten in den Jahren 1743 und 1754 unter FRIEDRICH II. und später durch das 1770 gebildete Departement für Forsten (1780, 1787, 1788 und 1791). Auf den folgenden Seiten wird über die Situation in einigen weiteren Territorialstaaten berichtet.

Nach der Mitte des 18. Jahrhunderts ist auch in der Forstwirtschaft und im Baumschulwesen ein genereller Aufschwung zu erkennen. Dieser erklärt sich mit dem aus der Aufklärung folgenden allgemeinen Bildungsfortschritt. Er kommt im Anstieg der forstlichen Publikationstätigkeit deutlich zum Ausdruck. Jetzt traten viele Forstschriftsteller wie DOEBEL (1756), BECKMANN (1759), BÜCHTING (1763), DU HAMEL DU MONCEAU (1763), v. BROCKE (1768), STOCKHAUSEN (1769), SUCKOW (1776), JUNG GEN. STILLING (1781), BURGSDORF (1783), v. WITZLEBEN (1794), WILDENOW (1796) u. a. auf den Plan. Sie berieten in ihren Schriften auch über Forstpflanzenanzucht und trugen zu deren Verbreitung und Verbesserung bei. Dazu gehörten zahlreiche Neuerungen, wie Bodenverbesserung durch Bearbeitung und Düngung, effektivere Saat- und Verschulverfahren, Verkürzungen der Anzuchtdauer, Verbesserung der Baumschulgeräte, des Pflanzenschutzes, der Baumschulgebäude und nicht zuletzt auch solide Kostenkalkulationen.

Einen besonderen Abschnitt (8.6.2) widmet der Verfasser dem Personal, das speziell mit der Forstpflanzenanzucht befasst ist. Diese Aufgabe oblag bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts den herkömmlichen Forstleuten. Nun erforderte der Wissensfortschritt auch auf diesem Gebiet spezielle Kenntnisse, was in einigen Ländern (Preußen, Hessen, z. T. Sachsen) zur Ausbildung des Berufes der *Planteure* führte.

In diese Zeit fallen auch die ersten Anbauversuche fremdländischer Baumarten. Dabei handelt es sich vor allem um Spezies, die im 18. und 19. Jahrhundert von Nordamerika, später auch Ostasien, nach Europa gekommen sind. Sie wurden zuerst von Privatpersonen in Gärten, Arboreten sowie Parkanlagen angepflanzt (BOSE in Leipzig, VON MÜNCHHAUSEN auf Schwöbber, VON VELTHEIM in Harbke, VON BURGSDORF in Tegel u. a.). Damit wurden die Dendrologie und das Baumschulwesen bereichert sowie die Forstwirtschaft zu eigenen, mehr wirtschaftlich orientierten Anbauversuchen inspiriert.

In die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts fällt auch der Beginn einer schulmäßigen Ausbildung von Forstleuten, zuerst an privaten Meisterschulen (v. ZANTHIER 1763 in Ilsenburg, v. USLAR 1790 in Herzberg, 1785 COTTA in Zillbach und 1811 in Tharandt, 1797 HARTIG in Dillenburg u. a.), später auch an staatlichen akademischen Lehr- und Forschungsstätten. Damit war die Entstehung des Lehrgebietes *Forstpflanzenzucht* und die Anlage eigener Lehrgärten, so 1785 in Kiel, 1800 in Gießen, 1811 in Tharandt, 1830 in Eberswalde, 1839 in Riddagshausen und 1881/82 Tübingen verbunden.

Zu einem selbständigen Erwerbszweig entwickelte sich die Forstpflanzenanzucht in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts. Dieser Prozess wurde durch großflächige Umwandlungen standortgemäßer, aber mehr oder weniger devastierter Wälder in vermeintlich ertragreichere, aber artenarme und oft auch labile Nadelbaumforsten stimuliert. Meist war damit eine Abkehr von der natürlichen und Hinwendung zur künstlichen Verjüngung mit Koniferenanbau verbunden. Der daraus resultierende Massenbedarf an

Pflanzgut weniger Baumarten und Pflanzensortimenten wurde bald durch Vergrößerung der Baumschulflächen in der Forst- und privaten Baumschulwirtschaft befriedigt.

Relativ ausführlich wird der Flächenbedarf für Baumschulen, ihre geographische Lage, Einrichtung, Mechanisierung, Bewirtschaftung und Ökonomie im 19. Jahrhundert behandelt (Kapitel 9.4.). Außerdem wird kurz auf die vegetative Vermehrung von Gehölzen, die schon PLINIUS bekannt war, eingegangen.

Abschließend berichtet der Verfasser über regionale Zentren der gewerblichen Forstpflanzenanzucht in Deutschland, wobei er die damit verbundenen privaten Initiativen in den Vordergrund stellt. Die ebenfalls bedeutungsvollen standörtlichen Voraussetzungen bleiben unberücksichtigt.

Die vorliegende Schrift schließt mit einem zusammenfassenden Rückblick auf den gesamten Ablauf der Baumschulentwicklung und der Feststellung, dass Vieles, was heute sehr modern erscheint – vom Grundgedanken und von der ersten Anwendung her – weit in die Vergangenheit zurück reicht. Viel altes Wissen und Können ist seitdem verloren gegangen, weil die Voraussetzung für eine großmaßstäbliche Anwendung häufig noch nicht vorhanden gewesen oder auch negiert worden ist. Das zu vermeiden ist ebenfalls ein Anliegen der heutigen Forstgeschichte.

Zusammenfassend ist hervorzuheben, dass in der vorliegenden Schrift die Entwicklung der Forstpflanzenanzucht erstmals in ihrer ganzen Vielfalt von der Antike bis zum Ausgang des 19. Jahrhunderts behandelt wird. Der Verfasser ist dabei bemüht, die Wurzeln einschlägiger Ereignisse freizulegen und die Triebkräfte der forsthistorischen Entwicklung aufzuklären. Dabei gelingt es ihm, eine klare Linie von den Anfängen der Forstpflanzenanzucht im ausgehenden Mittelalter bis zum 19. Jahrhundert zu ziehen. Dieses kongruiert mit der historischen Entwicklung des Fachgebietes Forstwirtschaft und lässt zahlreiche Querverbindungen zur allgemeinen Geschichte erkennen.

Anerkennend und kritisch wird angemerkt:

- In dem vorliegenden Buch werden nicht nur Fakten mitgeteilt, sondern viele Details zu einem baumschulhistorischen Gesamtbild verbunden.
- Die in forsthistorischen Standardwerken zur Forstpflanzenanzucht genannten Fakten werden wesentlich ergänzt und mit Quellenangaben belegt,
- Der Inhalt der Schrift ist – besonders hinsichtlich Forstpolitik, Forstverwaltung und Management – wesentlich umfangreicher und breiter, als vom Titel her erwartet werden kann.
- Es wäre zu wünschen, dass die geo- und biowissenschaftlichen Grundlagen der Forstpflanzenanzucht (Standortswahl, Bodeneigenschaften, Mikro- und Mesoklima-Dendrologie, Provenienzforschung, Saatgutwesen, Pflanzenphysiologie und -pathologie) stärker berücksichtigt würden.

Die vorliegende Schrift stellt insgesamt einen wertvollen Beitrag zur deutschen Forstgeschichte, speziell die Forstpflanzenanzucht betreffend, dar. In ihr werden die Wechselbeziehungen zwischen der Entwicklung von Forstwirtschaft und dem Baumschulwesen sowie zur allgemeinen Landesentwicklung anschaulich dargestellt. Das besprochene Buch ist aktuell, denn die jüngste Geschichte zeigt, dass – trotz gegenwärtiger Orientierung auf natürliche Regeneration – auf Kunstverjüngung der Wälder nicht verzichtet werden kann.

Für Spezialisten sind besonders wertvoll:

- umfangreiche Quellen- und Literaturverzeichnisse,
- zahlreichen historische Abbildungen,
- 6 Anlagen mit einer Zeittafel zur Forstpflanzenanzucht in Deutschland; eine Zusammenstellung ausgewählter Weistümer, Markenordnungen, Waldordnungen, Forstordnungen und Verordnungen.

Das von B. BENDIX verfasste Buch wird allen Forsthistorikern, Vertretern der Forstpolitik, des Waldbaus und der Baumschulwirtschaft; Landschaftsgestaltern, Baumschulgärtnern und Naturfreunden sehr empfohlen.

Prof. Dr. habil., Dr. h.c. HARALD THOMASIUŠ

**Die Stimmen der Vögel Europas – 474 Vogelportraits mit 914 Rufen und Gesängen auf 2.200 Sonagrammen (mit DVD).** Von HANS-HEINER BERGMANN, HANS-WOLFGANG HELB und SABINE BAUMANN. Erste Auflage. Aula-Verlag GmbH, Wiebelsheim, 2008. 672 Seiten (Gebundene Ausgabe). ISBN-13 978-3-89104-710-1.

Vogelbestimmungsbücher, vor allem für Europa, gibt es unzählige. Auf die, für die Identifizierung einer Art oft wichtige Stimme wird jedoch meist nur sehr unvollständig eingegangen. Das vorliegende Buch unternimmt nun den – schwierigen – Versuch, diese Lücke zu füllen.

Die 29-seitige Einleitung ermöglicht es, dem Leser den Einstieg in das Thema Vogelstimmen und das Verstehen von Sonagrammen zu erleichtern. Sie lässt erkennen, dass die Autoren Fachleute auf ihrem Gebiet sind und sich in Theorie und Praxis mit Vögeln und deren Lautäußerungen befasst haben. Es wird beschrieben, wie die Auswahl und Anordnung der Aufnahmen, sowie der Arten vorgenommen wurde. Ziel des Buches ist es, dem Leser Vogelstimmen und deren Bestimmung mit Hilfe von Sonagrammen näher zu bringen. Ein weiteres Unterkapitel gibt eine allgemeine Einführung in die Sonographie und beschreibt beispielhaft die Darstellungsmöglichkeiten von Vogelstimmen. Ferner wird der Aufbau des Buches beschrieben, gefolgt von Definitions- und Begriffserläuterungen. Ein kurzer aber auf den Punkt gebrachter Exkurs in die Biologie der Vogelstimmen rundet die Einleitung ab. Als letztes Unterkapitel werden verschiedene Sonagramme dargestellt, die abgestimmt sind auf das Lernprogramm auf der beiliegenden DVD.

Es wurde die neue Systematik beachtet. Zu jeder der 474 im Buch behandelten Arten gibt es ein Sonagramm, sowie eine Umschreibung der Stimme. Rufe, Instrumentallaute (z.B. Flügel-schlaggeräusche, Pfeifen etc.), sowie Verwechslungsmöglichkeiten der akustischen Merkmale sind meistens ebenfalls angegeben. Rufe und Instrumentallaute werden zudem oft situationsbezogen beschrieben, was zum Verständnis des Verhaltens des Vogels beitragen kann.

Die sprachliche Umschreibung der einzelnen Silben im Sonagramm ist eine sehr gute Hilfestellung, um sich im Sonagramm zu

orientieren und es entsprechend dem Gehörten (von DVD oder im Feld) zuzuordnen.

Des Weiteren werden bei jeder Art Kennzeichen und Verbreitung/Lebensraum kurz geschildert. Das Gewicht wird in Zahlen angegeben, die Größe jedoch im Vergleich zu anderen (vielleicht dem Leser bekannten) Arten. Diese Form von Größenangabe ist immer etwas kritisch zu betrachten. Diese Informationen sind allerdings zu knapp, um zur sicheren Bestimmung einer Art beizutragen, weshalb es ratsam wäre – vor allem für Anfänger – ein herkömmliches Bestimmungsbuch im Feld dabei zu haben. Ein Vorschlag für eine weitere Auflage wäre deshalb, die Beschreibungen, die nichts mit der Akustik zu tun haben, wegzulassen. Damit würde der Führer wieder leichter und handlicher.

Fotos und Lebensraum-Piktogramme jedoch dienen der schnelleren Zuordnung und somit besseren Orientierung im Feld, und sollten entsprechend bleiben. Allerdings sollten die Fotos nochmals überprüft werden, denn beispielsweise der abgebildete Steinrötel (S. 521) ist eine Blaumerle (vgl. S. 520).

Insgesamt ist das Buch eine schöne Ergänzung zu herkömmlichen Vogelbestimmungsbüchern. Die von den Autoren in der Einleitung angesprochenen Verbesserungen (vollständigere Erfassung des Lautinventars, weitere funktionelle Zuordnung, Videoaufnahmen) würden es sicherlich noch aufwerten.

Zum Einstieg in die Ornithologie scheint das Buch aber nicht geeignet, denn – wie oben erwähnt – sind die allgemeinen Merkmalsbeschreibungen nicht ausführlich genug zur sicheren Artbestimmung. Wer sich nun im Feld mit diversen Vogelstimmen konfrontiert sieht und dann die entsprechenden Sonagramme zuordnen soll, wird sicherlich einige Mühe haben, auch wenn die Aufnahmen auf der DVD beim Üben hilfreich sind.

Für Fortgeschrittene jedoch, die feine Unterschiede in den Gesängen ähnlicher Arten herausfinden und üben wollen, ist dieses Werk mit Sicherheit eine große Unterstützung.

Dr. MIRIAM HANSBAUER, Freiburg

## Danksagung

### Für Ihre Unterstützung bedankt sich der Herausgeber der AFJZ bei den Gutachtern des Jahres 2008:

A. AKCA, Göttingen; E. ALDINGER, Freiburg; J. BAUHUS, Freiburg; G. BECKER, Freiburg; M. BOPPRÉ, Freiburg;  
J. B. BORGES, Lissabon; J. ERLER, Tharandt; M. HANEWINKEL, Freiburg; C. HARTEBRODT, Freiburg;  
W. HETSCH, Holzminden; E. HILDEBRAND, Freiburg; J. HUSS, Freiburg; H. JACKE, Göttingen; G. KÄNDLER, Freiburg;  
R. LEMM, Birmesdorf; B. VON LÜPKE, Göttingen; B. MÖHRING, Göttingen; J. NAGEL, Göttingen;  
G. OESTEN, Freiburg; T. PUKKALA, Joensuu; H. RÖHLE, Dresden; U. E. SCHMIDT, Freiburg; H. SCHRÖTER, Freiburg;  
P. SPATHELF, Eberswalde; H. STERBA, Wien; I. STORCH, Freiburg; R. SUCHANT, Freiburg; K. VON TEUFFEL, Freiburg;  
H. VOLK, Freiburg; A. VOSS, Freiburg; N. WEBER, Tharandt; K. VON WILPERT, Freiburg.

# Bewertungskonzept für forstliche Nutzungsbeschränkungen

Schriften zur Forstökonomie, Band 32

Von BERNHARD MÖHRING und URSULA RÜPING

ISBN 3-7939-7032-9. Kartoniert € 9,80  
48 Seiten mit 19 Abbildungen und 8 Tabellen

In der Bundesrepublik Deutschland nehmen die Anforderungen an die Waldbewirtschaftung unter dem Blickwinkel von Naturschutz, Wasserschutz, Biodiversität, Erholung, Landschaftsbild, etc. laufend zu. Sie haben mittlerweile vielfach die Schwelle dessen überschritten, was im Rahmen der normalen Forstwirtschaft „mit erledigt“ werden kann. Es werden zunehmend spezielle Bewirtschaftungsmaßnahmen gefordert, die die konventionelle forstliche Nutzung einschränken oder verdrängen. Hier stellt sich regelmäßig die Frage nach der betriebswirtschaftlichen Betroffenheit der Waldbesitzer. Das hier vorgestellte Bewertungskonzept für forstliche Nutzungsbeschränkungen will einen Weg aufzeigen, wie die betriebswirtschaftlichen Verluste als Folge von Abweichungen von der betriebswirtschaftlich optimalen Waldbewirtschaftung vereinfachend ermittelt werden können.

Das Konzept zur Bewertung forstlicher Nutzungsbeschränkungen baut auf dem in der betriebswirtschaftlichen Bewertungslehre dominierenden Ertragswertkonzept auf. Es werden auf der Basis aktualisierter Wachstumsmodelle und Erlös- und Kostendaten jährliche

Erfolgsziffern der Holzproduktion für verschiedene Baumarten, Altersphasen, Bonitäten, Qualitätsstufen, etc. ermittelt, die im Sinne von Annuitäten berechnet und als „jährliche Holzproduktionswerte“ in umfangreichen Tabellen dokumentiert werden. Anhand von Beispielen wird das rechnerische Vorgehen erläutert und die Ergebnisse werden auf typische Fälle im Zusammenhang mit Änderungen der forstlichen Bewirtschaftung (wie beispielsweise Änderung der Baumartenwahl, vorzeitige Auflichtung und Ernte von Nadelholzbestockungen, um sie durch andere Baumarten zu ersetzen und langfristiger Erhalt von Laubholzbeständen über die eigentliche Hiebsreife hinaus) angewandt.

Es besteht die Erwartung, dass sich das hier vorgestellte Bewertungskonzept für die Praxis bei der Bestimmung von Ausgleichbeträgen für den Vertragsnaturschutz als nützlich erweisen wird. Insgesamt soll das vorgestellte Bewertungskonzept auch zu einem besseren Verständnis der betriebswirtschaftlichen Zusammenhänge im Wald beitragen und dadurch den Ausgleich zwischen den wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Interessen am Wald fördern.

# Assessment of the impact of different forest management measures on the water yield in the Kassilian Catchment, Iran

Von HOSSEIN SERAJZADEH

84 Seiten mit 66 Abbildungen und 22 Tabellen

Kartoniert 29,00 €

ISBN 3-7939-0895-1

Wälder haben eine große Wirkung auf den regionalen Wasserhaushalt. Forstwirtschaftliche Entscheidungen wie Waldbau oder Holzeinschlag können ebenfalls erhebliche hydrologische Konsequenzen haben, denen immer noch zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird. Forstliche Maßnahmen, die – auf Kosten der Holzernte – aus wasserwirtschaftlicher Sicht positiv zu bewerten sind, werden auch deshalb nicht genügend honoriert, weil das Wissen um diese günstigen Effekte fehlt.

Dieses Buch befasst sich mit der mittleren Wasserbilanz der großen Buchenwälder am Nordabhang des Elbrus-Gebirges. Mit Hilfe des Modells „SIMWASER\_WALD“ werden die Auswirkungen von Bestandszusammensetzungen und von Waldweide auf den Abfluss in Szenarien simuliert.

Die Ergebnisse der Felduntersuchungen zeigen, dass eine totale Umwandlung des

bodenständigen Buchenwaldes in Fichten- oder Kiefernbestände den Abfluss um etwa 70% verringern würde. Die Simulationsstudie zeigt also die Bedeutung der zum Grossteil noch intakten Buchenbestände für die nachhaltige Wasserversorgung der intensiv bewirtschafteten Küstenebene am Kaspischen Meer auf und liefert so eine Bestätigung der von der Regierung der Iranischen Forst Organisation beschlossenen Bewirtschaftungspläne.

Das für seine Ausstattung erstaunlich preiswerte Buch vermittelt Einblicke in die Waldhydrologie, die dem Forstwirt – unabhängig von seinem Arbeitsstandort – bei der Findung des richtigen Weges zwischen profitabler Waldwirtschaft und ökologischer Forstwirtschaft helfen können. Nebenher findet man Informationen über Forststandorte im Iran, die eine absolute forstgeographische Kostbarkeit darstellen.