D 20867 E

ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG

ISSN 0002-5852

INHALTSVERZEICHNIS

AUFSÄTZE

B. Möhring — Nachhaltige Forstwirtschaft und Rentabilitätsrechnung – ein Widerspruch? 61

(Sustainable forest management and profitability – a contradiction)

J. Klädtke und P. Abetz — Z-Baum-Normen für die Hauptbaumarten Südwest-Deutschlands. *Überprüfung anhand von Versuchsflächendaten und Beispiele für die Anwendung in Versuchswesen und Forsteinrichtung* 67

(Growth norms for future crop trees of the most important trees species in Southwest Germany: *their validation on the base of sample plot data and examples for their application in growth and yield experiments and forest inventories)*

B. Götz, R. Matyssek und G. Käs — Fichte und Buche unter dem Einfluss von Radarbestrahlung 74

(Beech and spruce under the influence of electromagnetic radiation by radar)

NOTIZEN 79

172. JAHRGANG 2001 HEFT 4 APRIL

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

ALLGEMEINE
FORST UND JAGDZEITUNG

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

herausgegeben von

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

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

ISSN 0002-5852

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

Bezugspreis: Jährlich DM 258,– zuzüglich Zustellgebühr; Studenten und in Ausbildung befindliche Forstreferendare DM 198,40 (empf. Richtpreis). Preis der Einzelhefte je nach Umfang verschieden.

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

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

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

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

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

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehsendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – bleiben vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Teilen von ihnen einzelne Vervielfältigungsstücke im Rahmen des § 54 UrhG hergestellt und dienen diese gewerblichen Zwecken, ist dafür eine Vergütung gem. den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH, 60311 Frankfurt/Main, Großer Hirschgraben 17-21, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bausparkassen e. V., in die VG Wissenschaft zu entrichten. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der VG Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von DM 0,40 zu verwenden.

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

Anzeigenpreis: Die 43 mm breite mm-Zeile DM 0,87. Für Geschäftsanzeigen gilt die Preisliste Nr. 8. Anfragen an Verlag erbeten.

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

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

Die Anschriften der Herausgeber:

Prof. Dr. K.-R. Volz, Institut für Forstpolitik der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, D-79085 Freiburg

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

Die Anschriften der Mitarbeiter von Heft 4 des 172. Jahrgangs sind:

Prof. Dr. P. Abetz, Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, D-79085 Freiburg

Diplom-Forstwirt Dr. rer. silv. B. Götz, Forstbotanischer Garten, FH-Eberswalde, Am Zainhammer 5, D-16225 Eberswalde

Dipl.-Ing. Prof. G. Käs, Universität der Bundeswehr München, FB Elektrotechnik, D-85577 Neubiberg

Forstrat J. Klädtke, Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg, Bertoldstraße 17, D-79085 Freiburg

Prof. Dr. R. Matyssek, Lehrstuhl für Forstbotanik, TU München, Am Hochanger 13, D-85354 Freising

Prof. Dr. B. Möhring, Institut für Forstökonomie der Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Universität Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Die Notizen erfolgten von:

Prof. Dr. A. Akça, Institut für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Prof. Dr. J. Huss, Institut für Waldbau der Universität Freiburg, Tennenbacher Straße 4, D-79098 Freiburg

Prof. Dr. M. Krott, Institut für Forstpolitik und Naturschutz der Universität Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen

Prof. Dr. B. von Lüpke, Institut für Waldbau, Universität Göttingen, Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen

Übersetzung der Résumés,
soweit sie nicht von den Autoren zur Verfügung gestellt werden:
J. Maheut, 25 Av. du Gal Leclerc, F-54600 Villers-les-Nancy

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

Nachhaltige Forstwirtschaft und Rentabilitätsrechnung – ein Widerspruch?

Aus dem Institut für Forstökonomie, Universität Göttingen[1])

(Mit 5 Abbildungen und 1 Tabelle)

Von B. MÖHRING

(Angenommen Januar 2001)

Herrn Kollegen Prof. Dr. KLAUS VON GADOW zum 60. Geburtstag gewidmet

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Nachhaltigkeit; Forstliche Rentabilitätsrechnung; Grenzzinssatz; Kapitalstock.

Sustainability; calculation of profitability; marginal interest rate; capital stock.

1. EINLEITUNG

Das Bemühen, dem forstwirtschaftlichen Handeln eine ökonomisch rationale Basis zu verleihen, ist fast so alt wie die nachhaltige Forstwirtschaft selbst; trotzdem besteht vielfach noch Unklarheit darüber, inwieweit die Zielsetzungen Rentabilität und Nachhaltigkeit mit einander vereinbar sind. In diesem Zusammenhang soll hier zuerst ein Rückblick auf die sogenannte Bodenreinertragslehre und sogenannte Waldreinertragslehre erfolgen, denn in Deutschland wurde das forstökonomische Denken durch nichts so sehr geprägt, wie durch diesen bereits mehr als 100 Jahre zurückliegenden wissenschaftlichen Disput. Im Anschluss daran sollen Modellrechnungen verdeutlichen, welcher Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsforderung und Kalkulationszins besteht und abschließend sollen empirische Daten aufzeigen, wie sich das praktische forstbetriebliche Verhalten hier einordnen lässt.

2. RÜCKBLICK AUF DIE SOG. BODEN- UND WALDREINERTRAGSLEHRE

In ihren Anfängen ist die Bodenreinertragslehre mit den Namen FRIEDRICH WILHELM LEOPOLD PFEIL und JOHANN CHRISTIAN HUNDESHAGEN verbunden; sie wurde von GOTTLOB KÖNIG, MARTIN FAUSTMANN, MARK ROBERT PREßLER, GUSTAV HEYER und anderen weiter entwickelt und bildete bereits vor rund 150 Jahren ein in sich geschlossenes und methodisch fundiertes Gedankengebäude (MÖHRING, 1994, S. 71f.).

Der Bodenreinertragslehre lag das Bemühen zugrunde, das auf dem Gedankengut des Wirtschaftsliberalismus aufbauende Bild des „homo oeconomicus“ in das Forstliche zu übertragen. Insbesondere durch mathematische Formulierung sollte ein in sich geschlossenes und widerspruchsfreies ökonomisches Konzept erreicht werden, das damals mit dem Namen „Forststatik“ belegt wurde. Die darin zusammengefassten forstlichen Rentabilitätsrechnungen bauten auf den Verfahren der dynamischen Investitionsrechnung auf; mit deren Hilfe sollte geprüft werden, inwieweit der im Forstbetrieb zu erwartende Ertrag den Mitteleinsatz lohnt. Es ging also um das angemessene Verhältnis von notwendigem Input zu erwartetem Output – insofern kann die Forststatik auch als Vorläufer der entscheidungsorientierten forstlichen Betriebswirtschaftslehre aufgefasst werden.

Als Dreh- und Angelpunkt der Bodenreinertragslehre galt (und gilt unverändert) die sogenannte „FAUSTMANN'sche Formel“. In dieser 1849 von MARTIN FAUSTMANN erstmals publizierten Formel wird der Wert des Waldbodens durch Kapitalisierung der periodisch ewigen Rente ermittelt, die auf einem Waldboden auf Dauer durch eine forstliche Nutzung erwirtschaftet werden kann. Dieser „Bodenertragswert“ diente auch dazu, um – bei seinem Maximum – die optimale Baumartenwahl, die optimale Bestandesbehandlung und insbesondere auch die optimale Umtriebszeit aufzufinden. Bemerkenswert dabei ist, dass der formale Ansatz dieser Formel im Einklang mit der neoklassischen Investitionstheorie steht – die optimale Allokation knapper Ressourcen, die hier für den Forstbetrieb postuliert wird, ist auch eine wichtige Grundlage der Kapital- und Zinstheorie[2]). Auch heute noch spielt diese meist als „land expectation value“ bezeichnete Formel in der skandinavisch und anglo-amerikanisch geprägten Forstökonomie[3]) eine Schlüsselrolle[4]).

Bei den Rentabilitätsrechnungen der Bodenreinertragslehre wurde in der Regel der sogenannte „objektive allgemeine forstliche Zinsfuß“ als Kalkulationszinsfuß verwandt, der – um den forstlichen Produktionsverhältnissen gerecht zu werden – unter dem landesüblichen Zinssatz auf 3% festgesetzt war (ENDRES, 1919, S. 13ff.). Diese Auffassung von einem allgemeingültigen forstlichen Zins verweist darauf, dass die Bodenreinerträgler einer „objektiven Werttheorie“ anhingen – es wurde unterstellt, dass es für Wald nur einen „wirklichen“ oder „richtigen“ Wert gibt[5]).

Als Konsequenz aus den Berechnungen der Bodenreinertragslehre wurde bereits damals die Forderung abgeleitet, dass all jene forstlichen Maßnahmen zu unterlassen und all jene Waldbestände zu ernten sind, deren laufende Verzinsung geringer ist als der Kalkulationszinsfuß. Das insbesondere mit dem Namen von MAX ROBERT PRESSLER verbundene sogenannte „Weiserprozent“ diente hierfür als Indikator.

Die praktische Anwendung dieser Regel forderte schon damals von den Forstbetrieben eine beachtliche Verkürzung der Umtriebszeiten, eine Absenkung der Bestockungsgrade und als deren Folge insgesamt eine Absenkung des Holzvorrates – mithin sollten sich die Forstbetriebe (zugunsten von rentableren Anlagealternativen außerhalb der Forstbetriebe) von einem nennenswerten Teil ihres Produktionsvermögens trennen. Diese Aussagen der Bodenreinertragslehre führten zu einem scharfen Konflikt mit der forstlichen

---

[1]) Prof. Dr. BERNHARD MÖHRING, geschäftsf. Leiter d. Inst. f. Forstökonomie d. Universität Göttingen, Büsgenweg 5, D-37077 Göttingen; der Text enthält eine ergänzte und veränderte Fassung eines auf der Forsttagung 2000 in Freiburg gehaltenen Vortrages.

[2]) Der Nobelpreisträger SAMUELSON (1976) hat die Leistung von FAUSTMANN ausdrücklich gewürdigt und betont, dass dieser zu den wenigen Forstleuten gehöre, die die Frage der ökonomisch optimalen Umtriebszeit richtig beantwortet hätten, wohingegen nicht nur viele Forstleute, sondern auch namhafte Ökonomen an dieser Frage gescheitert seien.

[3]) Siehe hierzu beispielhaft JOHANSSON u. LÖFGREN, 1985, S. 73ff.; KLEMPERER, 1996, S. 202ff. und CHANG, 1998.

[4]) Im Jahr 1999 erinnerten die Forstökonomen der Welt im Rahmen eines internationalen Symposiums in Darmstadt an die 150-jährige Wiederkehr der erstmaligen Publizierung der FAUSTMANN'schen Formel; auch in Deutschland hat dieses Ereignis zu einer Intensivierung der Auseinandersetzung mit dieser Formel und mit ihrer Bedeutung als forstökonomisches Verhaltensmodell geführt (s. DEEGEN, 2000).

[5]) Siehe hierzu RIIHINEN, 1978, S. 163; auch OESTEN, 1991, S. 537 kritisiert das „wertabsolutistische“ Gedankengut der Boden- und der Waldreinertragslehre und stellt diesem die „wertrelativistische“ Position der modernen forstlichen Betriebswirtschaftslehre gegenüber.

Praxis. Man sah die Nachhaltigkeit gefährdet, die forstliche Aufbauarbeit (nach den vielfältigen Waldverwüstungen) bedroht und die Forstbetriebe geschwächt.

Eine bewusste Gegenposition zur Bodenreinertragslehre nahm die Waldreinertragslehre ein. Hiernach sei die forstliche Wirtschaft so zu gestalten, dass für einen Nachhaltsbetrieb auf Dauer der insgesamt höchste Überschuss (Waldreinertrag) erwirtschaftet wird. Als Hauptargument dafür diente die Tatsache, dass unter mitteleuropäischen Bedingungen die Forstwirtschaft in der Regel nicht als Investition auf unbestocktem Waldboden beginnt, sondern dass vielmehr vorhandene Wälder nachhaltig weiter bewirtschaftet werden. Deshalb meinte man, auf den kalkulatorischen Ansatz von Zinsen für Boden und Bestand verzichten zu können. Ein besonders vehementer Kämpfer für die Waldreinertragslehre und Gegner der Bodenreinertragslehre war BERNHARD BORGGREVE – 1878 verfasste er ein Buch mit dem bezeichnenden Titel „Die Forstreinertragslehre, insbesondere die sogenannte forstliche Statik Prof. Dr. GUSTAV HEYER's nach ihrer wissenschaftlichen Nichtigkeit und wirtschaftlichen Gefährlichkeit". Das Gedankenmodell der Waldreinertragslehre wurde insbesondere auch von der forstlichen Praxis dankbar aufgenommen, denn darin sah man die Zielsetzung einer nachhaltigen Substanzerhaltung (Vorrats- und Vermögenserhaltung innerhalb der Forstbetriebe) angemessen berücksichtigt.

Es scheint, als habe sich bei vielen forstlichen Praktikern mitteleuropäischer Prägung seither die Überzeugung festgesetzt, dass Rentabilitätsüberlegungen dem „Wesen der nachhaltigen Waldbewirtschaftung" widersprechen und eine daran ausgerichtete Waldwirtschaft geradezu zwangsweise zur „Waldverwüstung" führen müsse. Diese kritische Sicht förderte gleichzeitig die Distanzierung von ökonomischen Instrumenten, die auf ein planmäßiges Verfügen über knappe Ressourcen (die optimale Allokation) abzielen; sie wurden als nicht auf die Waldbewirtschaftung übertragbare Modelle angesehen, selbst wenn man ihre formale Korrektheit nicht in Frage stellte (KRIEGER, 1960, S. 258). Damit blendete man jedoch das Problem der „Knappheit der Mittel" aus, das für die Wirtschaftswissenschaften die tragende Säule bildet[6]) und auch für Forstbetriebe eine sie stets begleitende Realität ist.

Diese fehlende Akzeptanz und Anwendung von ökonomischen Methoden und Modellen erscheint für die forstliche Wissenschaft aber auch die forstliche Praxis zunehmend als nachteilig. Die neuen Techniken der Bestandes- oder Betriebssimulation, mit deren Hilfe die vielfältigen Folgen unterschiedlicher forstlicher Handlungen bis weit hin in die Zukunft modellhaft abgebildet werden können (VON GADOW und PUUMALAINEN, 2000), erfordern zwingend geeignete ökonomische Entscheidungsmodelle. Geht es doch darum, die verschiedenen antizipierten naturalen Entwicklungen in ökonomisch rationale Entscheidungen umzusetzen. Die zugrundeliegende Frage ist einfach: Welche der vielen (mit Hilfe von Computerunterstützung entwickelten) Handlungsalternativen ist optimal? Und eine Entscheidung kann nur dann optimal sein, wenn die tatsächlich verfolgten Zielsetzungen und die die Handlungen bestimmenden Restriktionen angemessen berücksichtigt werden (VON GADOW, 2000, S. 8). Unter mitteleuropäischen Verhältnissen ist bei forstlichen Entscheidungen meist die Aufrechterhaltung der Nachhaltigkeit eine der zentralen Restriktionen.

3. MODELLRECHNUNG ZUR BERÜCKSICHTIGUNG VON NACHHALTIGKEIT

Hier soll vereinfachend als Nachhaltigkeit der Erhalt des produktiven Holzvorrates innerhalb des Forstbetriebes aufgefasst werden[7]). Vor dem Hintergrund einer solchen Nachhaltigkeitsrestriktion besteht das forstökonomische Entscheidungsproblem nicht mehr in der alternativen Entscheidungssituation, ob Kapital in der Forstwirtschaft oder außerhalb angelegt werden soll, es geht vielmehr um die Frage, wie der vorhandene und zu erhaltende Kapitalstock innerhalb des Forstbetriebes optimal zu strukturieren ist.

Dieses Problem und der korrespondierende Lösungsvorschlag soll nun beispielhaft anhand von Modellrechnungen[8]) vorgestellt werden, die für die Baumart Fichte durchgeführt wurden. Sie berücksichtigen – vereinfacht dargestellt – folgende drei nichtlineare forstliche Produktionsbeziehungen (s. Abb. 1):

1. Der laufende Volumenzuwachs steigt zuerst steil an und sinkt nach einer Kulmination mit Zunahme des Bestandesalters wieder ab (dargestellt für Fichte II. Ekl., m. Df.; SCHOBER, 1975).

2. Zwischen Bestockungsgrad und Volumenzuwachs besteht ein nicht direkt proportionaler Zusammenhang – vielmehr führen Bestockungsgradabsenkungen meist nur zu unterproportional geringeren Zuwachsverlusten, bei jüngeren Beständen können diese sogar zu Mehrzuwächsen führen (s. SMALTSCHINSKI, 1997; er hat für eine Holzaufkommensprognose den hier gezeigten Zusammenhang funktional beschrieben).

3. Die Höhe der Holzerlöse und Holzerntekosten je fm wird durch die Dimension des geernteten Holzes beeinflusst (dieser Zusammenhang ist hier über dem Brusthöhendurchmesser des ausscheidenden Bestandes – BHD – dargestellt, den Kalkulationen liegen Ergebnisse der niedersächsischen Landesforstverwaltung zugrunde).

Unter Verwendung dieser drei nichtlinearen Produktionsbeziehungen und des klassischen Ansatzes der dynamischen Investitionsrechnung wurde für verschiedene Zinsforderungen simultan die optimale Umtriebszeit und der optimale Bestockungsgrad bestimmt. Formal wurde hier mit Hilfe eines automatisierten Variantenstudiums die maximale Bodennettorente (im Sinne einer Annuität der forstlichen Produktion) gesucht. Die Formel für die Bestimmung der Bodennettorente lautet (in der allgemein üblichen Schreibweise):

$$b_n = \frac{i*(1+i)^u}{(1+i)^u - 1} * \left(\frac{A_u}{(1+i)^u} + \sum_{n=1}^{u} \frac{D_n}{(1+i)^n} - c \right) - v$$

Bedeutung der verwandten Symbole:

b_n	=	Bodennettorente
n	=	Bestandesalter
u	=	Umtriebszeit (hier: Zeitraum zwischen Bestandesbegründung und Endnutzung)
A_u	=	erntekostenfreier Abtriebswert im Alter u
D_n	=	Deckungsbeitrag (z.B. aus Durchforstung) im Alter n
c	=	Kulturkosten
v	=	jährlich konstante Verwaltungskosten
p	=	Kalkulationszinsfuß in %
i	=	Zinsrate (p/100)

[6]) Der Modellansatz der Waldreinertragslehre fordert vom Forstbetrieb gleichsam unbegrenzte liquide Mittel – bereits ABETZ (1929, S. 296) schrieb, dass der Waldreinertrag als Norm eine Absurdität sei. Aber auch in den Forstbetrieben scheint die Richtigkeit dieses Ansatzes immer wieder auf Zweifel zu stoßen – zumindest kann man die zyklisch auftauchende Suche nach der „richtigen" Intensität der forstlichen Wirtschaft entsprechend deuten (s. MÖHRING, 1994, S. 73).

[7]) Die Forderung nach der Erhaltung des Holzvorrates innerhalb des Forstbetriebes kann sowohl durch erwerbswirtschaftliche Ziele wie Liquiditätssicherung oder betriebliche Stabilität als auch durch nicht erwerbswirtschaftliche Ziele wie Erhaltung von Altholzvorräten aufgrund von Naturschutzüberlegungen oder Landschaftsästetik etc. bedingt sein; insofern kann diese Restriktion auch eine an dem Gemeinwohl orientierte Zielsetzung zum Ausdruck bringen.

[8]) Das Berechnungsmodell ist eine Fortentwicklung des von MÖHRING 1994 (S. 38ff.) beschriebenen, auf dem Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL basierenden Simulationsmodells.

Der hier gewählte Ansatz der Maximierung der Bodennettorente entspricht der Maximierung des Bodenertragswertes. Die Zielgröße der Bodennettorente hat jedoch den Vorteil, dass bei einem Kalkulationszins von 0% – im Gegensatz zu dem Bodenertragswert, der dann einen unendlich großen Betrag annimmt – ein endlicher Wert ermittelt wird, dessen Größe von nicht unerheblichem Interesse ist; es handelt sich dabei nämlich um den nachhaltigen Waldreinertrag (s. MÖHRING, 1994, S. 74f.).

Das Variantenstudium ergab folgende Ergebnisse (s. Tab. 1). Ohne Zinsforderung gelten eine Umtriebszeit von 140 Jahren (hier enden die auf der Basis der Ertragstafel von SCHOBER fortgeschriebenen ertragskundlichen Daten) und voll bestockte Altholzbestände als optimal; dieses Ergebnis entspricht einer Maximierung des Waldreinertrages. Je höher die Zinsforderung wird, um so kürzer wird die ökonomisch optimale Umtriebszeit und um so geringer werden die Bestockungsgrade in den Altbeständen, denn die vorhandene Bestockung erreicht die durch den Kalkulationszins vorgegebene Mindestrentabilität zunehmend schwer. Zwangsläufig sinkt innerhalb der Betriebsklasse auch der nachhaltige Holzvorrat - aber auch das nachhaltige Betriebsergebnis (als Saldo von Holzerlösen, Holzerntekosten und sonstigen betrieblichen Kosten) vermindert sich[9]).

Dieser grundsätzliche Zusammenhang zwischen dem Kalkulationszins und der ökonomisch optimalen nachhaltigen Vorratsausstattung (s. Abb. 2) ist schon lange – seit den Zeiten der Bodenreinertragslehre – bekannt. Üblicherweise wurde daraus die Forderung abgeleitet, den Holzvorrat soweit abzusenken, bis das Ziel der geforderten Sollverzinsung (meist 3%, s.o.) erreicht ist. Aber dieser Zusammenhang lässt sich auch andersherum deuten. Ist es Ziel des Forstbetriebes – und damit eine bindende Restriktion für den Entscheidungsraum – im Sinne der Nachhaltigkeit den Holzvorrat auf Dauer auf einem bestimmten Niveau zu erhalten, so folgt aus dieser (normativen) Festlegung unmittelbar – wenn auch implizit und insofern meist unbemerkt – eine Festlegung auf einen bestimmten Grenzzinssatz[10]). Man ist also nicht mehr frei in der Wahl eines Kalkulationszinses, sondern die Entscheidung für die Vorratsnachhaltigkeit fixiert diese Größe bereits. Soll z.B. unter

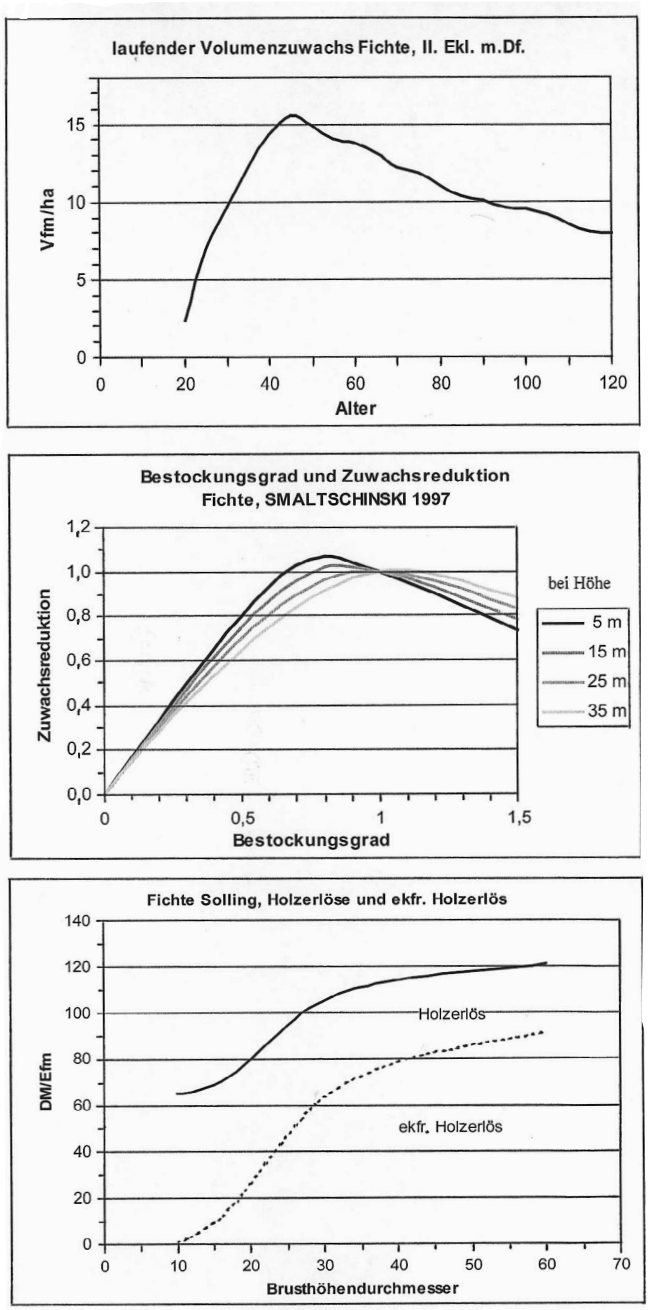

Abb. 1

Zusammenstellung der für die Modellrechnungen unterstellten drei nichtlinearen Produktionsbeziehungen

Figures of the three non-linear production relations used in the model calculation

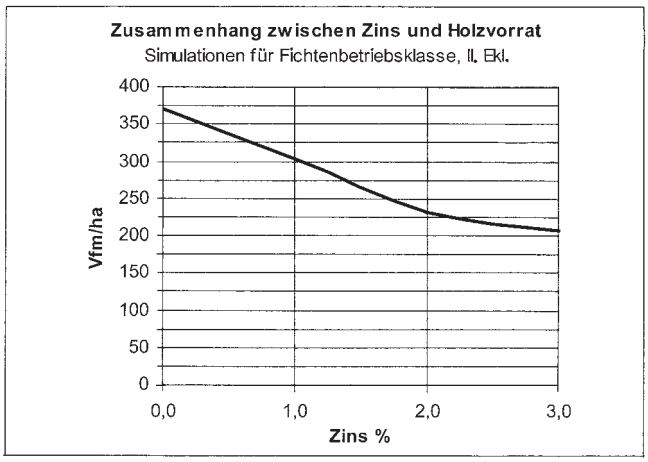

Abb. 2

Zusammenhang zwischen dem Kalkulationszins und der ökonomisch optimalen nachhaltigen Vorratsausstattung für das Fichtenbetriebsklassenmodell

Relation between the interest rate and the economical optimal keeping of growing stock

[9]) Dieses Beispiel belegt, dass die Befürchtung der Waldreinerträgler nicht unberechtigt war, dass als Folge einer (dem Forstbetrieb nicht angemessen hohen) Zinsforderung dessen Holzvorräte möglicherweise derart reduziert werden, sodass der Forstbetrieb auf Dauer in die Verlustzone absinkt.

[10]) Der Terminus Grenzzinssatz ist hier bewusst gewählt; er soll zum Ausdruck bringen, dass es aus der Entscheidungssicht – im Sinne einer Marginalanalyse – um die Verzinsung des marginalen Kapitaleinsatzes geht (es geht also um die Bestimmung, wie sich der zusätzliche Kapitaleinsatz verzinst). Der Grenzzinssatz darf *nicht* mit einem durchschnittlichen Zinssatz verwechselt werden; dessen Höhe wird namentlich von den entscheidungsirrelevanten Fixkosten beeinflusst (analog wird in der Betriebswirtschaftslehre auch zwischen Grenzkosten und Durchschnittskosten unterschieden).

Tab. 1

Einfluss des Kalkulationszinses auf die ökonomisch optimale Umtriebszeit und Bestockungsgrade der verschiedenen Altersklassen und deren Folge für die nachhaltige Vorratsausstattung und nachhaltigen Betriebsergebnisse entsprechend strukturierter Fichtenbetriebsklassen

Influence of the interest rate on the economically optimal rotation period and stand density of different age-classes, the consequence for the keeping of growing stock and sustainable operating results in similar structured management classes

Zinssatz	Umtriebs-zeit	Altersklassenverteilung						Holzvorrat	Holzerlöse	Holzernte-kosten	sonstige Kosten	nachhaltiges Betriebs-ergebnis
		II	III	IV	V	VI	VII					
%	Jahre	21–40	41–60	61–80	81–100	101–120	121–140	Vfm/ha	DM/ha	DM/ha	DM/ha	DM/ha
0	140	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	371	705	244	365	97
1	120	0,70	0,85	0,90	0,90	0,80		304	694	244	369	81
2	100	0,70	0,85	0,80	0,65			232	651	254	376	21
3	90	0, 70	0,85	0,75	0,60			206	628	261	380	–13

den im Fichtenbetriebsmodell gegebenen Bedingungen (s. Abb. 2) ein Vorrat von rund 275 Vfm/ha nachhaltig erhalten bleiben, so bedingt dies einen Grenzzinssatz von rd. 1,3%. Das bedeutet, dass unter dieser Restriktion der Vorratsnachhaltigkeit die Nutzungen erst dann erfolgen, wenn diese Rentabilitätsgrenze unterschritten wird.

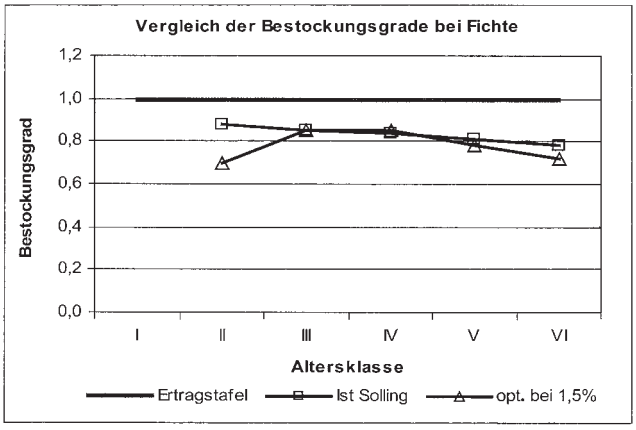

Abb. 3

Gegenüberstellung der Bestockungsgrade der Baumart Fichte der Ertragstafel, der bei einem Kalkulationszins von 1,5% ökonomisch optimalen Werte und der im Solling vorgefundenen Werte

Comparison between the stand density of the yield table, the economically optimal density with 1,5% interest rate and the real density of spruce stands in the Solling area

Es ist interessant festzustellen, dass die praktische Forstwirtschaft im Einklang mit entsprechend modifizierten, auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Rentabilitätsüberlegungen steht. Dies soll anhand von Daten aus dem Solling[11]) verdeutlicht werden:

1. Ein Blick auf die Bestockungsgrade (s. Abb. 3) zeigt, dass nicht – wie von der Ertragstafel unterstellt – in den verschiedenen Altersklassen vollbestockte Bestände (Bestockungsgrad 1,0) vorzufinden sind. Vielmehr entsprechen die im Solling vorgefundenen Bestockungsgrade der Fichte annähernd jenen, die bei einem Kalkulationszinsfuß von 1,5% als ökonomisch optimal berechnet wurden. Demnach gelten unter dem Aspekt der Rentabilität auch jene dem Praktiker vertrauten Prinzipien als vorteilhaft wie:

- ein starke Jungdurchforstung zur Wuchsbeschleunigung;
- eine Phase gewisser Nutzungsruhe in den mittelalten Beständen;
- vermehrte Nutzungseingriffe (Bestockungsgradabsenkungen) in den Altbeständen.

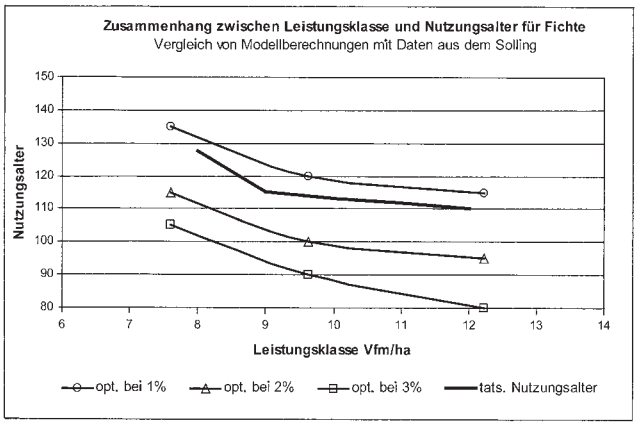

Abb. 4

Gegenüberstellung des Zusammenhanges zwischen der ökonomisch optimalen Umtriebszeit bei verschiedenen Leistungsklassen und unterschiedlichen Kalkulationszinssätzen und des im Solling realisierten mittleren Endnutzungsalters der Baumart Fichte

Comparison between the optimal rotation age for different interest rates and different yield classes and the real average cutting age of spruce stands in the Solling area

[11]) Der Solling ist ein in Südniedersachsen gelegenes Mittelgebirge, dessen Waldfläche ganz überwiegend im Eigentum des Landes Niedersachsen steht. Die Berechnungsergebnisse bauen auf Daten der Kosten-Leistungsrechnung der Niedersächsichen Landesforstverwaltung auf.

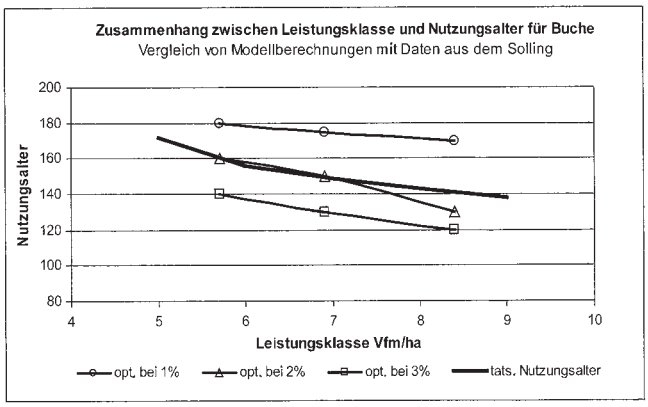

Abb. 5

Gegenüberstellung des Zusammenhanges zwischen der ökonomisch optimalen Umtriebszeit bei verschiedenen Leistungsklassen und unterschiedlichen Kalkulationszinssätzen und des im Solling realisierten mittleren Endnutzungsalters bei der Baumart Buche

Comparison between the optimal rotation age for different interest rates and different yield classes and the real average cutting age of beech stands in the Solling area

2. Auch der Blick auf den Zusammenhang zwischen ökonomisch optimaler Umtriebszeit und Bonität bzw. Leistungsklasse (s. Abb. 4) verdeutlicht, dass das tatsächliche Endnutzungsverhalten mit dem rentabilitätsorientierten Modell recht gut korrespondiert. So liegt im Solling in den weniger wüchsigen Beständen, z.B. der Leistungsklasse von ca. 7,5 Vfm/ha bis 8 Vfm/ha das mittlere (mit der Masse gewogene) Endnutzungsalter bei ca. 125 bis 130 Jahren, wohingegen es in den wüchsigeren Beständen, z.B. der Leistungsklasse 12 Vfm/ha, bei ca. 110 Jahren liegt. Die praktizierte Endnutzung bei Fichte erfolgt in dieser Region also bei einer Grenzverzinsung von ca. 1,3% bis 1,5%. Bei der Buche ist der Zusammenhang sehr ähnlich – für diese Baumart wurde in der selben Region eine Grenzverzinsung von ca. 2% berechnet (s. Abb. 5).

4. RESÜMEE

Die vorgetragenen Überlegungen und die Gegenüberstellung von Modellergebnissen mit Betriebsergebnissen lassen folgende Schlussfolgerungen zu :

• Nachhaltigkeit und Rentabilitätsrechnung müssen keineswegs zwangsläufig einen Widerspruch bilden.

• Durch die normative Entscheidung für Nachhaltigkeit – im Sinne der Erhaltung eines produktiven Holzvorrates im Forstbetrieb – ist man jedoch nicht mehr frei in der Wahl eines Kalkulationszinses; dieser wird durch die Festlegung auf Vorratsnachhaltigkeit (implizit) fixiert.

• Die Höhe dieses (als Entscheidungsnorm anzusehenden) Grenzzinses wird bestimmt durch die betrieblichen Produktionsbedingungen, die innerbetrieblich möglichen Handlungsalternativen und die verfolgte Zielsetzung. Dieser Wert ist mithin betriebsindividuell und zielsetzungsabhängig.

• Praktizierte nachhaltige Waldbewirtschaftung steht im Einklang mit entsprechend angepassten ökonomischen Entscheidungsmodellen. Dies weist darauf hin, dass auch im praktischen Forstbetrieb bei der Waldbehandlung eine innerbetriebliche Effizienz des knappen Kapitaleinsatzes anstrebt wird.

• Der oft beschworene Widerspruch zwischen forstökonomischer Theorie und waldbaulicher Praxis lässt sich insofern (zumindest zu einem guten Teil) auflösen, denn praktisches forstliches Handeln steht offensichtlich im Einklang mit einer die Nachhaltigkeitszielsetzung berücksichtigenden ökonomischen Theorie.

5. ZUSAMMENFASSUNG

In Deutschland wurde das forstökonomische Denken durch nichts so sehr geprägt, wie durch die Auseinandersetzung zwischen der sog. Bodenreinertragslehre und Waldreinertragslehre. In der forstlichen Praxis hat sich – so scheint es – seither die Überzeugung festgesetzt, dass Rentabilitätsüberlegungen dem „Wesen der nachhaltigen Waldbewirtschaftung“ widersprechen und dass eine an diesem Ziel ausgerichtete Waldwirtschaft geradezu zwangsläufig zur Waldverwüstung führen müsse. Deshalb werden i.d.R. auch die ökonomischen Instrumente der Investitionsrechnung, die auf ein planmäßiges Verfügen über knappe Ressourcen abzielen, als für die Forstwirtschaft ungeeignet abgelehnt.

Diese Situation wird zunehmend als unbefriedigend empfunden, weil vor dem Hintergrund differenzierter ertragskundlicher und waldbaulicher Kenntnisse vielfältige Waldentwicklungen, gestützt auf den Computereinsatz, zwar modellhaft beschrieben werden können. Wie derartige, antizipierte naturale Entwicklungen mit Hilfe von ökonomischen Modellen in Entscheidungen umgesetzt werden können, darüber herrscht jedoch oft noch Unklarheit.

Ein Weg zur Lösung dieses Problems wird darin gesehen, dass in die ökonomischen Entscheidungsmodelle explizit zentrale Restriktionen eingeführt werden – das gilt aus forstlicher Sicht insbesondere für die Berücksichtigung der Nachhaltigkeit. Sie wird hier vereinfachend als Forderung zur Erhaltung eines innerbetrieblichen Kapitalstocks aufgefasst.

Anhand von Modellrechnungen, die auf bekannten nicht linearen Produktionsbeziehungen aufbauen (s. Abb. 1) kann gezeigt werden, dass die Restriktion zur Erhaltung eines nachhaltigen Holzvorrates implizit den als Entscheidungsnorm anzusehenden Grenzzinssatz fixiert (s. Tab. 1 und Abb. 2), sodass man nicht mehr frei in der Wahl eines Kalkulationszinses ist. Im Anschluss daran kann anhand von Daten des Einschlagverhaltens aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung bestätigt werden (s. Abb. 3 bis 5), dass die dort praktizierte nachhaltige Waldbewirtschaftung im Einklang mit den entsprechend adaptierten Rentabilitätsüberlegungen steht.

6. Summary

Title of the paper: *Sustainable forest management and profitability – a contradiction?*

Nothing has formed forest economic thinking in Germany like the unpleasant and unproductive conflict between the so called ‘land rent theory’ (Bodenreinertragslehre) and the ‘theory of the highest revenue’ (Waldreinertragslehre).

In forest practice the conviction seems to be established that the objective of profitability is contradictory to the nature of sustainable management and that a so oriented management leads inevitable to forest devastation. Therefore economic instruments of investment calculation, which aim an optimal allocation of scarce resources, are rejected as unsuitable in forestry.

This situation is more and more regarded to be unsatisfactory; with the help of yield science and silvicultural knowledge very complex forest developments can be modelled by using the computer. However the transformation of these natural developments into economic decisions still appears to be unclear.

A possible solution of this problem is seen the implication of central restrictions into economic decision models. From the viewpoint of forestry this applies in particular to consider sustainability.

In this study sustainability is understood as the objective to preserve an internal capital stock.

Using model calculations (s. Fig. 1) it can be shown that this restriction of maintaining a sustainable growing stock within the forest enterprise implicitly fixes the marginal interest rate (s. Tab. 1 and Fig. 2). So one is not free any longer to select the interest rate as a decision guideline. Following this, it is confirmed by data based on the State Forest Administration of Lower-Saxony (s. Fig. 3 to 5) that the kind of forest management in that region corresponds to the adapted model of profitability.

7. Résumé

Titre de l'article: *Gestion forestière durable et calcul de rentabilité: une antinomie?*

Rien n'a plus marqué en Allemagne les idées régnant en économie forestière que l'antinomie entre ce qui a été appelé théorie du revenu net du sol et théorie du revenu net de la forêt. De ce fait on a acquit la certitude dans la pratique forestière – ou du moins semble-t-il en être ainsi – que les considérations de rentabilité étaient en contradiction avec le «concept de la gestion forestière durable» et qu'une gestion forestière ayant un tel objectif conduisait immanquablement à une dégradation de la forêt. Par conséquent, d'une manière générale, les instruments économiques du calcul de rentabilité qui visent à planifer la disponibilité de ressources limitées sont rejetés car inadaptés à l'économie forestière.

On ressent de plus en plus que cette situation n'est pas satisfaisante puisque, grâce aux connaissances précises en sylviculture et sur la production, de nombreuses évolutions possibles de la forêt peuvent être modélisées avec les ordinateurs. Comment les prévisions de telles évolutions naturelles peuvent-elles se traduire par des décisions à l'aide de modèles économiques? Il règne bien souvent encore en la matière une certaine obscurité.

Une voie parait s'ouvrir pour résoudre ce problème puisque les modèles économiques de décision peuvent comprendre explicitement des «restrictions»; du point de vue forestier cela concerne essentiellement la prise en considération de la durabilité. Dans cette étude celle-ci est simplement assimilée à l'obtention par l'entreprise d'un capital sur pied qui lui soit propre.

D'après des calculs de modèles, construits à partir de corrélations connues et non linéaires avec la production (voir fig. 1), on a pu montrer que la restriction visant au maintien d'un capital sur pied durable fixe implicitement le taux marginal qui doit être regardé comme norme de décision (voir Tab. 1 et Fig. 2); cela étant, on ne peut plus choisir librement le taux à utiliser dans les calculs. En conclusion et en se basant sur les données relatives aux exploitations du service forestier du Land de Basse-Saxe (voir Tab. 3 à 5) on a pu établir que la gestion forestière durable qui y est pratiquée est en parfait accord avec les considérations de rentabilité adaptées au cas par cas. J. M.

8. Literatur

ABETZ, K.: Gedanken zu Theorie und Praxis der forstlichen Rentabilitätslehre. Allg. Forst- u. J.-Ztg., S. 287–298, 1929

BORGGREVE, B.: Die Forstreinertragslehre, insbesondere die sogen. Forstliche Statik Prof. Dr. GUSTAV HEYER's nach ihrer wissenschaftlichen Nichtigkeit und wirtschaftlichen Gefährlichkeit. Verlag Emil Strauss, Bonn, 1878

CHANG, S. J.: A generalized FAUSTMANN's model for the determination of optimal harvest age. Canadian Journal of Forest Research **28**, 652–659, 1998

DEEGEN, P.: Zur Interpretation der FAUSTMANN'schen Formel als ein komplexes forstökonomisches Verhaltensmodell. Allg. Forst- u. J.-Ztg. **171**, 88–96, 2000

ENDRES, M.: Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik. Verlag Julius Springer, Berlin, 1919

FAUSTMANN, M.: Berechnung des Werthes, welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. Allg. Forst- u. J.-Ztg., S. 441–445, 1849

GADOW, K. VON: Sustainable Forest Management theory and applications. Paper presented in Valdivia, Chile on 8 December 2000. 2000

GADOW, K. VON und PUUMALAINEN, J.: Scenario planing for sustainable forest management. In: GADOW, K. V., PUKKALA, T. und TOMÉ, M.: Sustainable Forest Management. Kluwer Series Managing Forest Ecosystems, Vol. 1, S. 319–356, 2000

JOHANSSON, P. O. und LÖFGEN, K. G.: The Economics of Forestry and Natural Resources. Basil Blackwell Ltd., Oxford, 1985

KLEMPERER, W. D.: Forest Resource Economics and Finance. McGraw-Hill Inc., New York etc., 1996

MÖHRING, B.: Über ökonomische Kalküle für forstliche Nutzungsentscheidungen. Schriften zur Forstökonomie, Bd. 7. J.D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 1994

OESTEN, G.: Gedanken zur Wahl der Zinsrate in der Waldbewertung. Forst u. Holz, S. 536–538, 1991

RIIHINEN, P.: Entwicklung und Stand der forstlichen Wirtschaftslehre in Skandinavien. Forschungsberichte 42, Forstliche Forschungsanstalt München, S. 155–175, 1978

SAMUELSON, P. A.: Economics of Forestry in an Evolving Society. Economic Inquiry, S. 466–492, 1976

SCHOBER, R.: Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 1975

SMALTSCHINSKI, T.: Großregionale Holzaufkommensprognosen und nationale Inventuren. Habilitationsschrift, Freiburg i. Br., 1997

Z-Baum-Normen für die Hauptbaumarten Südwest-Deutschlands

Überprüfung anhand von Versuchsflächendaten und Beispiele für die Anwendung in Versuchswesen und Forsteinrichtung

(Mit 9 Abbildungen und 2 Tabellen)

Von J. KLÄDTKE und P. ABETZ

(Angenommen Januar 2001)

Herrn Professor em. Dr.Dr.h.c. GERHARD MITSCHERLICH zur Vollendung seines 90. Lebensjahres gewidmet

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Z-Baum; Auslesedurchforstung; Forsteinrichtung; Fichte; Tanne; Kiefer; Douglasie; Buche; Eiche.

Future crop trees; selective thinning; forest inventory; Norway spruce; silver fir; Scots pine; Douglas fir; beech; oak.

1 EINLEITUNG

Jedes forstwirtschaftliche Handeln erfordert klare Zielvorstellungen. Trotzdem ist die Definition waldbaulicher Ziele bislang überwiegend vage geblieben. Formulierungen wie „wertvolles Starkholz“, „strukturreiche Mischbestände“ etc. sind unpräzise und als operationale Zielvorgaben nicht geeignet. Neue Richtlinien zu Waldentwicklungstypen enthalten zwar Angaben hinsichtlich Anzahl an Z-Bäumen, Zieldurchmesser und Eingriffsstärken. Es handelt sich hierbei aber lediglich um Orientierungswerte, die bei der Planung waldbaulicher Maßnahmen oder der Bewertung des aktuellen Zustandes nur begrenzt weiterhelfen.

Eine Möglichkeit, waldbauliche Zielvorstellungen zu präzisieren und den Grad ihrer Erreichung zu beurteilen, bieten Z-Baum-Normen, mit denen die Sollentwicklungen von Z-Bäumen beschrieben wird. Deren Herleitung basiert auf umfangreichen Stammanalysen und Einzelbaummessungen unter Berücksichtigung bestimmter Rahmenwerte, die sich in erster Linie aus den Anforderungen hinsichtlich Vitalität und Stabilität, in zweiter Linie aus der Vorgabe maximaler Jahrringbreiten zur Erreichung einer bestimmten Holzqualität ergeben (KLÄDTKE, 1993; ABETZ und KLÄDTKE, 1997). Bislang wurden jeweils 2 Normen für die Baumarten Fichte, Tanne, Douglasie, Kiefer, Buche und Eiche erstellt: Norm N für normale Produktionsbedingungen und Norm S für Bestände, in denen ein forciertes Durchmesserwachstum angestrebt wird. Dies kann aus Gründen der Risikominderung angebracht sein, wenn z.B. wegen erhöhter Sturmwurfgefahr der Zieldurchmesser schneller, d.h. bei niedrigeren Baumhöhen, erreicht werden soll. Die Norm S kann aber auch in Mischbeständen mit unterschiedlicher Wuchsdynamik für die Z-Bäume der konkurrenzüberlegenen Baumart in Betracht kommen.

Die Höhenentwicklung der Normen wurde den in Baden-Württemberg verwendeten Bestandesertragstafeln entnommen (LFV Baden-Württemberg, 1993), davon ausgehend, dass sich Oberhöhe und Höhe der Z-Bäume nicht wesentlich unterscheiden.

Im Folgenden werden die beiden Normen der genannten Baumarten mit Daten von langfristigen Versuchen verglichen[1]). Außerdem werden einige Beispiele für die Anwendung im waldwachstumskundlichen Versuchswesen und in der Forsteinrichtung vorgestellt.

2 MATERIAL UND METHODIK

2.1 Auswahl der Versuchsflächen

Das Versuchsflächennetz der Abt. Waldwachstum der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) beinhaltet viele alte Auslesedurchforstungsversuche, die z.T. seit den 30er Jahren konsequent Z-Baum-orientiert behandelt wurden und die ein ideales Material zur Überprüfung der Z-Baum-Normen darstellen. Zusätzlich wurden alle Versuche ohne Z-Baum-Auswahl in den Vergleich mit einbezogen, bei denen zwischen 18 m und 22 m Oberhöhe die h/d-Werte der 100 dicksten Bäume im Bereich der Z-Baum-Normen lagen[2]). Tabelle 1 enthält einige ertragskundliche Angaben zu den ausgewählten Versuchsflächen. Die Flächengrößen liegen zwischen 0,1 ha und 0,5 ha. Außer bei Tanne standen ausreichend Daten zur Überprüfung der Normen zur Verfügung.

2.2 Auswahl der Baumkollektive für den Vergleich

In den Versuchsflächen mit Z-Baum-orientierter Auslesedurchforstung ist die Anzahl der Z-Bäume entsprechend den unterschiedlichen Versuchszielen nicht einheitlich. Für die Überprüfung der Normen war es aber wichtig, mit einem einheitlichen Kollektivumfang zu arbeiten. Deshalb wurden die *bei der letzten Aufnahme* 100 dicksten Bäume (je ha) für die Überprüfung der Norm N und die 5 dicksten Bäume (des Feldes) für die Überprüfung der Norm S verwendet. Da es sich hierbei von Anzahl und Zusammensetzung her um konstante Kollektive handelt, lässt sich deren Entwicklung einzelbaumweise zurückverfolgen. Diese Kollektive können außerdem Z-Bäumen gleichgesetzt werden, was die Einbeziehung auch der übrigen Versuchsflächen ermöglichte.

2.3 Überprüfung der Durchmesserentwicklung und des Radialzuwachses

Grundlage für die Überprüfung der Normen war die Durchmesserentwicklung o.g. Baumkollektive in Funktion der Baumhöhe. Hierzu wurden die Durchmesserwerte der Einzelbäume des jeweiligen Kollektivs mit einer quadratischen Funktion ausgeglichen, das Konfidenzintervall von 95% berechnet und den Normen gegenübergestellt. Anstelle des Alters wurde die Oberhöhe als Bezugsgröße verwendet, weil sich auf diese Weise Bonitätsunterschiede zumindest bis zu einer Oberhöhe von 25 m weitgehend verlieren (siehe Kap. 3.3) und eine gemeinsame Betrachtung von standörtlich unterschiedlichen Versuchsflächen möglich wird. Außerdem erlaubt dieses Vorgehen die Beurteilung der Vitalität und der Stabilität anhand der h/d-Werte.

Zur Beurteilung der sich aus den Normen ergebenden Jahrringbreiten aus holztechnologischer Sicht wurde der periodische jährliche Radialzuwachs aus der Durchmesserentwicklung berechnet und mit den derzeit für Jahrringbreiten geltenden Grenzwerten für die Holzverwendung (Europ. Komitee für Normung, 1998) verglichen. Bei dem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass sich die Radialzuwachswerte der Normen auf die Messhöhe in 1,3 m beziehen, während die Jahrringbreiten nach der EU-Richtlinie am Zopf des Stammholzstückes zu bestimmen sind.

---

[1]) Der für die Buche von ABETZ und OHNEMUS bereits 1999 durchgeführte Vergleich stützte sich auf eine ausgewählte Versuchsfläche und diente vor allem zur Klärung konzeptioneller Fragen bei der Z-Baum-Kontrollmethode, die die Funktionsgleichungen der Z-Baum-Normen verwendet.

[2]) Fi: h/d<75; Kie: h/d<70; Ta u. Dgl: h/d< 65; Bu u. Ei: h/d< 95.

Tab. 1

Anzahl, Alter und Bonität der verwendeten Versuchsfelder sowie Höhe und Durchmesser der Oberhöhenbäume

Number, age, and site index (dGz: mean annual volume increment at age= 100 years) of the sample plots, and DBH and height of the dominant trees used in the validation

Baumart Tree spec.	Anzahl der Felder numb. of plots	Alter age		h_{100}		d_{100}	dGz_{100}*)
	(Stück)	(Jahre)		(m)		(cm)	(Vfm x J^{-1} x ha^{-1})
		min.	max.	min.	max.	max.	min.-max./Ø
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Fichte	88	20	108	9,5	38,8	67,3	9-18/14,4
Tanne	4	40	109	11,1	32,5	54,2	11-12/11,5
Douglasie	51	18	73	7,6	41,8	72,2	10-21/16,7
Kiefer	9	25	133	13,0	27,7	46,7	7-11,5/9,9
Buche	19	34	162	13,8	36,0	57,1	4,3-10/7,4
Eiche	14	35	205	10,7	35,2	73,7	2,7-6,2/3,2

*) bonitiert nach der Oberhöhe im Alter von 50 Jahren

2.4 Bestimmung von Höhe und Bonität

Da nicht von allen Bäumen Höhenmesswerte vorlagen, wurde die Höhe des Grundflächenmittelstammes der 100 dicksten Bäume je Hektar und der 5 dicksten Bäume je Feld aus den Bestandeshöhenkurven hergeleitet. Außerdem wurde der Fehler in Kauf genommen, dass die Höhenentwicklung der Z-Baum-Normen den in Baden-Württemberg verwendeten Ertragstafeln (LFV Baden-Württemberg, 1993) entstammen, die sich bei den Baumarten Fichte, Tanne und Kiefer nicht auf die Oberhöhe der 100, sondern der 200 dicksten Bäume beziehen.

Die Versuchsflächen wurden nach der im Alter von 50 Jahren erreichten Oberhöhe[3]) bonitiert. Der besseren Übersichtlichkeit der Abbildungen wegen wurden die Flächen wie auch die Normen anschließend in 3 dGz-Stufen (untere, mittlere und obere Bonität) eingeteilt.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Durchmesserentwicklung

Abbildung 1 zeigt die mittlere Durchmesserentwicklung der 100 dicksten Bäume der Fichten-Versuchsflächen, die Durchmesserentwicklung der Norm N (für die dGz-Bonitäten 9, 12 und 15) sowie den h/d-Fächer.

Bis zu einer Höhe von 30 m haben Norm und die Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte einen nahezu identischen Verlauf; erst bei größeren Oberhöhen zeigt die Norm einen stärkeren Anstieg und schneidet schließlich die obere Begrenzung des 95%-Konfidenzintervalls.

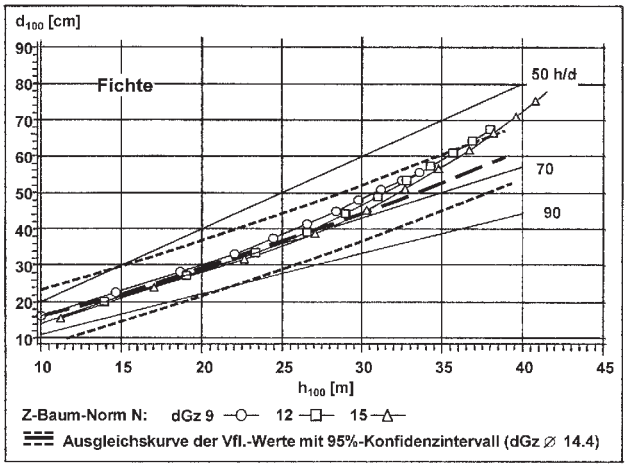

Abb. 1

Vergleich der Ausgleichskurve (mit 95% Konfidenzintervall) der Durchmesser der 100 dicksten Fichten von Versuchsflächen mit Z-Baum-Norm N.
Bis zu einer Höhe von 30 m haben Norm und die Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte einen nahezu identischen Verlauf

Comparison of the regression line (with 95% confidence limits) for the diameters of the 100 thickest trees from Norway spruce sample plots with f.c.t. growth norm N.
Up to 30 m tree height, growth norm N and regression line of sample plot data are nearly identical

In Abbildung 2 wird für Fichte die Entwicklung der 5 dicksten Bäume mit der Norm S verglichen, wobei neben dem Konfidenzintervall[4]) und der Ausgleichskurve auch die Einzelbaumentwicklungen dreier Versuchsfelder mit dargestellt sind.

Auch dieser Vergleich führt zu einer hohen Übereinstimmung zwischen tatsächlicher Entwicklung und Norm. Es fällt jedoch auf,

[3]) Dieses Bonitierungsverfahren liegt auch den Schweizer Ertragstafeln (EAFV 1964) zugrunde. Eine Bonitierung über die Oberhöhe im Alter von 100 Jahren hätte für jüngere Bäume eine zu weitgehende Extrapolation erforderlich gemacht.

[4]) Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde auf eine bonitätsspezifische Darstellung der Konfidenzintervalle verzichtet.

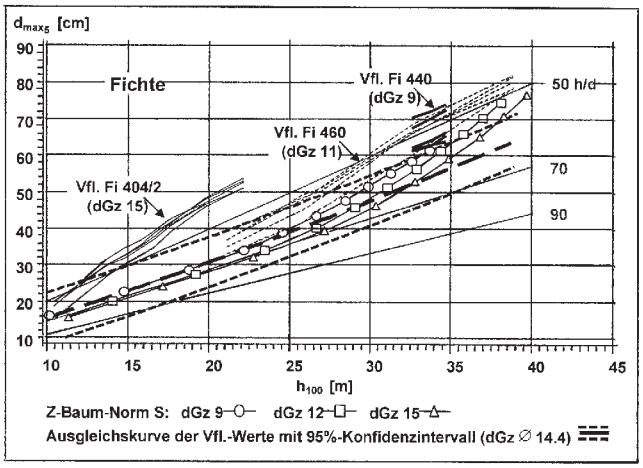

Abb. 2

Vergleich der Ausgleichskurve (mit 95% Konfidenzintervall) der Durchmesser der 5 dicksten Fichten von Versuchsflächen mit Z-Baum-Norm S.
Neben einer hohen Übereinstimmung zwischen Norm und tatsächlicher Entwicklung fällt auf, dass die Bäume der gesondert dargestellten Versuche standraumbedingt weit über der Norm liegen

Comparison of the regression line (with 95% confidence limits) for the diameters of the 5 thickest trees from Norway spruce sample plots with f.c.t. growth norm S.
Besides a high similarity of norm and regression line, the figure shows that the trees of the separately plotted sample plots are far above the norm due to extremely large growing spaces

dass die Bäume der gesondert dargestellten Versuche in ihrer Durchmesserentwicklung weit über der Norm liegen. Es handelt sich hierbei um die Versuchsflächen Fi 404/2 in Riedlingen, die bei einer Oberhöhe von 9,5 m auf 243 Bäume/ha reduziert wurde, die Vfl. Fi 460 in Heidelberg, auf der nach Schneebruch bei einer Oberhöhe von 21,0 m nur noch 130 Bäume je Hektar übrig blieben, sowie die Vfl. Fi 440[5]), die im Weitverband von 6 m x 5 m mit 320 Fichten/ha begründet worden war (KENK, 1988). Dies zeigt, dass die Normen zweifellos innerhalb des biologisch Möglichen liegen und in welch breitem Rahmen Durchmesserentwicklungen definiert werden können. Die große Bonitätsspreite der 3 Flächen (dGz 9 bis dGz 15) bringt außerdem den starken Einfluss der Behandlung im Vergleich zur Bonität auf die Durchmesserentwicklung zum Ausdruck, wie auch aus anderen Untersuchungen hervorgeht (z.B. SCHOBER, 1979; KENK, 1990). Schließlich lässt die Abbildung auch erkennen, wie Standraumeffekte anhand eines Vergleichs der tatsächlichen Durchmesser mit der Sollvorgabe der Normen quantifiziert werden können (siehe Kap. 4.1).

Aus Platzgründen ist es nicht möglich, die Vergleiche für alle Baumarten darzustellen. Gute Übereinstimmung ergaben sich jedoch für beide Normen von Tanne, Buche und Eiche sowie für die Norm N der Kiefer. Bei der Kiefer-Norm S und den beiden Douglasien-Normen zeigten sich dagegen Abweichungen, die eine weitere Überprüfung dieser Normen erforderlich machten.

[5]) Aufgrund ihres hohen Alters und des kurzen Beobachtungszeitraums wurde diese Fläche anhand ihrer Oberhöhe im Alter von 100 Jahren bonitiert.

In Abbildung 3 wird die Entwicklung der 5 dicksten Kiefern mit der Z-Baum-Norm S verglichen. Die Versuchsflächen gehören mit einem mittleren dGz von 9,9 überwiegend sehr guten Bonitäten an. Bonitätsstufe dGz 5 ist gar nicht, dGz 7 kaum belegt. Die Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte liegt nur geringfügig unter der Norm für dGz 9, sodass auch diese Norm einen realistischen Wachstumsverlauf beschreibt. Für eine Überprüfung der Bonitätsstufen 5 und 7 stehen in Baden-Württemberg keine Versuchsflächen zur Verfügung. Die Herleitung der Normen für diese niedrigeren Bonitäten basiert überwiegend auf Stammanalysen aus Rheinland-Pfalz (THREN, 1987). Eine Korrektur dieser Norm ist daher nicht angezeigt.

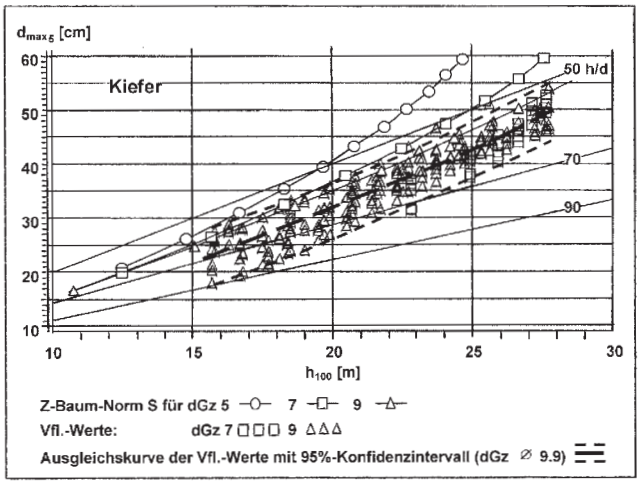

Abb. 3

Vergleich der Ausgleichskurve (mit 95% Konfidenzintervall) der Durchmesser der 5 dicksten Kiefern von Versuchsflächen mit Z-Baum-Norm S.
Die Versuchsflächen gehören mit einem mittleren dGz von 9,9 überwiegend sehr guten Bonitäten an. Die Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte liegt nur geringfügig unter der Norm für dGz 9

Comparison of the regression line (with 95% confidence limits) for the diameters of the 5 thickest trees from Scots pine sample plots with f.c.t. growth norm S.
With a mean volume increment of 9.9 $m^3 * y^{-1} * ha^{-1}$, most of the Scots pine sample plots used in the validation belong to very good site classes. The regression line is only little below the f.c.t. growth norm for site class 9 $m^3 \times y^{-1} \times ha^{-1}$

Bei der Douglasie dagegen weichen die Normen N und S deutlich von den Versuchsflächendaten ab (Beispiel Norm S in Abb. 4), sodass eine Korrektur erforderlich war. Diese erfolgte dergestalt, dass bei 10 m Oberhöhe beide Normen auf dem Niveau der Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte liegen und bei 40 m Oberhöhe in etwa im *oberen* Bereich des Konfidenzintervalls der d_{100}-Werte (Norm N) bzw. der d_{max}-Werte (Norm S) verlaufen. Damit wurde der Tatsache Rechnung getragen, dass die älteren Douglasien-Versuchsflächen noch nicht nach modernen Standraumkonzepten behandelt worden sind und der mittlere d_{100} bzw. d_{max} dieser Flächen deshalb noch zu niedrig liegen dürfte. Gegenüber der ursprünglichen Fassung wurde bei den überarbeiteten Normen auf eine bonitätsspezifische Auffächerung (bei Darstellung über der Oberhöhe) verzichtet.

In Abbildung 5 sind die neuen Douglasien-Normen zusammen mit Ausgleichskurve und Konfidenzintervall der 5 dicksten Bäume der Versuchsflächen sowie dem h/d-Fächer dargestellt[6]).

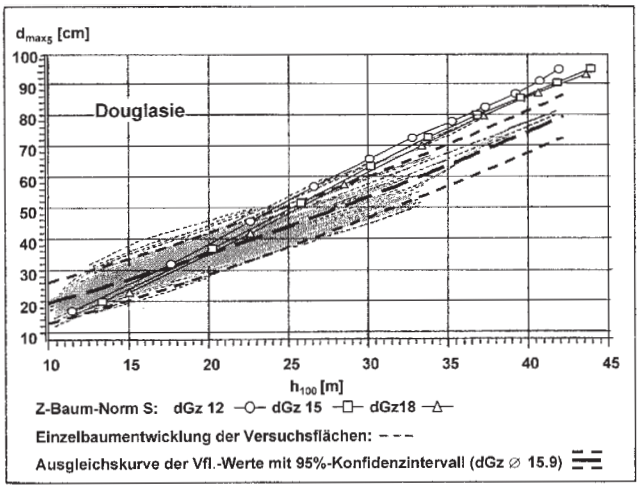

Abb. 4

Vergleich der Entwicklung der 5 dicksten Douglasien von Versuchsflächen mit Z-Baum-Norm S.
Bei Douglasie weichen beide Normen so stark von den Versuchsflächendaten ab, dass eine Korrektur erforderlich war

Comparison of the development of the 5 thickest trees from Douglas fir sample plots with f.c.t. growth norm S.
Both growth norms of Douglas fir had to be adjusted due to considerable deviations from sample plot data.

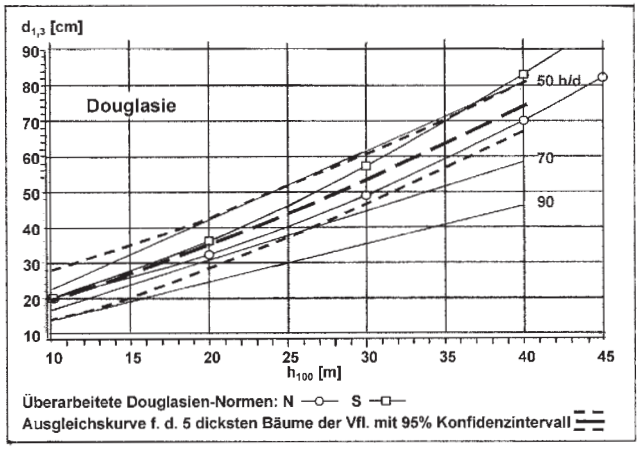

Abb. 5

Überarbeitete Douglasiennormen mit h/d-Fächer und Ausgleichskurve mit Konfidenzintervall der d_{max}-Werte aus Versuchsflächen.
Die Normen wurden so verändert, dass sie bei 10 m Oberhöhe bei beiden Normen auf dem Niveau der Ausgleichskurve der Versuchsflächenwerte, bei 40 m Oberhöhe in etwa im oberen Bereich des Konfidenzintervalls der d^{100}-Werte (Norm N) bzw. der d_{max}-Werte (Norm S) liegen

Adjusted f.c.t. growth norms for Douglas fir, h/d ratio, and regression line with confidence limits for the 5 thickest trees from Douglas fir sample plots.
Adjustments were made thus that both norms are on the level of the regression line of the sample plot data at 10 m tree height, and in the upper range of the confidence limits at 40 m tree height

[6]) Die Funktionsgleichungen sämtlicher Normen können bei den Autoren angefordert werden.

[7]) Berechnet als durchschnittlicher jährlicher Radialzuwachs der Aufnahmeperioden.

3.2 Radialzuwachs bzw. Jahrringbreite

Tabelle 2 gibt Auskunft über die durchschnittlichen und die maximalen Radialzuwächse der Normen (die vereinfachend der Jahrringbreite gleichgesetzt werden), und die in der EU-Richtlinie ENV 1927 für A-Qualität genannten Vorgaben. Bei den Nadelbaumrten liegen die Werte beider Normen aus holztechnologischer Sicht durchweg in einem akzeptablen Rahmen. Bei Buche und Eiche ist ohnehin weniger die Jahrringbreite als die Gleichmäßigkeit der Jahrringsaufbaus qualitätsbestimmendes Merkmal.

Tab. 2

Durchschnittlicher und maximaler Radialzuwachs nach Z-Baum-Norm N und S sowie mittlere Jarringbreite nach EU-Norm 1927 für A-Qualität

Average and maximum radial increment of f.c.t. growth norm N and S and mean ring width of EU-Norm 1927, grade A

Baumart (tree spec.)	dGz	Norm N*) [mm]		Norm S*) [mm]		ENV 1927**) [mm]
		Ø	max	Ø	max	Ø
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Fichte	12	2,5	4,0	2,8	4,0	4
Tanne	12	2,2	3,4	2,7	3,4	4
Douglasie	15	4,2	5,2	5,3	6,8	8
Kiefer	7	1,9	3,2	2,3	3,6	4
Buche	7	2,2	3,1	2,6	3,2	
Eiche	6	1,5	2,2	2,0	2,9	

*) i_r in 1,3 m Höhe
**) Durchschnittl. Jahrringbreite gemessen am Zopfende

Die Variation auf den Versuchsflächen ist behandlungs- und witterungsbedingt wesentlich größer. Bei allen Baumarten bewegen sich die Radialzuwächse beider Normen im Bereich des Streubandes der tatsächlich beobachteten Werte[7]), wie dies in Abbildung 6 für die Buche dargestellt ist.

3.3 Oberhöhe oder Alter als Bezugsbasis?

Je nach Fragestellung haben beide Bezugsgrößen, Baumhöhe und Alter, ihre Bedeutung. Aus Abbildung 1, 2 und 5 geht hervor, dass sich bei Verwendung der Höhe Bonitätsunterschiede zumindest bis zu einer Oberhöhe von 25 m weitgehend verlieren. Bei Baumarten mit lang anhaltendem Höhenwachstum wie der Fichte oder der Douglasie sind sie sogar zu vernachlässigen. Analog dem erweiterten EICHHORN'schen Gesetz (GERHARD, 1909, nach ASSMANN, 1961) können damit von unterschiedlichen Standorten stammende Daten miteinander verglichen werden. Außerdem ermöglicht dies die Anwendung der Z-Baum-Normen auch ohne Kenntnis von Alter und Bonität (vgl. ABETZ und KLÄDTKE, 2000), ein entscheidender Vorteil bei der Bewirtschaftung ungleichaltriger Bestände und Mischbestände, wo altersbezogene Entscheidungshilfen wie die herkömmlichen Reinbestandsertragstafeln versagen.

Bei Verwendung des *Alters* als Bezugsgröße fächern sich die Normen dagegen bonitätsspezifisch auf. Bei mittel- und langfristigen Prognosezeiträumen ist wie bei der Anwendung von Ertrags-

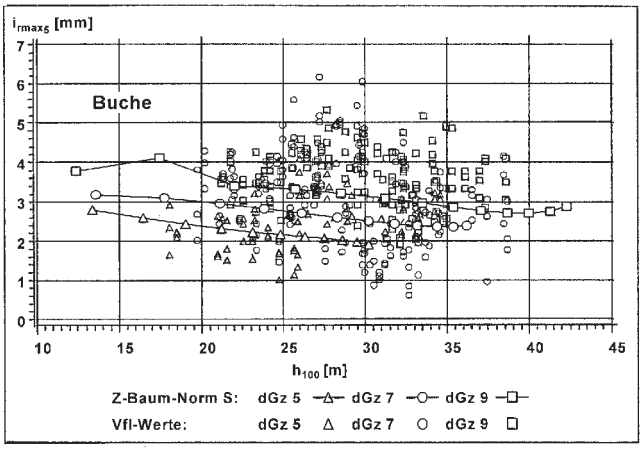

Abb. 6

Vergleich des jährlichen Radialzuwachses der 5 dicksten Bäume der Versuchsflächen mit den Z-Baum-Normen (Beispiel Buche). Wie hier bei Buche und der Norm S liegen auch bei den anderen Baumarten die Radialzuwächse der Normen im Bereich des Streubandes der tatsächlich Beobachteten

Annual radial increment of the five thickest trees of the plots and of the f.c.t. growth norm (example beech). As shown in this example for beech and Norm S, for all tree species the radial increment of the growth norms is within the range of the observed radial increments

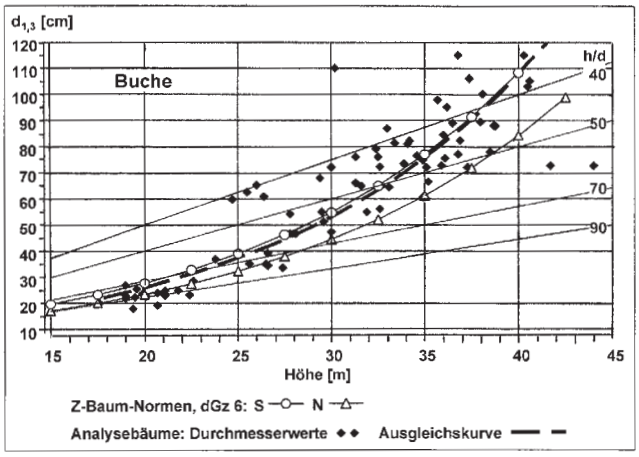

Abb. 7

Vergleich der Durchmesserentwicklung supervitaler Buchen mit den Z-Baum-Normen N und S für Buche, dGz 6. Die Ausgleichskurve der Einzelwerte hat in Form und Steigung eine große Ähnlichkeit mit der Norm S

Diameter development of very vital beech trees compared to the f.c.t growth norm N and S for beech, site class 6 $m^3 \times y^{-1} \times ha^{-1}$. The shape of the regression line is very similar to growth norm S

tafeln zu beachten, dass es wegen möglicher Standortsveränderungen (KENK, 1991; UNTHEIM, 1996; SPIECKER et al., 1996) von Zeit zu Zeit einer Neubonitierung bedarf, da die reale Höhenentwicklung von der den Ertragstafeln zugrunde liegenden abweichen kann.

4 BEISPIELE FÜR DIE ANWENDUNG IN VERSUCHSWESEN UND FORSTEINRICHTUNG

4.1 Anwendung im Versuchswesen

4.1.1 Planung und Durchführung waldwachstumskundlicher Versuche

Mit Hilfe von Z-Baum-Normen können die Ziele waldwachstumskundlicher Behandlungsversuche wesentlich besser präzisiert werden (ABETZ, 1996), wie folgendes Beispiel zeigt.

1998 wurden durch die Abt. Waldwachstum der FVA Baden-Württemberg Buchen-Durchforstungsversuche angelegt, in denen ein von WILHELM vorgeschlagenes Behandlungskonzept erprobt und mit anderen Verfahren verglichen werden soll (WILHELM, LETTER und EDER, 1999).

In einer Voruntersuchung wurden in Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und Lothringen i.g. 70 großkronige („supervitale") Buchen gefällt und analysiert. In Abbildung 7 sind die Brusthöhendurchmesser dieser Buchen über der Oberhöhe aufgetragen und der Buchen-Norm S und N für dGz 6 gegenübergestellt. Die Ausgleichskurve der Einzelwerte hat in Form und Steigung eine große Ähnlichkeit mit der Norm S. Es liegt also nahe, den Feldern, mit denen das neue Konzept überprüft werden soll, die Buchen-Norm S zugrunde zu legen, den anderen dagegen die Norm N. Anders als bei der Vorgabe von Grundflächenhaltungen ist das Versuchsziel somit anhand unterschiedlicher Durchmesserentwicklungen definiert. Außerdem kann auf diese Weise festgestellt werden, ob die ausgewählten Z-Bäume tatsächlich „supervital" sind und in ihrer bisherigen Entwicklung den Vorgaben des Modells entsprechen.

Bestimmte Durchmesserentwicklungen erfordern bestimmte Durchforstungsstrategien, wie sich aus dem h/d-Fächer in Abbildung 7 ableiten lässt. Bei zu Beginn annähernd gleichen h/d-Werten bleiben diese bei Norm N zunächst auf höherem Niveau, während sie bei Norm S rasch und kontinuierlich sinken. Eine Entwicklung nach Norm S bedingt eine früher einsetzende und wesentlich stärkere Durchforstung.

Leider fehlen für die Buche bisher noch an die Durchmesserentwicklung der Normen gekoppelte Durchforstungsmodelle für die Ableitung zielkonformer Durchforstungsansätze, wie sie für Fichte bereits vorhanden und erprobt sind (KLÄDTKE, 1993). Hierzu können aus dem beschriebenen Versuch jedoch wertvolle Daten gewonnen werden.

4.1.2 Interpretation von Versuchsergebnissen

In Kap. 3.1 wurde bereits erwähnt, dass sich mittels eines Soll/Ist-Vergleiches von Norm und tatsächlicher Durchmesserentwicklung auf die Intensität der Bestandesbehandlung bzw. die Standraumsituation schließen lässt. Im Folgenden wird anhand eines Düngeversuchs (Vfl. Fi 337 in Pfalzgrafenweiler) ein Beispiel für die Anwendung von Z-Baum-Normen bei der Auswertung von Versuchsflächen gegeben. Der Versuch wurde 1999 nach 42-jähriger Laufzeit einer Schlussauswertung unterzogen (KLÄDTKE, 1999).

Abbildung 8 zeigt, dass der Durchmesser der 200 dicksten Bäume der Düngefelder im Alter von 108 Jahren zwischen 40 cm und 45 cm liegt. Bei gleichem Alter könnten jedoch nach der Z-Baum-Norm N Durchmesser von 58 cm bis 63 cm erwartet werden.

Eine Modellkalkulation ergab, dass die Düngung eine Wertsteigerung von maximal 13000 DM/ha gegenüber dem ungedüngten Feld erbracht hat. Unterstellt man dagegen eine Entwicklung nach der Z-Baum-Norm, ergibt sich ein Mehrertrag von bis zu 52000 DM pro ha.

Z-Baum-Normen können damit zur Quantifizierung verschiedenster Behandlungseffekte eingesetzt werden. Sie erlauben auch

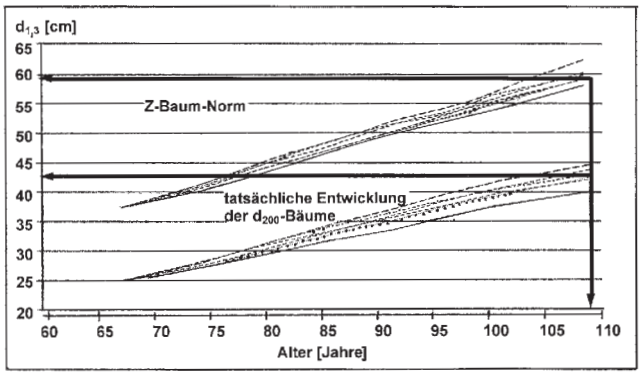

Abb. 8

Vergleich der tatsächlichen Entwicklung von d200-Bäumen aus einem Düngungsversuch mit der Z-Baum-Norm N für Fichte. Der Durchmesser der 200 dicksten Bäume im Alter von 108 Jahren liegt zwischen 40 cm und 45 cm. Durch eine starke Auslesedurchforstung hätte im gleichen Alter ein Durchmesser von 58 cm bis 63 cm erreicht werden können

Diameter development of the dominant trees from a fertiliser experiment compared to the f.c.t. growth norm for Norway spruce. The diameters of the dominant trees of the plots range from 40 cm to 45 cm at the age of 108 yrs. By intensive selective thinnings, 58 cm to 63 cm would have been reachable

Auswertungen und Interpretationen, die über die Möglichkeiten des eigentlichen Versuches hinausgehen und werden deshalb auch bei Auswertungen von Versuchsflächendaten der Abt. Waldwachstum eingesetzt.

4.2 Anwendung in der Forsteinrichtung

Analog zur Verwendung im Versuchswesen bieten sich auch in der Forsteinrichtung Anwendungsmöglichkeiten für Z-Baum-Normen. Mit ihrer Hilfe lassen sich operationale und an der Wertentwicklung orientierte Zielvorgaben herleiten, die im Kernbereich forstlichen Wirtschaftens, der Holzproduktion, noch weitgehend fehlen.

Das bestgeeignete Inventurverfahren für die Kontrolle und die Steuerung des Wachstums von Z-Bäumen ist die Z-Baum-Kontrollmethode (ABETZ, 1980; ABETZ und OHNEMUS, 1996), in die die Z-Baum-Normen implementiert sind. Mit den überprüften Z-Baum-Normen stehen nun optimierte Referenzgrößen zur Verfügung. Damit kann die Z-Baum-Kontrollmethode, die als Ergänzung zur Forsteinrichtung entwickelt und bereits verschiedentlich getestet wurde, als praxisreif betrachtet werden.

Z-Baum-Normen können jedoch auch zur Beurteilung anderweitig erhobener Inventurdaten verwendet werden. Als Beispiel hierfür sind in Abbildung 9 die Mittelwerte von Fichten- und Buchenstraten der Betriebsinventur den Z-Baum-Normen für Fichte bzw. Buche gegenübergestellt. Die Übereinstimmung mit den Normen ist in beiden Fällen hoch, was auf einen insgesamt guten Pflegezustand hindeuten könnte. Da jedoch den Mittelwerten Höhe und Durchmesser der *beiden dicksten Bäume pro Stichprobe* zugrunde liegen, ist dieses Kollektiv[8]) nicht identisch mit Z-Bäumen und ein Vergleich mit Z-Baum-Normen nur eingeschränkt möglich. Vor allem aber lässt die Betriebsinventur keine Aussagen auf Bestandesebene zu, sodass sich waldbauliche Problempunkte anhand von BI-Daten nicht lokalisieren lassen.

[8]) Im Extremfall könnte es sich bei diesen Bäumen auch um qualitativ schlechte Vorwüchse in ungepflegten Beständen handeln!

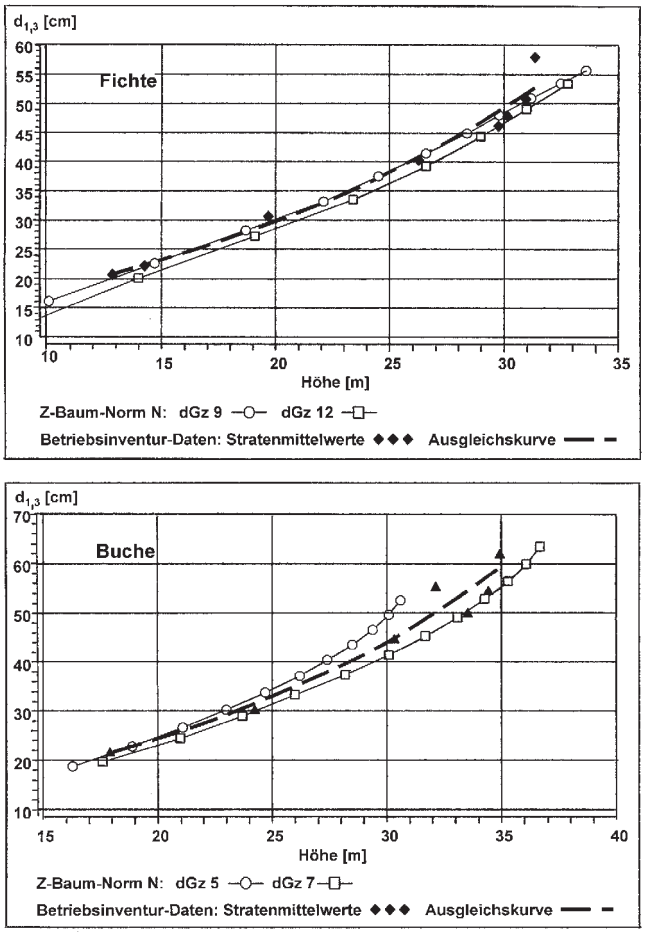

Abb. 9

Vergleich von Fichten- (oben) und Buchen-Straten (unten) der Betriebsinventur mit der Z-Baum-Norm N für Fichte bzw. Buche. Obwohl die Vergleichbarkeit infolge der nicht genau definierten Kollektive der Betriebsinventur eingeschränkt ist, zeigt sich eine hohe Übereinstimmung mit den ZB-Normen. Hieraus auf den Pflegezustand der Bestände zu schließen ist jedoch problematisch, weil der Bestandesbezug fehlt

Forest inventory data from spruce (top) and beech stands (bottom) compared to the f.c.t. growth norm N for spruce resp. beech. Although comparability with the growth norm is only limited due to the not defined collectives of the inventory data, the regression lines correspond well to the growth norms

5 ZUSAMMENFASSUNG

Z-Baum-Normen sollen der Kontrolle und Steuerung des Wachstums der wertvollsten Bäume in einem Bestand, den Z-Bäumen, dienen. Sie bieten die Möglichkeit, waldbauliche Zielvorstellungen zu präzisieren und den Grad der Zielerreichung zu beurteilen. Die Herleitung der bislang für Fichte, Tanne, Douglasie, Kiefer, Buche und Eiche entwickelten Normen basiert auf umfangreichen Stammanalysen und Einzelbaummessungen.

Voraussetzung für ihre Anwendbarkeit ist eine ausreichende Plausibilität der von ihnen beschriebenen Wachstumsgänge. Deshalb wurden diese Normen mit der Entwicklung vorherrschender Bäume von langfristig beobachteten Versuchsflächen verglichen. Außerdem erfolgte eine Beurteilung der sich aus den Normen ergebenden Jahrringbreiten aus holztechnologischer Sicht.

Der Vergleich ergab, dass die Durchmesserentwicklung der Normen mit der tatsächlichen Entwicklung auf den Versuchsflächen gut übereinstimmt (Abb. 1 bis 4). Lediglich für die Douglasie war eine Überarbeitung sowohl der Norm N (gedrosselte Durchmesserentwicklung) als auch der Norm S (forcierte Durchmesserentwicklung) notwendig (Abb. 4 und 5).

Die Jahrringbreiten der Normen bewegen sich bei allen Baumarten und bei beiden Normen im Bereich des Streubandes der tatsächlich beobachteten Jahrringbreiten (Abb. 6) und liegen innerhalb eines aus holztechnologischer Sicht akzeptablen Rahmens (Tab. 2).

Stellt man die Durchmesserentwicklung nicht über dem Alter, sondern der Oberhöhe dar, verliert sich der Einfluss der Bonität nahezu, sodass die Normen zumindest bis zu einer Oberhöhe von 25 m ohne Kenntnis der Bonität angewendet werden können (Abb. 1, 2 und 5). Dies ist für die Anwendung in ungleichaltrigen Beständen und Mischbeständen von entscheidendem Vorteil, da weder Alter noch Bonität, sondern lediglich Durchmesser und (geschätzte) Höhe der Z-Bäume bekannt sein müssen.

Neben der Überprüfung der Normen werden verschiedene Anwendungsmöglichkeiten im Versuchswesen und bei Forstinventuren aufgezeigt. Bei ertragskundlichen Versuchen lassen sich mit ihrer Hilfe Behandlungseffekte eindeutiger beurteilen und Behandlungsprogramme im Versuchswesen wie auch in einem Forstbetrieb präziser formulieren als mit Bestandeskennwerten (Abb. 7 und 8). Da anhand eines Ist/Soll-Vergleichs mit den Z-Baum-Normen eine objektive Beurteilung des Pflegezustandes der Bestände nun möglich ist, könnten die Z-Baum-Normen einen Beitrag zur Fortentwicklung bewährter Forsteinrichtungsverfahren leisten (Abb. 9).

6 Summary

Title of the paper: *Growth norms for future crop trees of the most important trees species in Southwest Germany: their validation on the base of sample plot data and examples for their application in growth and yield experiments and forest inventories.*

Growth norms for future crop trees (f.c.t.) describe the optimum height and diameter growth of f.c.trees. Comparing the actual DBH of a f.c.tree with the norm allows to assess whether the development of the f.c.tree is in accordance with the production goal or whether the respective tree needs to be released from competitors. Based on extensive stem analyses and single tree measurements, two norms, N and S, have been developed for Norway spruce, Douglas fir, silver fir, Scots pine, beech, and oak. Norm N describing a moderate, norm S a faster diameter growth, both are within the range of sufficient vitality (h/d-ratio) and wood quality (tree ring width).

In order to test the validity as a prerequisite for their application, the norms were compared to the development of dominant trees from long-term sample plots of the Forest Research Station of Baden-Württemberg. Except for Douglas fir, the diameter development of the norms proved to be in accordance with the development observed from the sample plot trees (examples for this comparison are given in Fig. 1 to 4). Both growth norms of Douglas fir had to be adjusted due to considerable deviations from sample plot data (Fig. 4 and 5).

The tree ring width of the norms are all within the range of the observed ring widths (Fig. 6), and acceptable with respect to timber quality (Tab. 2).

Describing diameter development as a function of top height instead of age reduces site effects to a great extent, at least up to 25 m top height (see Fig. 1, 2 and 5). Therefore, up to 25 m top height, f.c.t. growth norms may be applied without any information about age and site class. This is of high importance in uneven aged and mixed stands, since only measurements or estimations of diameter and height of the f.c.trees are required.

Following the validation of the norms, several examples for their application in growth and yield experiments and forest inventories are given. Goals of growth and yield experiments can be defined more precisely and effects of stand treatment can be quantified more accurately by growth norms than by control plots or stand data like basal area or timber volume per hectare (Fig. 7 and *8*).

Growth norms for f.c.trees are also an important tool for forest inventories, enabling to assess the success of the thinnings performed and the stage of stand development by simply comparing the actual diameters of the f.c.trees with the growth norms (Fig. 9).

7 Résumé

Titre de l'article: *Normes relatives aux arbres d'avenir des principales essences du sud-ouest de Allemagne. Leur contrôle d'après les données collectées dans des placettes expérimentales et exemples de leur utilisation pour les recherches et les aménagements forestiers.*

Les normes relatives aux arbres d'avenir décrivent leur croissance optimale en hauteur et en diamètre. En comparant le diamètre actuel d'un arbre d'avenir avec la norme on peut déterminer si le développement d'un tel arbre est conforme à l'objectif que l'on s'est assigné ou bien si cet arbre doit être libéré de l'oppression de ses voisins.

Sur la base d'un grand nombre d'analyses de tiges et de mesures prises sur des arbres deux normes relatives aux arbres d'avenir furent élaborées pour l'épicéa, le douglas, le sapin, le pin sylvestre et le chêne. La norme «N» décrit une croissance en diamètre modérée tandis la norme «S» la favorise; dans les deux cas, on a tenu compte dans une très large mesure de la vitalité (rapport h/d) et de la qualité du bois (largeur des cernes annuels).

Pour vérifier la plausibilité des normes qui constitue le préalable à leur utilisation, on a comparé avec le développement des arbres prédominants des placettes expérimentales permanentes de l'Institut de Recherches et Expériences Forestières du Bade-Wurtemberg.

A l'exception du douglas, on a constaté que les normes correspondaient bien avec le développement des arbres des placettes expérimentales (exemples de telles comparaisons aux figures 1 à 4. En revanche les deux normes pour le douglas doivent être revues en raisons des écarts manifestes avec les données des placettes expérimentales (Fig. 4 et 5)).

Les largeurs des cernes s'inscrivent dans le cadre de celles qui sont effectivement observées et par conséquent dans des limites acceptables en ce qui concerne la qualité du bois (Tab. 2).

Si l'on considére le diamètre comme fonction de la hauteur dominante au lieu de l'âge, les différences entre stations s'estompent très largement, à tout le moins jusqu'à une hauteur dominante de 25 m (cf. Fig. 1, 2 et 5). De ce fait on peut utiliser les normes pour les arbres d'avenir jusqu'à une hauteur dominante de 25 m même si l'on ne connait ni l'âge ni la qualité de la station. Cela constitue manifestement un sérieux avantage lors qu'il s'agit de peuplements mélangés et inéquiennes puis qu'on ne doit mesurer ou estimer que le diamètre à hauteur de poitrine et la hauteur des arbres d'avenir.

En plus de la vérification des normes, on a donné quelques exemples de leur utilisation dans les recherches sur la croissance des forêts et dans les inventaires forestiers. Les objectifs des recherches de production peuvent être formulés avec plus de précision qu'avec les grandeurs relevées dans les placettes ou liées au peuplement comme le nombre de tiges, la surface terrière et le

volume à l'hectare (Fig. 7 et 8); de même les effets d'un traitement sylvicole peuvent être ainsi quantifiés plus exactement.

Les normes pour les arbres d'avenir constituent également un instrument important pour les inventaires forestiers. Elles permettent de déterminer quels furent les résultats d'éclaircies et quelle fut l'évolution du peuplement en se livrant simplement à une comparaison portant sur le diamètre actuel de l'arbre d'avenir. J. M.

8 Literatur

ABETZ, P.: Zum Konzept einer Z-Baum-orientierten Kontrollmethode. AFJZ **151**(4/5), 65–68, 1980

ABETZ, P.: Zur Steuerung langfristiger Versuche anhand von Z-Baum-Normen. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Berichte zur Jahrestagung, 242–248, 1996

ABETZ, P. und KLÄDTKE, J.: Bewirtschaftung von Mischbeständen beliebiger Struktur und Zielsetzung. AFJZ **168**(4), 2–4, 1997

ABETZ, P. und KLÄDTKE, J.: Die Df-2000. Eine Entscheidungshilfe für Durchforstungen, AFZ/Der Wald **55**(9), 454–455, 2000

ABETZ, P. und OHNEMUS, K.: Erfahrungen mit der Z-Baum-Kontrollmethode. AFZ **51**(11), 622–625, 1996

ABETZ, P. und OHNEMUS, K.: Überprüfung von Z-Baum-Normen für Buche anhand einer Versuchsfläche. AFJZ **170**(9), 157–165, 1999

ASSMANN, E.: Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft, München-Bonn-Wien. 490 S., 1961

EAFV: Ertragstafeln. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Zürich. 1964

Europ. Komitee für Normung: Qualitätssortierung von Nadelrundholz. ENV 1927-1-3 1998

KENK, G.: Fichtenwirtschaft ohne Vornutzung? Das Beispiel eines 115-jährigen Bestandes im Wuchsgebiet Schwäbische Alb. AFZ **43**(17/18), 837–839, 1988

KENK, G.: Fichtenbestände aus Weitverbänden. Entwicklungen u. Folgerungen. Fw. Cbl. **109**, 86–100, 1990

KENK, G.: Heutiges und früheres Wachstum von Fichten in Baden-Württemberg – ein Vergleich dendrometrischer Messdaten. Abschlussbericht des Projektes Referenzdaten zum Waldwachstum, Projekt Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung 1991, 365–376, 1991

KLÄDTKE, J.: Konstruktion einer Z-Baum-Ertragstafel am Beispiel der Fichte. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 173, 110 S., 1993

KLÄDTKE, J.: Düngungsversuch Fichte 337 Pfalzgrafenweiler. Waldwachtumskundliche Ergebnisse und Schlußfolgerungen. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Berichte zur Jahrestagung, 220–229, 1999

LFV Baden-Württemberg: Hilfstabellen für die Forsteinrichtung. Stuttgart, 179 S., 1993

SCHOBER, R.: Massen-, Sorten- und Wertertrag der Fichte bei verschiedener Durchforstung. AFJZ **149/150,** 129–152 u. 174–183, 1979

SPIECKER, H., KÖHL, M., SKOVSGAARD, J. P., MIELIKÄINEN, K.: Growth Trends in European Forests. Springer Verlag, Berlin, 372 S., 1996

THREN, M.: Kieferproduktionsprogramme. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Diss., 182 S., 1987

UNTHEIM, H.: Zur Veränderung der Produktivität von Waldstandorten. Untersuchung zum Höhen- und Volumenwachstum von Fichte (*Picea abies* (L.) KARST.) und Buchen (*Fagus sylvatica* L.) auf Standortseinheiten der Ostalb und des Flächenschwarzwaldes. Mitteilungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Heft 198, 239 S., 1996

WILHELM, G. J., LETTER, H. A., und EDER, W.: Konzeption einer naturnahen Erzeugung von starkem Wertholz. AFZ **54**(5), 232–240, 1999

Fichte und Buche unter dem Einfluss von Radarbestrahlung

(Mit 5 Abbildungen)

Von B. GÖTZ[1])[2]), R. MATYSSEK[1]) und G. KÄS[3])

(Angenommen Dezember 2000)

SCHLAGWÖRTER – KEY WORDS

Buche; Fichte; elektromagnetische Wellen; Radar; CO_2-/H_2O-Gaswechsel; Zuwachs.

Beech; spruce; electromagnetic radiation; radar; CO_2-/H_2O-gas exchange; plantgrowth.

1 EINLEITUNG

Elektromagnetische Felder werden nicht nur durch anthropogene Aktivität erzeugt, sondern stellen auch Phänomene natürlichen Ursprungs dar. Beispielsweise erreicht uns von der Sonne unsichtbares Radiolicht und es entstehen elektromagnetische Wellen bei Gewitter (HÄCKEL, 1985). Durch den Einfluss des Menschen entstehen jedoch zusätzliche elektromagnetische Emissionen, die einen möglicherweise nachteiligen Einfluss auf Waldbäume ausüben (SCHÜTT, 1984). So verursacht der Betrieb einer Vielzahl von Einrichtungen und Geräten zur Energieversorgung (Hochspannungsleitungen), Telekommunikation (Rundfunk- und TV-Sender, Mobilfunknetze) und der Haushaltselektronik ein breites Spektrum unterschiedlicher elektromagnetischer Felder, den sog. Elektrosmog (HOMMEL, 1985; STEINER, 1996). Die Wirkung auf den Menschen und seine Umwelt wird seit langem kontrovers diskutiert (MÖHRING, 1992).

Hinsichtlich der Wirkung auf Waldbäume werden vor allem Radarsignale als Auslöser von Schädigungen vermutet (HOMMEL und KÄS, 1984; GÖTZ et al., 1999). Das liegt zum einen daran, dass Radaranlagen als elektromagnetische Quellen hoher Leistung und großer Reichweite außerhalb besiedelter Gebiete, häufig im Wald, betrieben werden. Zum anderen sind gepulste Signale wie sie bei Radaranlagen typischerweise vorkommen biologisch wirksamer als nichtmodulierte Signale. Bei gepulsten Leistungen sind einerseits Vorgänge vorstellbar, die mit Dauersignalen gleicher, mittlerer Leistung nicht möglich sind, beispielsweise elektrische Durchschläge aufgrund der sehr hohen, kurzzeitig auftretenden Feldstärken des Signals. Nach KÄS (1973) treten wegen der steilen Pulsflanken zahlreiche Oberwellen auf, die ein entsprechend breites Frequenzband der (niederfrequenten) Pulsfolgefrequenz darstellen, dem man biologische Relevanz zuordnet. Das Mikrowellensignal eines

[1]) Lehrstuhl für Forstbotanik, Technische Universität München, Am Hochanger 13, D-85354 Freising

[2]) jetzt, Forstbotanischer Garten, Fachhochschule Eberswalde, Am Zainhammer 5, D-16225 Eberswalde

[3]) Universität der Bundeswehr, München, D-85577 Neubiberg

gepulsten Radarsenders besitzt demnach einmal die Mikrowelle als Träger für hohe Reichweiten (einige Kilometer bis zu einigen 100 Kilometern) und zum anderen mit der Pulsfolgefrequenz (von einigen 100 Hertz bis zu einigen Kilohertz) eine niederfrequente Komponente (mit den zahlreichen Oberwellen in einem breiten Frequenzband). Die vorliegende Arbeit sollte in einem Feld-Experiment den Einfluss von Radarstrahlung auf Waldbäume unter definierten Versuchsbedingungen klären.

2 MATERIAL UND METHODEN

2.1 Messbäume und Versuchsstandort

Die Untersuchung wurde im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising-Weihenstephan durchgeführt. Dieser befindet sich am Südrand des Ortes Grafrath, auf einer Meereshöhe von 580 m NN, rund 35 km westlich von München (48° 08' nördl. Breite, 11° 10' östl. Länge). Der Messstandort war charakterisiert durch eine tiefgründige, locker bis mäßig dichte Braunerde. Die langjährige Jahresmitteltemperatur betrug 7,2 °C, der mittlere durchschnittliche Jahresniederschlag 950 mm.

Die Messungen wurden jeweils an 2 Fichten, *Picea abies* (L.) KARST. und an einer Rotbuche, *Fagus sylvatica* L. durchgeführt, die sich am gleichen Standort innerhalb eines Radius von 40 m befanden. Die Fichten waren zu Beginn der Untersuchung 17 Jahre, und die Buche 18 Jahre alt. Sämtliche Bäume wiesen ähnliche Höhen (7 m bis 8 m) und Stammdurchmesser (13 cm BHD bis 15 cm BHD) auf.

In den Jahren 1995, 1996 und 1997 wurden die Bäume jeweils für den Zeitraum Mai bis August der Radarbestrahlung ausgesetzt. Mit Ausnahme des ersten Messjahres 1995 konnten alle Entwicklungsstadien der heranwachsenden Zweige vom Knospenaufbruch an bestrahlt werden. Im Versuchsjahr 1995 konnte mit der Bestrahlung von Fichte erst Ende Mai begonnen werden; hier waren die Knospen schon aufgebrochen und die Zweige hatten nach zwei Wochen Wachstum bereits 20% der Endlänge erreicht.

Im Spätsommer schlossen sich, noch vor dem Auftreten herbstlicher Veränderungen, die morphologischen und physiologischen Untersuchungen an (siehe Kap. 2.3).

2.2 Radarbestrahlung und Versuchsaufbau

Zur Bestrahlung der Probebäume wurde eine handelsübliche Radarortungsanlage aus dem Schiffsverkehr verwendet (Raytheon Typ R41, Waltham, Massachusetts, USA). Die Anlage sendete mit einer Frequenz von 9,445 GHz, einer Pulsfolgefrequenz von 920 Hz und einer Pulsdauer von 0,5 µs. Die Pulsleistung betrug 3,0 kW. Damit entspricht das System gängigen Radarortungsanlagen wie sie zur Wasser- und Luftverkehrsüberwachung eingesetzt werden. Anders als in der Praxis üblich, wo sich der Radarsender auf einem Drehteller ständig um 360° dreht, wurde für die Bestrahlung der Probebäume eine feste Installation gewählt. Hierbei konnten wesentlich höhere Strahlungsbelastungen als in der Praxis üblich erzielt werden.

Der horizontale Halbwerts-Öffnungswinkel der Anlage von 2,4° garantierte eine starke Bündelung des Signals in horizontaler Richtung. Der vertikale Halbwerts-Öffnungswinkel des Antennendiagramms betrug 30°. Die Form des Bestrahlungskegels ermöglichte so, gezielt jeweils nur eine Kronenhälfte der Versuchsbäume zu bestrahlen. Um sicherzustellen, dass nur der ausgewählte Kronenbereich durch Radar beeinflusst war, wurde die andere Kronenhälfte mit Drahtgitter abgeschirmt (Maschenweite 3 mm). Auf diese Weise dienten innerhalb des gleichen Baumindividuums nicht bestrahlte Teilbereiche der Baumkrone als 'Kontrolle' für die in den anderen Bereichen applizierte Radarbestrahlung. Messungen zur Leistungsverteilung am Versuchsobjekt ergaben eine maximale Leistungsdichte von 47 mW cm^{-2} während des Pulses im bestrahlten Bereich der Krone. Zum Rand des ellipsenförmigen Strahlungsbereiches nahm die Leistungsdichte während des Pulses auf 6 mW cm^{-2} ab (Abb. 1). Die mittleren Leistungsflussdichten lagen um den Faktor 0,46*10-3 niedriger, bei 21,6 µW cm^{-2} bis 5,5 µW cm^{-2}. Damit konnte ein weiter Belastungsbereich realisiert werden. Im Kronenbereich hinter der Drahtgitter-Abschirmung war die Bestrahlung durch Radar hingegen nicht feststellbar.

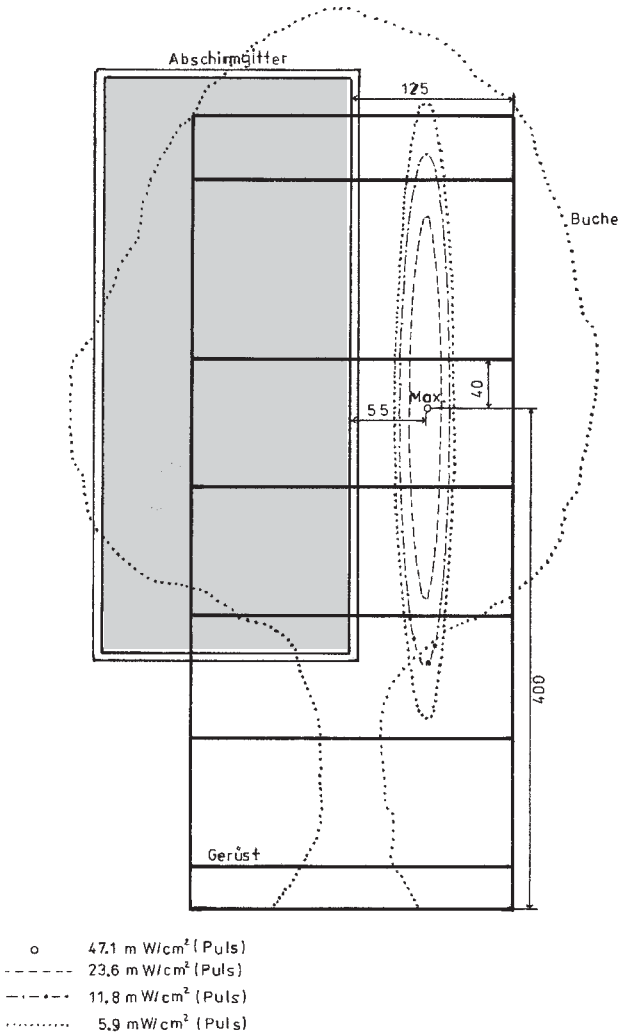

Abb. 1

Gemessene Leistungsdichten der Radarstrahlung im Probebaum, beispielhaft dargestellt an Buche

Distribution of radar radiation in beech

2.3 Morphologische und physiologische Untersuchungen

Zum Nachweis potentieller Einflüsse durch die Radarbestrahlung wurden verschiedene morphologische und physiologische Parameter an Zweigen bestrahlter und nicht bestrahlter Kronenbereiche miteinander verglichen. So wurden die Längen von Zweigachsen, Nadeln und Blättern erfasst die sich unter dem Einfluss der Radarstrahlung entwickelt haben, sowie die Blattrockenmasse ermittelt. Ferner wurden CO_2/H_2O-Gaswechselmessungen mit einem Porometer (CQP 130i, Walz, Effeltrich) und einer stationären Gaswech-

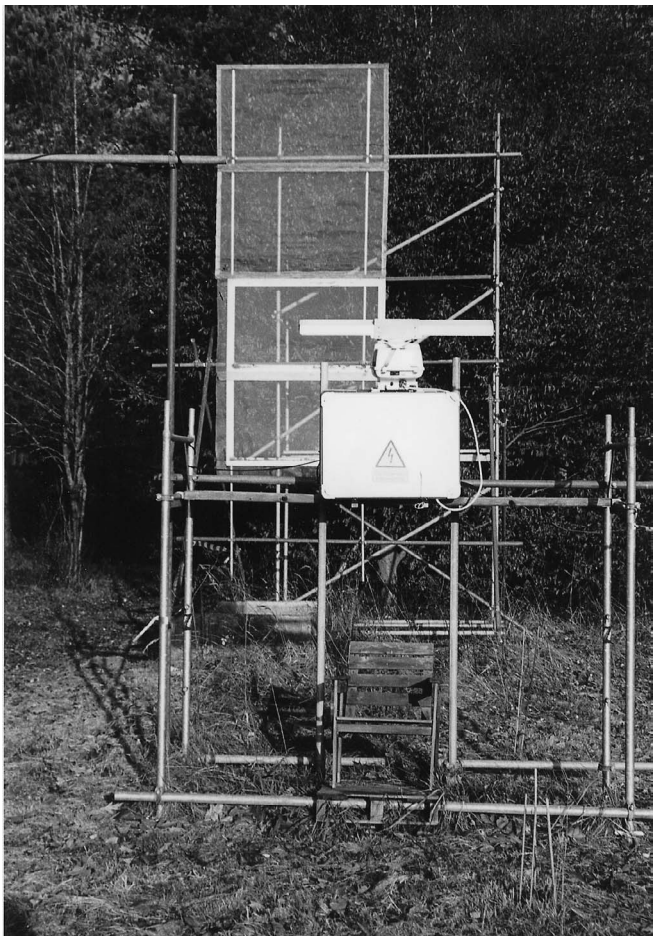

Abb. 2

Radarortungsanlage: Versuchsaufbau im Messbetrieb an Buche

Radar system: Experimental set-up during operation on beech

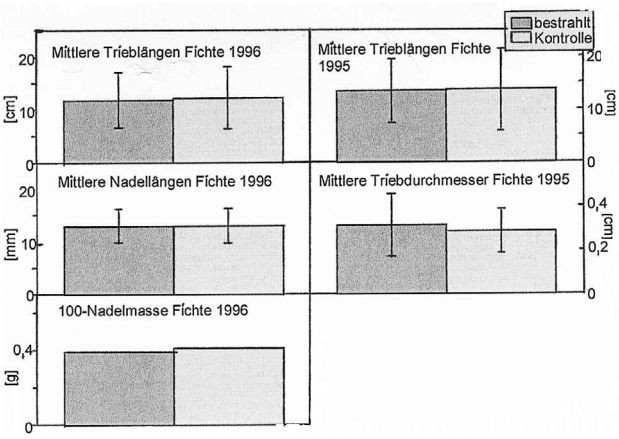

Abb. 3

Morphologische Kenngrößen von radarbestrahlten Zweigen und Kontrollzweigen von Fichte; Angabe jeweils von Mittelwerten mit Standardabweichung

Morphological parameters of radar-exposed and control branches in spruce: shoot length (Trieblänge), needle length (Nadellänge), shoot diameter (Triebdurchmesser), 100-needle dry weight (100-Nadelmasse), mean and std.deviation

selmessapparatur (GWK Typ 8, Walz, Effeltrich) sowie Saftflussmessungen mit quantitativen Xylemflussmessern durchgeführt (Sap flow meter T693.2, Environmental Measuring Systems, BRNO, CZ). Die verwendeten Messapparaturen sind bei WILLERT et al. (1995) und GÖTZ (1996) beschrieben.

3 ERGEBNISSE

3.1 Morphologie

Fichte

In Abbildung 3 sind die mittleren Trieblängen und -durchmesser, sowie mittlere Nadellängen und Nadeltrockengewichte der bestrahlten Fichtenzweige im Vergleich zu den unbehandelten Zweigen (Kontrolle) dargestellt.

Für die abgebildeten Parameter waren keine Unterschiede zwischen Behandlung und Kontrolle feststellbar. Unter den herrschenden Versuchsbedingungen nahm die Radarbestrahlung keinen offensichtlichen Einfluss auf das Zweigwachstum.

Buche

Einflüsse auf die Zweig- und Laubdifferenzierung durch Radar waren auch bei der Buche nicht nachweisbar, im Gegensatz zur Wirkung des natürlichen Lichtregimes (Abb. 4): Unabhängig von der Radarbehandlung waren die Trieblängen in der Schattenkrone deutlich kürzer als in der Sonnenkrone, die mittlere Blatt-Trockensubstanz, sowie die mittlere Blattfläche und die spezifische Blattfläche der Schattenblätter waren hingegen größer als in der Sonnenkrone.

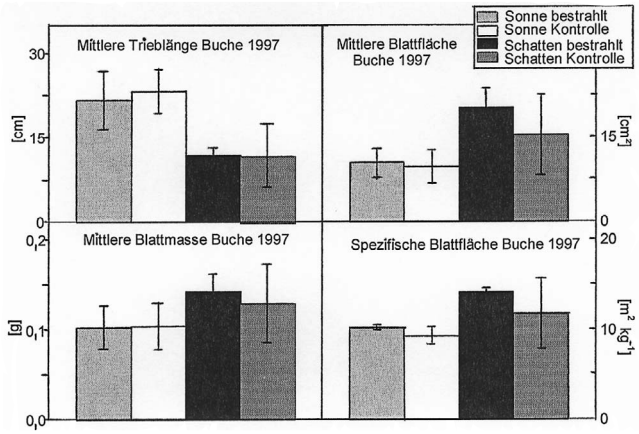

Abb. 4

Morphologische Kenngrößen von radarbestrahlten Zweigen und Kontrollzweigen von Buche; Angabe jeweils von Mittelwerten mit Standardabweichung

Morphological parameters of radar-exposed and control branches in beech: Shoot length (Trieblänge), leaf area (Blattfläche), leaf dry mass (Blattmasse), specific leaf area (spezifische Blattfläche = Blattfläche/Blattmasse) of beech (Buche), mean and std.deviation

3.2 Physiologie

Zur Prüfung hinsichtlich latenter Schädigung wurden CO_2/H_2O-Gaswechselmessungen an Blättern sowie Xylemflussmessungen im Stamm durchgeführt, wodurch sich primäre Prozesse der Stoffproduktion und der Wasserhaushalt der gesamten Pflanze beurteilen lassen. Die Untersuchungen umfaßten Registrierungen des Gaswechsels im Tagesverlauf sowie Funktionstests zur Leistungsfähigkeit der Nettophotosynthese und des Regelvermögens der Spaltöffnungen (Stomata). Abbildung 5 zeigt für Fichte, dass auch diese

Analyse keine Unterschiede zwischen Behandlung und Kontrolle zu erkennen gibt. Dies gilt für die bei Licht- und CO_2-Sättigung maximal mögliche Photosyntheserate (A_{max}) gleichermaßen wie für Photosyntheseraten unter gegenwärtig herrschender CO_2-Konzentration der Umgebungsluft (A_{amb} bei 360 ppm CO_2), welche die Grundlage für die Stoffproduktion bilden. Aber auch die Wirksamkeit der CO_2-Aufnahme (Carboxylation Efficiency, CE), welche die Effizienz der CO_2-Fixierung widerspiegelt, sowie die im Versuch ermittelten maximalen, stomatären Leitfähigkeiten für Wasserdampf (gH_2O) und, infolgedessen, Transpirationsraten erwiesen sich als unempfindlich gegenüber der Radarbestrahlung.

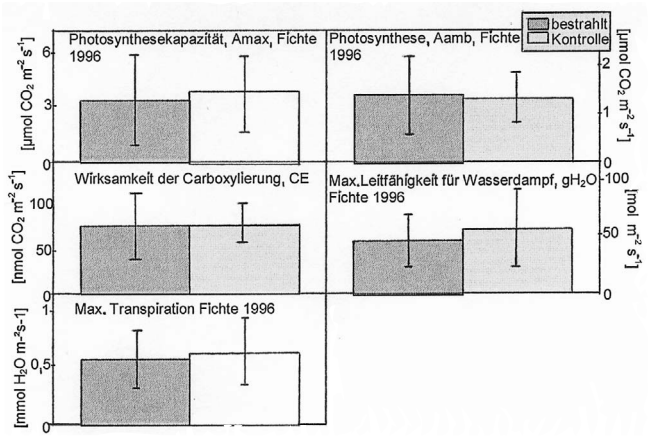

Abb. 5

Physiologische Kenngrößen von radarbestrahlten Zweigen und Kontrollzweigen an Fichte; Angabe jeweils von Mittelwerten mit Standardabweichung

Physiological parameters of radar-exposed and control branches in spruce: Maximum net photosynthetic rate (A_{max}), net photosynthetic rate under ambient conditions (A_{amb} at 360 ppm CO_2), carboxylation efficiency (CE), stomatal conductance (gH_2O), mean and std.deviation

4 DISKUSSION

Das Wachstum von Pflanzen unter der Einwirkung elektromagnetischer Felder wird schon seit langem untersucht, oftmals mit widersprüchlichen Ergebnissen. So berichtet bereits LEMSTRÖM (1904) von einer „positiven" Wirkung elektromagnetischer Felder, angezeigt durch rascheres Wachstum der Pflanzen, eine Beobachtung, die auch HART und SCHOTTENFELD (1979) bestätigen. Im Gegensatz hierzu berichten MURR (1963, 1964), CRAWFORT (1977), DIPROSE et al. (1978) sowie RICE und PUTNAM (1977) von „phytotoxischen" Wirkungen elektromagnetischer Felder. DAVIES et al. (1971, 1973) differenzieren dahingehend, dass die Bestrahlung nicht immer toxisch wirkt. Dies wird von HART und SCHOTTENFELD (1979) bestätigt, die je nach Stärke der elektrischen Felder toxische, aber auch wachstumsfördernde Effekte beobachteten.

Auch in der Diskussion über die Ursachen von Waldschäden gibt es gegensätzliche Beiträge. So halten HOMMEL und KÄS (1984) eine Beeinflussung von Pflanzen durch elektromagnetische Wellen anthropogenen Ursprungs für möglich. Auch für SCHULTE-UEBBING (1985) kommen als Ursache von Waldschäden elektromagnetische Felder in Frage. HOMMEL (1985 u. 1987) beschreibt die Wirkung elektromagnetischer Felder als belastenden Stressfaktor für Pflanzen. Eine solche Einschätzung wird von STAPEL (1988), JOOS (1988), STÄGER (1989) und SCHMUTZ et al. (1994) hingegen nicht bestätigt. Letztere Autoren kommen vielmehr zu dem Schluss, dass die im Wald auftretenden elektromagnetischen Felder nicht zu Schädigungen an den Bäumen führen.

Ähnlich der Beurteilung von Luftschadstoffwirkungen ist der Nachweis von Radareffekten auf Waldbäume naturgemäß schwierig, da am Waldstandort zahlreiche Faktoren interagieren und dadurch die Möglichkeiten einer Kausalanalyse einschränken (cf. MATYSSEK und INNES, 1999). Auch fehlt am natürlichen Standort typischerweise eine 'Kontrollbehandlung' ohne Radareinfluss als Referenz für potentielle Effekte. Nur direkte Vergleiche zwischen Befunden einer unbehandelten Kontrolle und einem definierten Bestrahlungsregime können radarspezifische Wirkungen offenlegen, d.h. wissenschaftlich eindeutige Ursache-Wirkungsbeziehungen nachweisen. Die Voraussetzungen hierfür waren durch die Versuchsanordnung in Grafrath gegeben. Die Möglichkeit, Behandlungs- und Kontrollregime in der Krone des gleichen Baumindividuums durchführen zu können, bot zudem den Vorteil, auch potentiell geringe Radareffekte auflösen zu können, da ein solcher Versuchsansatz die zwischen verschiedenen Baumindividuen herrschende Variabilität physiologischer und struktureller Parameter ausschließt. Dieser Vorteil erlaubte zudem, die Untersuchung auf wenige Bäume zu konzentrieren, was auch aus technischen Gründen geboten war. Die untersuchten physiologischen Prozesse sind geeignete Indikatoren einsetzender Veränderungen im Wasser- und Kohlenstoffhaushalt (MATYSSEK et al., 1995), und es steht zu erwarten, dass Beeinträchtigungen der analysierten Prozessebene sich in veränderten Wuchsmustern auf Kronenebene widerspiegeln sollten (MATYSSEK et al., 1992). Dies wird belegt durch die im Versuch festgestellten Unterschiede zwischen Sonnen- und Schattenkrone von Buche als Reaktion unterschiedlichen Lichteinfluss.

Anders jedoch als der Einfluss dieses natürlichen, innerhalb der Baumkrone wirksamen Standortfaktors auf die Zweig- und Laubdifferenzierung war der Einfluss des anthropogenen Faktors nicht nachzuweisen. Hier deutet die Robustheit der untersuchten Parameter an, dass die überprüften Bäume in ihren wesentlichen Funktionen unempfindlich gegenüber Radareinwirkung sind – dies wenigstens für Bedingungen und Beobachtungszeiträume wie in dieser Fallstudie. Die Befunde stützen die Einschätzung, dass für weithin herrschende, naturnahe Standortsbedingungen akute Schädigungen von Waldbäumen durch Radar eher unwahrscheinlich sind.

5 DANKSAGUNG

Das Vorhaben wurde finanziell unterstützt von der „Stiftung Wald in Not". Dank gebührt auch der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), auf deren Gelände (Forstlicher Versuchsgarten Grafrath) die Untersuchungen unter Nutzung der erforderlichen Infrastruktur durchführt werden konnten. Besonderer Dank gilt den technischen Mitarbeitern an der Bundeswehrhochschule und am Lehrstuhl für Forstbotanik, namentlich den Herren Dipl.-Ing. TH. FEUERBACH und P. KUBA für den reibungslosen Betrieb der Versuchsanlage, sowie A. STEINER für die Durchführung von Messungen.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen einer dreijährigen Studie wurde die Wirkung elektromagnetischer Felder auf Buche und Fichte geprüft, wobei während der Vegetationsperioden ganze Kronenbereiche definierter Bestrahlung durch Radar ausgesetzt wurden. Morphologische und physiologische Parameter wie Trieblänge und -durchmesser, Trockenmasse und Länge von Nadeln und Blättern, Blattfläche, Photosynthese, Effizienz der CO_2-Aufnahme ('Carboxylation Efficiency'), Transpiration sowie stomatäre Leitfähigkeit für Wasserdampf wurden auf ihre Empfindlichkeit durch Vergleich zwischen bestrahlten und nichtbestrahlten Kronenbereichen überprüft. Die Analyse ergab keine kurzfristig, im saisonalen Verlauf nachweisbaren Einflüsse durch Radarbestrahlung auf Photosynthese und Wasserverbrauch sowie das Zuwachsverhalten der Versuchsbäume.

Unter den gegebenen Feldbedingungen stellen die von der eingesetzten Radaranlage abgestrahlten elektromagnetischen Felder kein offensichtliches Schädigungsrisiko für grundlegende physiologische Prozesse an Waldbäumen dar.

7 Summary

Title of the paper: *Beech and spruce under the influence of electromagnetic radiation by radar.*

Throughout a three-year study period, beech and spruce trees were examined for potential effects of electromagnetic radiation by radar on the morphological and physiological performance at the crown level. No effects of radar on photosynthesis, transpiration, stomatal regulation as well as twig and foliage differentiation were found in late summer after seasonal exposure to this kind of radiation, when comparing radar-exposed with shielded crown parts. Adverse effects caused by radar on forest trees appear to be unlikely on a short-term scale, given conditions similar to those of this case study.

8 Résumé

Titre de l'article: *Epicéas et hêtres sous l'influence d'un rayonnement radar.*

Dans le cadre d'une étude d'une durée de trois ans on a testé l'effet d'un champ électromagnétique sur le hêtre et l'épicéa en soumettant l'intégralité des couronnes, pendant les périodes végétatives, à des rayonnements correspondants aux longueurs d'onde des radars. Des paramètres morphologiques et physiologiques – tels longueurs et diamètres des pousses, longueur et masse sèche des aiguilles et des feuilles, surface foliaire, photosynthèse, efficience de l'absorption de CO_2 ('Carboxylation Efficiency'), transpiration ainsi que la capacité des stomates de laisser passer la vapeur d'eau – ont été contrôlés en comparant des couronnes soumises ou non au rayonnement. Cette analyse n'a pas pu mettre en évidence des effets saisonniers à court terme du rayonnement radar, qu'il s'agisse de la photosynthèse et de la consommation de l'eau, ou encore de la croissance des arbres étudiés. Dans les conditions qui règnaient sur le terrain le champ électromagnétique provoqué par des installations de radars ne présente aucun risque manifeste pour les processus physiologiques fondamentaux des arbres forestiers. J. M.

9 Literatur

CRAWFORT, A.: Phytotoxity threshold levels of microwave radiation for *Trifolium* and *Medicago* seeds. Seed science and technology **5**, 671–676, 1977

DAVIES, F. and WAYLAND, J.: Phytotoxity of a U.H.F. electromagnetic field. Nature **241**, 291–292, 1973

DAVIES, F., WAYLAND, J. and MERKLE, M.: Ultra high frequency electromagnetic fields for weed control: Phytotoxity and selectivity. Science **173**, 171–223, 1971

DIPROSE, M., HACKAM, R. and BENSON, F.: Selective destruction of wild oats when mixed with cereal seeds by microwave irradiation. In: Proc. Microwave Power Symposium. June 28 to 30. Ottawa, Canada, S. 70–72, 1978

GÖTZ, B.: Ozon und Trockenstress, Wirkungen auf den Gaswechsel von Fichte. IHW-Verlag Eching b. München, S. 16–37, 1996

GÖTZ, B., KÄS, G. and MATYSSEK, R.: Untersuchungen zur Wirkung elektromagnetischer Felder auf Waldbäume. In: Forschungsgemeinschaft Funk e.V. (Hrsg.) (1999): News letter 3/99, ISSN: 0949-8745, S. 12–14, 1999

HÄCKEL, H.: Meteorologie. Eugen Ulmer, Stuttgart. S. 120–169, 1985

HART, F. and SCHOTTENFELD, R.: Evaporation and plant damage in electric fields. Int. J. Biometeorol. **23** (1), 63–68, (1979)

HOMMEL, H.: Elektromagnetischer Smog – Schadfaktor und Stress? Forstarchiv **56**, 227–233, 1985

HOMMEL, H.: Schaden auch Funkwellen unseren Wäldern? Der Ingenieur der Deutschen Bundespost **36**, 1987

HOMMEL, H. and KÄS, G.: Elektromagnetische Verträglichkeit des Biosystems Pflanze. Allg. Forstz. **40**, 172–174, 1984

JOOS, K.: Untersuchungen über mögliche Einflüsse hochfrequenter elektromagnetischer Wellen auf den Wald. Techn. Mitt. PTT **66** (1988/1), 1988

KÄS, G.: Radar und andere Funkortungsverfahren. Einführung in die Nachrichtentechnik. R. Oldenburg, 1973

LEMSTRÖM, S.: Electricity in agriculture and horticulture. The Electrician and Printing and Publishing Co., London, 1904

MATYSSEK, R., GÜNTHARTDT-GOERG, M. S., SAURER, M. and KELLER, T.: Seasonal growth, $\delta^{13}C$ in leaves and stem, and phloem structure of birch (*Betula pendula*) under low ocone concentrations. Trees **6**, 69–76, 1992

MATYSSEK, R., INNES, J. L.: Ozone – a risk factor for trees and forests in Europe? Water, Air and Soil Pollution **116**, 199–226, 1999

MATYSSEK, R., REICH, P. B., OREN, R. and WINNER, W. E.: Response mechanisms of conifers to air pollutants. In: SMITH, W. K. and HINCKLEY, TH. (eds.): Physiological Ecology of Coniferous Forests. Physiological Ecology Series, Academic Press, New York, S. 255–308, 1995

MÖHRING, C.: Entstehen die Schäden durch die Einwirkung elektromagnetischer oder radioaktiver Strahlen? In: Der Bundesminister für Forschung und Technologie (Hrsg.) (1992): 10 Jahre Waldschadensforschung. Roco-Druck, Wolfenbüttel, ISBN: 3-88135-251-1, S. 19–20, 1992

MURR, L.: Plant growth response in a simulated electric field environment. Nature **200**, S. 490–491, 1963

MURR, L.: Mechanism of plant cell damage in an electrostatic field. Nature **201**, 1305–1306, 1964

RICE, R. and PUTNAM, A.: Some factors wich influence the toxity the U.H.F. energy to weed seeds. Weed Science **25** (2), 179–183, 1977

SCHMUTZ, P., SIEGENTHALER, J., BUCHNER, J.,TARJAN, D. und STÄGER, CH.: Einfluss von Mikrowellen auf Fichten und Buchen. Schweiz. Z. Forstwes. **145** (3), 213–227, 1994

SCHÜTT, P.: Der Wald stirbt an Stress. Bertelsmann, München, S. 195–196, 1984

SCHULTE-UEBBING: Handbuch der Geo- und Baumbiologie. Selbstverlag, München, ISBN: 3-9800902-0-5, 1985

STÄGER, CH.: Felduntersuchung über eventuelle Schadenwirkungen von Mikrowellenfeldern auf den Wald. Techn. Mitt. PTT **12**, 1989

STAPEL, U.: Wirkung des elektrischen Feldes von Hochspannungsleitungen auf das Wuchsverhalten von Jungfichten. Diplomarbeit an der Forstwiss. Fak. der Ludwig-Maximilians-Universität München, 1988

STEINER, A.: Auswirkung von Radarstrahlung auf Gaswechsel und Zweigwachstum von Fichte, *Picea abies* (L.) KARST. Diplomarbeit an der Forstwiss. Fak. der Ludwig-Maximilians-Universität München, 1996

WILLERT, VON, D. J., MATYSSEK, R. und HERPPICH, W.: Experimentelle Pflanzenökologie – Grundlagen und Anwendungen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 175–187 u. 313–321, 1995

Notizen

Professor Dr. Dr. h.c. Klaus von Gadow 60 Jahre

Am l9. Mai 2001 vollendet der Direktor des Institutes für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen Professor Dr. Dr. h.c. Klaus von Gadow sein 60. Lebensjahr.

Klaus von Gadow ist in Rostock geboren und verbrachte seine Kindheit und Jugend in Holstein, wo sein Vater als Forstamtsleiter tätig war. Nach seinem Abitur an dem Freiherr-vom-Stein-Gymnasium in Oldenburg/Holstein und zweijähriger Bundeswehrzeit hat er sich 1964 für das Forststudium entschieden und am Forstamt Fürstenberg im Sauerland ein Praktikumsjahr absolviert. Von 1964 bis 1968 studierte er Forstwissenschaften an der Universität Göttingen in Hann. Münden und der Universität Freiburg i.Br. Unmittelbar nach dem Studium wanderte er 1969 nach Südafrika aus und wurde dort bei der Forstverwaltung angestellt. 1976 begann er mit dem Aufbaustudium an der Universität Stellenbosch, wo er das Studium 1978 mit dem M. Sc. abschloss und anschließend als „Lecturer“ angestellt wurde. 1979 promovierte er dort mit einer Arbeit über „Applications of Linear Programming and Network Analysis in Forestry Operations Planning“. 1982 kam er für 6 Monate mit einem Alexander-von-Humboldt-Stipendium nach Deutschland und arbeitete als Gastwissenschaftler an der Ludwig-Maximilian-Universität in München. Er habilitierte sich 1986 in München mit einer Arbeit über „Untersuchungen zur Konstruktion von Wuchsmodellen für schnellwüchsige Plantagenbaumarten“. 1986 wurde er zum Professor für „Forest Management“ an der Universität Stellenbosch ernannt. Die Berufung zum Professor für Forsteinrichtung und Ertragskunde der Universität Göttingen als Nachfolger von Professor Dr. Dr. h.c. Horst Kramer erreichte ihn 1991 während einer Gastprofessur an der Universität Athens, Georgia/USA.

Klaus von Gadow blickt an seinem Geburtstag auf mehr als 150 wissenschaftliche Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Zeitschriften zurück. Seine in viele Sprachen übersetzten Bücher und seine richtungsweisenden Abhandlungen zu modernen Inventur-, Planungs- und Simulationsmethoden sowie Wachstumsmodellen sind bezeichnend für seinen sehr erfolgreichen wissenschaftlichen Werdegang. Klarer aber noch tritt die Persönlichkeit des Jubilars bei seinen internationalen Aktivitäten in Erscheinung. Neben der umfangreichen Lehrtätigkeit und der Führung eines aktiven und ständig wachsenden Instituts ist er einer der national und international aktivsten Forstwissenschaftler der Fakultät. Er ist Koordinator der Division IV der „International Union of Forest Research Organisations (IUFRO)“ und leitet hier weltweit wissenschaftliche Aktivitäten der Organisation. Außerdem ist er Mitglied des Redaktionskomitees der Zeitschriften „South African Forestry Journal“ in Südafrika, „Silva Fennico“ in Finnland und „Investigacion Agraria Sistemas y Recursos Forestrales“ in Madrid, Chefredakteur der Bücherreihe „Managing Forest Ecosystems“ des „Kluwer Academic Publishers“ und Hauptgutachter der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Darüber hinaus war er 1985 bis 1987 Chefredakteur von „The South African Forestry Handbook“.

Seine internationalen Aktivitäten, darunter mehrere Gastprofessuren im Ausland, haben ihm mehrere wissenschaftliche Ehrungen zuteil werden lassen:

Er wurde 1996 vom Deutschen Forstverein mit dem Bernhard-Eduard-Fernow-Preis, 1998 von der chinesischen Akademie der Forstwissenschaften als Honorar Professor und 2000 von der Agrar-Universität in Tartu, Estland, mit der Ehrendoktor-Würde ausgezeichnet.

Seine Arbeiten in Göttingen widmen sich verstärkt weiterhin modernen Inventur- und Planungsmethoden sowie der Wachstumsmodellierung, wobei er von Beginn an eine internationale Forschergruppe aus jungen Wissenschaftlern gebildet und gefördert hat. Viele seiner ehemaligen Doktoranden sind im In- und Ausland als Wissenschaftler und Hochschullehrer tätig.

Seine Kollegen, seine jetzigen und ehemaligen Mitarbeiter und Studenten im In- und Ausland wünschen dem Jubilar weiterhin eine gute Gesundheit und Schaffenskraft zur Fortführung seiner so erfolgreichen wissenschaftlichen Aktivitäten. A. Akça

Prof. Dr. Karl Hasel verstorben

Prof. Dr. Karl Hasel, langjähriger Direktor des Instituts für Forstpolitik, Forstgeschichte und Naturschutz an der Universität Göttingen, ist am 20. Februar 2001 im 92. Lebensjahr in Freiburg verstorben. Hasel hinterlässt ein bedeutendes Lebenswerk als Universitätslehrer, Forscher und Berater der Forstpraxis. Seine 200 Veröffentlichungen auf den Gebieten der Forstgeschichte, Forstpolitik, Forstverwaltungslehre und Landespflege haben große Beachtung gefunden und die Lehrbücher „Waldwirtschaft und Umwelt“ (1971) und „Forstgeschichte“ (1985) sind für die Fachgebiete richtungsweisend.

Als sich der sprach- und musikbegeisterte Abiturient 1927 für alle unerwartet ausgerechnet dem naturwissenschaftlichen Studium der Forstwissenschaften zuwandte, nahm eine erfolgreiche forstliche Karriere ihren Anfang, die von der Spannung zwischen humanistischen Idealen und dem scharfen Blick für die „nüchterne Wirklichkeit“ des Waldes und der Forstwirtschaft geprägt war. Hasel verstand es, die Praxis der Baden-Württembergischen Landesforstverwaltung im Forstamt und später in der Forstdirektion in Freiburg als Personalreferent auch in den schwierigen Jahren nach dem Kriege zu meistern. Als der Aufstieg bis in das Ministerium nach Bonn führen sollte, war das wissenschaftliche Werk so weit gediehen, dass er 1962 dem Ruf auf den Lehrstuhl für Forstgeschichte und Forstpolitik an der Forstfakultät in Hannoversch Münden bzw. ab 1970 in Göttingen folgte. Als Ordinarius machte er die forstliche Funktionenlehre zur Grundlage zahlreicher forstpolitischer Analysen, die sich alle durch den direkten Bezug zu den Problemen der Praxis auszeichnen. Hasel hatte einen umfassenden Überblick wie nur wenige über die einschlägige Fachliteratur und hielt dennoch die unmittelbare Anschauung aus der eigenen Forstpraxis für unverzichtbar, um die forstpolitische Wirklichkeit zu erschließen. Insbesondere als Leiter des rechts- und forstpolitischen Ausschusses des Deutschen Forstwirtschaftsrates blieb Hasel der Praxis eng verbunden. Hasel diente der Fakultät u.a. auch in den hochschulpolitisch bewegten Jahren 1967/1968 als Dekan.

Nach seiner Emeritierung 1974 griff Hasel forstgeschichtliche Fragestellungen, zu denen er bereits zu Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn mit seiner Promotionsschrift (1952) über die „Entwicklung der Holzhauerkolonien Herrenwies und Hundsbach im nördlichen Schwarzwald“ und mit seiner Habilitationsschrift (1953) „Wandlungen der Forstaufsicht über die Privatwaldungen in Baden“ wichtige Studien vorgelegt hatte, wieder auf. Mit zahlreichen Arbeiten schuf er in der Forstgeschichte ein zweites Lebenswerk, das er 1985 mit einer noch heute überaus lesenswerten zusammenfassenden Darstellung in Buchform krönte.

Nach seinem achtzigsten Lebensjahr zog sich Hasel zwar aus der wissenschaftlichen Tätigkeit zurück, doch verfolgte er die Entwicklung der Forst-Politikwissenschaft mit großer Aufmerksamkeit und meldete sich kritisch mit tiefgehenden Argumenten zu Wort, wenn er Fehlentwicklungen sah. In seinem nimmermüden Engagement um das Fachgebiet, seiner Zuwendung zu den Fragen der Praxis und seiner großen Kunst der schriftlichen Darstellung von komplexen Problemen wird Hasel für die Forstpolitikwissenschaftler von heute Vorbild bleiben. M. Krott

Prof. Dr. Ernst Röhrig 80 Jahre

Am 21. April 2001 beging der emeritierte Professor für Waldbau an der Universität Göttingen Dr. Ernst Röhrig seinen 80. Geburtstag. Stellvertretend für den großen Kreis seiner Freunde und Kollegen gratulieren wir ihm auch auf diesem Weg herzlich. Sein früheres Wirken wurde bereits zu seinem 60. Geburtstag von Huss in den Forsttechnischen Informationen gewürdigt. Anlässlich der Vollendung seines 70. Lebensjahres hat dann Gussone Lebenslauf und Arbeitsschwerpunkte des Jubilars ausführlich dargestellt. Sie sollen deshalb nicht wiederholt werden. Das jetzige Ereignis regt vielmehr dazu an, zurückzublicken und die Entwicklung zu reflektieren, die das Fach Waldbau in den letzten Jahrzehnten genommen und in welcher Weise Ernst Röhrig sie prägend begleitet hat.

Zwei spezifische (kennzeichnende?) Eigenarten des Waldbaus möchten wir herausgreifen: Seine starke integrative und synoptische Funktion und seinen ausgeprägten Praxisbezug. Beide repräsentiert Ernst Röhrig in herausragender Weise.

Wie kaum einer seiner Zeitgenossen wertet er konsequent, aufmerksam und sorgfältig die umfangreiche, manchmal kaum mehr zu überblickende Literatur aus und macht sie damit immer wieder in Sammelreferaten – wie beispielsweise zur Ulme 1996 – und in regelmäßigen – überwiegend im Forstarchiv publizierten – Buchbesprechungen der Fachwelt zugänglich. Diese gründlichen Vorarbeiten sind aber vor allem auch in die verschiedenen Neuauflagen des von Dengler begründeten und inzwischen zum Standardwerk des Waldbaus gewordenen Lehrbuchs „Waldbau auf ökologischer Grundlage“ eingeflossen. Das Lehrbuch hat dadurch teilweise sogar den Charakter eines Handbuches bekommen. Die Arbeit am zweiten Band der 7. Auflage steht unmittelbar vor dem Abschluss. Wie früher schon wird es wieder eine komplette Neubearbeitung.

Wir Jüngeren, im selben Arbeitsfeld und Amt tätigen Fachvertreter, können diese immense Arbeitsleistung nur bewundernd anerkennen, zumal er sie ohne jede Hektik und ohne äußerlich sichtbaren Stress erbringt. In diesen Leistungen drückt sich eine besonders ausgeprägte Begabung aus, den großen Wissensbereich insgesamt zu überblicken, die einzelnen Arbeiten kritisch zu werten, das Wesentliche zu erkennen und konzentriert zusammenfassen zu können. Angesichts der weiterhin zunehmenden Spezialisierung in den Wissenschaften werden Fachleute mit dieser Fähigkeit immer seltener, zugleich aber auch wichtiger. Das gilt für den Waldbau wegen seiner engen Verflechtung mit anderen Fächern und der daraus resultierenden Querschnittsaufgabe in besonderem Maße.

Gleichermaßen sind alle wissenschaftlichen Projekte von Ernst Röhrig durch einen ausgeprägten Praxisbezug gekennzeichnet, den wir nach wie vor für das Lebenselexier des Waldbaus halten. So hat er sich auch mehrfach zu den Entwicklungen im praktischen Waldbau in den beiden letzten zwei Jahrzehnten engagiert geäußert. Die weitgehende Akzeptanz der Grundsätze der naturgemäßen Waldwirtschaft in der Praxis könnte nun jedoch als ein Scheitern der von Ernst Röhrig vertretenen waldbaulichen Grundüberzeugungen gedeutet werden. Zu diesem Schluss kann man aber nur kommen, wenn man Ernst Röhrig lediglich oberflächlich kennt. Sicher steht er in seinem Denken Dengler näher als Möller. Sicher hat er auch aus seiner Ablehnung vieler Behauptungen der Dauerwaldanhänger verschiedentlich kein Hehl gemacht. Dabei wird aber oft übersehen, dass seine kritischen Stellungnahmen auf naturwissenschaftlich begründeten waldbaulichen und waldökologischen Kenntnissen fußten und sich gegen Gläubigkeit und missionarischen Eifer richteten. Ein Fortschritt ist für ihn nur auf der Grundlage von wissenschaftlich-ökologischen Methoden und Ansätzen denkbar. Dieser Forderung konnten jedoch manche Behauptungen von Anhängern der naturgemäßen Waldwirtschaft nicht immer genügen. Auf der Basis seiner beeindruckenden Belesenheit besonders in ökologischen Fragen sowie mit Nüchternheit und scharfem Verstand deckte er immer wieder Lücken auf, die weiteren Forschungsbedarf aufzeigten.

Es ist Ernst Röhrig in vorbildlicher Weise gelungen, den Schritt zu schaffen vom durch das berufliche Tagesgeschäft stark belasteten Institutsleiter zum kritisch kommentierenden und zugleich wohlwollenden Beobachter der sich rasch wandelnden forstlichen Welt. Nach wie vor ist er für die jüngeren Wissenschaftler und Praktiker ein aufmerksamer und anregender Gesprächspartner. So nimmt er beispielsweise die Rolle des Mentors regelmäßig in der von ihm vor rd. 15 Jahren geschaffenen Sektion Waldbau des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten wahr. Außerdem ist sein Rat und seine Mitwirkung in verschiedenen Gremien wie z.B. Berufungskommissionen gefragt.

So erhoffen wir uns noch für viele Jahre weiteren fruchtbaren Gedankenaustausch und seine aus dem lebendigen Interesse am Waldbau resultierende kritische Begleitung des Geschehens und der Entwicklung des Faches sowie der sie beeinflussenden Personen. Dementsprechend schließen wir den Wunsch an, dass ihm noch weitere lange Jahre der geistigen Frische und Schaffenskraft beschieden sein mögen.

B. von Lüpke und J. Huss

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

Satz und Druck: Graphische Kunstanstalt W. Herr, Gießen – Printed in Germany

© J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt a. M., 2001

In Kürze erscheint:

Von Anbauversuchen mit Tannen und anderen Koniferen aus Japan, Nordamerika und Europa

Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 130

Von R. SCHOBER(†) und H. SPELLMANN

176 Seiten mit 90 Abbildungen und 29 Tabellen
ISBN 3-7939-5130-8. Kartoniert DM 28,–

Seit mehr als 250 Jahren werden in Deutschland fremdländische Baumarten forstlich angebaut. Wohlwissend, dass die Baumartenwahl eine der wichtigsten langfristigen Weichenstellung im Forstbetrieb ist, stellt die Forstwirtschaft seit langem sehr hohe Anforderungen an die Eignung der Gastbaumarten. Um als anbauwürdig zu gelten, müssen sie nicht nur an den Standort angepasst, widerstandsfähig gegenüber biotischen und abiotischen Gefahren und waldbaulich gut führbar sein, sondern darüber hinaus durch ihre Ertragsleistung, Wuchsform und Holzeigenschaften ökonomisch überzeugen.

Die Anbauversuche des ertragskundlichen Versuchswesens bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für eine verantwortungsbewusste Beurteilung der Anbauwürdigkeit fremdländischer Baumarten. Ihre Aussagekraft steigt mit der Anzahl der Versuche, der Dauer ihrer Beobachtung und dem Spektrum der waldbaulichen Ausgangssituationen, Herkünfte und Behandlungen.

In dieser Untersuchung wird über 44 Anbauversuche der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt mit 23 Baumarten aus Japan, Nordamerika und Europa berichtet. Die Versuchsanlagen decken ein breites geographisches, naturräumliches und standörtliches Spektrum in Nordwestdeutschland ab. Sie wurden unter den waldbaulichen Ausgangssituationen Freifläche, kurzfristige und langfristige Überschirmung begründet und meist über einen Zeitraum von 20 bis 40 Jahren beobachtet.

Die Auswertungen der periodischen Aufnahmen liefern zuverlässige Erkenntnisse über das Wachstum der erprobten Baumarten in Abhängigkeit von Alter, Standort, Herkunft, waldbaulicher Behandlung und den sich ändernden Gefährdungen. Aufbauend auf den analysierten Ansprüchen, Eigenarten und Wachstumsgängen der Versuchsbaumarten werden die waldbaulichen Gestaltungsmöglichkeiten bei ihrem Anbau aufgezeigt. Darüber hinaus werden ihre wichtigsten Holzeigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten vorgestellt. Auf Grundlage dieser Untersuchungen und der ausgewerteten Literatur wird abschließend eine Beurteilung der Anbauwürdigkeit der untersuchten japanischen, nordamerikanischen und europäischen Versuchsbaumarten vorgenommen.

Die in den Anbauversuchen gesammelten ertragskundlichen und waldbaulichen Ergebnisse und Erfahrungen können dazu beitragen, die in das Spannungsfeld zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz geratene Frage des Fremdländeranbaus sachlicher zu diskutieren.

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

In Kürze erscheint:

Neues zum Stofftransport in Bäumen

Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, Band 131

Zusammengestellt von R. LANGENFELD-HEYSER,
A. POLLE und E. FRITZ

179 Seiten mit 79 Abbildungen und 11 Tabellen.
ISBN 3-7939-5131-6. Kartoniert DM 40,–

Der vorliegende Band enthält Übersichtsartikel zum Stofftransport und zur Verteilung organischer Verbindungen in Bäumen. Darüberhinaus werden aktuelle Themen aus dem Bereich von Beladungs- und Transportprozessen, dem Radialtransport und der Allokation wichtiger Nährstoffe wie Kohlenstoff-, Stickstoff- und Schwefelverbindungen herausgegriffen und detaillierter dargestellt. Dabei stehen die besonderen Eigenschaften von Bäumen wie z.B. die saisonale Dynamik der stofflichen Verteilung, die Bedeutung von Mykorrhizen für die Ernährung, die Rolle des Kambium bei der Holzbildung, usw., im Mittelpunkt der Beiträge. Die Arbeiten zeigen, dass durch die Kombination bewährter Methoden (z.B. der Makro- und Mikroautoradiographie) mit neueren Techniken (stabile Isotope, Molekularbiologie, etc.) wichtige Fortschritte im Verständnis der Mechanismen und der Dynamik des Stofftransports und der Ernährung von Bäumen erzielt wurden. Das Buch ist nicht nur an Spezialisten gerichtet, sondern bildet auch eine gute Basis für Studierende, um sich allgemein mit Transportprozessen und besonders deren Bedeutung für das Wachstum von Bäumen vertraut zu machen.

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