

#### Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg

Henning-von-Tresckow-Straße 2-8

14467 Potsdam Telefon: 0331 866-0 Fax: 0331 866-8368

E-Mail: poststelle@mil.brandenburg.de Internet: www.mil.brandenburg.de

#### Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Alfred-Möller-Straße 1 16225 Eberswalde Telefon: 03334 65205 Fax: 03334 65206

E-Mail: Ife@lfe-e.brandenburg.de Internet: www.forst.brandenburg.de



140 Jahre

forstliches Versuchswesen in Eberswalde



## Wissenstransfer in die Praxis

Beiträge zum 6. Winterkolloquium am 24. Februar 2011 in Eberswalde





## Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

EBERSWALDER FORSTLICHE SCHRIFTENREIHE BAND 47

## Wissenstransfer in die Praxis

Beiträge zum 6. Winterkolloquium am 24. Februar 2011 in Eberswalde



#### Impressum

Herausgeber: Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) des Landes Brandenburg

Landesbetrieb Forst Brandenburg

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Redaktion: J. Engel, LFE

Gesamtherstellung: DRUCKZONE GmbH & Co. KG, Cottbus

1. Auflage: 1.200 Exemplare

Fotos: Von den Autoren der Beiträge, wenn nicht anders vermerkt.

Titelbilder: J. Engel, A. Linde

Eberswalde, im Mai 2011

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern während des Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen. Missbräuchlich sind insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen von Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen und Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung. Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung Brandenburgs zugunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

### Inhaltsverzeichnis

#### Vorwort

Zum 140-jährigen Bestehen des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde, Vorstellung von Arbeitsergebnissen des LFE im Jahre 2010 Prof. Dr. Klaus Höppner	5
Klimaveränderungen erleben – Phänologische Beobachtungen in Brandenburgs Wäldern Dr. Sonja Löffler	9
Auf Klimaveränderungen reagieren – Handlungsrahmen für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen in Brandenburg für den Zeitraum von 2010 bis 2030 Joachim Gross	14
Effizienz im Waldschutz – Rationalisierung der Falterflugüberwachung der Nonne Dr. Kati Hielscher.	20
Energie aus dem Stock – Zur Bewirtschaftung der Robinie im Schnellumtrieb  Jan Engel und Dr. Dirk Knoche	26
Den Waldboden schonen – Vorsorgender Bodenschutz beim Einsatz von Holzerntetechnik Martin Grüll	37
Kleinprivatwald im Fokus – Testbetriebsnetz Forst Brandenburg: Stand und Ausblick Conrad Scholz	45
Waldbau ökologisch – Die Bewirtschaftung der Traubeneiche auf Basis ökologischer Wuchsmodelle Dr. habil. Matthias Noack	50
David gegen Goliath – Wie winzige natürliche Gegenspieler von Forstschadinsekten wirken und Entscheidungen über Insektizideinsätze beeinflussen Dr. Katrin Möller	60
Schlussbetrachtung	
Wertung der Ergebnisse des LFE und Ausblick zu künftigen Aufgaben im Landesbetrieb Forst Brandenburg	
140 Jahre forstliches Versuchswesen in Eberswalde – Rückblicke und Perspektiven Prof. Dr. Klaus Höppner, Dr. habil. Ralf Kätzel, Dr. Annett Degenhardt, Dr. Kornelia Dobiáš, Dr. Paul Heydeck, Dr. Kati Hielscher, Dr. Reinhard Kallweit, Dr. Katrin Möller, Dr. habil. Matthias Noack, Prof. Dr. Winfried Riek, Olaf Rüffer, Steffen Schmidt, Dr. Falk Stähr	68
Ausgewählte Posterdarstellungen	
20 Jahre Diagnosearbeit im Klimawandel – Auftreten neuer Krankheitserreger Dr. Paul Heydeck, Christine Dahms	102
Waldschutzmeldewesen: "Mäusemonitoring" – ein WEB-basiertes Programm Dr. Kati Hielscher, Karin Karlstedt, Matthias Wenk, Torsten Hass	103
Wie viel forstliches Saatgut braucht das Land?  Dagmar Schneck	104
Erfassung und Dokumentation der genetischen Ressourcen seltener und gefährdeter Baumarten in Deutschland TIM SCHULZE	405
TIWI OUTULE	100

Zinkbelastung von Waldböden: BZE-Befunde und Bedeutung der Einträge durch Schutzzäune Prof. Dr. Winfried Riek	106
Entwurf eines Handlungsrahmens für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen im Land Brandenburg für den Zeitraum 2010 bis 2030 Joachim Gross	107
Wuchsdynamik von Traubeneiche und Gemeiner Kiefer in klimatischen Extremsituationen Dr. Christoph Ertle	108
BMELV – Testbetriebsnetz Forstwirtschaft  Gabriele Keil	109
Testbetriebsnetz Forst – Brandenburg  Gabriele Keil	110
Publikationen des LFE im Jahr 2010	111
Bisher erschienene Bände der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe	114

# Begrüßung und Vorstellung von Arbeitsergebnissen des Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde im Jahre 2010

Prof. Dr. Klaus Höppner Leiter des Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde

Meine sehr verehrten Damen und Herren, liebe Kolleginnen und Kollegen,

ich möchte Sie alle recht herzlich begrüßen zu unserem nunmehr bereits 6. Eberswalder Winterkolloquium. Dieses steht wiederum unter dem bewährten Motto "Wissenstransfer in die Praxis".

Ich bin dankbar dafür, dass Vertreter aus den unterschiedlichsten Institutionen und Waldeigentumsarten so zahlreich den Weg nach Eberswalde gefunden haben. Unsere Winterkolloquien haben sich, das kann man ohne Übertreibung einschätzen, zu einem echten Markenzeichen am Wissenschaftsstandort Eberswalde entwickelt.

Wissensangebot ist die eine Seite der Medaille, die Bereitschaft, das auch anzunehmen, die andere. Das gilt gerade in einer Zeit anhaltender Umbrüche mit Reformvorhaben in wohl allen Landesforstverwaltungen. Hier ist es angeraten, sich nicht nur mit sich selbst zu beschäftigen, sondern neue wissenschaftliche Erkenntnisse für die eigene Arbeit aufzunehmen.

Das diesjährige Winterkolloquium findet vor dem Hintergrund des 140-jährigen Bestehens des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde statt. Das ist für uns kein Grund für eine große Jubelfeier. Eine geeignete Form der Reflektion auf dieses Ereignis ist eine Leistungsschau aktueller Arbeitsergebnisse des LFE, vornehmlich aus dem zurückliegenden Jahr.

Gestatten Sie mir dennoch einige Sätze zum Jubiläum. Am 12. April 1871 ernannte der preußische Finanzminister das leitende Personal für die neue "Hauptstation für das forstliche Versuchswesen in Preußen", deren Leitung Oberforstmeister Bernhard Danckelmann, gleichzeitig Direktor der Eberswalder Forstakademie, übertragen wurde.

Nach 34 Jahren konnte Adam Schwappach in seiner 1904 veröffentlichten Geschichte des forstlichen Versuchswesens in Preußen folgende Zwischenbilanz ziehen:

"Die Forschungen auf dem Gebiet der Forstwissenschaft besitzen jedoch in ihrer Mehrzahl die Eigentümlichkeit, daß sie sich über lange, die Wirkungsperiode des einzelnen Mannes oft erheblich überschreitende Zeiträume erstrecken, daß sie ferner an verschiedenen, häufig weit auseinanderliegenden Örtlichkeiten ausgeführt werden müssen, und daß meist eine große Anzahl von Einzelbeobachtungen erforderlich sind.

Hieraus folgt, daß für derartige Arbeiten eine Einrichtung geschaffen werden muß, welche gestattet, sie unabhängig von dem Wechsel der Person des Forschers und in dem durch die eigenartigen Verhältnisse bedingten weiteren Rahmen durchzuführen. Die Organe, welche zur Lösung dieser Fragen bestehen, sind die forstlichen Versuchsanstalten."

Diese Grunderkenntnis, dass vor allem zur Dauerbeobachtung langfristiger Versuchsflächen im Rahmen der Daseinsvorsorge eigenständige Versuchsanstalten auf Ebene der Bundesländer notwendig sind, gilt heute genauso wie vor 140 Jahren.

## Welche Bedeutung hat das forstliche Versuchswesen, was kann es leisten?

Eine treffliche Antwort gibt darauf EILHARD WIEDEMANN, als er 1927 die Leitung der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt übernahm und in seiner Festrede zu Zukunftsfragen des forstlichen Versuchswesens ausführte:

"Gerade bei der jetzigen Finanznot muß die Verbesserung des Betriebes und die Vermeidung unwirtschaftlicher Ausgaben im Großbetriebe die wichtigste Aufgabe jedes Betriebes sein, auch der Staatsbetriebe. Die wissenschaftliche Durchdringung des Betriebes ist in der Forstwirtschaft das raschest wirkende und billigste Mittel zu dieser Intensivierung der Wirtschaft, weil jede durch die Forschung erzielte Verbesserung sofort zu Ersparnissen auf außerordentlich großen Waldflächen führen kann."

Diese Aussage ist heute genauso zutreffend und zugleich Anspruch an das Versuchswesen wie vor reichlich 80 Jahren, gerade auch für unseren 270.000 Hektar großen Landesbetrieb Forst Brandenburg mit der Zielvorgabe der "schwarzen Null" und natürlich auch für Forstbetriebe anderer Eigentumsarten.

Seit seiner Gründung hat das forstliche Versuchswesen in Eberswalde ununterbrochen Bestand, trotz drastischer gesellschaftlicher Umbrüche, zweier Weltkriege, Inflation u. a..

Das Versuchswesen erweist sich bis heute als unverzichtbare Erkenntnisquelle für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung. Das sollen auch die aktuellen Arbeitsergebnisse des LFE belegen. Gestatten Sie mir einen zusammenfassenden Überblick zu den wichtigsten Arbeitsergebnissen im Jahre 2010.

Ohne Unterstützung durch die Informationstechnik sind die vielfältigen Steuerungs- und Monitoringprozesse für den Wald nicht zu bewältigen.

Durch den dafür zuständigen **Fachbereich Dokumentation und Datenmanagement** des LFE wurde auch 2010 die Funktionsfähigkeit der IT-Systeme sichergestellt, u.a. des Forstlichen Informations- und Controllingsystems FICoS.

In der Informationstechnik und -technologie sind die Modernisierungsraten bekanntermaßen besonders hoch. Ein moderates Mitgehen ist hier auch für den Landesbetrieb Forst Brandenburg unausweichlich notwendig. Auf dem Winterkolloquium vor einem Jahr wurde zur IT-Strategie berichtet und auf einen bevorstehenden Technologiewechsel in der IT hingewiesen.

Dieser steht unter der Überschrift "Virtualisierung", einer Technologie, die höhere Ausfallsicherheit und Verfügbarkeit der IT, mehr Datenkonsistenz und bessere Ressourcennutzung ermöglicht. Die Server und das Netz im Rechenzentrum des LFB am Standort Groß Glienicke sind bereits weitgehend virtualisiert. Gemeinsam mit dem Zentralen IT-Dienstleister des Landes Brandenburg (ZIT-BB) wird an der Virtualisierung der Arbeitsplätze weiter gearbeitet. Die ersten Thin Clients - Sie werden sich erinnern - die dünnen Dinger - werden in den nächsten Tagen an die Praxis ausgeliefert und einer intensiven Erprobung unterzogen. Bis zur LFB-weiten Umsetzung ist noch eine Menge Arbeit zu leisten, angefangen von der Migration der auf den PC vorgehaltenen Daten in die künftig virtuelle Umgebung bis hin zur Sicherung der Zusammenarbeit der Thin Clients mit peripheren Geräten.

Die Funktionalitäten der IT-Fachverfahren des LFB sind auch 2010 weiter ausgebaut und damit auch die Unterstützung der täglichen Arbeit der Praktiker weiter verbessert worden.

Das Forstbetriebsmanagementsystem erfüllt alle Ansprüche der Kosten-Leistungs-Rechnung des LFB und wird auch künftig eine wesentliche Basis der betrieblichen Steuerung sein. Es bleibt Vorverfahren für die Finanz- und Anlagenbuchhaltung mittels SAP.

SAP ist nach nur halbjähriger Vorbereitungszeit am 01.01.2011 im LFB eingeführt worden. An Schnittstellen beider Verfahren wird weiter gearbeitet. Gemeinsam bilden FBMS und SAP ein modernes ERP-System für Forstverwaltung und Forstbetrieb.

Beim **Datenspeicher Wald** wurde die Funktionalität weiter verbessert. Zwischenzeitlich steht eine Reihe standardisierter Berichte zur Verfügung. 2010 nutzten über 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LFB Schulungsmöglichkeiten in der Anwendung des Datenspeichers Wald 2. Eine Schnittstelle zum Web-GIS steht kurz vor ihrer Fertigstellung.

Auch im **Liegenschaftsinformationssystem** sind zur Unterstützung des Vermögensnachweises des LFB und seiner Veränderungen Erweiterungen erfolgt. Das LIVIS liefert grundlegende liegenschaftsbezogene Informationen für die Erstellung der Eröffnungsbilanz des LFB. Eine Schnittstelle zum Web-GIS konnte in 2010 realisiert werden.

Von spezifischen Anforderungen im Zusammenhang mit der Ausgestaltung des LFB war 2010 der Bereich der **Geodatenverarbeitung** in besonderem Maße betroffen. Sich naturgemäß erst nach und nach festigende Überlegungen zur Gestaltung der Binnenstruktur waren kartografisch, nicht selten kurzfristig, umzusetzen. In enger Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Planung/Betriebswirtschaft mussten dabei naturale Vorgaben berücksichtigt werden. Die Anforderungen von Betriebsleitung und Arbeitsgruppen konnten terminlich und qualitativ erfüllt werden.

Weitere Geodaten konnten nach ihrer Homogenisierung und Harmonisierung in die Geodatenbank des LFB integriert werden. Zwischenzeitlich gilt das auch für die Daten der Waldfunktionskarten. Noch nicht integriert, leider auch sehr aufwändig in der Bearbeitung, sind die Daten der Standortskarten.

Das GIS spielt im Prozess der Strukturumsetzung in den IT-Fachanwendungen eine maßgebende Rolle. Nur über das GIS sind die in allen anderen IT-Fachverfahren verwendeten Adressinformationen im Vergleich derzeitige und neue Struktur zu gewinnen. Die Arbeiten sind konsequent darauf ausgerichtet.

Ziel ist es, Geodaten in den neuen Strukturen sehr schnell digital zur Verfügung zu stellen. Für die Bereitstellung analoger Karten müssen die Plotprogramme angepasst werden. Ein entsprechender Auftrag ist ausgelöst. Mit der Betriebsleitung ist abgestimmt, in welcher Reihenfolge nach Einnahme der Zielstruktur gedruckte Karten zur Auslieferung kommen.

Nicht unerwähnt bleiben sollen die IT-Anwendungen im Forstschutzmeldewesen und Forstsaatgutwesen, die stabil bereitgestellt und teilweise weiter ausgebaut wurden. Eine IT-Lösung wurde zur Unterstützung des Personalmanagements des LFB hinsichtlich der Aufbereitung von Aufgaben und Tätigkeiten der Beschäftigten erarbeitet.

Im LFB werden die bisher gravierendsten **Strukturänderungen** vollzogen. In allen IT-Fachverfahren sind die neuen Strukturen zeitnah abzubilden. Daran wird mit Hochdruck gearbeitet. Es wird erwartet, dass unverzüglich nach Einführung der neuen Strukturen auch die IT-Fachanwendungen entsprechend zur Verfügung stehen. Neben Anpassungen in den Verfahren selbst steht auch die völlige Neueinrichtung der Zugangsberechtigungen für alle IT-Nutzer ins Haus. Damit kann jedoch erst begonnen werden, wenn die Zuständigkeiten namentlich bekannt sind. Hier wird der Schwerpunkt der Arbeiten im Fachbereich Dokumentation/ Datenmanagement des LFE im 1. Halbjahr 2011 liegen.

# Was waren die wichtigsten Arbeitsschwerpunkte und -ergebnisse 2010 im Fachbereich Planung und Betriebswirtschaft des LFE?

Besondere Herausforderungen ergaben sich in der Forstlichen Rahmenplanung. Kurzfristig war es nötig, die Darstellung von Waldgebieten, in denen die Errichtung von Windkraftanlagen nicht durch eine ausgewiesene Waldfunktion eingeschränkt wird, zu überarbeiten. Die Ergebnisse wurden im April 2010 zur Verfügung gestellt. Die hohe politische Aktualität dieses Themas führte dazu, dass der Prozess einer flächenscharfen Digitalisierung der Waldfunktionen beschleunigt werden musste. Er konnte bis zum Ende letzten Jahres abgeschlossen werden. Die Auslieferung der neu erstellten Shapes erfolgte im Januar 2011. Die erfolgreiche Bearbeitung war nur möglich durch eine intensive Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern in allen LFB-Betriebsteilen.

Hochaktuell sind Fragestellungen zur Thematik Waldentwicklung und Klimawandel. Mit einer im September 2010 fertiggestellten Masterarbeit beim Steinbeis-Institut ist ein von uns gewollter wichtiger Zwischenschritt erreicht. Der erarbeitete Handlungsrahmen zum gezielten Vorgehen beim Waldumbau stellte einen Schwerpunkt des Work-

shops vom 09.02.2011 in der Betriebszentrale des LFB zu dieser Thematik dar. In seinem heutigen Vortrag wird Herr Groß auf die Eckpunkte eingehen.

Zahlreiche Produkte im Fachbereich Planung und Betriebswirtschaft sind von der Ausarbeitung neuer oder weiterentwickelter Fachverfahren geprägt. Dies erfolgte in der Regel im Rahmen berufener Arbeitsgruppen, in denen unsere Spezialisten die fachliche Steuerung übernehmen. Dazu gehört die Entwicklung eines Verfahrens zur kommenden Periode der Forsteinrichtung im Landeswald, ein Inventurverfahren für den Gesamtwald in Brandenburg und die Erstellung von Ableitungshilfen zum bodenschonenden Einsatz der Holzerntetechnik. Ich möchte mich an dieser Stelle insbesondere bei den Mitarbeitern der Arbeitsgruppen bedanken, die nicht ihren Stammarbeitsplatz beim LFE haben.

Der Entwurf der **Betriebsanweisung zur Forsteinrichtung** wurde dem Direktor des LFB im Januar von der Arbeitsgruppe übergeben. Nach einer abschließenden Klausurtagung sollte dann der Weg zur dringend notwendigen Wiederaufnahme von Forsteinrichtungsarbeiten im Landeswald frei sein.

Die Vorbereitungen zur Durchführung der **großräumigen Waldinventuren** in den Jahren 2011 und 2012 laufen gewissermaßen auf Hochtouren. Mit der Datenaufnahme bei der 3. Bundeswaldinventur und der landesweiten Waldinventur werden die Grundlagen erhoben, um die Waldentwicklung der letzten 10 Jahre im Ranking der deutschen Bundesländer beurteilen zu können. Im Rahmen dieser Inventurerhebungen läuft ein wichtiges Projekt, in dem zeitweise bis zu 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihren Einsatz finden werden.

Nach zweijähriger intensiver Arbeit an der Holzernte-Entscheidungshilfe soll in diesem Jahr ihre Einsatzerprobung im praktischen Anwendungsbetrieb zur Ermittlung des Nachbesserungsbedarfs in allen Oberförstereien stattfinden. Wir erwarten mit Spannung die Ausführungen von Herrn Grüll zur Thematik auf unserer heutigen Veranstaltung.

Im Rahmen der **Standortserkundung** wurden umfangreiche Schulungen zur Standortskarte durchgeführt. Die digitalen Kartengrundlagen stehen flächendeckend seit Januar im WebGIS zur Verfügung. Soweit personell möglich, bleibt es weiterhin eine Hauptaufgabe für unsere Spezialisten, dem hohen Interesse an Fachschulungen zu entsprechen. Gleichzeitig findet in enger Abstimmung mit Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt die Weiterentwicklung des Standortkartierungsverfahrens für das nordostdeutsche Tiefland statt. Wichtig war uns die Fortführung der Bearbeitung des Themenkomplexes Wasserhaushalt im Wald. Im Rahmen der **Waldbiotopkartierung** wurden insbesondere die gesetzlich geschützten Biotope im Landeswald des ehemaligen Betriebsteils Templin geprüft.

Die jährliche Veranstaltung mit den Teilnehmern des Testbetriebsnetzes Forstwirtschaft des Bundes führt zu einem umfassenden Erfahrungsaustausch. Dies wollen wir weiter ausbauen. Wir freuen uns daher insbesondere über jeden Privatwaldbesitzer mit Waldflächen von über 200 ha, der bereit ist, seine Betriebsdaten dem TBN zur Verfügung zu stellen.

Mit der erstmaligen Auswertung des 2008 installierten Testbetriebsnetzes für forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse und den Kleinprivatwald in Brandenburg kamen wir 2010 endlich zu konkreten betriebswirtschaftlichen Aussagen dieser Waldbesitzergruppen. Ich freue

mich darüber, dass es im vergangenen Jahr gelang, dieses Produkt personell stabil fortzuführen. Die Ergebnisse für das Wirtschaftsjahr 2009 wird Herr Scholz in seinem heutigen Vortrag präsentieren.

Der Fachbereich Waldentwicklung/Monitoring bearbeitete im Jahr 2010 32 Produkte, die überwiegend die Arbeiten des Vorjahres fortsetzten. Einige mehrjährige Produkte konnten weitgehend abgeschlossen werden. Hierzu gehören u. a. die Entwicklung rationeller, naturnaher Waldbauverfahren zum Umbau von Kiefernreinbeständen mit Trauben-Eiche, insbesondere die abschließende Bewertung der natürlichen Eichenverjüngung unter Kiefer. Gemäß der Konzeption zur Erhaltung und Weiterentwicklung des langfristigen Versuchsflächennetzes wurden die waldwachstumskundlichen und waldökologischen Wiederholungsaufnahmen planmäßig fortgeführt. Die standortökologischen Untersuchungen zur Modellierung ökologischer Wuchsreihen für die Trauben-Eiche wurden abgeschlossen.

Die **bodenkundlichen Erhebungen** auf ca. 150 Punkten der landesweiten Waldinventur (sog. **BZE-2a**) wurden abgeschlossen. Derzeit werden auf den betroffenen Kiefernflächen Nadelproben entnommen. Die umfänglichen Laboruntersuchungen der Böden und Nadeln haben begonnen und werden bis 2012 abgeschlossen sein.

Im Produkt "Dynamische Regionalisierung" wurden weitere geoökologische Kennwerte wie Reliefparameter, Klimadaten sowie aus der forstlichen Standortskarte abgeleitete Merkmale für die Stützstellen der Regionalisierung im 100 x 100 m Raster generiert. Sie sollen unter anderem der flächendeckenden Wasserhaushaltsmodellierung bei unterschiedlichen Klimaszenarien dienen.

Neu begonnen wurde mit der Einrichtung von Untersuchungsflächen in den Oberförsterei Kathlow, Dossow und Kolpin in Stickstoffeintragsgebieten aus landwirtschaftlichen Massentierhaltungsbetrieben. Auf der Grundlage vorangegangener Untersuchungen zur Gefährdung von Wäldern durch N-Einträge besteht das Ziel, Immissionsschutzwälder aufzubauen, die durch ihre Filterwirkung die Ausbreitung von N-Immissionen mindern und gleichzeitig verstärkt Biomasse aufbauen.

Weitere Fortschritte wurden bei der Untersuchung der Ursachen und Symptomatik des Eichensterbens gemacht. Hierzu gehörten arbeitsintensive Aufnahmen von Einzelbäumen zur Wurzel- und Kronenstruktur sowie Blattentwicklung von Eichen in stammzahlreichen Beständen und im Freistand. Vergleichende Untersuchungen zur Struktur und zum Gashaushalt verdichteter und gelockerter Böden in Eichenbeständen belegen Zusammenhänge zwischen der Baumvitalität und den physikalischen Bedingungen im Wurzelraum.

Die Forstliche Umweltkontrolle konnte durch die Beteiligung am EU-Projekt FutMon mit zwei Projektmitarbeitern gestärkt werden. Damit war es möglich, die Aufgabenerfüllung im bisherigen Umfang aufrecht zu erhalten und die Qualität der Datenerfassung im Level-II-Netz deutlich zu verbessern. Der Schwerpunkt der Arbeit ist gegenwärtig auf den Aufbau einer zukunftsfähigen Datenbank gerichtet. Die Aufnahmen zum Kronenzustand für die Erfassung des Waldzustandes wurden abgeschlossen. Die phänologischen Aufnahmen zum witterungsabhängigen Austriebsverhalten der Waldbäume, als wichtiger Indikator des Klimawandels, konnten nicht nur fortgesetzt, sondern durch

ehrenamtliche "Phänologiebeobachter" punktuell verdichtet werden. Darüber wird zu unserem heutigen Winterkolloquium berichtet werden.

Die Beratung von Forstpraxis und Betriebsleitung bei Überwachung, Prognose und Bekämpfung von Schaderregern war Arbeitsschwerpunkt für das Waldschutzteam. Hier standen die Vorbereitung und Begleitung von Pflanzenschutzmittelmaßnahmen gegen Eichenprozessionsspinner und Kiefernspinner, aber auch die Beratung zu Komplexkrankheiten wie das Eschentriebsterben im Mittelpunkt. 155 Diagnoseanfragen zu schwer bestimmbaren Schäden wurden 2010 beantwortet. Abgeschlossen ist die statistische Analyse der Falterfänge der Nonne als Voraussetzung für ein effektiveres Überwachungsverfahren. Sehr aufwändig war die redaktionelle Arbeit für den Waldschutzordner – er soll als Leitfaden für die Praxis dienen. Das neue 80-seitige und wetterfeste Nachschlagewerk, erarbeitet von einem Autorenkollektiv des LFE, wird zum heutigen Winterkolloquium zur Auslieferung gelangen.

Die Forschungsstelle für Wildökologie und Jagdwirtschaft hat im zurückliegenden Jahr den Jagdbericht für das Land Brandenburg erarbeitet. Fortgesetzt wurden die Untersuchungen zur Lebensraumnutzung von Damwild in der Uckermark und zur Nutzung der Grünbrücke über die A11 durch Wildtiere. Für die Gestaltung der im Bau befindlichen neuen Grünbrücken konnten Erfahrungen aus dem Monitoring in Entscheidungsgremien eingebracht werden. Über das Spektrum der aktuellen Arbeitsschwerpunkte gibt der Ende 2010 erschienene Band 45 der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe mit dem Titel "Aktuelle Beiträge zur Wildökologie und Jagdwirtschaft in Brandenburg" Auskunft.

Das Jahr 2010 war das Jahr der biologischen Vielfalt mit entsprechenden Anforderungen an den **Waldnaturschutz** des LFE. Maßgeblich wurde an einer gemeinsamen Studie zur landesspezifischen Umsetzung der Nationalen Biodiversitätsstrategie durch Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern gearbeitet. Die gedruckte Broschüre wird Ihnen am heutigen Tage übergeben.

Dank der Zusammenarbeit mit einem tschechischen Unternehmen und der Unterstützung durch den ehemaligen BT Müllrose konnten die intensiven Strukturaufnahmen im Naturwald Fünfeichen und der Vergleichsfläche weitgehend abgeschlossen werden.

Der Fachbereich Waldentwicklung/Monitoring ist gleichzeitig Träger zahlreicher **Drittmittelprojekte**. Im Jahr 2010 fanden zwei vom BMELV finanzierte Projekte ihren Abschluss mit entsprechenden Veranstaltungen in Bonn und

Eberswalde (Monitoringsystem für genetische Ressourcen CWR, Erhaltung salicinreicher Weiden).

Das BfN-Projekt zur Biodiversität von Eichenwäldern steht unmittelbar vor dem Abschluss. Bereits vorab wurden Ergebnisse anlässlich der Forstwissenschaftlichen Tagung in Göttingen im September 2010 vorgestellt. Erfreulicherweise konnten im vergangenen Jahr zwei neue mehrjährige Drittmittelprojekte mit 4 Stellen starten, die sich thematisch der Erhaltung genetischer Ressourcen bei seltenen Baumarten und der Gefährdung von Wäldern durch Klimaextreme widmen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass trotz des zeitintensiven Umzugs in das rekonstruierte LFE-Hauptgebäude und der Verzögerung von Freilandaufnahmen durch den langen Winter 2009/2010 durch das hohe persönliche Engagement der Mitarbeiter des Fachbereiches die Aufgaben überwiegend planmäßig bearbeitet werden konnten.

Wissenschaftliche Ergebnisse wurden u.a. auf nationalen und internationalen Fachtagungen der IUFRO und EU vorgestellt. Mitarbeiter des Fachbereiches waren ebenso an der Vorbereitung der MÖLLER-Ehrung anlässlich seines 150. Geburtstages und der BFV-Jahrestagung, an der Veranstaltung der Landesforstverwaltung zum internationalen Wandertag der biologischen Vielfalt, an der BRALA und der Internationalen Grünen Woche sowie an der Führung von Exkursionen mit polnischen Forstkollegen aktiv beteiligt.

Grundlagen für **neue Kooperationen** wurden mit Forstinstituten in Rumänien und der Ukraine, mit der Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern, dem ZALF, der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, der Vattenfall AG und im Rahmen des EFICENT-Projektes zum Klimawandel mit Polen entwickelt. Damit ist das LFE sehr gut vernetzt.

#### Wie soll es weitergehen?

Wir haben die vergangenen Wochen und Monate zu intensiven Abstimmungen mit der Betriebsleitung des LFB als unseren Auftraggeber genutzt, um die Aufgaben im Produktplan für 2011 festzulegen.

Auf dem heutigen Winterkolloquium soll die Zielvereinbarung für das laufende Jahr unterzeichnet werden. Das LFE ist damit gut aufgestellt und wird weiterhin seinen Beitrag leisten als Vorlauf- und Dienstleistungsbereich des Landesforstbetriebes.

# Klimaveränderungen erlebbar – Phänologische Untersuchungen in Brandenburgs Wäldern

SONJA I ÖFFLER

#### Einführung

Wald ist wegen seiner langen Produktionszeiträume im besonderen Maße vom Klimawandel betroffen. Um das Ausmaß und die Wirkung dieser Veränderung mit ihren regionalen Unterschieden und Risiken innerhalb des Landes Brandenburg frühzeitig erkennen zu können, bedarf es eines dichten phänologischen Überwachungsnetzes der wichtigsten forstwirtschaftlich relevanten Baumarten.

Womit beschäftigt sich die Phänologie? In der "Phänologie", abgeleitet von "phainesthai" (erscheinen, in Erscheinung treten) und "logos" (Lehre), werden jährlich wiederkehrende Ereignisse in der Natur beobachtet. Pflanzenphänologische Beobachtungen erfassen die Eintrittszeiten charakteristischer Vegetationsstadien ("phänologische Phasen"), wie z.B. den Beginn der Blattentfaltung, der Blüte und der Fruchtreife und den Eintritt der Laubverfärbung und des Blattfalls.

Bereits 1884 wurde durch Robert Hartig eine Diskussion über die Notwendigkeit phänologischer Beobachtungen im Wald angestoßen (WIMMENAUER 1897):

- Si in wir im Standerme, herschrijd, sowdam Einhittlemet Vegettillungs seine nung einem sieher Schlass zu zichen zur das Klimaleiner Gegendin.
- Sind Writin blander mit genügender Sicherhebigen Einzill der Begeindungserache untgen Dir eine Gegend im Bestimmen ?
- Wald en Nuiver kent die Wössenwichel liche die Tropis voorde Rosulatun dieser Beebte flung zichen ?
- Sind die Toretheamen die geeignetsten Personen b. r. Ausführung nissen Leutsschlungen, beer gent sei Personen der mehr Zeit und Eteute ern derse hen dass zen dur fen.

Bei allen 4 Fragen gelangte Herr Hartig zu einer verneinenden Antwort (WIMMENAUER 1897):

and Tragers and dis Pharcament abs Warmensaam, the Terromatic retirement and generate in redirecting at Pharcament and several to be set on the several to be several

Phänologische Beobachtungen sind heute ein wichtiger Indikator in der Klimafolgenforschung. Da in den mittleren und höheren Breiten die Entwicklungsprozesse der Pflanzen in hohem Maße temperaturabhängig sind, werden phänologische Beobachtungen zu sensitiven Indikatoren des globalen Klimawandels. Dies gilt vor allem für die Phasen im Frühjahr, die bereits deutlich auf die milderen Winter in unseren Breiten reagiert haben. Auswirkungen von Klimaänderungen werden somit für jeden sichtbar. Die Pflanze fungiert als integrierendes Messinstrument für eine Vielzahl von Umweltfaktoren: dazu zählen die Witterung im vergangenen und aktuellen Vegetationsjahr, aber auch Faktoren des Bodens, der Biosphäre und der genetischen Veranlagung spielen eine Rolle (Abb.1). Dementsprechend ist in den letzten Jahren das Interesse an phänologischen Beobachtungen auf nationaler und internationaler Ebene gestiegen, Arbeitsgruppen haben sich etabliert und phänologische Beobachtungsnetze wurden erweitert und konzipiert. Dies zeigt sich u.a. in der Ausweitung, Standardisierung und Neukonzipierung phänologischer Beobachtungsnetze wie z.B. den Internationalen Phänologischen Gärten Europas (IPG) und dem "Global Phenological Monitoring" (GPM)-Programm.

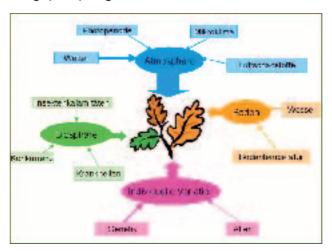


Abb.1: Äußere Einflussfaktoren, die die phänologischen Phasen von Bäumen beeinflussen (modifiziert nach Menzel 2007)

Das Klima in Brandenburg hat sich im Zeitraum von 1951 bis 2008 nachweislich verändert (Haggenmüller und Luthardt 2009). Die phänologische Vegetationsperiode (Differenz des jahreszeitlichen Beginns der Sal-Weiden Blüte bis zum Beginn der Stiel-Eichen Blattverfärbung) verlängerte sich in diesem Zeitraum um rund 20 Tage. Somit wird deutlich, dass die Pflanzen auf die Klimaänderungen in Brandenburg bereits reagiert haben. In der Pflanzenentwicklung konnten in den vergangenen 57 Jahren zeitliche Verschiebungen beobachtet werden. Diese waren ab Beginn der 1990er Jahre besonders deutlich. Dabei hat sich Eintritt der phänologischen Phasen im Zeitraum von 1991 bis 2008 im Vergleich zur Periode von 1961 bis 1990 verfrüht, wobei die

Frühjahrsphasen den stärksten Trend aufweisen (*Abb. 2*). Sie reagieren damit deutlich auf die höheren Temperaturen in den Wintermonaten. Die Untersuchungen von Haggenmüller und Luthardt (2009) zeigen weiter, dass sich der frühere Beginn der Phänophasen im Jahresverlauf verringerte und die Phasen, die "Absterbeprozesse" beschreiben (Blattverfärbung und Blattfall), verspäteten. Innerhalb von Brandenburg müssen jedoch regionale Unterschiede beachtet werden.

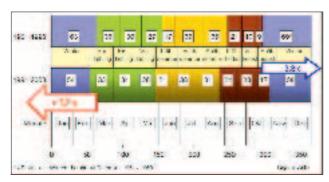


Abb. 2: Doppelter phänologischer Kalender für Brandenburg (nach Haggenmüller und Luthardt 2009)

## Eine alte Wissenschaft mit modernen Beobachtungsmethoden

Moderne Bildaufnahme- und Verarbeitungstechniken, Positionierungssysteme (GPS) und raumbezogene Erfassungs- und Auswertesysteme (GIS) werden zunehmend als Hilfsmittel auch in der Forstwirtschaft eingesetzt. Die digitale Fototechnik erlaubt es, preiswerte Kameras mit großer Auflösung für unterschiedliche Monitoringzwecke zu nutzen. Ihr Einsatz für phänologische Untersuchungen erfolgt mit dem Ziel, den Ablauf der phänologischen Phasen objektiv und mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung zu dokumentieren. Seit dem Herbst 2006 sind in Brandenburgs Wäldern 7 Web-Kameras in verschiedenen Beständen montiert: auf den Level II-Kiefernflächen in den Revieren Kienhorst, Beerenbusch und Neusorgefeld, auf einer Buchen-Fläche im Revier Beerenbusch und auf zwei Eichenuntersuchungsflächen in den Revieren Kienhorst und Fünfeichen, sowie auf einer Kiefernfläche in Berlin-Grunewald (Abb. 3).



Abb. 3: Web-Kamera auf der Untersuchungsfläche Fünfeichen 57 (Foto Becker 2009)

Die Kameras liefern täglich ein Bild von jeder Fläche, das an das LFE übermittelt wird (*Abb. 4*). Mit Hilfe dieser Techniken werden die phänologischen Beobachtungen von Einzelbäumen auf Bestände erweitert. Trotzdem besteht weiterhin die Notwendigkeit, Einzelbaumdaten zu erheben, da sie wichtige Informationen zur Variabilität im genetischen Pool einer Art dokumentieren. Unsere Untersuchungen zeigen, dass große individuelle Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen vorhanden sind, die sich je nach Verlauf der Witterung von Jahr zu Jahr verstärken bzw. abschwächen.



Abb. 4: Bild der Web-Kamera vom Austriebsbeginn der Trauben-Eiche (Fünfeichen 57, 30.04.2008)

#### Aufnahmemethodik und erste Ergebnisse

Seit 2006 werden durch das LFE phänologischen Beobachtungen an 9 Trauben-Eichen-Beständen in Brandenburg (in den Revieren Kienhorst, Fünfeichen, Schernsdorf, Kleinsee) und Sachsen-Anhalt (Revier Kümmernitz) durchgeführt. Dazu wurden pro Fläche 20 über alle Vitalitätsstufen verteilte vor- bzw. mitherrschende Bäume ausgewählt und jährlich im Frühjahr zum Laubaustrieb im 3-tägigen Rhythmus beobachtet. Grundlage für die Einschätzung des Laubaustriebes sind die fünf phänologischen Entwicklungsphasen (*P1 bis P5*), die erreicht oder überschritten werden müssen (*Abb. 5*). Häufig treten bei Bäumen mehrere Entwicklungsphasen gleichzeitig auf. Deshalb werden die Anteile der jeweiligen Phasenstufe an der Gesamtkrone in 10%-Stufen geschätzt und anschließend in ein Aufnahmeformular eingetragen (vgl. auch Löffler et al. 2009).

Die *Abb. 6* zeigt den Austrieb des Baumes 64 im Revier Kleinsee 6133. Für jeden Beobachtungstag wird der Anteil der Knospen geschätzt, der ein entsprechendes Entwicklungsstadium (Phänophase) erreicht hat (Kurven P2 bis P5). Damit sind über den Verlauf der phänologischen Entwicklung detaillierte Aussagen möglich. Eine zusammenfassende grafische Darstellung erfolgt mit Hilfe des "Phänologischen Index" (PI %), der die kumulierte Frequenz der Austriebsprozente berechnet: PI (%) = [P2 (%) + P3 (%) + P4 (%) + P5 (%)/4] (durchbrochene rote Kurve). Mit der hier vorgestellten Methodik sind Baum- und Flächenvergleiche möglich (*Abb.* 7). Als Austriebstermin eines Baumes wird der Kalendertag zugrunde gelegt, an dem der Phänologische Index 75 % beträgt (rote durchgezogene Linie, *Abb.* 6). Entsprechend wird der Austriebstermin eines



Abb. 5: Phänologische Phasen P1 bis P5 bei der Trauben-Eiche:

Phase 1 (P1): Geschlossene Knospen, Winterruheknospen

Phase 2 (P2): Anschwellen der Knospen

Phase 3 (P3): Aufbrechen der Knospen, erste Blattspitzen sichtbar

Phase 4 (P4): Beginn der Blattentfaltung

Phase 5 (P5): Blätter voll entfaltet

Bestandes als eingetreten definiert, wenn bei mehr als der Hälfte der beobachteten Bäume die Phase P4 vollständig erreicht ist.

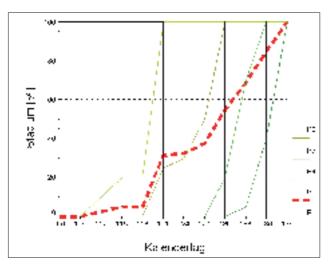


Abb. 6: Herleitung des Phänologischen Index (PI) am Beispiel der Trauben-Eiche 64 aus dem Revier Kleinsee 6133

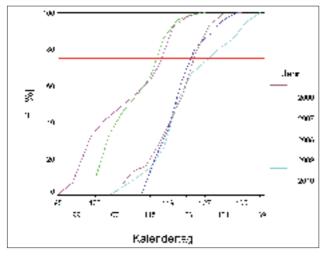


Abb.7: Jahresvergleich des Blattaustriebes der Trauben-Eiche im Revier Kleinsee 6133 (n = 20 Bäume)

Im Jahre 2010 konnte durch die Mitwirkung von ehrenamtlichen Phänologiebeobachtern für die Trauben-Eiche das Beobachtungsnetz von 5 auf 11 Flächen in Brandenburg erweitert werden. Im Mittel der 11 untersuchten Bestände war der Austriebstermin 2010 der 5. Mai, dies entspricht dem 125. Kalendertag. Die *Abb. 8* zeigt für die Untersuchungsflächen die beobachteten Austriebstermine. Dabei war der Blattaustrieb auf den 5 nordöstlichen Flächen später als der im Süden bzw. Südosten Brandenburgs. Ein Vergleich mit den langjährigen mittleren Januartemperaturen zeigt den regionalen Bezug zu diesem Parameter.

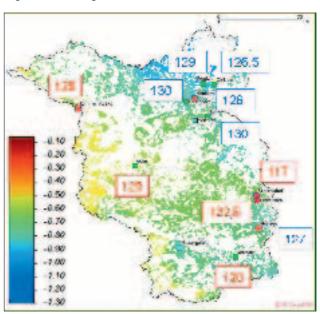


Abb. 8: Austriebstermine (Kalendertag) der Trauben-Eichen 2010 in Brandenburg. Die Farben geben die mittlere Januartemperatur wieder.

#### Physiologiebasiertes Phänologiemodell zur Bestimmung der Austriebszeit (nach Menzel 1997 und Menzel und Fabian 1999)

Die Physiologie der Blattphänologie ist bislang noch nicht restlos geklärt. Es gibt empirische Vorstellungen, dass der Austriebszeitpunkt sowohl durch warme Perioden im Frühjahr (Temperatursummenkonzept) als auch durch Kältereize, die die Dauer der winterlichen Vegetationsruhe steuern, bestimmt wird (sequentieller Modellansatz, MENZEL 1997). MENZEL und FABIAN (1999) beschrieben für einige forstwirtschaftlich relevante Baumarten die entspre-

chenden Modelle. Dabei sind die primären Steuergrößen die Anzahl von Kältetagen (Temperaturen unter einer definierten Kälteschwelle) ab 1. November und die Wärmesumme (Temperaturen über einem bestimmten Schwellenwert) ab 1. Februar. Der Austrieb erfolgt, wenn eine kritische Wärmesumme erreicht ist, die neben der Anzahl der Kältetage von zwei weiteren artspezifischen Parametern abhängt. Für den Termin des Blattaustriebes der Trauben-Eiche werden folgende Parameter zugrunde gelegt:

#### Gleichung 1 (für die Wärmesumme):

 $TT = \Sigma (Tavg - TbTT)$ 

Tavg - Tagesmitteltemperatur

TbTT – Temperaturschwelle für den Wärmereiz (baumartenspezifisch, z.B. für die Trauben-Eiche 3°C)

**Gleichung 2** (Temperatursumme unterhalb der Temperaturschwelle für die Kältetage):

TTcrit = a + b \* In(CD) + offset

TbCD – Temperaturschwelle für die Kältetage (baumartenspezifisch, z. B. für die Trauben-Eiche 9°C) CD – Summe der Kältetage < TbCD

a, b – baumartenspezifische Regressionsparameter offset – Ergänzung (von Риньмани und Јосннеім) zur standortspezifischen Modellkalibrierung (Јосннеім, pers. Mitteilung)

Anhand der grafischen Darstellung ergibt sich der vorhergesagte Blattaustriebszeitpunkt aus dem Schnittpunkt der beiden Gleichungen (*Abb.* 9).

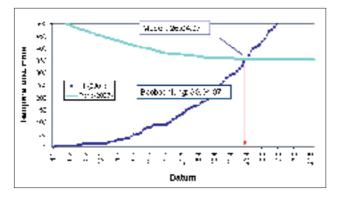


Abb. 9: Ermittlung des Trauben-Eichen-Blattaustriebes 2007 auf der Fläche Fünfeichen 57 mit Hilfe des Modells von Menzel und Fabian (1999)

Die Anwendung des Modells und die Überprüfung mit den beobachteten Daten zeigte in vielen Fällen eine relativ gute Übereinstimmung (*Tab. 1*), allerdings sind z.T. auch sehr deutliche Unterschiede vorhanden (*Abb. 10*), so dass eine ausschließliche modellbasierte Berechnung zur Ermittlung des Austriebstermins nicht empfehlenswert ist.

	2006	2007	2008	2009	2010
Kienhorst 43	-4	-7	0	-3	-2
Fünfeichen 57	k.D.	+4	-2	-12	-5
Kleinsee 6133	-4	0	-4	-1	-1

Tab. 1: Abweichung (in Kalendertagen) zwischen der modellbasierten Berechnung des Trauben-Eichen-Blattaustriebes und den phänologischen Beobachtungen (k. D. – keine Daten)

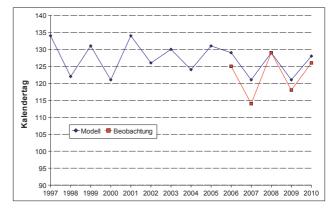


Abb. 10: Vergleich der modellbasierten Ermittlung des Austriebstermins mit dem beobachteten Blattaustrieb im Revier Kienhorst

#### Historischer Rückblick

Schauen wir mehr als 100 Jahre zurück, als im Auftrag vom Verein Deutscher forstlicher Versuchsanstalten eine Zusammenfassung forstlich-phänologischer Beobachtungen über 10 Jahre (1885 bis 1894) vorgenommen wurde (Wim-MENAUER 1897). Der Autor fasst die Beobachtungsergebnisse von 242 Stationen in Deutschland, davon 7 Stationen in der Provinz Brandenburg zusammen. Gegenstand der Untersuchungen waren nicht nur der Blattaustrieb von 9 Baumarten, sondern auch Beobachtungen an Vögeln und Insekten, der Ausfall der Holzsamenernte und das Auftreten der wichtigsten forstschädlichen Insekten. Im Durchschnitt der 7 brandenburgischen Stationen trat die phänologische Phase "Blattoberfläche sichtbar" am 10. Mai auf, wobei die drei südlich gelegenen Flächen (Dippmannsdorf, Woltersdorf und Schönwalde) diese Phase eher erreichten als die vier nördlicher gelegenen Flächen (Rüthnik, Eberswalde, Cappe und Neuhaus, Abb. 11). Im Vergleich dazu trieben 110 Jahre später die Trauben-Eichen auf den Untersuchungsflächen in den Revieren Kümmernitz (MW 2006-2010: 26.04.), Fünfeichen (MW 2007-2010: 28.04.), Kienhorst (MW 2006-2010: 01.05.) und Kleinsee (MW 2006-2010: 02.05.) 8 bis 12 Tage eher aus. Bereits zur damaligen Zeit wurde bei einem zu frühen Austrieb auf die Spätfrostgefahr für den jungen Eichenaustrieb hingewiesen, die von den Eisheiligen (12. bis 14. Mai) ausging.



Abb. 11: Mittlere Abweichung (in Kalendertagen) des Trauben-Eichen-Blattaustriebes auf den 7 brandenburgischen Flächen vom Durchschnitt der Jahre 1885 bis 1894

Die Modellberechnung für den Austriebstermin einer Trauben-Eiche in Potsdam mit Hilfe des Modells von Menzel und Fabian (1999) für den Zeitraum 1894 bis 2008 ist in Abb. 12 dargestellt. Anhand der 30-jährigen Trends wird sichtbar, dass bis Mitte der 1960er Jahre des vergangenen Jahrhunderts der berechnete Termin des Eichenaustriebes nur geringe Verschiebungen aufweist (ca. 2 Tage/30 Jahre). Die deutlicheren Änderungen im 30-jährigen Zeitraum 1960 bis 1990 sind vor allem durch die beiden Jahre 1988 und 1989 geprägt und betragen bereits 3,5 Tage. Die größten Verschiebungen und damit entscheidende Veränderungen beginnen mit den 1990er Jahren, wobei der berechnete Austriebstermin im Durchschnitt 8 Tage früher eintritt.

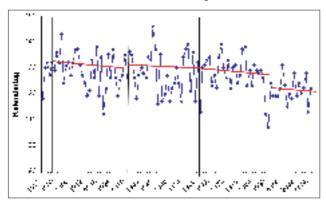


Abb. 12: Modellberechnung für den Trauben-Eichen-Austrieb an der Station Potsdam (nach Menzel und Fabian 1999)

#### Zusammenfassung

Phänologische Veränderungen an Pflanzen sind die eindrucksvollsten Auswirkungen des Klimawandels. Einzelne Studie zeigen, dass im Vergleich zur ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts unsere Waldbäume 10 bis 15 Tage früher austreiben. Nachweisbare Veränderungen des Klimawandels sind u.a. die Verlängerung der Vegetationsperiode, beschleunigtes Waldwachstum, Verschiebung der Ausbreitungsgebiete der Baumarten. Verschiebung der Konkurrenzverhältnisse, Änderungen des Landschaftswasserhaushaltes, Zunahme abiotischer und biotischer Risiken und Veränderung in der Synchronisation der Arten. Bislang sind die Daten zum Austriebsverhalten und zum Vegetationsabschluss der heimischen Baumarten in unseren Wäldern lückenhaft. Bisherige Ergebnisse zeigen, dass es regionale Unterschiede innerhalb von Brandenburg gibt. Viele der beobachteten phänologischen Veränderungen sind nicht dramatisch, ihr regelmäßiges Auftreten in den vergangenen Jahren zeigt jedoch eindrucksvoll, dass in unseren Wäldern Veränderungen vor sich gehen. Für ihre Beschreibung und Dokumentation müssen die vorhandenen phänologischen Modelle durch Beobachtungen ergänzt werden. Der Trend zur Verlängerung der Vegetationsperiode, hauptsächlich auf den früheren Vegetationsbeginn basierend, wird sich in der Zukunft mit unterschiedlicher regionaler Ausprägung weiter verstärken. Dabei ist es wichtig, diese Veränderungen nicht nur zu beobachten und zu dokumentieren, sondern zu wissen, wie man diese Erkenntnisse in der zukünftigen Waldbewirtschaftung umsetzen kann.

Wir danken den Revierleitern Frau Steinberg (Rev. Kleinsee), Herrn Grebin (Rev. Eberswalde), Frau Baumgart (Rev. Schernsdorf), Herrn Göthert (Rev. Müllrose) und den freiwilligen Phänologiebeobachtern aus der Bevölkerung.

#### Literatur

HAGGENMÜLLER, K. und Luthardt, V. (2009):

Pflanzenphänologische Veränderungen als Folge von Klimawandel in unterschiedlichen Regionen Brandenburgs. Forschungsarbeit an der FHE in Kooperation mit dem Landesumweltamt Brandenburg. 53 S.

LÖFFLER, S.; KÄTZEL, R.; BECKER, F. (2009):

Dem Klimawandel auf der Spur: Phänologische Beobachtungen an Waldbäumen. Flyer des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (Hrsg.).

MENZEL, A. (1997):

Phänologie von Waldbäumen unter sich ändernden Klimabedingungen – Auswertung der Beobachtungen in den internationalen phänologischen Gärten und Möglichkeiten der Modellierung von Phänodaten. Forstliche Forschungsberichte München, 164. Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität München und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft. 147 S.

MENZEL, A. und Fabian, P. (1999):

Growing season extended in europe. Nature, 397: 659.

MENZEL, A. (2007):

Phänologische Modelle. Promet, 33: 20-27.

# Auf Klimaveränderung reagieren – Handlungsrahmen für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen in Brandenburg für den Zeitraum 2010 bis 2030

JOACHIM GROSS

#### 1. Anlass uns Zielstellung

Der Klimawandel ist bereits Realität. Und es besteht kaum ein Zweifel daran, dass eine Veränderung des Klimas erheblichen Stress für das Ökosystem Wald darstellt. Für das vergleichsweise niederschlagsarme Bundesland Brandenburg sind erhebliche Gefährdungen z.B. durch intensivere und länger anhaltende Trockenphasen in der Vegetationsperiode mit verstärkten Dürre- und Insektenschäden, sinkenden Grundwasserständen und erhöhter Waldbrandgefährdung zu erwarten.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels bekommt der Waldumbau eine deutlich größere Bedeutung für die nachhaltige Waldwirtschaft. Somit war die Festlegung zur Fortführung des Waldumbaus im Koalitionsvertrag der Landesregierung von 2009 eine notwendige Entscheidung.

Seit 1998 werden die Schwerpunkte des Waldumbaus durch die landesweite Waldentwicklungsplanung dargestellt. Mit ihrer Hilfe besteht die Möglichkeit, die zukünftige Entwicklung des Gesamtwaldes langfristig zu steuern ("Generationenprogramm"). Sie besitzt daher eine hohe Bedeutung für die Forstpraxis sowohl im Landeswald als auch im Wald anderer Eigentümer.

Eine Vielzahl an Planungen und wissenschaftlichen Untersuchungen zum Themenkomplex Klimawandel und

Waldentwicklung ist derzeit in Arbeit. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Bewirtschaftung der Wälder sind jedoch noch nicht so weit gediehen, dass sie für die forstliche Rahmenplanung umsetzbar, das heißt modellierungsfähig sind. Die Diversifizierung der Baumartenstruktur (horizontal und vertikal) zur Risikominimierung ist eine der wenigen Strategien, die sowohl unter Wissenschaftlern als auch unter Forstpraktikern uneingeschränkte Anerkennung findet.

Die finanziellen Ressourcen dafür sind begrenzt, so dass ihr effizienter Einsatz nachdrücklich zu fordern ist.

Die hier erarbeiteten Handlungsempfehlungen sollen dem Forstpraktiker ermöglichen, in der Übergangszeit der Wissenskonsolidierung Entscheidungen zu Waldumbaumaßnahmen zu treffen, die nach derzeitigem Wissensstand für den Zeitraum der nächsten zehn bis zwanzig Jahre Bestand haben werden. Die Ergebnisse der aktuellen Waldentwicklungsplanung, die den Waldumbau begleitet, bilden dabei eine wichtige Grundlage.

Ein wesentliches Ziel des vorliegenden Handlungsrahmens ist die übergangsweise Schaffung von Grundlagen zur fachgerechten Auswahl waldumbaugeeigneter Flächen. Dies kann zunächst nur anhand von anerkannten und allgemein gültigen Kriterien erfolgen.

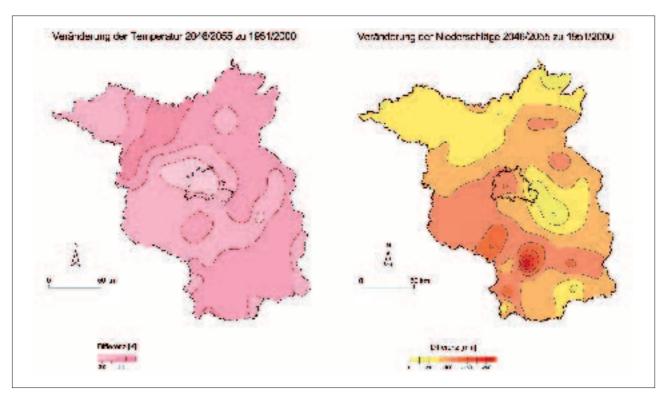


Abb. 1: Veränderungen von Temperatur und Niederschlagsmengen 2046/2055 zu 1951/2000

#### Zielstellung 2010 bis 2030

- Weiterführung des Waldumbaus auf der Grundlage der Ergebnisse der forstlichen Rahmenplanung unter Anwendung der Bestandeszieltypen von 2006, solange keine Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis Korrekturen erforderlich machen
- Risikominimierung von Verjüngungsmaßnahmen
- Prioritäten setzen angesichts der sich verändernden Bedingungen durch den Klimawandel (Perspektivflächen bis 2030)
- Leisten von Hilfestellung/ Beratung für fachgerechte Entscheidungen vor Ort

Mit diesen Zielstellungen verbinden sich hohe Anforderungen an Kreativität und Engagement der örtlichen Wirtschafter, insbesondere bei der Beratung von Privatwaldbesitzern.

#### Definitionen

Die **Waldentwicklungsplanung** stellt landesweit die aktuellen Waldverhältnisse dar, definiert die räumlich-zeitlich gegliederte Zielstruktur der Waldgebiete und benennt Ansätze zu deren langfristiger Erreichung ("Generationenprogramm").

Die Instrumente zur Erreichung der Zielstruktur entsprechen i.d.R. dem gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Erkenntnisstand.

Die **Waldumbauplanung** ist Teil der Waldentwicklungsplanung und beschreibt die gezielte, meist flächenscharfe planerische ertragsorientierte Umsetzung für definierte Teilräume oder für ausgewählte Baumarten (-gruppen).

#### Gefährdungspotenziale für den Wald

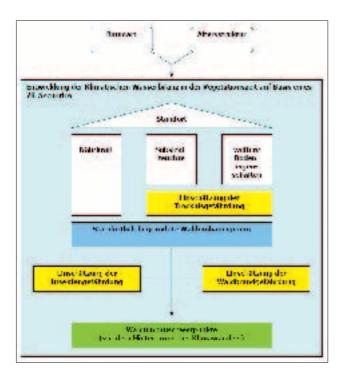


Abb. 2: Methodik zur Herleitung des Handlungsrahmens

Die in Brandenburg derzeit relevantesten forstlichen Gefährdungspotenziale für die Baumart Kiefer mit relativ sicherer Beurteilungsmöglichkeit für die zeitnähere Entwicklung unter Bedingungen des Klimawandels sind

- Standortsabhängige Trocknisgefährdung der Waldböden
- Gefährdung durch nadelfressende Insekten
- Gefährdung durch Waldbrände.

Sie sind hinsichtlich der Altersstruktur und der örtlichen Gegebenheiten differenziert zu betrachten. Im folgenden werden diese im Handlungsrahmen angewandten Kriterien näher erläutert.

#### Klimatische Wasserbilanz

Als Basis der Überlegungen zum Handlungsrahmen wird die Klimatische Wasserbilanz (KWB) zugrunde gelegt. Sie ist kurzfassend definiert als Differenz zwischen Niederschlag und potenzieller Evapotranspiration.

Die KWB ist ein Maß für das Wasserangebot in einem Gebiet und ein bewährter Indikator für meteorologische Trockenheit; auch andere Bundesländer verwenden sie für die Bewertung von Vorgängen des Klimawandels.

In dem vorliegenden Modell erfolgt eine Beschränkung auf die KWB in der Vegetationszeit (Mai-September), jedoch in Kombination mit bodenhydrologischen Aspekten.

Grundlage der vorliegenden Version sind Daten des Potsdam-Institutes für Klimafolgenforschung (PIK) für das 2K-Szenario bis 2060, aus denen die Entwicklung der KWB bis 2030 abgeleitet wurde.

Die aktuelle KWB (s. Abb. 4 nächste Seite) ist in Brandenburg auch heute schon durchgehend negativ. Sie wird als ein für den Wald klimatisch noch zu verkraftender Ausgangszustand angenommen.



Abb. 3: Klimatischen Wasserbilanz: Bewertungsgrundlage

Aus dem Szenario geht hervor, dass sich die KWB in den nächsten 20 Jahren drastisch verschlechtern wird:

Den Berechnungen zufolge verschieben sich die Klimaverhältnisse durchschnittlich um eine Klimastufe zum Trockenen hin, verglichen mit den Jahresniederschlägen der derzeitigen Situation.

Das bedeutet, dass die heute als extrem trocken eingestuften Teilregionen (z.B. südöstlicher Regenschatten des Fläming; Oderniederung) noch defizitärere (also sehr trockene) Bedingungen der KWB zu erwarten haben, dass die Ausprägung der schwach maritimen (Uckermark) und kollinen (Niederlausitz) Einflüsse geringer wird, während sich im mittelbrandenburgischen Raum trockene Bedingungen stark ausbreiten.

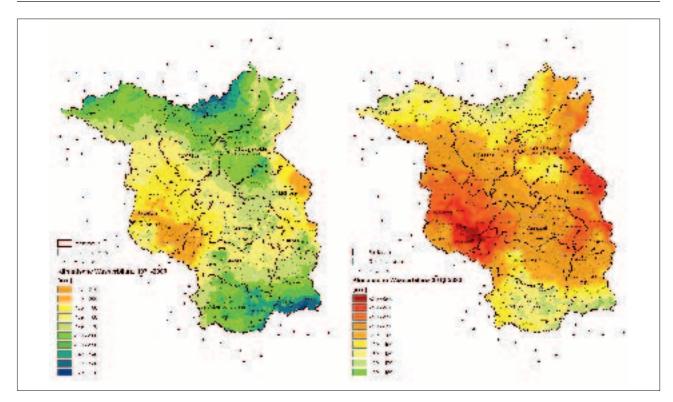


Abb. 4: Entwicklung der Klimatischen Wasserbilanz 2010-2030

#### Nährkraft, Wasserhaushalt und Substrateigenschaften als Grundlage zur Ermittlung der Trocknisgefährdung

Nährkraft, Wasserhaushalt und Trocknisgefährdung wirken direkt auf das Waldwachstum und stellen somit eine Schlüsselposition zur Bewertung der Klimaänderung dar. Da zwischen ihnen kein linearer Zusammenhang besteht, ist eine Gesamtbetrachtung der drei Komponenten zwingend notwendig.

Die Trocknisgefährdung ergibt sich aus der verfügbaren Substratfeuchte der Feinbodenformen. Sie kann nach einem von Konopatzky 1998 erarbeiteten Verfahren zur "Bewertung und Klassifizierung von terrestrischen Bodenformen hinsichtlich nutzbarer Wasserspeicherkapazität" ermittelt werden.

Mit Hilfe der in Abb.5 dargestellten Zuordnung lassen sich alle terrestrischen Feinbodenformen Brandenburgs den 17 Substratfeuchtegruppen (von denen Gruppe 14 in 14.1 und 14.2 unterteilt ist) und damit auch den fünf Trocknisgefährdungsgruppen zuordnen, die nach dem Verfahren der Standortserkundungsanweisung (SEA 2005) kartiert sind. Ausnahmen bilden Komplex- und Sonderstandorte sowie Altkartierungen, sofern deren eindeutige Zuordnung anhand der Substratbeschreibung nicht möglich ist.

Im Ergebnis der Anwendung der Abb. 5 und 6 ergeben sich folgende Hinweise für den Waldumbau:

 Trocknisgefährdungsgruppe V (Substratfeuchtegruppen 16 und 17) ist in Verbindung mit einer stark negativen Klimatischen Wasserbilanz nicht für den Waldumbau geeignet. In Ausnahmefällen ist im derzeit kollinen und submaritimen Klimabereich ein Waldumbau zu vertreten.

Trooks kgelährdungspruspe	Substraiteuchiegruppe
r eint oder sein gering recknicker*kerier	<ul> <li>non sole die z. bindige (klampe) Kitch in di Bandarsans.</li> <li>oben anlohmige Fährer verahhande.</li> </ul>
	<ul> <li>geringmuchtgår y 80 om den mige Kilder, oder</li> <li>oder renderange kanneren bearen</li> </ul>
	5 Shotsand Pilipotion
	K - obcoratorsocial Papile and suggests
	7 doen reinnandige bis an elun ge Staubnande.
I misiky upokr egelämbe:	C - antetratiga Kisokotdan A - Rassommad Humu shongan sala
	<ul> <li>daen einzendigeldisten einnige Bärderbande außeren Sand Birpodole</li> </ul>
L. motoring of Bodol	1: Ohen ohn ya Sandhamerron sowe (san aarde a) Sandpotado
V sach aber systalises.	12 Dialog grande distributione i some surrustiment für degrande factorie
	12 million decreasing dantages
	14.1 Johan anlehmige Sandarasma den
	14.2° observanse algebrane hagsasten
	<ul> <li>48 - Rässingstowerd Ranker, Benedition and Burntflowerds</li> </ul>
V selmatert	10 Sand-Pander, -Rendsiren, Pumphysierden und
hedu syalch dal	out up Ally
	17 diem winsendige bis en ehm ge Christen ochden.

Abb. 5: Substratfeuchtegruppen nach Konopatzky und ihre Zuordnung in Trocknisgefährdungsgruppen

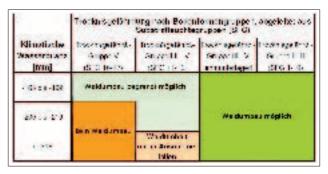


Abb. 6: Standörtlich begründete Waldumbaueignung

- Trocknisgefährdungsgruppen III und IV (Substratfeuchtestufen 11 bis 15) sind nur begrenzt für Waldumbau geeignet. Die Entscheidung ist zwingend abhängig von der Substratstruktur (Horizontfolge, Vorhandensein bindiger Substrate).
- Sandbodenformen der Trocknisgefährdungsgruppen III bis V sind aber dann geeignet für den Waldumbau, wenn sie lehmunterlagert sind (.../L hinter dem Namen der Feinbodenform) und mindestens die Nährkraftstufe Z+ besitzen. Der Lehmkörper befindet sich i.d.R. in einer Tiefe zwischen 0,8 und 1,6 m und ist mindestens 40 cm stark.
- Trocknisgefährdungsgruppen I und II (Substratfeuchtestufen 1 bis 10) sind bis auf Ausnahmefälle (Nährkraft Z und A) für den Waldumbau geeignet.
- Sandüberlagerte Bodenformen (kleines "s" vor der Feinbodenform) sind im Vergleich zur reinen Form in der Substratfeuchte gemindert. Dementsprechend erfolgt ihre Einstufung um je eine Substratfeuchtestufe geringer.

#### Insektengefährdung

Dank der seit mehr als einem Jahrhundert geführten Statistik verfügt das LFE, Abt. Waldschutz über relativ gesicherte Informationen zu Massenvermehrungen von nadelfressenden Insekten an der Baumart Kiefer. Für die Klimaerwärmung sind die wärmeliebenden Insekten Nonne und Kiefernspinner von besonderer Bedeutung, da die Befürchtung einer verstärkten Gradation verbunden mit Flächenbefall besteht.

In Abb. 7 sind die Regionen mit hohem Gefährdungsrisiko markiert. Aufgrund des sehr hohen Anteiles der Kiefer an der Gesamtfläche der Brandenburger Wälder besteht eine

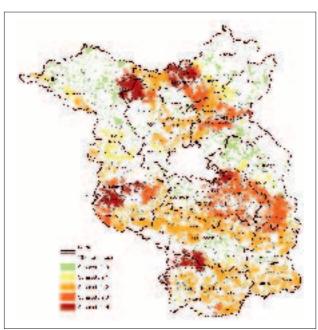


Abb. 7: Hauptschadgebiete der Kieferngroßschädlinge Nonne und Kiefernspinner in Brandenburg (nach Herrigel; Datenquelle: Apel et al. 2004)

nahezu flächendeckende Gefährdung, jedoch mit differenzierter Intensität.

Eine Verringerung der Gefährdung ist nur zu erreichen, indem die Reinbestände mit anderen Baumarten gemischt werden. Dabei spielen die standörtlich begründeten Möglichkeiten (Bestandeszieltypen) eine tragende Rolle.

#### Waldbrandgefährdung

Erwiesenermaßen steigt die Waldbrandgefahr in warmen und trockenen Jahren; das belegt die Waldbrandstatistik aus Abb. 8.

Für die potenziellen Verjüngungsbestände geht besonders von Kiefern-Stangenhölzern in ihrer direkten Nachbarschaft eine hohe Waldbrandgefährdung aus.

Es ist deshalb zu empfehlen, geeignete Präventionsmaßnahmen wie Laubwaldriegel oder Unterbau mit Laubwald flankierend zu den Verjüngungsflächen in Kiefern-Stangenhölzern vor Beginn der Verjüngungsmaßnahmen in den Nachbarbeständen durchzuführen. Die örtliche Situation ist bei der Abwägung der Notwendigkeit zu berücksichtigen.

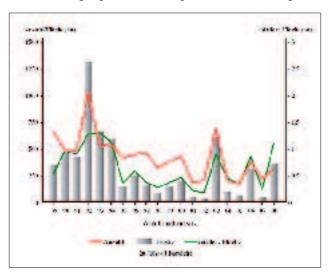


Abb. 8: Waldbrandstatistik Brandenburg 1989–2008 (Datenquelle: LFE/ Waldschutz)

#### Beurteilung

Die im Handlungsrahmen erörterten drei Komponenten Trocknisgefährdung sowie Gefährdung durch Insekten und Waldbrand begründen den derzeit realistisch einschätzbaren Handlungsbedarf zur Einleitung von Maßnahmen der Verjüngung unter Bedingungen der Klimaänderung. Ihre örtliche Konzentration führt zwangsweise zu Prioritäten mit hoher Bearbeitungsdringlichkeit, wie in Abb. 9 schematisch dargestellt.

Von der Gesamtfläche der Kiefern- Reinbestände werden zunächst die im verjüngungsfähigen Alter befindlichen Bestände herausgefiltert.

Als nächster Schritt ist die standörtliche Eignung für die Einleitung einer risikoarmen Verjüngung zu prüfen. Hierzu werden die Standortskarte und die Zuordnungstabelle der Feinbodenformen zu den Substratfeuchte- und Trocknisgefährdungsgruppen benötigt. Anhand der Zuordnung kann die Waldumbauwürdigkeit bestimmt werden.

# Waldbrandgefährdung Insektengefährdung Standort Z+ und besser; kelne oder geringe Trocknisgefährdung gemäß Zuordnung der Feinbodenform Reinbestand in verjüngungsfähigem Alter (ab 80 Jahre) Häche Kiefern-Keinbestände gesamt

Abb. 9: Auswahlprinzip für den Waldumbau von Kiefern- Reinbeständen

Für die Einschätzung der Priorität der Maßnahme sind dann weiterhin die Angaben zur Insektengefährdung (Karte) und die örtliche Lage in Bezug auf die Waldbrandgefährdung hinzuzuziehen. Je mehr Kriterien auf einem Bestand vereinigt sind, um so höher ist seine Waldumbaudringlichkeit.

#### **Fazit**

Der vorliegende Vorschlag eines Handlungsrahmens ist als Angebot zur Risikominimierung bei Verjüngungsmaßnahmen nach dem derzeitigen Wissensstand über die Auswirkungen der Klimaänderung zu verstehen.

Er stellt ein pragmatisches Verfahren zur Ableitung von umbaugeeigneten und umbaudringlichen Kiefernbeständen dar und ist als Zwischenstand in einem sehr dynamischen Prozess sowohl der klimatischen Veränderungen als auch der Erkenntnisgewinnung über deren Abläufe und Konsequenzen für die Waldbewirtschaftung zu sehen.

#### Nutzen

Der Nutzen des Handlungsrahmens besteht darin, dass eine sofortige Anwendung in der Praxis möglich ist, mit deren Hilfe die verfügbaren Mittel (Haushalts- bzw. Fördermittel) kosteneffizienter eingesetzt und Fehlinvestitionen ("unstandortsgemäßer Waldumbau") minimiert werden können.

#### Bestandteile des Handlungsrahmens

Der Handlungsrahmen besteht aus einem kurzen Textteil und drei Anlagen.

Der Textteil ist in zwei Abschnitte gegliedert:

- Kurze Erläuterung zur Herleitung des Modells, seinen Zielstellungen und Inhalten
- Ablaufschema zur Einschätzung des Risikos von Verjüngungsmaßnahmen und Erläuterung der einzelnen Arbeitsschritte und -inhalte bei der Entscheidungsvorbereitung für die Flächenauswahl potenzieller Verjüngungsbestände

Die **Anlagen** enthalten die für die Entscheidungsvorbereitung notwendigen Grundlagen:

• Liste aller in Brandenburg vorkommenden terrestrischen

Feinbodenformen mit Zuordnung zu Substrat- und Trocknisgefährdungsgruppen (s. Abb. 5)

- Übersichtskarte Insektengefährdung (s. Abb. 7)
- Übersichtskarte Klimatische Wasserbilanz (s. Abb. 4)

Die **Standortskarte** liegt in den Forstrevieren und Oberförstereien flächendeckend digital vor.

#### Offene Fragen

Mit dem Handlungsrahmen sind nicht alle Fragen zu beantworten. Klärungsbedarf besteht weiterhin unter anderem für nachstehende Probleme:

- Sind weitere Entscheidungskriterien wie z.B. Landschaftswasserhaushalt, gesellschaftliche und soziale Ansprüche (Waldfunktionen), Gefährdungskriterien einzubeziehen?
- Welche Lösungsansätze für nährkraftärmere Waldstandorte (ökologischer Waldumbau: Nutzung der Gratiskräfte der Natur) sind forstpolitisch gewollt und erfüllbar?

#### **Ausblick**

In Zukunft sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Neue wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel und seinen Auswirkungen (Waldökologie, Waldschutz)
- Fortschritte in der Standortserkundung, insbesondere der Auswertemöglichkeiten der Altkartierung
- · Praktische Erfahrungen der Wirtschafter.

Aus dem Bearbeitungsstand des Handlungsrahmens ergeben sich folgende Aufgaben für die Forstliche Rahmenplanung:

- · Aufbereitung des Handlungsrahmens für die Praxis
- Prüfen der Ergebnisse in Bezug auf die Modellierfähigkeit für die Planung der Waldentwicklung unter Bedingungen der Klimaänderung
- Weitere Teilnahme am Dialog ("Kommunikationsplattform") als Bestandteil einer umfassenden Anpassungsstrategie an den Klimawandel

Das "Gesetz des Örtlichen" gilt in Verbindung mit den Empfehlungen auch weiterhin.

Die Flächenfestlegung erfolgt vor Ort durch die zuständigen Wirtschafter im Rahmen der Betriebsplanung.

#### Literatur

APEL, K.-H., M. HAUSWIRTH, M. RÖS & M. WENK (2004): Schadgebiete der wichtigsten nadelfressenden Forstschadinsekten der Kiefer und Risikobewertung von Waldgebieten für das Nordostdeutsche Tiefland. – Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 38 (2004): 14–18.

ERLBECK, R., I. HASEDER & G. STINGLWAGNER (1998): Das Kosmos Wald- und Forstlexikon. Stuttgart.

Gerstengarbe, F.-W., F. Badeck, F. Hattermann, V. Krysanova, W. Lahmer, P. Lasch, M. Stock, F. Suckow, F. Wechsung & P.C. Werner (2003):

Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report No. 83. Potsdam.

#### Gross, J. (2010):

Ableitung der Trocknisgefährdung von grundwasserfernen Standorten anhand der nutzbaren Substratfeuchte. Unveröffentlicht.

#### GROSS, J. & J. MÜLLER (2006):

Waldumbauplanung. Zukunftsziele der Waldentwicklung in Brandenburg. In: Autorenkollektiv: Wissenstransfer in die Praxis. Tagungsband zum 1. Eberswalder Winterkolloquium 2006. (= Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXVI). Eberswalde.

#### HERRIGEL, D. (2010):

Forstwirtschaftlicher Handlungsrahmen für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen im Land Brandenburg für den Zeitraum 2010 bis 2030: Master Thesis. Unveröffentlicht.

#### König, H.-C. (2007):

Waldbrandschutz. Kompendium für Forst und Feuerwehr. Berlin.

#### KONOPATZKY, A. (1998):

Kennzeichnung der substratbedingten Feuchte von grundwasserfernen Sandstandorten mit Hilfe der Standortskartierung und ihre Anwendung. Unveröffentlicht.

#### KOPP, D. & W. SCHWANEKE (1994):

Standörtlich-räumliche Grundlagen ökologiegerechter Forstwirtschaft. Berlin.

#### LASCH, P. (2009):

Klimatische Entwicklung in Brandenburg. Projektionen, Auswirkungen auf die Forstwirtschaft und Perspektiven. Beitrag zum Workshop "Waldentwicklungsplanung und Klimawandel" am 11. Juni 2009. Unveröffentlicht.

#### LASCH, P., M. GUTSCH & F. SUCKOW (2009):

Klimawandel in Brandenburg – Risiken für Eichen-Kiefern-Mischbestände. In: Autorenkollektiv: Wald im Klimawandel – Risiken und Anpassungsstrategien. (= Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 42). Eberswalde.

#### LFE (2007):

Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg. Unveröffentlicht.

#### MLUR (2004):

Waldbaurichtlinie 2004 "Grüner Ordner" der Landesforstverwaltung Brandenburg. Potsdam.

#### MLUV (2007):

Brandenburger Waldprogramm. Potsdam.

#### MÖLLER, K. (2009):

Forstschadinsekten der Kiefer in Brandenburg - Schadgebiete, Risikobewertung und Ausblick auf zukünftige Entwicklungen. Beitrag zum Workshop "Waldentwicklungsplanung und Klimawandel" am 11. Juni 2009. Unveröffentlicht.

Möller, K., C. Walter, A. Engelmann & K. Hielscher (2007): Die Gefährdung der Gemeinen Kiefer durch Insekten. In: Autorenkollektiv: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. (= Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXXII). Eberswalde.

#### Schlick, R. & K. Möller (2007):

Waldbrandrisiko und Waldbranschutz in Brandenburg. In: Autorenkollektiv: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. (= Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band XXXII). Eberswalde.

Spathelf, P., G. Bilke, A. Bolte, E. Foos, K. Höppner, P.L. Ibisch, R. Kätzel, M.E. Luthardt, N. Nusko & U. Steinhardt (2008):

Eberswalder Erklärung. Waldmanagement im Klimastress. – AFZ-DerWald 23 (2008): 1254–1255.

# Effizienz im Waldschutz – Rationalisierung der Falterflugüberwachung der Nonne

KATI HIELSCHER

#### 1 Einleitung

Die Überwachung der Nonne (*Lymantria monacha* L., Lepidoptera, Lymantriidae) (*Abb. 1*) ist eines der wesentlichen, jedoch auch sehr aufwendigen Elemente der praktischen Waldschutzarbeit im Land Brandenburg. Eines dieser Überwachungsverfahren, die Zählung männlicher Nonnenfalter mittels Pheromonfallen soll rationalisiert werden – mit dem Ziel, mit weniger Aufwand eine annähernd gleichbleibende Prognosegenauigkeit beizubehalten. Die umfangreichen Daten der Nonnenüberwachung, die in der Hauptstelle für Waldschutz vorliegen, wurden einer statistischen Prüfung unterzogen, deren Ergebnis im folgenden vorgestellt wird.

#### 2 Forstliche Bedeutung der Nonne

Die Nonne zählt neben Kiefernspinner und Forleule zu den bedeutendsten forstschädlichen Insekten in den Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes (ALTENKIRCH et al. 2002). Die Raupen dieser polyphagen Schmetterlingsart verursachen insbesondere in Kiefern- und Fichtenbeständen forstwirtschaftliche Schäden. Abbildung 2 zeigt die Haupt- und Nebenschadgebiete der Nonne im Land Brandenburg (APEL et al. 2004). Das sind die Gebiete, in denen



Abb. 1: Weiblicher Nonnenfalter (Foto: Andreas Reichling)

Dr. Kati Hielscher

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE)

Hauptstelle für Waldschutz

Telefon 03334 65-113

E-Mail: Kati.Hielscher@lfe-e.brandenburg.de

bisher besonders häufig Nonnenmassenvermehrungen stattgefunden haben und die aufgrund ihrer Standorts- und Bestockungsverhältnisse auch weiterhin besonders gefährdet erscheinen. Gebiete, in denen Massenvermehrungen der Nonne auftreten, sind zumeist durch geringe Jahresniederschläge von 400–700 mm und durch warme Sommer (Flugzeit der Nonnenfalter) gekennzeichnet (Schwenke 1978). Massenvermehrungen der Nonne dauern ca. 3–4 Jahre (Majunke 1994, Feicht 1997). In Brandenburg beginnen die Massenvermehrungen auf lokaler Ebene oft in dichten Kiefernstangenhölzern (Majunke et al. 2004).

#### 3 Überwachung der Nonne im Land Brandenburg

Die Überwachung der Nonnenpopulation erfolgt in Brandenburg mit einem stufenweisen Überwachungsverfahren (Möller et al. 2007a). Die Grundlage dieses Verfahrens bilden die großflächig und mit weitmaschigem Stichprobennetz angewandten Standardüberwachungsverfahren. Werden mit diesen Verfahren lokal ansteigende Populationsdichten oder erste Fraßschäden nachgewiesen, so wird die Nonne auf den betroffenen, nun kleineren Flächen mit genaueren optionalen Überwachungsmethoden innerhalb eines engmaschigen Stichprobennetzes überwacht. Gebiete mit hohen Populationsdichten der Nonne werden so immer weiter eingegrenzt bis schließlich für die am stärksten betroffenen Bereiche das Risiko einer Bestandesgefährdung abgeschätzt werden kann. In Bereichen mit der Prognose Bestandesgefährdung bzw. erwarteter Kahlfraß wird der Einsatz von Insektiziden unter Beachtung eigentumsrechtlicher und naturschutzfachlicher Aspekte geprüft (MÖLLER et al. 2007b). Die einzelnen Überwachungsmethoden, das damit erfasste Entwicklungsstadium der Nonne und die zeitliche Einnischung der Entwicklungsstadien und Methoden sind in Abbildung 3 dargestellt.

Zu den Standardüberwachungsmethoden der Nonne, die in jedem Jahr angewendet werden, zählt die Kartierung der durch Nonnenraupen verursachten Fraßschäden (Fraßkartierung). Dabei werden geringe, merkliche oder starke Fraßschäden unterschieden. Die Flächensummen dieser Kartierung werden je Forstrevier im Monat Juli im monatlichen Meldedienst des Forstschutzmeldewesens erfasst.

Die wichtigste Methode der Standardüberwachung ist die Zählung männlicher Nonnenfalter, die mittels Pheromonfalenfängen realisiert wird. Diese Methode wird im weiteren Text genauer erläutert. Wurden an den Pheromonfallen erhöhte Dichten männlicher Falter, die den Übergang von der Latenz zur Progradation anzeigen, oder bei der Fraßkartierung Schäden durch Raupenfraß nachgewiesen, kommen auf den betroffenen Flächen und in deren Umfeld weitere optionale Überwachungsmethoden zum Einsatz.

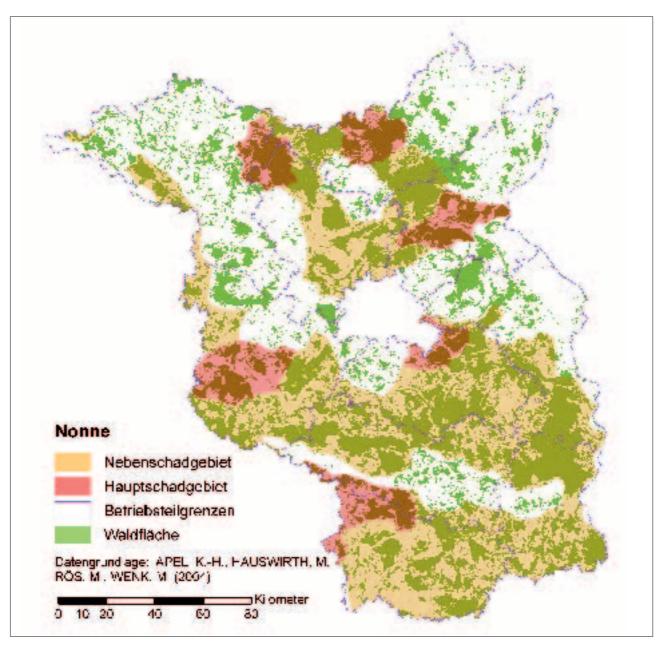


Abb. 2: Haupt- und Nebenschadgebiete der Nonne im Land Brandenburg nach APEL et al. (2004)

Gleich anschließend an die Pheromonfallenfänge können im September noch Puppenhülsen, die leeren Hülsen, aus denen die Nonnenfalter bereits geschlüpft sind, gesucht werden. Auf Flächen mit erhöhten Männchenzahlen in den Pheromonfallen werden im folgenden Jahr Zählstammgruppen zur Erfassung der an den Stämmen sitzenden weiblichen Falter eingerichtet. Lassen die Weibchenzahlen an den Zählstammgruppen oder die Fraßkartierung regional erhöhte Dichten erkennen, wird das Winterhalbjahr für Nonneneisuchen genutzt. Raupenschlupfkontrollen zeigen an, wann der Schlupf der Raupen stattfindet. Sie bilden eine wichtige Grundlage für die Terminierung des richtigen Zeitpunktes eines möglichen Insektizideinsatzes gegen die Raupen. Das im Vorlauf einer Nonnenbekämpfung zuletzt angewandte Überwachungsverfahren ist die Raupenbesatzdichteermittlung für ausgewählte Baumkronen. Sie erfolgt über Kotfallkontrollen in Verbindung mit Probefällungen und dem Auszählen der Raupen pro Baumkrone.

#### 4 Pheromonfallenfänge – bisherige Methode

Die Durchführung der Pheromonfallenfänge männlicher Nonnenfalter wird in der "Verwaltungsvorschrift (VV) Forstschutz; Überwachung; Schaderreger: Nonne (*Lymantria monacha* L.)" (MELF 1993) detailliert geregelt. Diese Verwaltungsvorschrift beschreibt auch die Erfassung der weiblichen Falter an Zählstammgruppen und die Puppenhülsensuche.

Pheromonfallenfänge sowie Puppenhülsensuche finden in sogenannten Falterzählbeständen statt. Diese sind durch folgende Kriterien gekennzeichnet:

- Kiefern- oder Fichtenreinbestände, Kiefern-Fichtenmischbestände oder Kiefern- oder Fichtenmischbestände mit bis zu 30 % Laubholzanteil
- Bestandesalter 30-80 Jahre
- · Bestandesgröße mindestens 1,5 ha
- Lage im Bestandesinneren



Abb. 3: Entwicklungsstadien der Nonne und ihre Überwachung im Jahresverlauf (Fotos: M. Funke 1, 2; C. Majunke 3; K. Hielscher 4; K. Möller 5, 6; A. Reichling 7)

 Abstand zu Schneisen, Wegen und anderen waldfreien Flächen mindestens 50 m

Bisher wurden in der Latenz eine Pheromonfalle und während der Progradation zwei Pheromonfallen pro 1000 ha mit Kiefer und/oder Fichte bestockter Holzbodenfläche ab Altersklasse 2 eingesetzt. Als Fallen wurden in 1,5–2m Höhe aufgehängte Variotrap-Fallen (*Abb. 4*) verwendet. Die Fallen sollen jährlich am 15. Juni ausgebracht und ca. aller 3 Tage kontrolliert werden, wobei die Kontrolle die Zählung und Entnahme der Falter einschließt. Der Fang wurde bei der ersten Fallenkontrolle nach dem 15. August beendet, bei der keine Falter gefangen wurden. Als Schwellenwert



Abb. 4: Variotrap-Falle

für die Prognose des Übergangs von der Latenz zur Progradation wurde eine Fangsumme von 1000 Faltern pro Falle und Jahr verwendet. In Waldgebieten, in denen diese Fangsumme überschritten wurde, wurden im Folgejahr Zählstammgruppen eingerichtet.

#### 5 Datenanalyse als Grundlage der Rationalisierung

#### 5.1 Methode

In der Hauptstelle für Waldschutz wurden die Daten der Nonnenfalterfänge der Jahre 2000–2009 für das gesamte Land Brandenburg einer statistischen Analyse unterzogen. Die Daten dieser 10 Jahre schließen eine vollständige Nonnenmassenvermehrung mit den Phasen Progradation, Gradationsmaximum sowie Retrogradation und mehrere Jahre der Latenz ein (*Abb.5*). Insgesamt wurden die Fangergebnisse von über 11000 Fallen analysiert. Von 2000–2004 wurde als Pheromon Disparlur, der Lockstoff des Schwammspinners verwendet. Disparlur ist attraktiv für die beiden nahe verwandten Schmetterlingsarten Nonne und Schwammspinner (Häussler et al. 2000). Seit 2005 kommt in geringerer Dosis ein aus fünf Komponenten bestehendes Nonnenpheromon (Gries et al. 1996) zum Einsatz, das fast artrein nur Nonnenfalter fängt.

In die statistische Datenanalyse wurden nur Pheromonfallendaten aus Kiefernbeständen einbezogen. Aus den Falterzahlen aller Kontrollen einer Falle in einer Fangsaison wurden Fangsummen pro Falle und Jahr, Fangzahlen pro Tag, Fangmaxima pro Tag und auflaufende Teilsummen berechnet. Teilsummen sind z.B. die Summe der Falter vom Fangbeginn bis zum 20. Juni oder die Summe der Falter

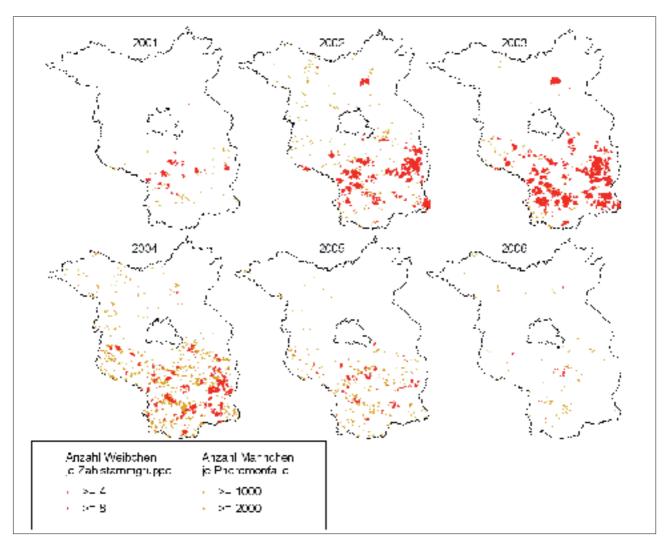


Abb. 5: Hohe Falterdichten an Zählstammgruppen und Pheromonfallen während der letzten Nonnenmassenvermehrung

vom Fangbeginn bis zum 30. Juni und so weiter (Abb.6). Die Datenanalyse erfolgte mit SPSS Statistics. Als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde  $\alpha$  = 0,05 angenommen. Berechnet wurden Spearman's Rangkorrelationskoeffizient und lineare Regressionen. Der Koeffizient wurde gewählt, da die Daten nicht normalverteilt sind. Um die Erfüllung der Annahmen der linearen Regression auch bezüglich Normalverteilung und Varianzgleichheit besser zu erfüllen, wurden die Daten transformiert.

#### 5.2 Ergebnisse und Empfehlungen

Der Termin für die Ausbringung der Pheromonfallen soll wie bisher am 15. Juni beibehalten werden, da aus Gründen der Klimaerwärmung, wegen der schnelleren Erwärmung von Kiefernbeständen im Vergleich zu Fichtenbeständen im Jahresverlauf und wegen des um ca. einen Monat schwankenden Schlupftermins der Eiräupchen der Nonne in manchen Jahren mit einem frühen Einsetzen des Falterfluges gerechnet werden kann. Im Rahmen der statistischen Datenanalyse wurde untersucht, ob auch bei einer Verkürzung des Fangzeitraumes eine hinreichend gute Prognose des Übergangs zur Progradation möglich ist. Ab einer Fangsaison bis zum 31. Juli und länger wurden starke Korrelationen

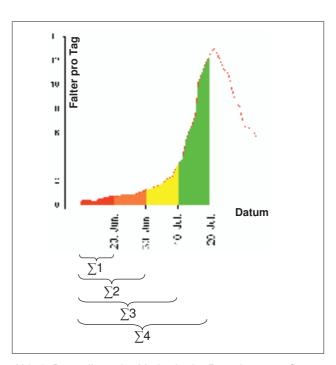


Abb. 6: Darstellung der Methode der Berechnung auflaufender Teilsummen

zwischen den auflaufenden Teilsummen und der gesamten Fangsumme der Nonnenfalter nachgewiesen. Mittels der linearen Regression wurden diese Zusammenhänge weitergehend untersucht. Ein Fangzeitraum bis zum 10. August wird als ausreichend für die Prognose des Übergangs zur Progradation angesehen. Der Abbau der Fallen soll dementsprechend am 11. August erfolgen. In den Jahren 2000-2009 dauerte der Fangzeitraum im Mittel bis zum 1. September. Der vorgeschlagene Fangzeitraum vom 15. Juni bis zum 10. August würde die Anzahl der Fallenkontrollen um ca. 33% reduzieren. Für die verkürzte Fangzeit wurde der Schwellenwert für den Übergang der Nonne von der Latenz in die Progradation neu berechnet. Er liegt bei 825 im Vergleich zu 1000 Faltern für die gesamte Fangsaison. Die Faltersumme aus diesem verkürzten Fangzeitraum ermöglicht eine größere Sicherheit bei der Prognose als die Nutzung der maximalen Tagesfangzahl, was von MAJUNKE et al. (2006, 2009) und Noack (2008) vorgeschlagen wurde. Auch Flugverläufe mit mehreren Peaks, die in der Praxis immer wieder auftreten, erschweren die Bestimmung der maximalen Falterzahl pro Tag (Engelmann 2009). Bei der Nutzung der hier empfohlenen Teilsumme für die Prognose beeinflussen mehrere Peaks im Flugverlauf das

Für die Länge des Kontrollintervalls (Anzahl der Tage zwischen zwei aufeinander folgenden Fallenkontrollen) werden nach Analyse der Daten folgende Intervalllängen vorgeschlagen:

• 15.–30. Juni: 7 Tage • 01.–15. Juli 3 Tage

• 16. Juli-10. August: 3 Tage, bei starkem Anflug auch

2 Tage möglich

Im Rahmen des bisher angewandten gestuften Überwachungsverfahrens wurden in Gebieten, in denen eine Fangsumme von 1000 Faltern pro Falle erreicht oder überschritten wurde, im nächsten Jahr Zählstammgruppen für die Zählung der weiblichen Nonnenfalter eingerichtet (zweite Stufe der Überwachung) und die Dichte der Pheromonfallen auf 2 Fallen je 1000 ha nonnengefährdeter Bestände erhöht (APEL et al. 1984). Die Zählstammgruppenwerte liefern für die Präzisierung der verstärkt zu überwachenden Flächen und für die Abgrenzung von Bekämpfungsflächen eine wesentlich bessere Grundlage als die Pheromonfallenfänge, da in diesem zweiten Überwachungsschritt weibliche anstatt männliche Falter gezählt werden. Zwischen den Fangdaten an Pheromonfallen und den Falterzählungen an Zählstammgruppen wurden von Morewood et al. (2000) und in der vorliegenden Datenanalyse keine oder nur schwache Korrelationen nachgewiesen. In den Gebieten, in denen Zählstammgruppen eingerichtet werden, kann deshalb im selben Jahr auf eine Erhöhung der Anzahl der Pheromonfallen verzichtet werden.

#### 6 Ausblick

Im November 2010 wurde das Ergebnis der statistischen Datenanalyse in der Expertengruppe "Schmetterlingslockstoffe", in der die forstlichen Versuchsanstalten Deutschlands vertreten sind, vorgestellt. Die Mitglieder der AG, inklusive der Hauptstelle für Waldschutz streben die Entwicklung eines deutschlandweit einheitlichen Verfahrens

zur Nonnenüberwachung mittels Pheromonfallen an. Die Analysen der Fangdaten der Bundesländer sowie das Fachwissen der Waldschutzexperten der Länder bilden die Grundlage für die Verfahrensentwicklung. Das abgestimmte, rationalisierte Verfahren soll in der Fangsaison 2011 eingeführt werden und Grundlage für den Ersatz der Verwaltungsvorschrift zur Überwachung der Nonne durch eine überarbeitete Betriebsanweisung sein.

#### 7 Danksagung

Die langjährige Überwachung der Nonne vor Ort in den Forstrevieren hat diese Datenanalyse und die darauf basierende Ableitung von Empfehlungen für eine Rationalisierung der Nonnenüberwachung mittels Pheromonfallen erst ermöglicht. Für die Dateneingabe und -aufbereitung möchte ich meinen Kolleginnen und Kollegen aus der Hauptstelle für Waldschutz des LFE Brigitte Born, Anneliese Braunschweig, Hubertus Dietz, Paul-Martin Schulz und Rosemarie Stahl danken. Besonderer Dank für fachliche Diskussionen gilt Dr. Annett Degenhardt, Annett Engelmann, Dietrich Häußler und Dr. Katrin Möller.

#### Literatur

ALTENKIRCH, W.; MAJUNKE, C.; OHNESORGE, B. (2002): Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Eugen Ulmer, Stuttgart.

APEL, K. H.; HÄUSSLER, D.; WAWRZYNIAK, H. (1984): Rationalisierungsmöglichkeiten bei der Überwachung der Nonne (Lymantria monacha L.) durch Pheromonanwendung. Sozialistische Forstwirtschaft 34: 314–316.

APEL, K.-H.; HAUSWIRTH, M.; RÖS, M.; WENK, M. (2004): Schadgebiete der wichtigsten nadelfressenden Forstschadinsekten der Kiefer und Risikobewertung von Waldgebieten für das Nordostdeutsche Tiefland. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 38: 14–18.

ENGELMANN, A. (2009):

Worauf fliegen Schmetterlinge? – Praxis und Perspektiven der Nutzung von Pheromonen im Waldschutz. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 40: 67–73.

FEICHT, E. (1997):

Zum Anflugverhalten von Kieferneule, Nonne, Schwammspinner und Kleinem Frostspanner an Pheromonfallen unter Berücksichtigung von Witterungsbedingungen. Dissertation, Freising, Universität München.

GRIES, G.; GRIES, R.; KHASKIN, G.; SLESSOR, K. N.; GRANT, G. G.; LISKA, J.; KAPITOLA, P. (1996):

Specifity of nun and gypsy moth sexual communication through multiple-component pheromone blends. Naturwissenschaften 83: 382–385.

Häussler, D.; Majunke, C.; Möller, K. (2000):

Zur Überwachung der Nonne (Lymantria monacha L.) im nordostdeutschen Tiefland. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 34: 35–37.

#### MAJUNKE, C. (1994):

Zur Häufigkeit des Auftretens von Massenvermehrungen der Nonne (Lymantria monacha L.) in den Hauptschadgebieten des nordostdeutschen Tieflandes. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 28: 173–175.

#### MAJUNKE, C.; NOACK, U.; OTTO, L.-F. (2009):

Zusammenhänge zwischen den Maximal- und Gesamtfangwerten bei der Falterflugkontrolle der Nonne (Lymantria monacha L.). Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 43: 70–79.

MAJUNKE, C.; OTTO, L.-F.; LOHMANN, B.; ENGELMANN, A.; HAUSWIRTH, M. (2006):

Rationalisierung der Überwachung der Nonne mit Lockstoff-Fallen. AFZ – Der Wald 14: 751.

MAJUNKE, C.; MÖLLER, K.; FUNKE, M. (2004):

Die Nonne. Waldschutz-Merkblatt 52, Landesforstanstalt Eberswalde.

#### MELF (1993):

Verwaltungsvorschrift (VV) Forstschutz; Überwachung; Schaderreger: Nonne (Lymantria monacha L.) vom 25.05.1993.

MÖLLER, K.; APEL, K.-H.; ENGELMANN, A.; HIELSCHER, K.; WALTER, C. (2007a):

Zur Überwachung der Waldschutzsituation in den Kiefernwäldern Brandenburgs. In: Kätzel, R.; Möller, K.; Löffler, S.; Engel, J.; Liero, K. (Hrsg.): Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 32: 288–296.

Möller, K; Walter, C.; Engelmann, A.; Hielscher, K. (2007b): Die Gefährdung der gemeinen Kiefer durch Insekten. In: Kätzel, R.; Möller, K.; Löffler, S.; Engel, J.; Liero, K. (Hrsg.): Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 32: 245–257.

Morewood, P.; Gries, G.; Liska, J.; Kapitola, P.; Häussler, D.; Möller, K.; Bogenschütz, H. (2000):

Towards pheromone-based monitoring of nun moth, Lymantria monacha (L.) (Lep., Lymantriidae) populations. Journal of applied Entomology 124: 77–85.

#### Noack, U. (2008):

Untersuchungen zum Falterflug der Nonne (Lymantria monacha L.) an Pheromonfallen und Zählstammgruppen in ausgewählten Revieren Südbrandenburgs. Bachelorarbeit, FH Eberswalde.

#### SCHWENKE, W. (1978):

Die Forstschädlinge Europas. 3. Band Schmetterlinge. Parey, Berlin.

# Energie aus dem Stock – Zur Bewirtschaftung der Robinie im Schnellumtrieb

JAN ENGEL1 & DIRK KNOCHE2

Im Rahmen des FNR-Verbundvorhabens "FastWOOD" soll das durch Kurzumtrieb mobilisierbare Biomassepotenzial der Robinie bewertet werden. Die beiden Projektpartner Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) und Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB) entwickeln Konzepte zur effizienten Verjüngung und Bestandesbehandlung von Robinienbeständen und der Gewinnung von Vermehrungsgut zur vorrangigen energetischen Nutzung.

#### Einleitung

Nach Bundesamt Für Naturschutz (2011) stocken in Deutschland etwa 14.000 ha Robinienbestände, wobei auf Brandenburg 8.100 ha entfallen (DSW 2009). Angesichts des prognostizierten Klimawandels dürfte diese vergleichsweise trockenresistente Baumart dort an waldbaulicher Bedeutung gewinnen. Ihre Fähigkeit zur Luftstickstoffbindung ermöglicht selbst auf wenig kulturfeundlichen Sonderstandorten, wie den humusarmen und bisweilen stark versauerten Kipprohböden des Braunkohlenbergbaus, einen zufriedenstellenden Biomassezuwachs (vgl. Barrett et al. 1990, Ertle, et al. 2008, Führer 2005). Daneben bildet sie für ertragsschwache Agrarholzflächen eine willkommene Alternative zur wesentlich anspruchsvolleren Pappel (Peters et al. 2007, Rédei & Veperdi 2005).

Bekanntlich ist die Robinie eine invasive und unduldsame Lichtbaumart (Böhmer et al. 2000), deren Zuwachs sehr zeitig kulminiert (Erteld 1951). So wird Ihr hohes Wuchspotenzial durch 80- bis 100-jährige Umtriebszeiten bzw. eine Zielstärke (BHD) >40 cm (MLUR 2004) kaum ausgeschöpft. Aufgrund der Überalterung vieler Bestände erreicht der laufende Zuwachs in Brandenburg nur etwa 50 % des standörtlich möglichen Niveaus. Näher betrachtet, werden jedoch Biomassebildung, Energieausbeute und Holzqualität entscheidend durch die Herkunftswahl beeinflusst (Bongarten et al. 1992, Schüler et al. 2006). Im Gegensatz zu Pappel oder Weide steht die züchterische Bearbeitung noch am Anfang: Herkunft und genetische Struktur der heimischen Bestände bedürfen dringend einer Aufklärung.

Vorrangiges Projektziel ist es, dass energetisch nutzbare Biomassepotenzial der Baumart zu ermitteln. Es werden Modellbestände für eine Bewirtschaftung in kurzen Umtriebszeiten etabliert. Neben einer niederwaldartigen Behandlung steht die Erzeugung von Sondersortimenten, quasi als moderne Variante des historischen Mittelwaldes im Forschungsinteresse. In wiederholter Rotation lassen sich Standort-, Bestockungs- und Witterungseinflüsse auf das Ertragsvermögen ableiten. Für den späteren Aufbau von Samenplantagen sind genotypisierte Plusbäume vegetativ zu vermehren.

#### Die Robinie in Brandenburg

In Brandenburg kommt die Robinie im ganzen Land vor, hat den Schwerpunkt ihrer momentanen Verbreitung jedoch in den östlichen und südlichen Landesteilen (*Abb.* 1).

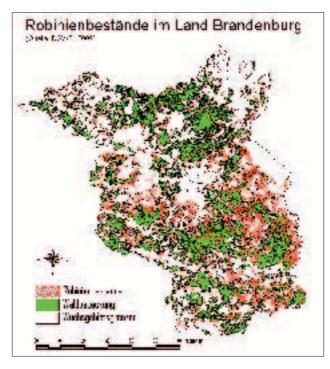


Abbildung 1: Verbreitungskarte der Robinie im Land Brandenburg (DSW 2010)

<sup>&</sup>lt;sup>1)</sup> Forstoberinspektor Jan Engel, Dezernent im Projekt FastWOOD, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE), Alfred-Möller-Straße 1, 16225 Eberswalde, Telefon 03334 65267, E-Mail: Jan.Engel@lfe-e.brandenburg.de

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> DR. DIRK KNOCHE, Abteilungsleiter Agro- und Forstökosysteme, **Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB)**, Brauhausweg 2, 03238 Finsterwalde, Telefon 03531 790716, E-Mail: d.knoche@fib-ev.de

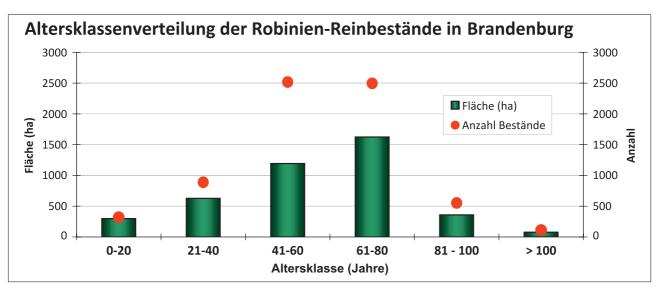


Abbildung 2: Altersklassenverteilung (DSW 2011)

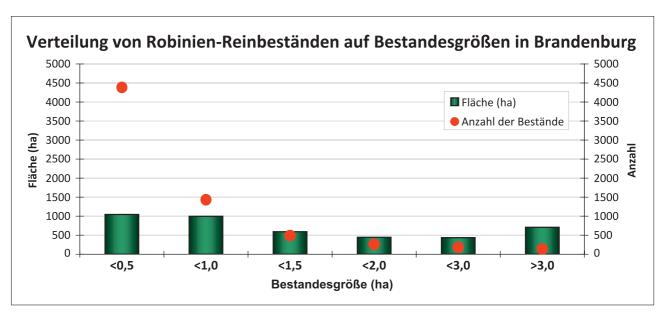


Abbildung 3: Durchschnittliche Bestandesgrößen (DSW 2011)

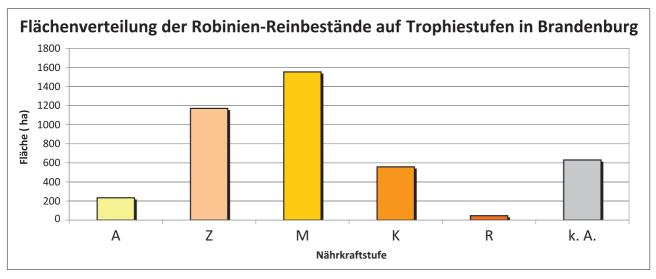


Abbildung 4: Flächenverteilung auf Trophiestufen (DSW 2011)

In die Analyse sind nur die 4.223,7 ha im Datenspeicher Wald (DSW) erfassten Reinbestände aus dem Oberstand eingeflossen.

Rund 40% der Fläche dieser Bestände liegt im Altersbereich von 61–80 Jahren, gefolgt von der Altersklasse 41–60 Jahre mit einem Flächenanteil von rund 1.200 ha. In den jungen Altersbereichen <20 Jahre stocken lediglich 298 ha (*Abb.* 2).

Auffällig sind die geringen Größen der einzelnen Bewirtschaftungseinheiten. Aus der Gesamtzahl von 6.890 Reinbeständen ergibt sich rechnerisch eine durchschnittliche Bestandesgröße von 0,61 ha, wobei tatsächlich nur 1.073 Robinienbestände eine Fläche >1 ha einnehmen. 5.817 Bestände (84%) umfassen weniger als 1 ha, lediglich 138 Bestände sind größer als 3 ha (*Abb.* 3).

Entsprechend der Standortsansprüche der Robinie entfällt ihr Anbauschwerpunkt mit 65% in den Trophiebereich Z bis M. Die Nährkraftstufe A ist mit nur 234 ha vertreten. Für weitere 630 ha Robinienbestände liegen allerdings keine Standortsangaben vor, dabei handelt es sich vor allem um Kippenerstaufforstungen des Braunkohlenbergbaus und Nichtholzbodenflächen (*Abb. 4*).

Einen Eindruck der durchschnittlichen Ertragskenndaten vermitteln die flächengewogenen arithmetischen Mittelwerte von D13, Mittelhöhe, Vorrat (ha) und Zuwachs (pro ha und Jahr). Nach Tabelle 1 bilden diese Bestandesgrößen entsprechend der Alterklassen- und Flächenverteilung den schwachen Baumholzbereich ab.

Über die Fläche gewogene Mittelwerte (8.100 ha Oberstand, alle Bestandesmischungen, alle Eigentumsarten)						
D13: 26,3 cm						
Mittelhöhe:	18,6 m					
Vorrat pro ha:	221,4 Vfm					
Zuwachs pro ha und Jahr: 5,0 Vfm						

Tabelle 1: Ertragskenndaten der Robinie in Brandenburg (gewogenes arithmetisches Mittel), durchschnittlicher Vorrat und Zuwachs (DSW 2010)

Hieraus lässt sich für Brandenburg eine jährlich nachhaltig nutzbare Holzmasse von etwa 30.000 Efm ableiten.

Dabei ist zu beachten, dass der Datenspeicher Wald (DSW) nur rund 80 % der Waldfläche abdeckt. Insbesondere für den Privatwald wurden die Bestandesdaten seit nunmehr über 20 Jahren nur fortgeschrieben. Viele Flächen in den Bergbaufolgelandschaften oder ehemalige nicht eingerichtete Bestände sind darin nicht enthalten. Der für die Versuchsflächen durch die Hiebsmaßnahme errechnete durchschnittliche Bestandesvorrat von 253,6 Vfm (Baumholz) pro ha (*Tabelle 7*) liegt jedoch im Bereich des theoretischen Wertes von 221,4 Vfm (Derbholz) aus der Berechung des Datenspeichers Wald, wenn man von einem mittleren Reduktionsfaktor für die Umrechnung von Baumin Derbholz = 0,8 nach Muchin et al. (2006) ausgeht.

Im Landesforst Brandenburg wurden bei einer Robinienfläche von 1.190 ha (0,47% der Holzbodenfläche) im Jahr 2010 rund 4.800 fm (enstpricht dem Durchschnitt der letzten drei Jahre) Robinienholz eingeschlagen, was einem durchschnittlichen Nutzungssatz von 4 Efm/ha entspricht. (Quelle: FBMS IT-Betrieb; GRAUDENZ 2011, mdl. Mitteilung). Damit wurde der nachhaltige Nutzungssatz nahezu ausgeschöpft.

Der Anteil von Robinienbeständen in den sonstigen Waldeigentumsarten liegt mit 6.910 ha bei 1,15 %, Angaben über dort genutzte Holzmengen gibt es nicht.

## Anlage der Versuchsflächen zur Etablierung von Modellbeständen

#### Flächenübersicht

Über die Anbauschwerpunkte des mittleren und südlichen Brandenburgs verteilt wurden 9 Modellbestände ausgewählt und Versuchsflächen von bis zu 1 ha in Abhängigkeit der Stammzahl etabliert. Davon entfielen jeweils 3 Bestände auf die Altersbereiche 0–20, 21–40, 41–60 Jahre (siehe Tabellen 2 & 3). Die Anlage der Flächen folgte der Praxis für langfristige forstliche Versuchsflächen der Deutschen Forstlichen Versuchsanstalten.

Ihrer regionalen Bedeutung entsprechend fanden auch Kippenerstaufforstungen des Braunkohlenbergbaus Berücksichtigung. Das Hauptaugenmerk der Flächenauswahl lag auf grundwasserfernen, ziemlich armen bis mittel nährstoffversorgten, mäßig frischen Standorten (Z2, M2).

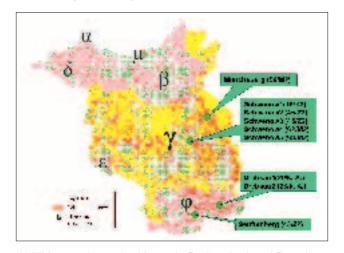


Abbildung 5: Lage der Versuchsflächen im Land Brandenburg (DSW 2 2010)

Die Ausgangsbestände wurden nach einer Standortserkundung (SEA 95 und AG BODEN 2005), ertragskundlicher Aufnahme, der Auswahl von 36 Probebäumen in drei Qualitätsstufen pro Versuchsfläche sowie einer populationsgenetischen Charakterisierung (DNA-Marker) im März 2009 "auf den Stock gesetzt" und geräumt. Anschließend wurde jeder Wurzelstock eingemessen und dauerhaft nummeriert.

Anschließend erfolgte eine Untergliederung in die vier Behandlungsvarianten:

- "Niederwald I" (1-jähriger Umtrieb)
- "Niederwald II" (2-jähriger Umtrieb) jeweils mit ausschließlicher Energieholzproduktion
- "Mittelwald" (4-jähriger Umtrieb) sowie Überhalt von hochwertigen Robinien (Zielstammzahl etwa 50 Stk. ha-1, ggf. Astung) mit bis zu 50-jähriger Umtriebszeit, Gewinnung von Vermehrungsgut
- "Hochwald" (Referenzfläche) mit bis zu 80-jähriger Umtriebszeit

Fläche	Oberförsterei	Waldort	Alter (2009)	Standorts- gruppe	Koordinaten (ETRS 89)	Flächengröße (m²)			
Natürliche Waldstandorte									
Schwenow 1 Schwenow Abt. 5191 c <sup>5</sup> 19 K2 H5779338 R3435164									
Schwenow 2	Schwenow	Abt. 5186 b <sup>3</sup>	45	Z2	H5778188 R3435003	4.411			
Schwenow 3	Schwenow	Abt. 5262 a⁴	45	Z2	H5777390 R3426310	3.872			
Schwenow 4	Schwenow	Abt. 4560 a <sup>o</sup>	62	M2	H5773291 R3441773	9.666			
Schwenow 5	Schwenow	Abt. 4563 a <sup>6</sup>	68	M2	H5774325 R3441516	3.383			
Müncheberg	Müncheberg	Abt. 6180 1º	56	M2	H5823417 R3435838	5.733			
			Kippenst	andorte					
Drebkau 1	Drebkau	Abt. 981 2 <sup>3</sup>	20	k. A.	H5714522 R3453922	5.747			
Drebkau 2	Drebkau	Abt. 973 21	23	k. A.	H5712701 R3452105	4.457			
Senftenberg	Senftenberg	Abt. 1621 a⁴	43	Z2	H5707275 R3417973	8.441			
			k. A. = keine	e Angaben					

Tabelle 2: Übersicht der Versuchsflächen zur modellhaften Bewirtschaftung der Robinie im Kurzumtrieb

Standort	Fläche [ha]	Alter	Höhe [m]	BON	BHD [cm]	Во	Vorrat [Vfm ha <sup>-1</sup> ]	Erntemenge [Vfm ha¹]
		Quelle: HBF 2009, Holzaufmaß						
			1	Natürliche V	Valdstando	rte		
Schwenow 1	1,6	19	15,1	-0,1	10	1,2	177,9	207,8
Schwenow 2	1,2	45	18,0	II,3	25	1,2	247,9	253,4
Schwenow 3	2,1	45	16,3	III,0	19	1,3	233,5	144,9
Schwenow 4	2,3	62	24,9	0,7	29	0,9	406,6	199,6
Schwenow 5	1,2	68	26,7	0,3	32	1,0	501,7	660,4
Müncheberg	1,4	56	25,6	0,1	29	0,4	184,9	174,1
				Kippens	standorte			
Drebkau 1	5,9	20	12,8	1,6	12	1,0	92,5	135,7
Drebkau 2	1,2	23	11,9	II,7	14	1,0	95,8	206,5
Senftenberg	1,7	43	16,0	III,0	16	1,0	148,2	274,1

Alter des Ausgangsbestandes (01.01.2009), Waldzustandsdaten nach Datenspeicher Waldfonds (DSW2), BHD = Brusthöhendurchmesser, Bo = Bestockungsgrad, Vorrat = Derbholzvorrat (Ø >7 cm mit Rinde)
Erntemenge nach Nutzung der Bestände entspricht Vfm (Ø <7 cm mit Rinde), da eine Ganzbaumnutzung erfolgte.

Tabelle 3: Bestockungsverhältnisse (Ausgangssituation) der Versuchsflächen zur modellhaften Bewirtschaftung der Robinie im Kurzumtrieb

#### Standortverhältnisse

Die Versuchsflächen liegen in Brandenburg im Bereich des mäßig trockenen bzw. mäßig frischen Tieflandklimas (t, m) in den forstlichen Wuchsgebieten 11 und 15 (*Tabelle 4*).

Die durchschnittliche jährliche Niederschlagssumme liegt zwischen 606 bis 626 mm und es ist eine stark negative klimatische Wasserbilanz in der Vegetationsperiode (-82 bis -107 mm, *Tabelle 5*) zu verzeichnen.

Die pH KCI-Werte auf den Versuchsflächen schwanken zwischen 3,2 und 4,6 und bewegen sich von Ober- zu Unterboden im Austauscher- bis Aluminium-Pufferbereich. Auf allen Standorten herrschen Reinsande bis schwach lehmige Sande vor, deren nutzbare Feldkapazität (nFK 100 cm) bei rund 110 mm liegt (gering bis mittel). Ausnahmen bilden die beiden Flächen *Müncheberg* und *Schwenow* 4 mit einer pflanzenverfügbaren Wasserspeicherung von lediglich +/- 50 mm.

Standort	Klimastufe	Wuchsgebiet	Wuchsbezirk
		Natürliche Waldstandorte	
Schwenow 1	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Beeskower Platte
Schwenow 2	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Beeskower Platte
Schwenow 3	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Koenigs Wusterhausener Talsand und Platten
Schwenow 4	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Beeskower Platte
Schwenow 5	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Beeskower Platte
Müncheberg	γ (t)	Mittelbrandenburger Talsand- und Moränenland	Strausberger Platte
		Kippenstandorte	
Drebkau 1	Ф (m)	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	Lausitzer Grenzwall
Drebkau 2	Ф (m)	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	Lausitzer Grenzwall
Senftenberg	Ф (m)	Düben-Niederlausitzer Altmoränenland	Senftenberger kippenreiche Platte

Tabelle 4: Lage der Versuchsflächen in forstlichen Wuchsgebieten

Flächen	Niederschlag	Luft-Temperatur	Luft-Feuchtigkeit	Potenzielle Evaotran-	Klimatische Wasserbilanz
	[mm]	[°C]	(relativ) [%]	spiration [mm]	[mm]
Schwenow 1-5	607,0	8,6	78,2	607,0	24,2
	(461,0)	(14,2)	(74,5)	(461,0)	(-98,9)
Müncheberg	605,7	8,4	79,4	560,8	34,0
	(343,0)	(14,1)	(76,1)	(425,3)	(-82,3)
Drebkau 1-2	626,2	8,6	78,4	613,5	12,7
Senftenberg	(411,2)	(13,3)	(75,3)	(517,7)	(-106,5)

Tabelle 5: Klimatische Situation auf den Versuchsflächen auf der Basis von Daten der nächstgelegenen Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) im Zeitraum von 1961–1990. Angegeben sind die jährlichen Mittelwerte und in Klammern die Mittelwerte in der Vegetationsperiode

Fläche	Bodentyp (AG Boden 2005)	Bodenart	nFK <sub>100cm</sub> [mm]	PH <sub>KCI</sub>	Standortsgruppe (SEA 95)
	Na	atürliche Waldstar	ndorte		
Schwenow 1	Normbraunerde (BBn)	Lehmiger Sand	119	3,5 - 4,1	K2
Schwenow 2	Braunerde-Treposol (BB-YU)	Sand	107	3,8 - 4,4	Z2
Schwenow 3	Braunerde-Treposol (BB-YU)	Sand	111	3,9 - 4,4	Z2
Schwenow 4	Normbraunerde (BBn)	Sand	54	3,2 - 4,6	M2
Schwenow 5	Pseudogley-Braunerde (SS-BB)	Lehmiger Sand	107	3,2 - 4,2	M2
Müncheberg	Normbraunerde (BBn)	Sand	48	3,8 - 4,6	M2
		Kippenstandor	te		
Drebkau 1	Normlockersyrosem (OLn); Kipp-Kohlesand (pq) über Kipp-Kohle-Kalklehmsand (pq)	Lehmiger Sand	109	7,7 - 8,4	k. A.
Drebkau 2	Normregosol (RQn); Kipp-Reinsand (q)	Sand	69	5,9 - 7,2	k. A.
Senftenberg	Normregosol (Rqn); Kipp-Gemengesand (q/pq)	Lehmiger Sand	83	3,7 - 4,0	Z2

Ökologische Gruppierung der Böden nach Pufferbereichen: Austauscher-Pufferbereich (pH 4,2 bis 5,0), Aluminium-Pufferbereich (pH 3,0 bis 4,2), (Ulrich 1981, AG Boden 2005)

Tabelle 6: Bodenarten und Standortsgruppen der Versuchsflächen

#### Nutzung der Ausgangsbestände

Holz und Schlagabraum wurden praxisüblich verwertet und für die stoffliche (Stamm-, Pfahl-, Industrieholz) bzw. energetische (Brennholz, Hackschnitzel) Nutzung ausgehalten.

Dabei entfielen im Mittel aller Flächen rund 50 % der Biomasse auf Energieholz, bei den noch gering dimensionierten Jungbeständen bis zu 84 % (*Tabelle 7*). Der Stammholzanteil von unter 3 % war mit Ausnahme des 56-jährigen Bestandes *Müncheberg* und des 68-jährigen Bestandes *Schwenow* 5 vernachlässigbar. Hier wurden u. a. Industrieholz-Lang Sortimente für den GaLa- und Spielplatzbau erlösbringend ausgehalten.

Die folgenden Abbildungen illustrieren den Ernte- und Entwicklungszyklus auf der Versuchsfläche *Drebkau 2*.

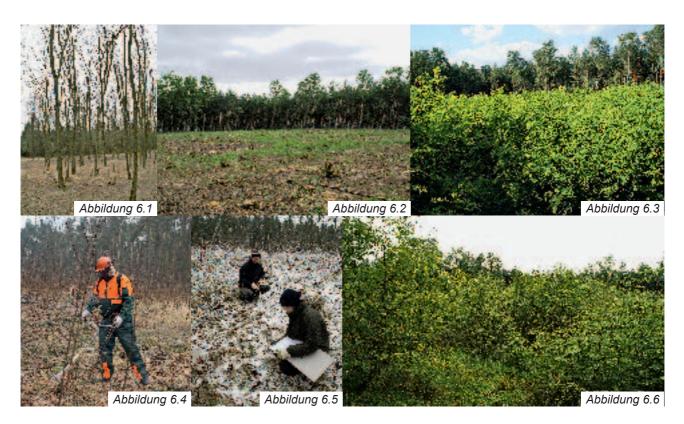


Abbildung 6.1: Fläche Drebkau 2 im März 2009 – Ausgangsbestand

Abbildung 6.2: Fläche Drebkau 2 im April 2009 nach der Beräumung

Abbildung 6.3: Fläche Drebkau 2 im September 2009 mit einjährigem Aufwuchs

Abbildung 6.4: Fläche Drebkau 2 im Januar 2010, Beerntung der einjährigen Parzelle

Abbildung 6.5: Fläche Drebkau 2 im Januar 2010, Biomasseermittlung in Probekreisen

Abbildung 6.6: Fläche Drebkau 2 im September 2010 mit ein- (2. Rotation) und zweijährigem Aufwuchs (links im Bild)

Versuchs- fläche	Erntemenge pro Hektar (m³)	Stammholz (m³)	Industrieholz (m³)	Pfähle (m³)	Brennholz (m³)	Hack- schnitzel (m³)	(srm³)
Schwenow 1	207,8			104,1		103,6	259,1
Schwenow 2	279,2	4,4	132,4	24,6		117,9	294,7
Schwenow 3	144,9		16,9	6,7	69,6	51,7	129,1
Schwenow 4	199,6		77,2	18,9		103,5	258,7
Schwenow 5	660,4	21,5	446,8	38,4		153,7	384,3
Müncheberg	174,1	33,8	48,4	6,4		85,5	213,7
Drebkau 1	135,7			52,2		83,5	208,8
Drebkau 2	206,5		4,8	86,3	30,2	85,3	213,2
Senftenberg	274,1			188,8		85,3	213,3
Durchschni	tt pro Hektar	SUMMEN:					
	253,6	59,7	726,5	526,4	99,8	870,0	2.174,9

Tabelle 7: Nutzung der Ausgangsbestände nach Sortimenten

#### Biomassepotenzial der ersten Rotation

#### Ableitung einer Biomassefunktion

Im Winterhalbjahr 2009/2010 erfolgte die Ernte des ersten einjährigen Aufwuchses motormanuell mit Freischneider in etwa 5 cm Sprosshöhe. Grundlage der Massenermittlung bildeten allometrische Biomassefunktionen des Typs:

BM = 
$$a \times D_{00}^{b}$$

Dabei beruht die Zielgröße "Biomasse in g (atro) der einzelnen Rute" auf nur einer Erklärungsvariablen, hier ihrem Basisdurchmesser m.R. ( $D_{00}$ ), vgl. Ketterings et al. (2001), Röhle et al. (2008).

Je Fläche wurden 20 Austriebe vermessen, gewogen und laboranalytisch die Trockenmasse (105 C°) bestimmt. Die einzelnen Durchmesser-Biomassebeziehungen unterscheiden sich nicht signifikant (Manthe 2010). Auch ist die Wuchsform (Morphologie) der Ruten aus Stockausschlag und Wurzelbrut einander vergleichbar. Für die praktische Anwendung lässt sich daher eine allgemeingültige Schätzfunktion mit sehr hohem Bestimmtheitsmaß ( $\mathbb{R}^2$  = 0,8978) ableiten (*Abbildung 7*).

Die hektarbezogenen Ertragsermittlung erfolgte mittels Stichprobenverfahren getrennt nach Stockausschlag und Wurzelbrut. Sie basiert auf rund 300 Ruten-Basisdurchmessern je Bestand, welche nach der Ernte in 6 zufällig verteilten variablen Probekreisen gemäß 3-Baum("Stock")-Stichprobe aufgenommen wurden. Bereits Hartmann

(2006) bzw. Röhle et al. (2008) zeigen, dass solche Stichprobenverfahren bei vertretbarem Messaufwand die besten Schätzergebnisse liefern.

#### Erntemengen in einjährigem Umtrieb

Die durchschnittliche Biomasseproduktion über alle Altersstufen und Standorte beträgt **4,34 t**<sub>atro</sub> **ha**-¹ **a**-¹. Die Erträge schwanken um den Faktor 10 zwischen 0,75 t<sub>atro</sub> ha-¹ a-¹ (*Schwenow* 3, *Z*2) und **7,65 t**<sub>atro</sub> **ha**-¹ **a**-¹ (*Schwenow* 1, K2). Der auffällig geringe Biomasseertrag im Altersbereich 40 Jahre ist auf den besonders ertragsschwachen Standort *Schwenow* 3 zurückzuführen, der durch die im ersten Umtrieb noch fehlende Fläche *Senftenberg* deutlich stärker ins Gewicht fällt. Eine klare Alters- oder Standortabhängigkeit ist bisher nicht erkennbar (*Abbildung* 8).

Bisher konnte keine gesicherte Beziehung zwischen dem jährlichen Biomassezuwachs und dem Alter der Ausgangsbestände, des pH-Pufferbereiches und dem Bodenwasserhaushalt nachgewiesen werden. Jedoch unterstreichen zahlreiche Arbeiten hier die Bedeutung der Bodeneigenschaften, insbesondere des pflanzenverfügbaren Wassers, der Bodendurchlüftung und der Durchwurzelungstiefe in Robinienbeständen (vgl. Bongarten et al. 1992).

Das Massenverhältnis Wurzelbrut zu Stockausschlag variiert von 13 % bis 57 % (Ø 34 %). Aufgrund des relativ hohen Rindenanteils liegt der mittlere Wassergehalt der einjährigen Ruten zum Erntezeitpunkt bei beachtlichen 43,8 M.-%.

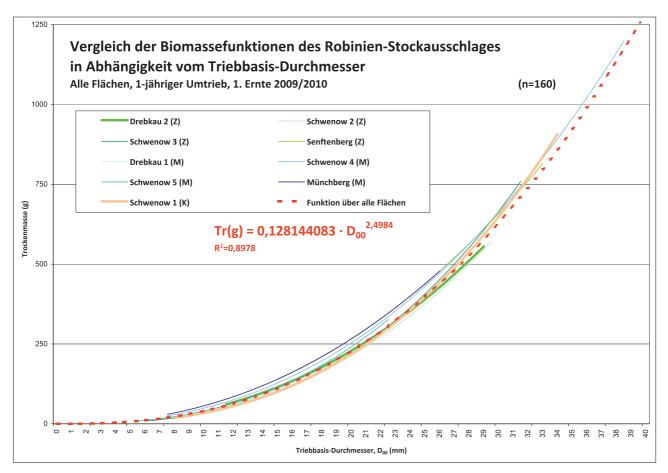


Abbildung 7: Biomassefunktion über alle Modellflächen und Parzellen des einjährigen Umtriebs

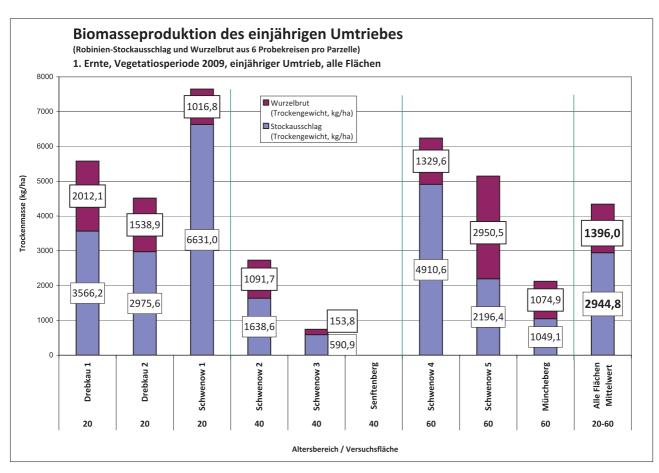


Abbildung 8: Biomasseproduktion in einjähriger Rotation (erstes Jahr der Bewirtschaftung)

#### Weitere Untersuchungen

#### Holzphysik

In einer zusammenfassenden Publikation der Bundesforschungsanstalt Für Forst- und Holzwirtschaft (2001) und nach Untersuchungen von Richert et al. (2000) werden die holzphysikalischen Parameter für Robinienstammholz wie folgt angegeben (*Tabelle 8*).

Im Rahmen der Untersuchungen des Projektes Fast-WOOD wurden über alle Flächen 297 Stammholz-Proben der Ausgangsbestände und 72 Proben aus dem einjährigen Aufwuchs durch das Labor der Professur für Forstnutzung der TU Dresden – Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften u. a. auf die Darrdichte untersucht.

Der Mittelwert der Darrdichte für das untersuchte Stammholz liegt bei 0,7458 g/m³ (s=0,0544) und für die einjährigen Stockausschläge bei 0,5552 g/cm³ (s=0,0664). Dieser Unterschied erklärt sich nach Dünisch et al. (2008) durch die

Eigenschaft	σ-	Mittelwert	σ+
Gewicht frisch (kg/m³)		930	
Rohdichte (0% darrtrocken) (g/cm³)	0,70	0,75	0,80
Rohdichte (12-15% Holzfeuchte) (g/cm³)		0,78	
Biegefestigkeit (N/mm²)	133	150	167
Druckfestigkeit (N/mm²)	80	86	92
Zugfestigkeit (N/mm²)	130	164	200
Elastizitätsmodul (Biegung) (N/mm²)	14.500	16.200	17.900
Scherfestigkeit (N/mm²)	16	18	20
Härte BRINELL (N/mm²)	31	37	43

Tabelle 8: Holzphysikalische Eigenschaften von Robinienholz

	Heizwert (kJ/kg wasserfrei)			
	Stammholz Ausgangs- bestände (n=33)	% vom Mittel Kernholz	Stockausschlag (1.Umtrieb) (n=28)	% vom Mittel Splintholz
Mittelwert Kernholz	18.538	100,0		
Mittelwert Splintholz	18.208	98,2	17.493	100,0
Mittelwert Rinde	18.672	100,7	19.090	109,1

Tabelle 9: Heizwerte von Robinien-Stammholz und Ruten aus einjährigem Umtrieb im Vergleich

höhere Dichte des Kernholzes und den im Verhältnis geringeren Rindenanteil bei Stammholz.

Der Vergleichswert für Hxbrid-Pappeln im Kurzumtrieb liegt im Mittel zwischen 0,33 und 0,47 g/cm³ (Sachsse 1979, Dinus et al. 1990). Dadurch haben Robinien-Hackschnitzel eine höhere Energiedichte, was z.B. reduzierte Transportkosten zur Folge hat.

Der Heizwert (Tabelle 9) wurde nach DIN 51900 anhand von 33 Proben (Stammholz) und 28 Proben (einjährige Ruten), die repräsentativ nach Altersbereich, Standort und Qualitätsstufe ausgewählt wurden, bestimmt.

Auffällig ist der hohe Heizwert der Rinde gegenüber Splint- und Kernholz und der erwartungsgemäß geringere Heizwert des einjährigen Umtriebes im Vergleich zu Stammholz, was noch statistisch im Hinblick auf die Einflüsse von Standort und Alter des Ausgangsbestandes zu überprüfen ist.

Zur Einordnung seien hier Faustzahlen für Heizwerte anderer Holzarten und Brennstoffe (bezogen auf das Trockengewicht) genannt.

- Buche 14.400 kJ/kg
- Eiche 15.100 kJ/kg
- Birke 15.500 kJ/kg
- Tanne 16.200 kJ/kg
- · Steinkohle 29.780 kJ/kg
- Braunkohle 17.000 kJ/kg
- · Braunkohlenbriketts 19.259 kJ/kg
- · Dieselöl und leichtes Heizöl 42.705 kJ/kg

#### **Populationsgenetik**

Für populationsgenetische Untersuchungen durch das Institut für Forstgenetik am Johann-Heinrich von Thünen-Institut (Dr. Heike Liesebach) wurden pro Versuchsparzelle je 3 Proben von Stämmen der Qualitätsstufen gut-mittelschlecht, also insgesamt 324 Stück, entnommen. Diese werden aktuell mit DNA-Fingerprint-Methoden (nukleare Mikrosatellitenmarker) am vTI-Institut für Forstgenetik untersucht. Erste Ergebnisse der Mitte Januar 2011 angelaufenen genetischen Charakterisierung deuten auf teilweise klonale Strukturen auf den Flächen hin.

Die für die Baumart Robinie typische vegetative Ausbreitung über Wurzelausläufer führt üblicherweise zu mehr oder weniger großen Klonkomplexen aus Bäumen mit identischem Genotyp. Dies wurde sowohl im natürlichen Verbreitungsgebiet als auch in Aufforstungsbeständen (HERTEL & SCHNECK 2003, JUNG et al. 2009) mit genetischen Markern nachgewiesen.

Da der Biomasse-Ertrag von Robinien wesentlich mit einer Familien- und Klonselektion verbessert werden kann (Bongarten et al. 1992, Dini-papanastasi 2008), muss auch bei den hier beschriebenen Versuchen davon ausgegangen werden, dass der Ertrag von einer evtl. vorhandenen Klonstruktur auf den Versuchsflächen und -parzellen beeinflusst wird. Die Kenntnis der genetischen Struktur dieser Flächen ist deshalb eine Voraussetzung für eine sachgerechte Auswertung und Interpretation der gewonnenen ertragskundlichen Versuchsdaten.

#### Bedeutung für die forstliche Praxis und Ausblick

Auf Versuchsflächen im Land Brandenburg werden neue waldbauliche Konzepte für eine energetische und stoffliche Verwertung der Robinie erprobt. Ziel ist die Mobilisierung bisher ungenutzter, aber nachhaltig verfügbarer Holzreserven im Sinne des "Nationalen Biomasseaktionsplans für Deutschland" (BMELV & BMU 2009). Keinesfalls verbindet sich damit ein flächenrelevanter Robinienanbau zu Lasten standortheimischer Laubbaumarten ("Grüner Ordner", MLUR 2004). Es geht vielmehr um betriebswirtschaftlich sinnvolle Behandlungsalternativen für vorhandene, waldbaulich schwierige Ausgangsbestände.

Bereits im einjährigem Aufwuchs zeigt die Robinie auf mäßig frischen, schwach bis mittel nährstoffversorgten Sanden (Z2, M2, K2) des nordostdeutschen Tieflandes einen viel versprechenden Biomassezuwachs. Realisierbar sind Erträge von knapp 8 t<sub>atro</sub> ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>, jedoch streuen die Leistungswerte in Abhängigkeit von der Bestockungssituation (Stammzahlhaltung der Ausgangsbestände, Stockausschlagfreudigkeit) und des Standortes erheblich. Der mit Ø 34 M.-% hohe Wurzelbrutanteil kann zu einer weiteren Ertragsverbesserung in Folgerotationen bzw. bei mehrjährigen Umtriebszeiten führen. Gerade in stammzahlarmen, inhomogenen und qualitativ unbefriedigenden Erntebeständen eröffnen sich Perspektiven für ein waldbauliches Handeln jenseits der reinen Energieholzproduktion.

Als problematisch wird neben den gesetzlichen Anforderungen einer ordnungsgemäßen Waldbewirtschaftung (Einstufung als Kurzumtriebsplantage, Mindestumtriebszeiten) insbesondere der Einsatz rationeller Erntetechnologien für kleine Flächen mit gering dimensioniertem, aber stammzahlreichem Aufwuchs angesehen. So dürften die reinen Erntekosten etwa 90% des Bewirtschaftungsaufwandes ausmachen (vgl. Bally et al. 1997). Zwar entfallen in niederwaldartiger Nutzung Investitionen für Bestandesbegründung und -pflege, im Gegensatz zu Agrarholz ist jedoch eine flächige Befahrung aus Bodenschutzgründen (Zertifizierung) und zur Sicherung des Stockausschlagvermögens nicht möglich. Zudem erfordert der hohe Wassergehalt des feldfrischen Robinienholzes kurze Transportwege oder eine örtliche Vortrocknung von Ruten bzw. Hackschnitzeln.

Für die nächsten Rotationszyklen gilt es verlässliche Zuwachszahlen, die ertragsbestimmenden Erklärungsvariablen und plausible Ertragsfunktionen zu ermitteln. Hierauf basierend lässt sich der optimale Erntezeitpunkt festlegen und eine betriebswirtschaftliche und technologische Verfahrensbetrachtung durchführen. Schließlich soll ein Kriterienkatalog zur Auswahl geeigneter Ausgangsbestände abgeleitet werden.

#### Zusammenfassung

Für eine effiziente Verjüngung, Bewirtschaftung und Saatgutgewinnung der Robinie wurden 9 Modellbestände in den Altersbereichen 20, 40, 60 Jahre angelegt, um Konzepte für eine ertragreichere Bewirtschaftung und erfolgversprechende Verjüngung der in Brandenburg auf rund 8.100 ha vorhandenen Robinienbestände zu etablieren.

Auf den Versuchsflächen zeigte sich eine hohe Wüchsigkeit der Stockausschläge und der Wurzelbrut im ersten Jahr. Die durchschnittliche oberirdische Biomasseprodukti-

on (Holzmasse ohne Blätter) über alle Altersbereiche und Standorte liegt bei rund 4  $\rm t_{atro}$  ha $^{-1}$  a $^{-1}$  (Stockausschlag und Wurzelbrut).

Weitere Untersuchungen sollen mit statistischen Methoden die Abhängigkeit von Standort, Ausgangsalter und Bewirtschaftungszyklus auf die Biomasseleistung aufklären.

Der hohe und möglicherweise noch zunehmende Anteil der Wurzelbrut eröffnet Perspektiven für waldbauliches Handeln über die reine Energieholzproduktion hinaus. Problematisch wird zum jetzigen Zeitpunkt der Einsatz geeigneter Erntetechnologie für kleine Flächen und einen gering dimensionierten einjährigem Aufwuchs sowie der hohe Wasseranteil bei der Ernte gesehen. Dieser erfordert für waldfrische Ware kurze Transportwege zum Verbraucher bzw. Lagermöglichkeiten zur Trocknung.

#### **Danksagung**

Dieses Projekt wird gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) durch die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR) unter den Förderkennzeichen 22023707 und 22011407. Die Bearbeiter danken ausdrücklich dem Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB) mit seinen beteiligten Dienststellen für die exzellente Unterstützung bei der Auswahl, Anlage und Bewirtschaftung der Versuchsflächen.

#### Literaturverzeichnis

AUTORENKOLLEKTIV (2002):

Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Landesforstanstalt Eberswalde.

AG Boden (2005):

Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Hannover. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 1–438.

BALLY, B., SCHNIDER, F., BUSIN, U. (1997):

Energieholzproduktion in Mittel- und Niederwäldern der Schweiz - Vergleich der Wertschöpfung in der Hoch-, Mittel- und Niederwaldbewirtschaftung, Kurzbericht im Auftrag des Bundesamtes für Energiewirtschaft, Bern: 1–16.

Barrett, R. P., Mebrahtu, T., Hanover, J.W. (1990): Black Locust: A multipurpose tree species for temperate climates. In: Janick, J., Simon, J.E., (eds.): Advances in new crops, Timber Press, Portland: 278–283.

BONGARTEN B., HUBER D., APSLEY D. (1992):

Environmental and genetic influences on short-rotation biomass production of black locust (Robinia pseudoacacia L.) in the Georgia Piedmont. Forest Ecology and Management, 55: 315–331.

BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2011):

Neoflora-Handbuch Die wichtigsten invasiven Pflanzenarten. (URL: http://www.floraweb.de/neoflora/handbuch/robiniapseudoacacia.html#\_dt2 vom 14.03.2011)

Bundesforschungsanstalt Für Forst- Und Holzwirtschaft (2001):

Die Robinie und ihr Holz. Informationsblatt (http://www.bfafh.de/bibl/pdf/robinie.pdf), 4 Seiten. BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz), BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2009): Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland – Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung: 1–30.

BÖHMER, H.-J., HEGER, T., TREPL, L. (2000): Fallstudie zu gebietsfremden Arten in Deutschland, Umweltbundesamt, Fachgebiet II, 1.3, 1–13.

Bongarten, B.C., Merkle, S.A., Hanover, J.W. (1992): Genetically improved black locust for biomass production in short-rotation plantations. In: Klass, D.L. (ed.): Energy from Biomass and Wastes, XV. Institute of Gas Technology, Chicago, IL: 391–409.

DINI-PAPANASTASI, O. (2008):

Effects of clonal selection on biomass production and quality in Robinia pseudoacacia var. monophylla Carr. Forest Ecology and Management, 256: 849–854.

DINUS, R.J., DIMMEL, D.R., FEIRER. R.P., JOHNSON, M.A., MALCOM, E.W. (1990):

Modifying woody plants for efficent conversion to liquid and gaseous fuels. Oak Ridge National Laboratory Report ORNL/Sub/88-SC006/1, Oak Ridge, TN, 1–100.

DSW 2 (Datenspeicher Waldfonds 2) (2009):

Landesbetrieb Forst Brandenburg. Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde.

DÜNISCH, O, RICHTER, H.-G., KOCH, G. (2008):

Wood properties of juvenile and mature heartwood in Robinia pseudoacacia L. Wood Sci. Technol. 44, 2, 301–313.

ERTELD, W. (1952):

Wachstum und Ertrag der Robinie im Gebiet der Deutschen Demokratischen Republik. Dissertation an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Eberswalde.

ERTLE, C., BÖCKER, L., LANDGRAF, D. (2008):

Wuchspotenzial von Stockausschlägen der Robinie. AFZ-DerWald 18/2008: 994–995.

Führer, E. (2005):

Robinienwirtschaft in Ungarn: I. Die Robinie im praktischen Waldbau. Forst und Holz 60: 464–466.

GÖHRE, K. (1952):

Die Robinie und ihr Holz. Deutscher Bauernverlag. Berlin.

HARTMANN, K.-U. (2006):

Biomassefunktionen als Grundlage zur Ertragsermittlung in Kurzumtriebsbeständen. In: DVFFA – Sektion Ertragskunde, Jahrestagung 2006: 167–173.

#### HERTEL, H.; SCHNECK, V. (2003):

Untersuchungen zur genetischen Struktur eines Robinienbestandes (Robinia pseudoacacia L.) in Brandenburg. In: Welling M ed. Bedrohung der biologischen Vielfalt durch invasive gebietsfremde Arten – Erfassung, Monitoring und Risikoanalyse. Münster, Landwirtschaftsverlag GmbH.

#### JAUERNIG, H. (1997):

Untersuchungen über die Verklebung von Robinie bei höheren Holzfeuchten. Diplomarbeit. Universität Hamburg, Fachbereich Biologie.

Jung, S-C., Matsushita. N., Wu, B-Y, Kondo, N., Shiraishi, A., Hogetsu, T. (2009):

Reproduction of a Robinia pseudoacacia population in a coastal Pinus thunbergii windbreak along the Kujukurihama Coast, Japan Journal of Forest Research, 14: 101–110.

#### KERESZTESI, B. (1983):

Breeding and cultivation of black locust, Robinia pseudoacacia, in Hungary. Forest Ecology and Management 6: 217–244

KETTERINGS, Q, M., COE, R., VAN NOORDWIJK, M., AMBAGU, Y., PALM, C.A. (2001):

Reducing uncertainty in the use of allometric biomass equations for predicting above-ground tree biomass in mixed secondary forests. Forest Ecology and Management 146: 199–209.

#### LAMPSON, P. (1996):

Druckimprägnierte Hölzer im Außenbereich. Bausortiment Holz und Ausbaubedarf (Publikation des Holzzentralblattes). Leinfelden-Echterdingen: 12.

#### LANDGRAF, D., ERTLE, C., BÖCKER, L. (2005):

Wuchspotenzial von Stockausschlägen der Robinie auf Bergbaufolgeflächen. AFZ – Der Wald 14: 748 – 749.

#### Landgraf, D., Ertle, C., Böcker, L. (2007):

Stockausschlagspotenzial von Aspe und Robinie. AFZ – Der Wald 2: 80–83.

#### MANTHE, K. (2010):

Alters- und standortsabhängiges Stockausschlagsvermögen der Robinie (Robinia pseudoacacia L.) nach einjährigem Umtrieb in Brandenburg. Freie wissenschaftliche Arbeit zur Erlangung des Bachelor of Science (B. Sc.) der Studienfachrichtung Forstwirtschaft und Ökosystemmanagement der Fachhochschule Erfurt.

MLUR (Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg) (2004):

Waldbau-Richtlinie 2004 – "Grüner Ordner" – der Landesforstverwaltung Brandenburg.

Molnar, S., Peszlen, I., Richter, H.G., Tolvaj, L., Varga, F. (1998):

Influence of steaming on selected wood properties of black locust (Robinia pseudoacacia L.). Proceedings "Environment and Wood Science", Acta Facultatis Ligniensis, University of Sopron, Hungary.

#### Muchin, A., Bilke, G., Böge, R. (2006):

Energiepotenzial der Wälder in Brandenburg – Das naturale Potenzial. Forschungsbericht, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Landesforstanstalt Eberswalde.

#### Naujoks, G., Ewald, D. (2001):

Robinie – Pionierbaum und Wertholz; Erfahrungen bei der In-vitro-Vermehrung geradschaftiger Robinien. BFH-Forschungsreport: 36–38.

#### NEUMANN, M. (1999):

Orientierende Untersuchung zur Anwendung von Holzpflaster im Außenbereich. Diplomarbeit. TU Dresden, Tharandt.

#### PETERS, T., BILKE, G., STROHBACH, B. (2007):

Ertragsleistung sechsjähriger Robinien (Robinia pseudoacacia) auf vier ehemaligen Ackerstandorten unterschiedlicher Bodengüte in Brandenburg. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 41: 26–28.

#### RÉDEI, K., VEPERDI, I. (2005):

Robinienwirtschaft in Ungarn: III. Robinienenergieholzplantagen. Forst und Holz 60: 468–469.

#### RICHTER, H.G. (ed.) (2000):

Technology for high quality products from Black Locust (Robinia pseudoacacia). Final Report INCO COPERNICUS Project No. PL 96-4114, EU Contract Nr. ERB IC15-CT960713.

Röhle, H., Hartmann, K.-U., Steinke, C., Murach, D. (2008): Leistungsvermögen und Leistungserfassung von Kurzumtriebsbeständen. In.: Reeg, T, Bemmann, A., Konold, W., Murach, D., Spiecker, H., (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen: 41–55.

#### Sachsse, H. (1979):

Holzeigenschaften wichtiger Balsampappeln und Balsamhybriden. Holz-Zentralblatt 105: 1517 – 1518.

Schüler, S., Weissenbacher, L., Sieberer, K. (2006): Robinien für Energie- oder Wertholz – die Sorte macht's!, Forstzeitung 117, 8: 8–9.

#### ULRICH, B. (1981):

Ökologische Gruppierung von Böden nach ihrem chemischen Bodenzustand. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 144, 3: 289–305.

## Den Waldboden schonen – Vorsorgender Bodenschutz beim Einsatz von Holzerntetechnik

MARTIN GRÜLL

(Unter Verwendung von Ergebnissen der Arbeitsgruppe Holzernteverfahren des Landesbetriebs Forst Brandenburg 2009/10)

#### 1. Einleitung

Die Definition des forstlichen Nachhaltigkeitsbegriffs betont die Gleichrangigkeit von Ökonomie, Ökologie und Sozialem. Trotzdem werden forsttechnische Verfahrensentscheidungen meist von kurzfristiger Wirtschaftlichkeit, technischer Machbarkeit oder logistischen Vorgaben und weniger von ökologischen Rücksichtnahmen bestimmt. Beim Einsatz von schweren Forstspezialmaschinen ist jedoch auch die Umwidmung der wertvollen Ressource Boden für die permanente Feinerschließung und die Beeinträchtigung natürlicher Bodenfunktionen durch die Befahrung zu berücksichtigen. Ein auf dem Nachhaltigkeitsprinzip aufgebautes forsttechnisches Entscheidungssystem sollte daher die Waldstandorte nicht nur hinsichtlich technischer Befahrbarkeit bzw. Befahrungsbehinderung, sondern auch hinsichtlich ökologischer Wertkategorien beurteilen.

Die kontroversen Diskussionen um die langfristigen ökologischen Auswirkungen der zunehmenden Mechanisierung auf die Waldböden haben in Deutschland zu einer strikten Trennung von Befahrungs- und Produktionsfläche geführt. Auch die Forstzertifizierungssysteme halten die Verwendung von bis zu 20% der Produktionsfläche für eine technisch optimale, permanente Feinerschließung für vertretbar¹. Die prinzipiell bestehenden Variationsmöglichkeiten zur Wahl nicht nur technisch geeigneter, sondern auch standörtlich angepasster oder sogar besonders umweltverträglicher Holzernteverfahren werden von der Forstpraxis meist nicht ausreichend genutzt.

Zur Problemlösung wird ein standortszentriertes Entscheidungsmodell vorgestellt, das durch die Klassifizierung von natürlichem Wert des Bodens, technischer Befahrbarkeit des Standorts und technischer Eignung des Holzernteverfahrens eine kombinierte, standörtlich-technische Verfahrensbewertung ermöglicht. Mit diesem Modell können die Anforderungen von drei verschiedenen Bodenschutzstrategien (Mindestvorsorge, erhöhte Vorsorge, spezielle Vorsorge) bildlich vereinfacht dargestellt und operationale Entscheidungsempfehlungen für "standortsgerechte" Holzernteverfahren gegeben werden.

Vergleichbar der Anbaueignungsbeurteilung der unterschiedlichen Baumarten im Rahmen der biologischen Produktionsplanung können die Ergebnisse der forstlichen Standortskartierung somit auch zur Wahl geeigneter Holz-

ernteverfahren im Rahmen der technischen Produktionsplanung genutzt werden.

#### 2. Modifizierte forsttechnische Standortsklassifizierung

Die zwei Eingangsgrößen zur Zuordnung eines bestimmten Waldstandorts zu einer modifizierten forsttechnischen Standortsklasse sind der potenzielle Produktionsfunktionswert (**P-Klasse**) und die technische Befahrbarkeit (**T-Klasse**). Mit Hilfe eines speziellen Bewertungsschlüssels kann das natürliche Leistungsvermögen und die mittlere Bodenfeuchte von Waldstandorten in jeweils fünf P- und T-Klassen unterteilt werden. Auf diese Weise kann jede ökologische Standortsgruppe der forstlichen Standortskartierung eindeutig einer modifizierten forsttechnischen Standortsklasse zugeordnet werden.

"Modifiziert" bedeutet in diesem Zusammenhang, dass zusätzlich zu den technischen Kriterien Hangneigung, Oberflächenform und Bodentragfähigkeit auch der Wert des Waldbodens, der für ein dauerhaftes Feinerschließungssystem aus der biologischen Produktion genommen wird, bei forsttechnischen Verfahrensentscheidungen berücksichtigt wird.

#### 2.1 Die Produktionsfunktionsklasse (P-Klasse)

Zur Bestimmung des natürlichen Bodenwerts ist die nährkraft- und feuchteabhängige Bodenfruchtbarkeit (Ertragspotenzial) besser geeignet als der Bodenverkehrswert oder der Bodenertragswert [1]. Aus ökonomisch motiviertem Interesse an der nachhaltigen Wertsicherung seines Bodenkapitals sollte der Waldbesitzer mit steigendem Ertragspotenzial auf eine technisch optimale Feinerschließung (20 m Gassenabstand) verzichten und Feinerschließungsvarianten mit geringerer Flächenbeanspruchung (40 m oder 60 m Gassenabstand) bevorzugen. Bei sehr hohem Ertragspotenzial ist die für Befahrung genutzte Produktionsfläche am geringsten zu halten und Holzerntetechnik am besten nur vom Maschinenweg aus oder auf Seiltrassen einzusetzen.

Jeder P-Klasse wird daher eine maximal zulässiges Flächenbefahrungsprozent bzw. ein bestimmter MindesBran-

Die deutschen Bewirtschaftungsstandards von PEFC (2009) und FSC (2010) unterscheiden sich bei den Vorgaben zum Einsatz von Holzerntetechnik lediglich formal durch unterschiedliche Muss-, Soll- und Kann-Formulierungen. Durch die technisch mögliche Harvesterkranreichweite bis 10 m ergibt sich ein grundsätzlicher Mindestgassenabstand von 20 m. Ein erweiterter Gassenabstand von 40 m ist bei PEFC auf verdichtungsempfindlichen und bei FSC eigentlich auf allen Standorten "anzustreben", aber in beiden Zertifizierungssystemen nicht verpflichtend einzuhalten. Bisher fordert nur Naturland in den Richtlinien zur ökologischen Waldnutzung (1998) einen generellen Mindestgassenabstand von 40 m.

senabstand zugeordnet. Darstellung 1 zeigt als Beispiel die Bodenfruchtbarkeitsbewertung der ostdeutschen Tieflandserkundung mit Hilfe sog. Fruchtbarkeitsziffern für Holzmasse. Jeder kartierten forstlichen Standortsgruppe kann eine bestimmte Stammfruchtbarkeitsziffer (SFZ) und somit unabhängig von der aktuellen Bestockung eine langfristige natürliche Leistungserwartung zugeordnet werden. Diese Differenzierung in fünf Bodenwertklassen ist auf die in der Wuchsregion "Nordostdeutsches Tiefland" (Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen) vorkommende Standortsamplitude zugeschnitten.

Je nach Bodenschutzmotivation des Waldbesitzers können auf Basis von Ergebnissen der forstlichen Standortserkundung neben der Produktionsfunktion auch für andere essentielle Bodenfunktionen (Regelungsfunktion, Lebensraumfunktion) Wertklassen ermittelt und wertabgestufte Befahrungsrestriktionen formuliert werden.

#### 2.2 Die Befahrbarkeitsklasse (T-Klasse)

Aufgrund von Eigengewicht und Nutzlast der in Deutschland eingesetzten Forstspezialmaschinen kann die Forderung nach bodenpfleglichem Einsatz von Holzerntetechnik derzeit nur durch die Befahrung von permanenten Rückegassen erfüllt werden. Die Konzentration von Maschinenbewegungen auf ein permanentes Rückegassensystem setzt jedoch voraus, dass dessen technische Befahrbarkeit dauerhaft gewährleistet bleibt. Die Bodenfeuchte zum Befahrungszeitpunkt hat maßgeblichen Einfluss auf das Risiko gravierender

Befahrungsschäden. Die technische Befahrungseignung (T-Klasse) eines Waldstandorts wird daher unmittelbar aus der mittleren Feuchtestufe der ökologischen Standortsgruppe abgeleitet. Witterungsbedingte Veränderungen der kartierten Bodenfeuchte (Trocken- oder Nassphase) können durch einstufigen Zu- oder Abschlag berücksichtigt werden. Mit zunehmender Bodenfeuchte bzw. abnehmender Befahrbarkeit werden bestimmte zeitliche, technische und organisatorische Restriktionen für den Forstmaschineneinsatz verbunden.

Darstellung 2 zeigt am Beispiel von Bodenfeuchtestufen der ostdeutschen Standortserkundung die abgestufte Bewertung in Form von fünf technischen Befahrbarkeitsklassen. Diese ganz bewusst sehr einfach und praktikabel gehaltene Befahrbarkeitsbewertung kann sowohl auf Basis der forstlichen Standortskarte als auch durch einfache Feldansprache über Zeigerwerte der Bodenvegetation erfolgen. Die Beachtung der feuchteabhängigen Grenzen der technischen Befahrbarkeit kann als Mindeststandard der Guten fachlichen Praxis (GfP) beim Forstmaschineneinsatz verstanden werden.

## 2.3 Beispiele zur modifizierten forsttechnischen Standortsklassifikation

In Abbildung 1 wird die Ableitung modifizierter forsttechnischer Standortsklassen durch kombinierte Bewertung des potenziellen Produktionswertes und der technischen Befahrbarkeit an Hand von drei für Brandenburg typischen Standortsgruppen beispielhaft veranschaulicht. Jede der in

Produktionsfunktionsklassen (P-Klassen)					
Kriterium	Parameter	SFZ	Bewertung	Bezeichnung	
Natürliche Bodenfruchtbarkeit (Dendromasseproduktivität)	Stammfruchtbarkeitsziffer (SFZ) für Holzmasse (dGZ max. in dt/ha x Jahr oberirdische, nutzbare Derbholztro- ckenmasse mit Rinde)	≥ 61	sehr hoch	P 5	
		51-60	hoch	P 4	
		41-50	mittel	Р3	
		31-40	gering	P 2	
		≤ 30	sehr gering	P 1	
keine Einstufung möglich				P 0	

Darst. 1: Wertklassifizierung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit forstlicher Standortsgruppen im nordostdeutschen Tiefland

Technische Befahrbarkeitsklassen (T-Klassen)					
Kriterium	Parameter	Feuchtestufe	Bewertung	Bezeichnung	
Erhaltung der technischen Befahrbarkeit bzw. Funktions- fähigkeit des permanenten Feinerschließungssystems	Feuchtestufe der Standortsgruppe	sumpfig	nicht befahrbar	T 5	
		nass	kaum befahrbar	T 4	
		feucht	stark eingeschränkt befahrbar	Т3	
		frisch	eingeschränkt befahrbar	T 2	
		mäßig frisch – trocken	uneingeschränkt befahrbar	T 1	
keine Einstufung möglich			Т 0		

Darst. 2: Klassifizierung der technischen Befahrbarkeit forstlicher Standorte in Ostdeutschland mit Hilfe von Bodenfeuchtestufen<sup>2</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>2)</sup> Befahrbarkeitsklassifizierung auf Grundlage der Richtlinie Holzerntetechnologien des Staatsbetriebs Sachsenforst (2006) [2], verändert durch den Autor

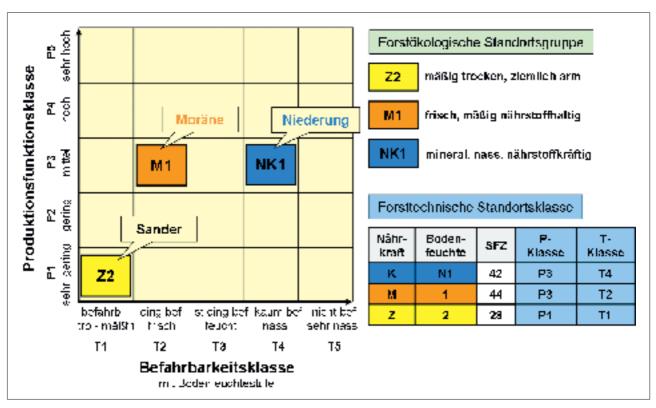


Abb. 1: Modifizierte forsttechnische Klassifizierung ökologischer Standortsgruppen

Brandenburg aktuell kartierten 62 forstökologischen Standortsgruppen kann auf Grundlage des in *Darstellung 1* und 2 erläuterten Bewertungssystems eindeutig einer der 16 technischen Standortsklassen zugeordnet werden. Die Übertragbarkeit dieses Bewertungssystems auf andere Länder mit vergleichbarer Standortssystematik erscheint prinzipiell möglich.

Der ziemlich nährstoffarme, mäßig trockene Sander-Standort (**Z2**) wird nach dem Bewertungsschlüssel in Standortsklasse **P1T1** und damit als **sehr gering produktiv** und **technisch uneingeschränkt befahrbar** eingestuft.

Der mäßig nährstoffhaltige, frische Moränen-Standort (M1) wird auf Grund höherer Nährkraft und Feuchte in Standortsklasse P3T2 und damit als mittel produktiv, aber bereits bei Normalfeuchte als technisch nur eingeschränkt befahrbar bewertet.

Zunehmende Bodenfeuchte erhöht die Bodenfruchtbarkeit nur bis zur Bodenfeuchtestufe "feucht"; d.h. die Wasserüberversorgung auf nassen und sumpfigen Standorten verringert nicht nur die technische Befahrbarkeit, sondern auch die Bodenfruchtbarkeit maßgeblich. Daher wird der nasse Niederungs-Standort (NK1) trotz hoher Bodennährkraft nur als mittel produktiv und technisch kaum befahrbar (Standortsklasse P3T4) eingestuft.

Durch die Bewertung des Standortsinventars eines einzelnen Forstbetriebes, eines bestimmten Wuchsgebietes oder eines ganzen Landes mit Hilfe dieses einfachen Klassifikationssystems wird die Grundlage für die anschließende Kennzeichnung eines standortsindividuellen, forsttechnischen Restriktionsrahmens mit Hilfe sog. Technogramme gelegt.

Bei den folgenden Ausführungen werden nur noch die technisch sehr problematischen Standortsgruppen NK1

und NR1 bzw. deren forsttechnische Standortsklasse P3T4 betrachtet.

## 3. Das Technogramm der forsttechnischen Standortsklasse

Vergleichbar dem Bewertungsschema zur modifizierten forsttechnischen Standortsklassifikation wird für jede der 16 forsttechnischen Standortsklassen ein sog. Technogramm erstellt, wobei die fünf T-Klassen beibehalten und jeder der fünf P-Klassen ein maximal zulässiges Flächenbefahrungsprozent bzw. ein bestimmter Rückegassenabstand zugewiesen wird.

Mit Hilfe des Technogramms können die Anforderungen von vier verschiedenen Bodenschutzstandards ("Keine Vorsorge", "Gesetzliche Mindestvorsorge", "Erhöhte Zertifizierungsvorsorge", "Spezielle Vorsorge") bildlich vereinfacht mit Ampelfarben dargestellt und standortsindividuelle Empfehlungen für Feinerschließungsdichte und Befahrungszeitpunkt gegeben werden. Das Technogramm bietet dem Waldbesitzer somit die Möglichkeit den vorsorgenden Bodenschutz für jeden Waldstandort in Abhängigkeit von jeweiliger Bodenschutzmotivation, natürlichem Bodenfunktionswert und technischer Befahrbarkeit zu operationalisieren.

Wie die anhaltend kontroverse Diskussion um die inhaltliche Konkretisierung der sog. Guten fachlichen Praxis (GfP) in der Forstwirtschaft zeigt, bereitet die Festlegung von allgemein verbindlichen, gesetzlichen Mindeststandards für den bodenpfleglichen Forsttechnikeinsatz noch erhebliche Konsensschwierigkeiten. Nach den deklaratorischen Grundsätzen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft des Bundes- und Landesforstrechts ist fast alles zulässig, was forsttechnisch möglich ist. Auch das Bundesbodenschutzrecht enthält keine konkreten Ge- und Verbote für

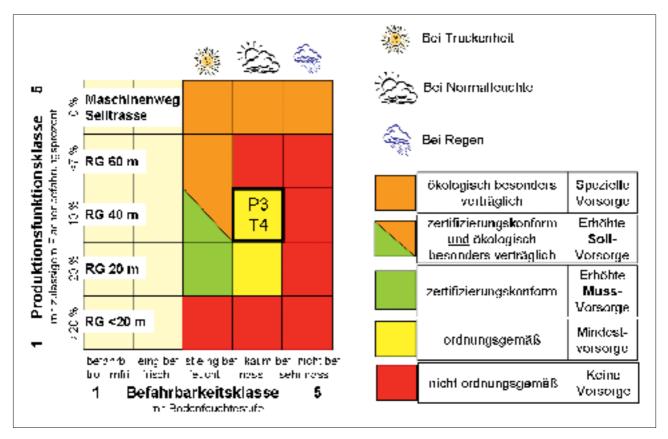


Abb. 2: Technogramm der forsttechnischen Standortsklasse P3T4

die forstwirtschaftliche Bodennutzung und nennt keine verbindlichen Vorsorge-, Prüf- oder Grenzwerte für den nichtstofflichen, physikalischen Bodenschutz.

Nur in den Forstzertifizierungsstandards (PEFC, FSC) sind bisher konkrete Anforderungen für den Einsatz von Holzerntetechnik formuliert:

- Anlage eines systematischen oder geländeangepassten, dauerhaften Feinerschließungssystems
- Verbot der flächigen Maschinenbefahrung bzw. Verbot der Unterschreitung des Mindestgassenabstands
- Muss-Forderung eines grundsätzlichen Mindestgassenabstands von 20 m
- Soll-Forderung eines erweiterten Gassenabstands von 40 m auf empfindlichen Standorten (PEFC) oder möglichst auf allen Standorten (FSC)
- Schonende Gassenbefahrung zur dauerhaften Erhaltung der Funktionsfähigkeit des Feinerschließungssystems

Durch die Festlegung dieser Ge- und Verbote haben die Forstzertifizierungssysteme einen Standard für den umweltverträglichen Forsttechnikeinsatz geschaffen, der für sich beansprucht den Mindeststandard der konventionellen Forstwirtschaft zu übertreffen. Zusätzlich zum gesetzlichen Mindeststandard und zum erhöhten Forstzertifizierungsstandard wird mit der speziellen Vorsorge ein Optimalstandard beschrieben, der die forsttechnische Mechanisierungsintensität in Abhängigkeit von Bodenfunktionswert und Befahrungsempfindlichkeit soweit einschränkt, dass negative Nebenwirkungen möglichst minimiert werden. Insbesondere die Bewirtschaftung von sehr befahrungsempfindlichen, ökologisch besonders wertvollen oder gesetzlich geschützten Waldflächen erfordert neben (jahres)zeitlichen Befahrungseinschränkungen auch spezielle Feinerschließungslösungen.

Dies trifft insbesondere für Erlenbruchwälder mit gesetzlichem Biotopstatus in Standortsklasse P3T4 zu.

In Abbildung 2 wird am Beispiel des Technogramms der Standortsklasse P3T4 der Restriktionsrahmen für den Forsttechnikeinsatz bei verschiedenen Vorsorgestufen veranschaulicht. Dabei wird deutlich, welche entscheidende Bedeutung die witterungsabhängige, aktuelle Bodenfeuchte für die Zulässigkeit verschiedener forsttechnischer Optionen hat.

Der Restriktionsrahmen für Waldstandorte (NK1, NR1) in der Standortsklasse P3T4 ist wie folgt zu interpretieren:

- Eine sog. flächige Befahrung ist bei allen drei möglichen Standortszuständen (Trockenheit, Normalfeuchte, Regen) nicht ordnungsgemäß.
- Eine Gassenbefahrung bei Regen ("nicht befahrbar") ist bei allen Gassenabstandsvarianten nicht ordnungsgemäß.
- Eine Gassenbefahrung bei Normalfeuchte im Abstand 60 m ist wegen der zu erwartenden Tragfähigkeitsüberlastung bei Konzentration der Holzrückung auf ein stark erweitertes Gassensystem nicht ordnungsgemäß.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand ≥ 20–40 m ist nur bei Normalfeuchte oder bei Trockenheit ordnungsgemäß.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand ≥ 20–60 m ist nur bei Trockenheit zertifizierungskonform, da schon bei Normalfeuchte ("kaum befahrbar") ein hohes Risiko für den dauerhaften Verlust der technischen Befahrbarkeit besteht.
- Eine Befahrung auf Rückegassen im Abstand ≥ 40–60 m nur bei Trockenheit oder der witterungsunabhängige Forsttechnikeinsatz nur vom Maschinenweg aus oder nur auf Seiltrassen ist ökologisch besonders verträglich.

#### 4. Das Ökogramm des Holzernteverfahrens

Mit Hilfe von Ökogrammen, mit denen die komplexe Natur auf die vereinfachte bildliche Darstellung des Standortes anhand des Säuregrades und der Feuchte des Bodens reduziert wird, veranschaulicht die forstliche Vegetationskunde die Standortsansprüche, die Konkurrenzstärke und die Eignungsgrenzen der verschiedenen Baumarten [3].

Dieser Modellansatz wird analog auf die Bewertung verfahrenstechnischer Zusammenhänge übertragen. Vergleichbar der vom jeweiligen Standort abhängigen Anbaueignung der verschiedenen Baumarten hat jedes Holzernteverfahren einen bestimmten Einsatzbereich ("technische Nische") mit Optimum, Suboptimum, Grenz- und Ausschlussbereich. Daher wird für jede mögliche Holzernteverfahrensvariante ein individuelles Verfahrensökogramm angefertigt.

Als Kriterien zur bildlich vereinfachten Eignungsbewertung der verschiedenen Holzernteverfahren werden die Feinerschließungsdichte (Gassenabstand) und die technische Befahrbarkeit (Bodentragfähigkeit) verwendet. In den Abbildungen 3a, 3b und 3c wird am Beispiel von drei verschiedenen Holzernteverfahren die Einpassung in das Verfahrensökogramm veranschaulicht.

Die Eignungsbewertung der drei ausgewählten Holzernteverfahren wird von folgenden technischen Einflussfaktoren bestimmt:

- Fahrwerkskonstruktion der Maschine(n)
- Zusatzausrüstung (Verwendung von sog. Moor-Bogiebänder)
- Kranreichweite
- Entfernung zum Vorrücken mit Seilwinde oder Pferd.
- Zusätzlich werden ausgewählte Produktmerkmale wie
- Baumartengruppe (Nadel- und/oder Laubholz)
- Stärkeklasse (schwach, mittelstark, stark, überstark)
- Aufarbeitungsgrad (Vollbaum, Rohschaft, Sortiment, Schüttgut)

bei der Verfahrensbewertung berücksichtigt.

Die Bewertung des Holzernteverfahrens in *Abb. 3a* ist wie folgt zu kommentieren:

- Das Verfahren kann im schwachen bis mittelstarken Laub- und Nadelholz eingesetzt werden.
- Der Einsatzbereich wird vorrangig von der maximalen Kranreichweite (10 m) des nur auf der Gasse arbeitenden Radharvesters bestimmt. Ein Einsatz bis zu einem Gassenabstand von 40 m wird möglich, wenn die nicht erreichbaren Bäume durch Waldarbeiter mit Motorsäge in die Kranzone zugefällt und anschließend vom Kran des Radharvester aufgenommen, an die Gasse vorgerückt und dort zu Sortimenten aufgearbeitet werden.
- Die Eignungsabstufung wird von der technischen Befahrbarkeit des Standorts und der Zusatzausrüstung bestimmt. Durch die Verwendung von Moorbändern mit vergrößerter Aufstandsfläche kann die technische Eignung von Radmaschinen auf (stark) eingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 2 und 3) verbessert werden.
- Die Einsatzgrenzen des Verfahrens werden bestimmt durch
  - die bessere technische Eignung von Radmaschinen ohne Moorbänder auf uneingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 1)
  - die feuchteabhängige Befahrbarkeit mit Radmaschinen (auch mit Zusatzausrüstung) bis höchstens T-Klasse 3
  - die für das Zufällen in die Kranzone notwendige Mindestbaumlänge sowie die erforderliche Mindeststärke an der Zugriffsstelle des Aggregats.

Das in *Abbildung 3b* dargestellte, zweite Verfahrensbeispiel ist für den Einsatz unter vergleichbaren Bestandes- und Standortsbedingungen vorgesehen und lässt trotz geringeren Mechanisierungsgrads eine ähnliche Ökogrammbewertung erkennen.

Die Bewertung des Holzernteverfahrens in *Abb. 3b* ist wie folgt zu kommentieren:

 Der Einsatzbereich wird vorrangig von der Leistung des Arbeitspferdes bestimmt, die bei mittleren Vorrückentfer-

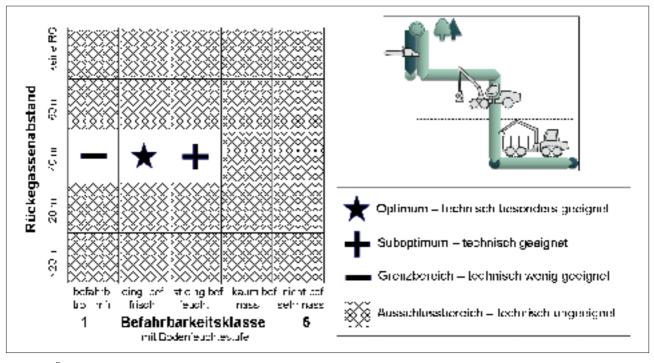


Abb. 3a: Ökogramm des fast vollmechanisierten Sortimentverfahrens "Radharvester (mit Moorbändern) + Radforwarder (mit Moorbändern) + Motormanuelles Zufällen in die Kranzone"

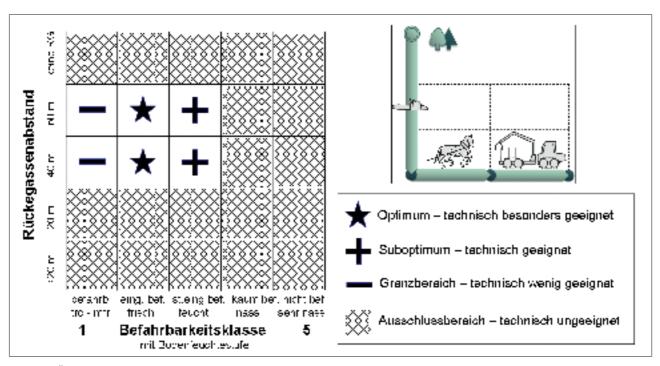


Abb. 3b: Ökogramm des teilmechanisierten Sortimentverfahrens "Motorsäge + Pferd + Radforwarder (mit Moorbändern)"

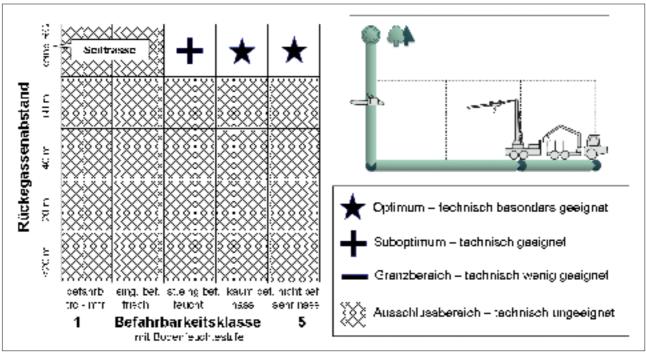


Abb. 3c: Ökogramm des hochmechanisierten Sortimentverfahrens "Motorsäge + Kurzstreckenseilkran + Radforwarder"

nungen von 20-30 m bzw. bei Gassenabständen von 40-60 m erfahrungsgemäß einen Idealwert erreicht.

- Die Eignungsabstufung wird vorrangig von der feuchteabhängigen, technischen Befahrbarkeit für den Radforwarder mit Moorbändern, aber auch von der technischen Begehbarkeit für das Arbeitspferd bestimmt.
- Die Einsatzgrenzen des Verfahrens werden bestimmt durch
  - die Leistungsüberlegenheit von Arbeitsmitteln mit Kran bei einem Gassenabstand ≤ 20 m
  - die deutlich verringerte Vorrückeleistung des Arbeitspferdes bei Erweiterung des Gassenabstands > 60 m
- den tierschutzgerechten Einsatz des Arbeitspferdes nur bei ausreichender Bodentragfähigkeit bis höchstens T-Klasse 3
  - die technische Befahrbarkeit mit Radmaschinen (auch mit Zusatzausrüstung) bis höchstens T-Klasse 3
  - die bessere technische Eignung von Radmaschinen ohne Moorbänder auf uneingeschränkt befahrbaren Standorten (T-Klasse 1).

Das dritte Verfahrensbeispiel verzichtet auf den Einsatz bodengebundener Rückemittel und benötigt daher keine Feinerschließung mit Rückegassen, sondern stattdessen eine Grunderschließung mit Waldstraße oder Maschinenweg zur sicheren Aufstellung und schnellen Umsetzung eines mobilen Kurzstreckenseilkrans (Tragseillänge ca. 300 m) sowie einen Bestandesfeinaufschluss mit Seiltrassen im Abstand von ≥ 30 m.

Die Bewertung des speziell für Problemstandorte entwickelten Holzernteverfahrens in *Abb. 3c* ist wie folgt zu kommentieren:

- Das Verfahren kann v.a. im mittelstarken bis starken Laub- und Nadelholz eingesetzt werden.
- Der optimale Einsatzbereich für den Mobilseilkran im Flachland sind Standorte mit ganzjährig oder jahreszeitlich bzw. witterungsbedingt nicht ausreichender Bodentragfähigkeit (T-Klasse 4 und 5).
- Die Einsatzgrenzen werden v. a. durch die Überlegenheit bodengebundener Arbeitsmittel bei technisch ausreichender Bodentragfähigkeit (T-Klasse 1–3) bestimmt.

#### 5. Verschneidung des Technogramms der Standortsklasse P3T4 mit den drei Verfahrensökogrammen

Ähnlich der Ableitung von standortsgerechten Bestandeszieltypen durch Vergleich von Standortskarte und Baumarteneignungstabellen im Rahmen der biologischen Produktionsplanung kann durch die Verschneidung des Technogramms einer forsttechnischen Standortsklasse mit den Ökogrammen verschiedener Holzernteverfahren die

standörtlich und technisch bestgeeignete Lösung ermittelt werden.

Die Abbildung 4 zeigt die Verschneidung des Technogramms der technischen Standortsklasse P3T4 mit den Ökogrammen der drei ausgewählten Holzernteverfahren und veranschaulicht das Prinzip der kombinierten, standörtlich-technischen Verfahrensbewertung. Durch einfache Entschlüsselung der verwendeten Symbole werden sowohl das Bewertungsergebnis als auch die Eignungsrangfolge der Verfahren offensichtlich. Die dicke blaue Umrandung kennzeichnet die mit dem Verfahren jeweils erreichbare, standörtlich-technische Optimalität.

Das Holzernteverfahren 1 "Radharvester (mit Moorbändern) + Radforwarder (mit Moorbändern) + Motormanuelles Zufällen in die Kronzone" ist auf mineralischen Nass-Standorten (NK1, NR1) mit Gassenabstand 40 m nur bei Trockenheit technisch geeignet. Bei konsequenter Einhaltung der zeitlichen Befahrungseinschränkung und der Verwendung von Moorbändern zur Gassenschonung ist das Verfahren nicht nur zertifizierungskonform, sondern auch bodenökologisch verträglich einsetzbar.

Das Holzernteverfahren 2 "Motorsäge + Pferd + Radforwarder (mit Moorbändern)" ist auf mineralischen Nass-Standorten (NK1, NR1) in Trockenperioden bei Gassenabstand 40 m oder 60 m gleichermaßen technisch geeignet und bei Einhaltung der zeitlichen Einschränkung zertifizierungskonform einsetzbar. Durch die Erweiterung des

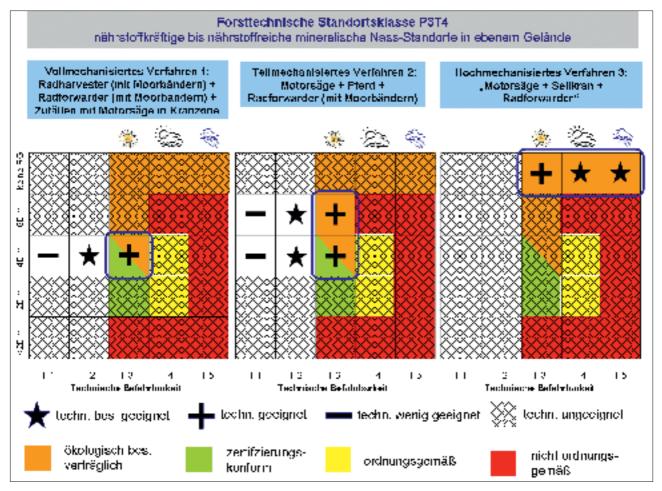


Abb. 4: Verschneidung des Technogramms der technischen Standortsklasse P3T4 mit den drei Verfahrensökogrammen

Gassenabstands von 40 m auf 60 m kann die bestmögliche **bodenökologische Verträglichkeit** erreicht werden.

Im Ergebnis der Vergleichsprüfung ist das Holzernteverfahren 3 "Motorsäge + Seilkran + Radforwarder" für mineralische Nass-Standorte (NK1, NR1) sowohl das technische als auch das ökologische Bestverfahren. Durch den Verzicht auf eine bodengebundene Holzrückung sind keine jahreszeitlichen oder witterungsbedingten Einschränkungen zu beachten, wodurch ein zusätzlicher arbeitsorganisatorischer und logistischer Vorteil erreicht wird.

#### 6. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

Beim Einsatz moderner Holzerntetechnik ist der forstliche Standort – mithin unser wichtigstes betriebliches Naturkapital – stärker bei der Verfahrenswahl zu berücksichtigen, um die langfristige Nachhaltigkeit nicht zu leichtfertig zu Gunsten kurzfristiger Wirtschaftlichkeit aufs Spiel zu setzen.

Bodengebundene, vollmechanisierte Holzernteverfahren haben klare standörtliche und technische Einsatzgrenzen, deren Überschreitung nicht "ohne Spuren" und auch nicht ohne langfristige bodenökologische Folgen bleibt. Auch der mit der öffentlichen Wahrnehmung von Bodenschäden häufig verbundene Vorwurf unzureichender forstlicher Bewirtschaftungskompetenz ist durchaus ernst zu nehmen.

Ob ein auf ca. 16 m breite Gassenzwischenfelder beschränkter Waldbau tatsächlich mit den Ansprüchen und Zielen einer naturnahen Waldbewirtschaftung in Einklang gebracht werden kann, wird nicht nur von einigen forstlichen Fundamentalisten oder Vertretern von Naturschutzverbänden, sondern zunehmend auch von einer waldinteressierten Öffentlichkeit kritisch hinterfragt. Daher sollte der Wahl bestandes- und standortsangepasster Arbeitsverfahren bei der praktischen Ausführung des naturnahen Waldbaus mehr Beachtung geschenkt werden.

Mit dem vorgestellten Modell zur kombinierten standörtlichtechnischen Verfahrensbewertung kann der vorsorgende Bodenschutz für jede denkbare Einsatzsituation operationalisiert werden. In Abhängigkeit von der gewählten Vorsorgestufe (Mindestvorsorge, Erhöhte Vorsorge, Spezielle Vorsorge) kann im Rahmen der technischen Produktionsplanung für jeden Bestand eine Auswahl an standörtlich und technisch geeigneten Verfahren bestimmt werden. Die möglichen Folgen ungünstiger Witterung für den Einsatz bodengebundener Holzernteverfahren sind für jeden Standort im Voraus erkennbar, so dass Befahrungsschäden vermieden oder das Bodenschadensrisiko zumindest verringert werden kann.

Die Arbeitsgruppe Holzernteverfahren hat für die in Brandenburg vorherrschenden Einsatzbedingungen ca. 50 Holzernteverfahrensvarianten beschrieben und in Ökogrammform bewertet. Zur Unterstützung und Erleichterung der forsttechnischen Verfahrenswahl wurde eine programmgestützte Entscheidungshilfe erstellt, die den Mitarbeitern des Landesforstbetriebs im Rahmen eines Pilotprojektes 2011 testweise zur Verfügung gestellt wird.

In öffentlichen Forstbetrieben werden mechanisierte Holzerntearbeiten regelmäßig im Rahmen von Ausschreibungen an Forstunternehmer vergeben. Neben dem Pro-

blem der leistungsgerechten Preisfindung ergeben sich zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer häufig Kontroversen über unzureichende Informationen zu "Risiken und Nebenwirkungen", die insbesondere auf befahrungskritischen Standorten neben technischem und organisatorischem Mehraufwand auch erhebliche Bodenschäden zur Folge haben können.

Bei der Ausschreibung von Holzerntearbeiten müssen daher alle technisch relevanten Bestandes- und Standortsbedingungen sowie witterungsabhängige Befahrungseinschränkungen offenbart werden, damit ein Forstunternehmer geeignete Verfahrenslösungen anbieten kann. Wahlweise kann der forsttechnisch kompetente Auftraggeber in Kenntnis der Einsatzbedingungen die standörtlich und technisch geeigneten Holzernteverfahren selbst ermitteln und sich für die möglichen Verfahrensalternativen Kostenangebote erstellen lassen.

Die hohen Systemkosten moderner Holzerntemaschinen verleiten dazu bei deren Einsatz einseitig produktivitätsund kostenorientiert zu optimieren und Zusatzkosten für Bodenschonung und Umweltverträglichkeit möglichst zu vermeiden oder diese einem anderen Kostenträger anzulasten

Die Mehrkosten einer schadensverringernden, bodenschonenden Holzernte hat der Waldbesitzer zu tragen und nicht der beauftragte Forstunternehmer oder "die Gesellschaft". Die Sanierungskosten zur Wiederherstellung der technischen Befahrbarkeit des Feinerschließungssystems bei fahrlässiger Gassenüberlastung oder bei fehlerhaftem Einsatz technisch ungeeigneter Verfahren sind in das Wirtschaftlichkeitskalkül von Holzerntemaßnahmen zu integrieren.

Trotz fehlender rechtlicher Präzisierung ist jeder Waldbesitzer im Rahmen ordnungsgemäßer Forstwirtschaft zur Bodenschutzmindestvorsorge gesetzlich verpflichtet. Mit Hilfe des Technogramms wird die rechtlich geforderte Bodenpfleglichkeit beim Forsttechnikeinsatz standortsindividuell soweit präzisierbar, dass ordnungsgemäße von nicht mehr ordnungsgemäßen Praktiken unterschieden werden können. Im Zuge der forstlichen Offizialberatung ist die Einhaltung ordnungsgemäßer Praktiken beim Einsatz von Holzerntetechnik zu überwachen und vom Waldbesitzer bei Bedarf einzufordern. Hierzu muss der Hoheitsförster forsttechnische Beratungskompetenz besitzen und standortsgerechte Verfahrensvarianten empfehlen können.

#### 7. Literatur

[1] ERLER, J.,

Was kostet die Rückegasse, AFZ Der Wald 60 (2005), S. 297-301

[2] STAATSBETRIEB SACHSENFORST (Hrsg.), Richtlinie Holzerntetechnologien (2006)

[3] ELLENBERG, H.,

Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 4. Aufl. (1986)

## Kleinprivatwald im Fokus – Testbetriebsnetz Forst Brandenburg (TBN Forst-BB): Stand und Ausblick

CONRAD SCHOLZ

#### 1 Einleitung

Von den rund 1,1 Millionen Hektar Wald in Brandenburg befinden sich derzeit 57 % in privater Hand – das entspricht einer Fläche von 625.926 ha. Zwei Drittel der Privatwaldfläche gehören Waldbesitzern, die jeweils weniger als 200 Hektar Wald besitzen.

Während es zu den großen Waldbesitzern statistische Informationen aus dem Testbetriebsnetz des Bundes gibt, existiert über die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und den Kleinprivatwald (Waldbesitzgrößen kleiner als 200 Hektar) kaum gesichertes Wissen. Um auch diesen Wald u.a. in seiner Bedeutung als Wirtschaftsfaktor im ländlichen Raum angemessen berücksichtigen zu können, werden statistische Informationen benötigt. Sie dienen u.a.:

- gezielten Analysen für agrarpolitische Maßnahmen
- Berichterstattungen im politischen Raum
- Informationen für die Öffentlichkeit
- Forschung und Lehre

und damit der Unterstützung der Aufgabenerfüllung entsprechend dem Waldgesetz des Landes Brandenburg, § 30 Absatz 4. Dieser sieht die periodische Unterrichtung des Landtages über die Lage der Forstwirtschaft vor. Mit dem Testbetriebsnetz für die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und für den Kleinprivatwald werden landesweit einheitlich organisatorische, betriebswirtschaftliche und sozioökonomische Daten erhoben. Mit seinem Aufbau wurde im Jahr 2007 begonnen. Zu den Befragungsinhalten stimmte sich die Landesforstverwaltung Brandenburg ab mit:

- dem Waldbesitzerverband
- dem Waldbauernverband
- dem Forstausschuss beim MLUV
- mit Vertretern des brandenburgischen Landtages.

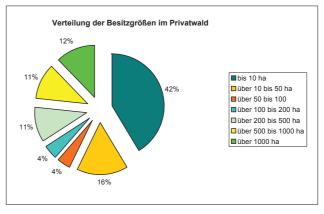


Abb. 1: Verteilung der Besitzgrößen im Privatwald

Erhoben werden unter anderem Informationen zu Holzernte, Holzverkauf, Aufwand, Nutzungsbeschränkungen und zur Einschätzung der Lage der Forstwirtschaft. Alle erhobenen Daten werden anonymisiert verarbeitet. Die Datenerhebung erfolgt einmal jährlich jeweils mit einem separaten Fragebogen. Dieser umfasst 4 DIN A4 Seiten und ist mit einem Zeitaufwand von ca. 2 Stunden ausfüllbar. Die Teilnahme ist freiwillig. Für die Datenlieferung wird eine Ausfüllprämie in Höhe von zurzeit 30 Euro gewährt.

Bundesweit gibt es derzeit wenige systematische Erhebungen zum Kleinprivatwald und den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen.

Neben dem Land Brandenburg werden noch in den Ländern Baden-Württemberg, Bayern und Niedersachsen Erhebungen zum Kleinprivatwald bzw. zu den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen durchgeführt. Testbetriebsnetze im eigentlichen Sinn werden nur in Baden-Württemberg und in Brandenburg betrieben. Mit der gemeinsamen Betrachtung der Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und des Kleinprivatwaldes hat das TBN Forst-BB bundesweit ein Alleinstellungsmerkmal.

Land/Gebiet	Waldeigentumskategorie	Bemerkungen
Baden-Württemberg	Kleinprivatwald (5-200 ha)	<ul><li>seit Ende der sechziger Jahre</li><li>ca. 160 Teilnehmer</li></ul>
Bayern	Kleinprivatwald (bis 200 ha)	<ul> <li>seit 4 Jahren Erhebungen zur Holzstatistik mit 2–3</li> <li>Zusatzfragen (ca. 950 aktive Teilnehmer)</li> </ul>
Brandenburg	Kleinprivatwald (bis 200 ha) Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse	<ul> <li>seit 2007 getrennte Erhebungen</li> <li>225 Einzelwaldbesitzer</li> <li>43 Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse</li> </ul>
Niedersachsen	Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse	– Erhebungen zur Holzstatistik

Tab. 1: Bundesländer, die Erhebungen im Kleinprivatwald und in den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen durchführen

## 2 Ergebnisse Einzelwaldbesitz (EWB) 2007–2009

#### 2.1 Allgemeine Fragen

Der Anteil der Teilnehmer, die 65 Jahre und älter sind, beträgt 25 %. Im so genannten grünen Bereich üben ca. 40 % eine Tätigkeit aus bzw. sind in diesem beruflich ausgebildet. Mit 61% haben mehr als die Hälfte der Waldbesitzer ihren Hauptwohnsitz fünf Kilometer oder weniger von ihrem Waldeigentum entfernt. Darüber hinaus haben 77 % landwirtschaftlichen Besitz, der von 21 % selbst bewirtschaftet wird. Der Anteil der Verpachtung ist mit 2% gering. Das Interesse am Waldkauf überwiegt deutlich gegenüber der Absicht, seinen Wald zu verkaufen. Der Zertifizierungsgrad ist mit 3 % gering. In einer Forstbetriebsgemeinschaft sind 36 % und in einem Waldbesitzerverband 16 % der Teilnehmer organisiert. Forstwirtschaftliche Weiterbildungen wurden von 23 % und landwirtschaftliche Weiterbildungen von 2% wahrgenommen. Die forstfachliche Leitung bei der Bewirtschaftung ihres Eigentums nehmen ca. die Hälfte der Waldbesitzer und ihre Familien selbst wahr. Der Einkommensanteil aus der Waldbewirtschaftung am Gesamteinkommen liegt überwiegend zwischen 0-25%. Forstliche Maßnahmen führten im Jahr 2009 ca. 52 % durch - dies entspricht auch der Größenordnung in den Jahren 2007 und 2008. Das Jahr 2009 war durch folgende Rahmenbedingungen gekennzeichnet: 225 Teilnehmer, 4.600 ha Teilnehmerfläche und einem Holzeinschlag von 17.000 fm.

#### 2.2 Aufwand

In Abb.2 sind die Entwicklungen zu den prozentualen Anteilen der Aufwandsarten am finanziellen Gesamtaufwand dargestellt. Insgesamt ist es so, dass bei den Aufwandsarten Erholung/Schutz, Verwaltung, forstfachliche Betreuung, Jagd/Fischerei die geringsten Aufwände in allen 3

Berichtsjahren anfielen. Ein gleichbleibender hoher Anteil ist beim sonstigen Aufwand zu verzeichnen – dieser ist auf die finanzielle Belastung durch Gebühren und Abgaben zurückzuführen. Bis auf den Wegebau und der Bestandeserziehung waren im Jahr 2009 gegenüber den Jahren 2008 und 2007 geringere Aktivitäten in allen Aufwandsarten zu verzeichnen. Der Anteil des Aufwandes bei der Bestandesgründung reduzierte sich im Jahr 2009 gegenüber den Berichtsjahren 2008 und 2007 spürbar.

#### 2.3 Holzeinschlag und Einnahmen

Der Gesamtholzeinschlag hatte im Jahr 2009 einen Umfang von 17.000 fm. Der Anteil der Kiefer am Gesamteinschlag beträgt ca. 80 %. Der durchschnittliche Holzeinschlag sank im Zeitraum von 2007 bis 2009 von 6,3 bzw. 6,6 Festmeter/Jahr/Hektar auf 3,6. Der Anteil der Selbstwerbung am Holzeinschlag war durch Schwankungen gekennzeichnet (2007: 47 %, 2008: 66 %, 2009: 52 %).Der Eigenverbrauch stieg im Jahr 2009 auf 21 % an (2007: 9 %, 2008: 8 %). Im Wesentlichen bezog sich dieser auf die Werbung von Brennholz.

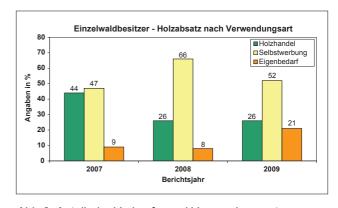


Abb. 3: Anteil der Verkaufs- und Verwendungsarten am Gesamtholzeinschlag in %

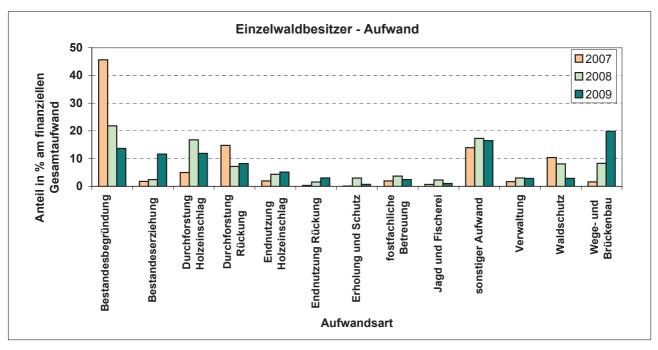


Abb. 2: Prozentualer Anteil der Aufwandarten am finanziellen Gesamtaufwand

Der Anteil der Einnahmen aus dem Holzverkauf liegt zwischen 90 und 95 % der Gesamteinnahmen. Einnahmen durch weitere Leistungen spielen daher eine untergeordnete Rolle. Die Verkaufserlöse waren in den Jahren 2008 und 2009 gegenüber dem Jahr 2007 deutlich geringer.

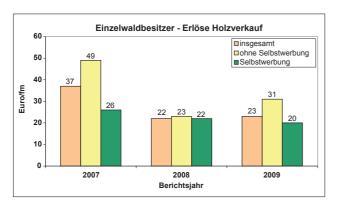


Abb. 4: Entwicklung der Verkaufserlöse (Euro/fm)

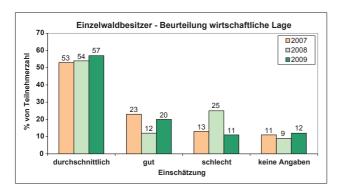


Abb. 5: Beurteilung der wirtschaftlichen Lage der Forstwirtschaft

Das Betriebsergebnis war in allen drei Berichtsjahren positiv. Der Reinertrag reduzierte sich von 89 Euro/Hektar im Jahr 2008 auf 9 Euro/Hektar im Jahr 2009.

#### 2.4 Einschätzungen

Die wirtschaftliche Lage der Forstwirtschaft (*Abb. 5*) beurteilt in den 3 Berichtsjahren mehr als die Hälfte der Waldbesitzer als durchschnittlich. Schwankungen beim Prädikat gut und schlecht sind besonders zum Zeitpunkt der Abfrage zum Berichtsjahr 2008 zu verzeichnen.

## 3 Ergebnisse Forstwirtschaftlicher Zusammenschlüsse (FBG) 2007–2009

#### 3.1 Allgemeine Angaben

Forstwirtschaftliche Weiterbildungen wurden im Jahr 2009 von 32% der Vorstände der teilnehmenden Forstbetriebsgemeinschaften wahrgenommen. Diese bezogen sich neben den Angeboten der Landesforstverwaltung und Holzvermarktung vorrangig auf Themen wie Waldbau, Waldschutz, Wegebau und Angebote der Waldbauernschule (Änderungen gegenüber den Vorjahren + 10%). Zirka 24 % der FBGn bewirtschaften die Mitgliedsflächen parzellenübergreifend. In einer Forstwirtschaftlichen Vereinigung sind 22 % und in einem Waldbesitzerverband sind 44 % der FBGn organisiert. Der Zertifizierungsgrad beträgt 7%. Die forstfachliche Leitung wurde im Jahr 2009 zur Hälfte von den FBGn in ehrenamtlicher Arbeit realisiert. Im Berichtsjahr 2009 führten 80% der Forstbetriebsgemeinschaften forstliche Maßnahmen durch, gegenüber den Vorjahren bedeutet diese einen leichten Anstieg.

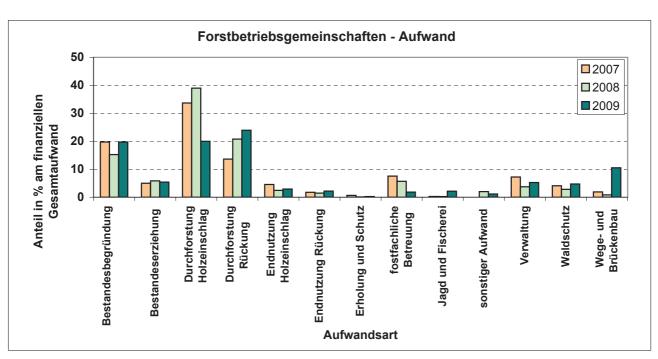


Abb. 6: Prozentualer Anteil der Aufwandsarten am finanziellen Gesamtaufwand

#### 3.2 Aufwand

Im Bereich der Bestandesbegründung und der Holzwerbung werden die höchsten Anteile am Gesamtaufwand (*Abb.* 6) realisiert. Die Aufwände bei der Bestandeserziehung, beim Waldschutz, der Verwaltung und der forstfachlichen Betreuung waren im Zeitraum von 2007 bis 2009 relativ konstant. Im Jahr 2009 wurde im Vergleich zu den Vorjahren mehr in den Wege- und Brückenbau investiert. Die geringsten Aufwände fielen in den Aufwandsarten Erholung und Schutz, sonstiger Aufwand und Jagd/Fischerei an.

#### 3.3 Holzeinschlag und Einnahmen

Der Gesamtholzeinschlag betrug im Jahr 2009 103.141 fm. Der Anteil der Kiefer beträgt 74%. Im Jahr 2009 sank gegenüber den Jahren 2008 und 2007 der durchschnittliche Holzeinschlag um 0,6 bzw. 1,2 fm/Jahr/ha.

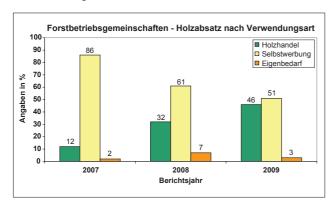


Abb. 7: Anteil der Verkaufs- und Verwendungsarten am Holzeinschlag in %

Der Anteil der Selbstwerbung sank in den drei Berichtsjahren um 36 %.

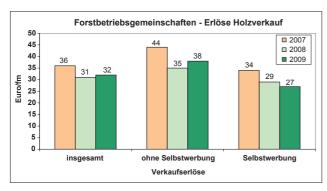


Abb. 8: Entwicklung der Verkaufserlöse (Euro/fm)

In den Jahren 2007 und 2008 hatte die Selbstwerbung einen Anteil von 86% bzw. 61%, dieser verminderte sich im Jahr 2009 auf 50%. Im Gegenzug steigerte sich im Zeitraum von 2007 bis 2009 der Anteil des Holzhandels von 12 auf 46%. Die Verkaufserlöse ohne Selbstwerbung schwankten in den drei Berichtsjahren zwischen 44 und 38 Euro/fm.

Der Anteil der Einnahmen aus dem Holzverkauf liegt zwischen 97% und 99% der Gesamteinnahmen. Das Be-

triebsergebnis war in allen drei Berichtsjahren positiv. Der Reinertrag reduzierte sich von 49 Euro/Hektar im Jahr 2008 auf 31 Euro/Hektar im Jahr 2009.

#### 3.4 Einschätzungen

Die Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der Forstwirtschaft reflektiert über alle Berichtsjahre hinweg eine positive Sichtweise.

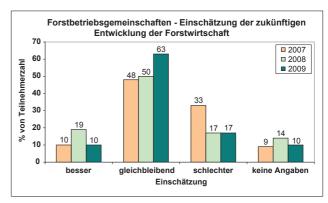


Abb. 9: Einschätzung der zukünftigen Entwicklung der Forstwirtschaft

#### 4. Zusammenfassung und Ausblick

Bei den allgemeinen Aussagen gab es im Jahr 2009 gegenüber den Vorjahren keine gravierenden Änderungen. Bei beiden Teilnehmerkategorien liegen folgende Übereinstimmungen vor. Die Aufwände für Erholung und Schutz, Jagd und Fischerei sind sehr gering. Die sonstigen Einnahmen und die aus Gestattungen, Erholung, Jagd und Fischerei spielen bei beiden Teilnehmerkategorien eine untergeordnete Rolle. Im Jahr 2009 war eine steigende Tendenz bei der Realisierung von Wegebaumaßnahmen zu verzeichnen.

Die Einschätzungen zur wirtschaftlichen Lage und zur zukünftigen Entwicklung der Forstwirtschaft sind optimistisch. Gegenüber den Jahren 2007 und 2008 reduzierte sich im Jahr 2009 in beiden Teilnehmerkategorien der Holzeinschlag.

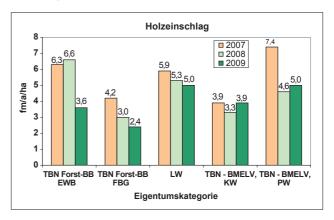


Abb. 10: Vergleich des durchschnittlichen Holzeinschlages (fm/a/ha) innerhalb des TBN Forst-BB mit dem LW und dem TBN des BMELV im Land Brandenburg

Insgesamt war bei einem positiven Betriebsergebnis ein erheblicher Rückgang des Reinertrages/ha zu verzeichnen. Gleiche Erscheinungen sind beim Testbetriebsnetz (TBN) des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Land Brandenburg zu verzeichnen.

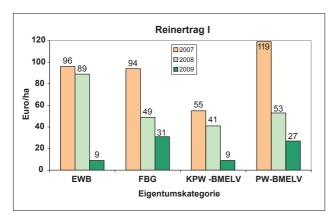


Abb. 11: Gegenüberstellung der Reinerträge (Euro/ha) ohne Subventionen innerhalb des TBN Forst-BB mit dem TBN des BMELV im Land Brandenburg

Die vorliegenden Ergebnisse bilden eine wichtige Grundlage für Vergleiche mit weiteren Erhebungen und für das betriebswirtschaftliche Monitoring im Privatwald. Die vorliegenden Kennzahlen spiegeln u.a. die Nutzungs- und Bewirtschaftungsintensität sowie die Kosten- und Einnahmenverhältnisse wider. Die Auswertungen zu den allgemeinen Fragen liefern wichtige Informationen zum Organisationsund Zertifizierungsgrad und zur Eigentümerbindung. Das "Instrument" TBN Forst-BB stellt wichtiges Grundlagenwissen für den Kleinprivatwald und die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse bereit. Eine grundlegende Vorraussetzung für Vergleiche mit weiteren Erhebungen sind konstante bzw. steigende Teilnehmerzahlen. Die Evaluierung der Befragungsinhalte bildet zukünftig einen wichtigen Arbeitsschwerpunkt. Entsprechende Befragungen werden daher

zusätzlich Inhalt der Erhebungen zum Berichtsjahr 2010 sein. Detailliertere Aussagen sind in den Ergebnisdarstellungen für die Teilnehmer enthalten, die im Zusammenhang mit der Datenerhebung zum Berichtsjahr 2010 am Ende des II. Quartals 2011 an die Teilnehmer/innen verschickt werden. Je mehr Kleinprivatwaldbesitzer und Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse sich am Testbetriebsnetz beteiligen, desto sicherere Aussagen können zu den Verhältnissen in diesem für Brandenburg wichtigen Sektor der Forstwirtschaft abgeleitet werden. Weitere Teilnehmer sind willkommen.

#### Literatur

SPINNER, K., THODE, H., und SETZER, F. (2006):

Abschlussbericht zum Projekt "Entwicklung eines Konzeptes für ein Testbetriebsnetz für die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und den Kleinprivatwald im Land Brandenburg". Projektlaufzeit Mai 2006 bis November 2006. Auftraggeber Landesforstanstalt Eberswalde FB 3 Planung/Betriebswirtschaft.

Waldflächennachweis (WFN),

Stand 31.12.2010, Berichtsjahr 2010, Auswertung der Meldung der ehemaligen Betriebsteile (BT) des Landesbetriebes Forst Brandenburg durch das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde.

HARTEBRODT, C. (2011):

Übersicht zu den Testbetriebsnetzbetreibern in der Bundesrepublik Deutschland. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg in Freiburg.

Keil, G. (2010):

Ergebnisse zum BMELV-Testbetriebsnetz Forstwirtschaft der Jahre 2003 bis 2009 im Land Brandenburg für den Landes-, Privat- und Körperschaftswald. Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde FB 3 Planung und Betriebswirtschaft.

## Waldbau ökologisch – Die Bewirtschaftung der Traubeneiche auf Basis ökologischer Wuchsmodelle

MATTHIAS NOACK

#### 1. Einleitung

Die aktuelle Waldfläche des Nordostdeutschen Tieflandes und ihre Baumartenzusammensetzung weichen in erheblichem Maße vom potenziell-natürlichen Zustand ab. Infolge der regionalen Landnutzungs- und Forstwirtschaftsgeschichte sind gegenwärtig lediglich ca. 28% der fast vollständig waldfähigen Tieflandsfläche bewaldet (Anders u.a. 2002). Bei einem Natürlichkeitsgrad von nur 14 % dominiert auf über 70 % der Waldfläche die Gemeine Kiefer (potenziell-natürlicher Waldflächenanteil 8,0%). Im Gegenzug erlitt insbesondere die Trauben-Eiche, deren potenziell-natürlicher Flächenanteil an der aktuellen Waldbestockung 25,0% beträgt (Hofmann 1996, 1997), erhebliche Verluste. Um ihren gegenwärtigen Waldflächenanteil von lediglich 1,0 % zielstrebig zu erhöhen, erfolgen seit 1990 großflächige Waldumbaumaßnahmen. Mehrere zehntausend Hektar mit in Kiefernbeständen vorangebauten Trauben-Eichen-Kulturen wachsen daher in den nächsten Jahren in die pflegerelevanten und somit kostenintensiven Wuchsklassen hinein.

Begleitet wird dieser langfristige Waldumbauprozess von einer Klima-, Boden- und Vegetationsdynamik, die

seit ca. 1970 zunehmend waldwachstumswirksam und dabei bislang hauptsächlich zuwachsfördernd ist. Ursächlich hierfür sind anthropogene Umweltveränderungen, zu denen neben dem seit der industriellen Revolution global angestiegenen CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre vor allem die sommerliche Temperaturerhöhung und der flächendeckende atmogene Nährstoffeintrag in Nordostdeutschland zählen (u. a. Hofmann & Heinsdorf 1990, Spiecker u. a. 1996, Pretzsch 1999, Gerstengarbe u. a. 2003).

Bei vorsichtiger Interpretation der in Abbildung 1 dargestellten und auf einen Zuwachsanstieg zurückzuführenden Bonitäts-Trendänderungen langfristiger Versuchsflächen um 1970 wird dieser komplexe Sachverhalt auch für die Trauben-Eiche im Nordostdeutschen Tiefland bestätigt.

Für die forstliche Wissenschaft erwächst aus diesem voranschreitenden ökologischen Wandel die Verpflichtung, interdisziplinär fundierte und zugleich praxisrelevante Handlungsgrundlagen sowie Entscheidungshilfen für die nachhaltige Entwicklung zukunftsgerechter Waldstrukturen zu entwickeln. Die stochastischen Gesetzmäßigkeiten zum Wachstum und zur Entwicklung potenziell Zukunftswald bildender Baumarten sind in Abhängigkeit von Standort und waldbaulicher Behandlung aufzudecken und zuverlässig

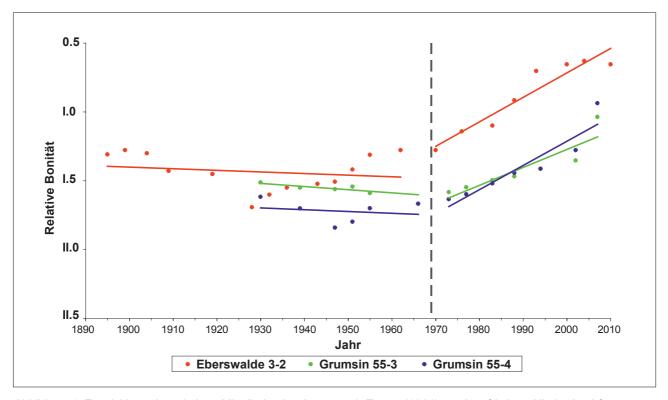


Abbildung 1: Entwicklung der relativen Mittelhöhenbonitäten nach Erteld (1961) von langfristigen Niederdurchforstungs-Trauben-Eichen-Versuchen

vom Zufallsereignis zu trennen. Für die sichere Praxisanwendung müssen die ökosystemaren Leitprozesse des Waldwachstums analysiert, modelliert und fortlaufend evaluiert werden.

Im Vergleich zur Gemeinen Kiefer, Gemeinen Fichte und Rot-Buche weist die Trauben-Eiche das geringste allgemeine Ertragsniveau auf. Hingegen vermag sie von unseren Hauptbaumarten die wertvollsten Holzqualitäten zu bilden. Zur Erlangung wirtschaftlich lukrativer Dimensionen und Qualitäten sind jedoch relativ lange Produktionszeiträume und eine kontinuierliche waldbauliche Begleitung erforderlich.

Waldbaukonzeption und Forsteinrichtung zur Bewirtschaftung der Trauben-Eiche in Nordostdeutschland basieren gegenwärtig noch auf dem Bestandeswachstumsund Entwicklungsmodell "Eiche (Hochdurchforstung)" von Erteld (1961). Voruntersuchungen belegten, dass dieses Modell weder das aktuelle Höhen- noch Dickenwachstum der Eiche hinreichend genau abbildet (siehe Abbildung 2).

Darüber hinaus sind seine wissenschaftliche Eignung und forstpraktische Anwendbarkeit nach Ablauf eines halben Jahrhunderts kritisch zu bewerten. Den mittlerweile gesicherten Unterschieden hinsichtlich des chorologischen und vegetationskundlichen Verhaltens von Stiel- und Trauben-Eiche (Sca-MONI 1960, 1969, HOFMANN 2001, HOFMANN & POMMER 2005) sowie den daraus resultierenden Abweichungen bezüglich Wachstumsgeschwindigkeit und Entwicklungsdynamik beider Baumarten (Muchin 2004) trägt das undifferenzierte Modell nicht mehr Rechung. Entstehungsbedingt repräsentiert es auch den seit 1970 wachstumswirksamen Standortwandel nicht und ist aus heutiger Sicht nur unbefriedigend standortökologisch fundiert. Das fehlende, heutzutage jedoch allgemein übliche Alters-Oberhöhen-Modell als primäre Einordnungsbeziehung zur alters- und standortabhängigen Leistungsbestimmung erschwert den praktischen Einsatz und mindert somit die Arbeitspräzision. Befördert wird diese Erscheinung durch die rechnerische Verschiebung bei der Mittelhöhenbestimmung in zumindest temporär zweischichtigen. weil hochdurchforstungsartig bewirtschafteten Beständen.

Zielstellung des im Zeitraum von 2006 bis 2010 bearbeiteten Forschungsvorhabens am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde war deshalb die Entwicklung standortökologisch-biomathematisch fundierter Wachstumsmodelle speziell für die Trauben-Eiche sowie weiterer praxisrele-

vanter Entscheidungsgrundlagen. Gesamtheitlich sollen sie das waldkundliche Fundament für eine nachhaltige Bewirtschaftung von Trauben-Eichen-Ökosystemtypen als Bewirtschaftungseinheiten dieser potenziell-natürlichen Hauptbaumart im Nordostdeutschen Tiefland bilden.

#### 2. Material und Methoden

Die Bearbeitung des Forschungsproblems erfolgte nach dem Prinzip der transdisziplinären Waldkundeforschung. Dazu dienten intensive boden-, standorts-, vegetations- und waldwachstumskundliche Primärdatenerhebungen auf insgesamt 208 langfristigen Versuchs- und einmaligen Probeflächen (siehe Abbildung 3), die gezielt auf dem artspezifischen Standortspektrum der Trauben-Eiche platziert wurden. Dabei handelt es sich um grundwasserferne Böden ärmerer, mittlerer oder kräftiger Nährkraftausstattung im Jahresniederschlagsbereich von weniger als 600 mm.

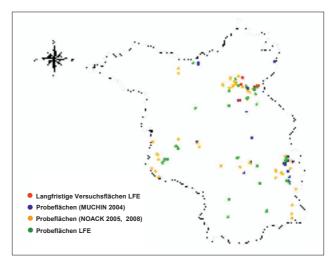


Abbildung 3: Lage der bearbeiteten Versuchs- und Probeflächen im Land Brandenburg

Die integrative Nutzung von Probe- und Versuchsflächen zielte darauf ab, durch ein räumliches Nebeneinander das zeitliche Nacheinander interessierender Wachstumsgrößen rekonstruieren (Kombiniertes Progressiv- und Simultan-Verfahren nach Thomasius 1963) und biomathematisch quantifizieren zu können.

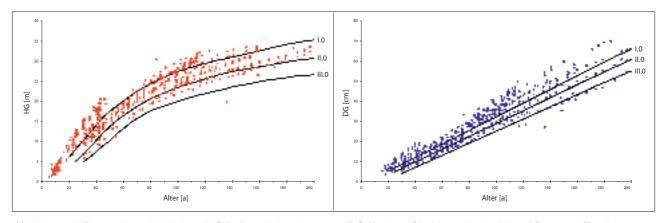


Abbildung 2: Bestandesmittelhöhen HG [m] und -durchmesser DG [cm] mäßig bis stark hochdurchforsteter Trauben-Eichenbestände von Versuchs- und Probeflächen in den Bonitierungsfächern von Erteld (1961)

Der Untersuchung liegt das Durchforstungsmodell "starke Hochdurchforstung" zugrunde. Hierbei erfolgt nach jugendlichem Dichtschluss und konseguenter Entnahme der schlechtesten Phänotypen (negatives Ausleseprinzip) unmittelbar zum Zeitpunkt der erstmaligen sicheren Trennbarkeit von führendem Haupt- und dienendem Nebenbestand ein konsequenter Übergang zur Positivauslese. Dabei werden die wertvollsten Auslesebäume aus dem Kollektiv der soziologischen Baumklassen 1 und 2 nach KRAFT (1884) kräftig selektiv begünstigt, ohne eine dauerhafte Kronenschlussunterbrechung zu bewirken. Aus Gründen einer erwünschten Schaft-, Boden- und Bestandesinnenklimapflege verbleiben alle lebensfähigen und die Auslesebäume nicht schädigenden beherrschten Bestandesglieder bis zum Unterbau im Bestand. Letzterer wird vorzugsweise mit Rot-Buche oder Hainbuche künstlich begründet, sobald absehbar ist, dass der Eichen-Nebenbestand seiner dienenden Funktion nicht mehr wirkungsvoll gerecht wird. Standortdifferenziert erstreckt sich dieser Zeitpunkt über die Altersklassen III bis IV.

Die Differenzierung aller untersuchten Einzelbäume nach ihrer Zugehörigkeit zum bestandesindividuellen Hauptoder Nebenbestand basiert hauptsächlich auf der einzelbaumweisen Diagnose zur soziologischen Baumklasse nach Kraft (1884). Dabei zählen die Baumklassen 1 bis 3 zum herrschenden Hauptbestand, die Baumklassen 4 bis 5 zum beherrschten Nebenbestand. Zur biometrischen Absicherung dieser Befunde wurden die empirischen Durchmesser-Häufigkeitsverteilungen auf Bimodalität und die mit Allometriegeraden beschriebenen Höhen-Durchmesser-Relationen auf Anstiegsänderungen ("Knicks") untersucht (siehe Abbildung 4).

Die Erfassung der Schaftqualitäten in erntefähigen Altbeständen basiert auf den Güteklassenkriterien der gesetzlichen Handelsklassensortierung für Rohholz des Landes Brandenburg.

Die Diagnose zur Haupt- und Lokalbodenform gemäß der ostdeutschen Standorterkundungsanleitung SEA 95 für alle untersuchten Eichenbestände beruht auf Informationen aus der flächendeckenden Standortskartierung im Land Brandenburg, von Profilwandansprachen in Bodengruben, von Tastgruben und von Bodenbohrungen.

Die Vegetationsaufnahmen gemäß dem System von Braun-Blanquet (1964) erfolgten im Juli der Jahre 2007 bis 2010 im Verbund mit einer Deckungsgradschätzung in Prozent. Zur Beschreibung des Standortweiserwertes der Flora

und zur Humusformdiagnose dienten die soziologisch-ökologischen Artengruppen nach Passarge & Hofmann (1964) bzw. Hofmann (2002).

Zusammenfassend wurden unter Berücksichtigung aller bereitgestellten ökologischen Informationen für jeden Bestand der aktuelle Ökosystemtyp gemäß HOFMANN (2001) sowie die potenziell-natürliche Vegetationsform gemäß HOFMANN & POMMER (2005) hergeleitet.

#### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Definition ökologischer Befundeinheiten

Die Nettoprimärproduktion an Pflanzentrockensubstanz der potenziell-natürlichen Waldvegetation beschreibt den Wirkungsgrad natürlicher Standortproduktivkräfte für die pflanzliche Stoffproduktion. Als integrierte ökologische Befundeinheit charakterisiert sie den gesetzmäßigen Naturzusammenhang zwischen der genetisch fixierten Produktionsfähigkeit von Naturpflanzen und den natürlichen Standortfaktoren im weitesten Sinne. Damit gestattet sie zuverlässige Produktivitätsvergleiche sowie Effizienzbewertungen waldbaulicher Maßnahmen hinsichtlich Biomasseproduktion und Ausnutzungsgrad natürlicher Gratisproduktivkräfte.

Für die potenziell-natürlichen Waldgesellschaften Nordostdeutschlands quantifizierte Hofmann (1985) das biotische Ertragspotenzial und stellte mit ca. 30% erhebliche Leistungsunterschiede zwischen dem natürlichen Rot-Buchen- und Trauben-Eichen-Areal fest (siehe Abbildung 5).

Auf der Grundlage dieser Erkenntnis und der ganzheitlichen Bewertung aller bereitgestellten ökosystemaren Bestandesinformationen wurden die bearbeiteten Versuchsund Probeflächen nach ihrer Zugehörigkeit zum natürlichen Rot-Buchen- bzw. Trauben-Eichen-Waldareal stratifiziert (siehe Abbildung 6).

Diese integrative Vorgehensweise berücksichtigt den gegenwärtigen waldkundlichen Kenntnisstand über die naturraumspezifischen Umweltbedingungen und Leistungsmerkmale des Waldwachstums und befördert wirkungsvoll die ökologisch fundierte Präzisierung der angestrebten Wachstumsmodellierung bzw. Entwicklungsanalyse.

Da den Trauben-Eichenbeständen im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal die endogene Fähigkeit zur

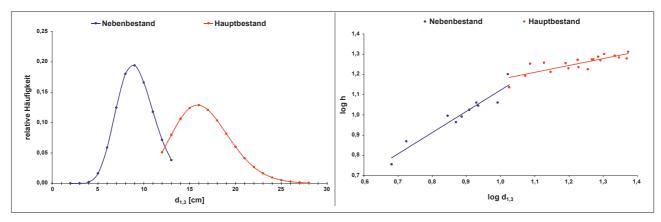


Abbildung 4: Biometrische Trennung von Haupt- und Nebenbestand mit Hilfe der Durchmesser-Häufigkeitsverteilung (links) und der Bestandeshöhenkurve (rechts)

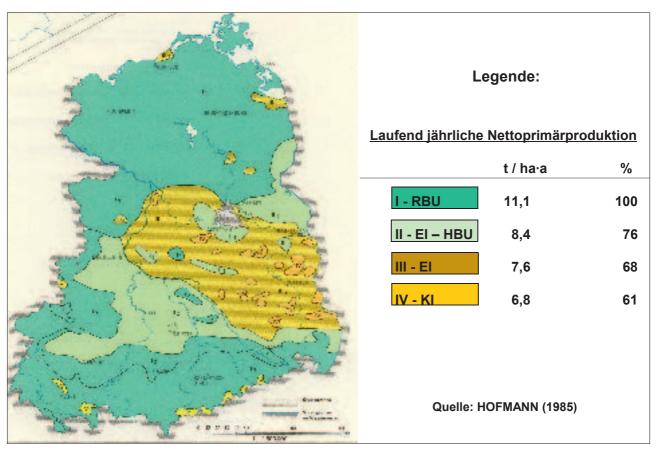


Abbildung 5: Laufend jährliche oberirdische Nettoprimärproduktion an Pflanzentrockenmasse in t pro ha und Jahr für die potenziell-natürlichen Rot-Buchen- [I], Eichen-Hainbuchen- [II], Eichen- [III] und Kiefernwälder [IV] des planaren Tieflandes

Selbstregulierung, Selbstregeneration und Eigenstabilisierung fehlt, Naturkräfte permanent auf ihre Ablösung einwirken und sie deshalb einer forstlichen Begleitung bedürfen, werden sie im folgendem Ergebnisbericht als "Forste" bezeichnet. Im potenziell-natürlichen Trauben-Eichen-Waldareal stockend, heißen sie "Wälder".

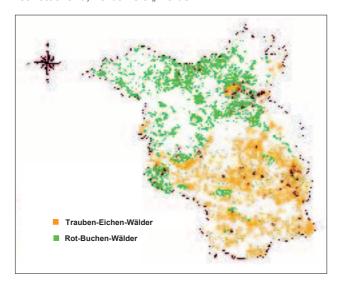


Abbildung 6: Verteilung der Probe- und Versuchsflächen im potenziell-natürlichen Rot-Buchen- bzw. Trauben-Eichen-Waldareal gemäß Hofmann & Pommer (2005)

## 3.2. Soziologische Differenzierung der Eichenbestände

Der sich im Zuge der soziologischen Bestandesdifferenzierung vom beherrschten Nebenbestand (Baumklassen 4 und 5) absetzende herrschende Hauptbestand ist Träger der potenziellen Auslesebäume (Baumklassen 1, evtl. 2). Damit stellt er das wirtschaftliche Rückgrat eines auf Wertholzproduktion ausgerichteten Eichenwaldbaus dar.

Als biologische Gratisleistung gewährleistet der in der

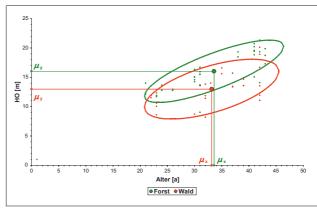


Abbildung 7: Stochastische Alters-Oberhöhen-Beziehung von Trauben-Eichenbeständen zum Zeitpunkt der erstmaligen Erkennbarkeit von Haupt- und Nebenbestand; nach Forsten und Wäldern differenzierte Primärdaten mit  $\alpha = 0,25$  - Konfidenzellipsen

Bestandesjugend allein von intraspezifischer Konkurrenz geleitete Selektionsprozess die selbsttätige Auslese der genetisch bedingt dominantesten und leistungsstärksten Individuen. Erst wenn diese sich nachhaltig vom zurückbleibenden Bestandeskollektiv absondern und somit sicher identifizierbar werden, lassen sich selektiv begünstigende waldbauliche Maßnahmen gezielt und somit kosteneffizient an den Auslesebäumen platzieren.

Zur Aufklärung dieses stochastischen und für den Übergang zum positiven Ausleseprinzip bei der Bestandespflege sehr bedeutungsvollen Naturzusammenhanges dienen die Konfidenzellipsen der Form (GEIGY 1980)

$$Y\mid x=\overline{y}+b_{y.x}\cdot\left(x_{_{i}}-\overline{x}\right)\pm s_{b_{y.x}}\cdot\sqrt{2\cdot\left(n+1\right)\cdot F_{\left(m_{1},m_{2},\alpha\right)}\cdot\frac{\sum\left(x_{_{i}}-\overline{x}\right)^{2}}{n}-\left(n-2\right)\cdot\left(x_{_{i}}-\overline{x}\right)^{2}}$$

in Abbildung 7. Für die Merkmale Alter (X) und Bestandesoberhöhe HO (Y) zum Zeitpunkt der erstmaligen sicheren Trennbarkeit von Haupt- und Nebenbestand auf den untersuchten Probe- und Versuchsflächen beschreiben sie bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha$ =0,25 die optimalen Abgrenzungsbereiche der nach Forsten und Wäldern differenzierten Grundgesamtheiten. Demzufolge kann mit einer 75 %igen Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Ellipsen die wahren Parameter  $\mu_x$  und  $\mu_y$  der beiden statistischen Einheiten umschließen. Damit markieren sie biometrisch fundiert die spezifischen Lageschwerpunkte der untersuchten Alters-Oberhöhen-Beziehungen.

Für die Ableitung des optimalen Übergangszeitpunktes vom negativen zum positiven Ausleseprinzip bedeutet dies, dass sich sowohl im natürlichen Rot-Buchen- als auch im Trauben-Eichen-Waldareal der führende Hauptbestand erst im Eichenalter von ~33 Jahren schwerpunktmäßig sicher identifizieren lässt. Die zu diesem Zeitpunkt mittleren Bestandesoberhöhen betragen standörtlich differenziert ~13 m (Wälder) bzw. ~16 m (Forste).

In Erwartung einer zunehmenden Hauptbestandes-Diagnosesicherheit kann daher empfohlen werden, bei Erreichung eines Oberhöhenniveaus von ~11 m (Wälder) bzw. ~14 m (Forste) zur selektiven Begünstigung der qualitativ hochwertigsten Bestandesglieder im führenden Hauptbestand überzugehen.

## 3.3. Waldwachstumskundliche Leitprozesse in den Eichenbeständen

Zur Beschreibung des ökosystemaren Waldwachstums wurden die zentralen Leitprozesse des Höhenwachstums in Abhängigkeit von der Zeit sowie der Stammzahlentwicklung in Abhängigkeit von der Höhe mit Hilfe der Bestandesoberhöhe nach Assmann (1961) quantifiziert. Als aussagekräftiger standörtlicher Leistungsweiser ist sie stabil gegenüber rechnerischen Verschiebungen und kann wegen der vorherrschenden soziologischen Stellung ihrer Repräsentativbäume im Bestand mit geringeren Höhenmessfehlern bestimmt werden.

Umfangreiche Eignungstests verschiedener Wachstumsfunktionen zur regressionsanalytischen Quantifizierung der Zufallsbeziehungen zwischen dem Eichenalter (X) und der Oberhöhe HO (Y) ergaben, dass die verzögerte logistische Funktion

$$y = f(x) = \frac{a}{1 + \left(\frac{b}{x}\right)^{c}}$$

sowohl die höchste Approximationsgüte als auch die besten Fehlereigenschaften beim formal-mathematischen Ausgleich der nach Forsten und Wäldern stratifizierten empirischen Punktewolken aufweist. Niveau und Trend der Kurven stimmen mit den statischen und dynamischen Primärdaten jeweils sehr gut überein.

Die durch Variation des Absolutgliedes a konstruierten Grenzbonitäten  ${\rm HO}_{100}$  in Abbildung 8 umschließen füllhornartig die standortspezifischen Schwerpunkte der Bestandesoberhöhenentwicklung gewissermaßen als "ökologische Fahrrinnen". Zweifelsfrei belegen sie wirtschaftlich relevante Höhenwachstumsunterschiede hinsichtlich Niveau und Dynamik zwischen Wäldern und Forsten. Neben einem rasanteren Jugendwachstum entwickeln Trauben-Eichen im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal (Forste) bis zum Alter 100 Jahre ein durchschnittlich um ~25 % stärkeres Oberhöhenwachstum als im Trauben-Eichen-Waldareal.

Die Verringerung der Stammzahl pro Flächeneinheit als weiterer primärer Bestandesentwicklungsprozess wird von den natürlichen Faktoren Zeit sowie intraspezifischer Konkurrenz und mit Beginn der waldbaulichen Pflegemaßnahmen zusätzlich von dem künstlichen Faktor der anthropogenen Konkurrenzregulierung gesteuert.

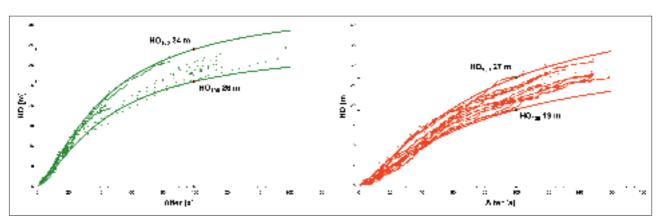


Abbildung 8: Stochastische Beziehung zwischen dem Alter [a] und der Bestandesoberhöhe nach Assmann (1961) HO [m]; nach Forsten (links) und Wäldern (rechts) differenzierte statische und dynamische Primärdaten mit den sie begrenzenden Oberhöhenbonitäten HO<sub>100</sub>

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass mit steigender Standortgüte und besserem Wachstum der Stammzahlausscheidungsprozess an Intensität gewinnt (Отто 1994). Bei gleichem Entwicklungsstand und vergleichbarer Bestandesbehandlung hat dies zur Folge, dass Waldbestände mit zunehmender Bodenfruchtbarkeit eine geringere Anzahl lebensfähiger Bäume aufweisen.

Dieser Naturgesetzmäßigkeit folgen auch die untersuchten Trauben-Eichenbestände. Die im Wesentlichen pedogenetisch jüngeren und infolge dessen auch silikat- und kolloidreicheren Böden im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal tragen aufgrund ihrer höheren Bodenfruchtbarkeit nicht nur zufällig Forste mit schwerpunktmäßig geringeren Stammzahlen als in den Wäldern (siehe Abbildung 9). Während der waldbaulich besonders bedeutsamen Läuterungs- (HO 7–12 m) und Jungbestandespflegephase (HO 12–15 m) beläuft sich diese Stammzahl-Minderausstattung auf 33 % bzw. 24 %.

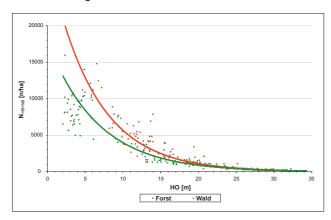


Abbildung 9: Stochastische Beziehung zwischen der Bestandesoberhöhe nach Assmann (1961) HO [m] und der Gesamt-Stammzahl (Haupt- und Nebenbestand) N<sub>HB+NB</sub> [n/ha]; nach Forsten und Wäldern differenzierte Primärdaten und Ausgleichsfunktionen

Unter Berücksichtigung der ökologischen Selektionswirkung von Alter (Zeit) und Bestandesoberhöhe (Standort) auf die Stammzahlentwicklung wurde zur formal-mathematischen Quantifizierung der Stammzahlleitkurve für den wirtschaftlich relevanten Hauptbestand die Mehrfachpotenzfunktion der Form

$$y = f(x_1, x_2) = a + b_1 \left(\frac{10}{x_1}\right) + b_2 \left(\frac{10}{x_1}\right)^2 + b_3 \left(\frac{10}{x_2}\right) + b_4 \left(\frac{10}{x_2}\right)^2$$

mit  $y...N_{\rm HB}$  [n/ha],  $x_1...$ Alter [a] und  $x_2...$ Oberhöhe HO [m] verwendet. Mit höchster Approximationsgüte, sachlogischem Verlauf und frei von systematischen Fehlern beschreiben die forst- bzw. waldspezifischen Funktionsgraphen in Abbildung 10 den gesuchten Naturzusammenhang sehr zuverlässig.

Demzufolge liegt die Hauptbestandes-Stammzahl der Forste bei Betrachtung des gesamten Definitionsbereiches (25 Jahre  $\leq x_1 \leq$  160 Jahre) durchschnittlich um 38 % unter jener der stammzahlreicher aufwachsenden Wälder.

In Form von praxisanwendbaren Tafelwerten sind diese Leitkurven nun geeignet, die Präzision waldbaulicher Pflegemaßnahmen zur gezielten Förderung investitionswürdiger Auslesebäume zu erhöhen und den Pflegezustand der Trauben-Eichen-Hauptbestände fortlaufend im Optimum zu bewahren.

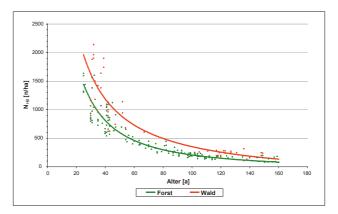


Abbildung 10: Stochastische Beziehung zwischen dem Eichenalter [a] und der Stammzahl im Hauptbestand N<sub>HB</sub> [n/ha]; nach Forsten und Wäldern differenzierte Primärdaten und Ausgleichsfunktionen

#### 3.4. Qualitätsmerkmale der Eichenbestände

Aufgrund des geringen allgemeinen Ertragsniveaus der Trauben-Eiche im Nordostdeutschen Tiefland und des damit einhergehenden langfristigen Produktionszeitraumes ist für den forstwirtschaftlichen Erfolg des Eichenwaldbaus die Qualitätsleistung von herausragender Bedeutung.

Einen Leistungsvergleich von erntebereiten Altbeständen im Bereich der Eichenforste und -wälder vermittelt Abbildung 11 auf der Grundlage der Häufigkeitsverteilungen von Bäumen mit Qualitätsmerkmalen, die für die Güteklassendifferenzierung gemäß der Handelsklassensortierung für Rohholz (Brandenburg) maßgebend sind.

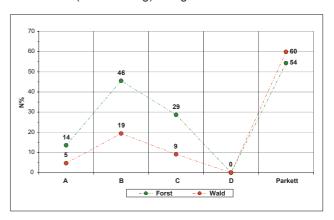


Abbildung 11: Relative Einzelbaum-Häufigkeitsverteilungen mit vorhandenen Güteklassensortimenten gemäß der Handelsklassensortierung für Rohholz im Land Brandenburg; nach Forsten und Wäldern differenziert

Demnach übersteigt der 60-prozentige Baumanteil mit erwünschten Qualitätsmerkmalen der Güteklassen A bzw. B im Bereich der Eichenforste den Vergleichswert aus dem Bereich der Eichenwälder (24 %) hochsignifikant um 36 %.

Das bedeutet, dass die Trauben-Eichenbestände innerhalb des standörtlich begünstigteren Rot-Buchen-Waldareals nicht nur zufällig, sondern gesetzmäßig einen wesentlich höheren Eichenanteil mit hochwertigen Schaftqualitäten aufweisen als im Bereich des potenziell-natürlichen Trauben-Eichen-Waldareals.

Während durchschnittlich jede siebente Eiche in den Forsten eine Erdstammsektion mit ausgezeichneten Holzeigenschaften (Güteklasse A) aufweist, verfügt in den Wäldern nur jede zwanzigste Eiche über diese Merkmale. Holz normaler Qualität mit gering ausgeprägten Fehlereigenschaften (Güteklasse B) ist in Eichenforsten zusätzlich von jeder zweiten, in Eichenwäldern hingegen nur von jeder fünften Eiche zu erwarten.

Die erheblichen Unterschiede bezüglich der Wertholzfähigkeit des Trauben-Eichen-Waldbaues im Bereich der Forste und Wälder werden darüber hinaus durch die Analyse der mittleren Sortimentslängen in Abbildung 12 bestätigt. Dabei ist festzustellen, dass alle in den Eichenforsten ausgehaltenen Sortimente erheblich größere Sortimentslängen aufweisen als in den Eichenwäldern. So übertreffen die "Forstsortimente" die Länge der "Waldsortimente" (Grundwert) um 186% (Güteklasse A), 60% (Güteklasse B), 81% (Güteklasse C) und 18% (Parkett).

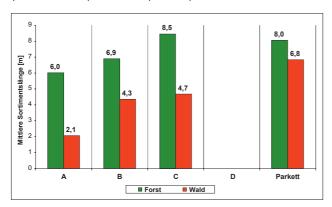


Abbildung 12: Mittlere Sortimentslängen gemäß der Güteklassenkriterien aus der Handelsklassensortierung für Rohholz (Brandenburg); nach Forsten und Wäldern differenziert

### 3.5. Entwicklungs- und Verbleibanalyse von Auslesebäumen

Als potenzielle Wertholzträger und Investitionsobjekte haben die Auslesebäume gerade beim langfristigen Eichenwaldbau eine besondere Bedeutung. Die kontinuierliche waldbauliche Begünstigung dominanter, vitaler und technisch geeigneter Hauptbestandesglieder setzt voraus, dass sie auch mit einer höchstmöglichen Erfolgswahrscheinlichkeit das Produktionsziel und die gewünschten Zielstärken erreichen, um das monetäre Betriebsergebnis zu befördern. Während eines gewöhnlich mindestens 160-jährigen Produktionszeitraumes kann jedoch die planmäßige Herausbildung der wertvollsten Bestandesglieder entweder durch abiotische und biotische Zufallsereignisse oder durch forstbetriebliche Wirtschaftsmaßnahmen (Fäll- und Rückeschäden) beeinträchtigt werden.

Für die sichere Dokumentation und Bewertung der Auslesebaumentwicklung bis zur Erreichung der Zielstärken genießen deshalb langfristige Versuchsflächen ein Alleinstellungsmerkmal. Unter Beachtung definierter Durchforstungsmodelle gestatten nur sie eine zuverlässige Entwicklungs- und Verbleibanalyse jedes einzelnen Baumes.

Im langfristigen Trauben-Eichen-Durchforstungsversuch "Freienwalde 187" erfolgte am Mittwoch, dem 09.3.1938, durch den damaligen Versuchsflächenleiter Prof. Dr.

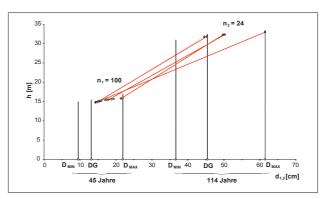


Abbildung 13: Durchmesser-Höhen-Beziehungen der zum Zeitpunkt ihrer Auswahl 100 stärksten und bei der letzten turnusmäßigen Aufnahme noch vorhandenen Auslesebäume pro Hektar; langfristiger Trauben-Eichen-Durchforstungsversuch "Freienwalde 187" im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal; starke Hochdurchforstung, Versuchsanlage im Jahre 1929 bei einem Bestandesalter von 37 Jahren

EILHARD WIEDEMANN die Auswahl und kräftige selektive Begünstigung von 200 Auslesebäumen pro Hektar im Bestandesalter 45 Jahre.

Für die zum Zeitpunkt ihrer Auslese  $n_1$ =100 stärksten und am Freitag, dem 01.12.2006, noch vorhandenen  $n_2$ =24 Auslesebäume pro Hektar beschreibt Abbildung 13 die empirischen Durchmesser-Höhen-Beziehungen.

In der für das Bestandesalter 45 Jahre dargestellten Durchmesserverteilung ordnen sich die Brusthöhendurchmesser dieser Auslesebäume ausschließlich oberhalb des Durchmessers des Grundflächenmittelstammes (DG) an, wobei auch der Maximaldurchmesser  $D_{\mbox{\scriptsize Max}}$  selbst repräsentiert wird. Die Rangordnung belegt somit, dass diese Auslesebäume zu den soziologisch dominantesten Eichen im Bestand zählten.

Nach erst 69jähriger Beobachtungsdauer, im Bestandesalter 114 Jahre, und somit weit vor Erreichen der dem produktionskräftigen Standort angemessenen Zielstärken beträgt die Auslesebaum-Ausfallrate bereits 76%. Die nachweislichen Ausfallgründe nennt Abbildung 14.

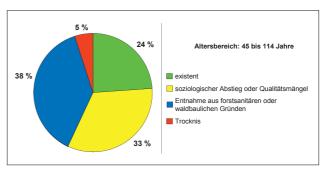


Abbildung 14: Ausfallgründe der zum Zeitpunkt ihrer Auswahl 100 dominantesten Auslesebäume pro Hektar; langfristiger Trauben-Eichen-Durchforstungsversuch "Frei-ENWALDE 187" im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal; starke Hochdurchforstung, Versuchsanlage im Jahre 1929 bei einem Bestandesalter von 37 Jahren

Darüber hinaus ist zu erkennen, dass die heute noch existierenden Auslesebäume zum Zeitpunkt ihrer Auswahl nicht zu den absolut stärksten Eichen zählten. So unter-

schritt der Auslesebaum mit dem bei der letzten Aufnahme größten Brusthöhendurchmesser ( $d_{1,3}$ =61,5 cm) den im Jahre 1938 registrierten arithmetischen Auslesebaum-Mitteldurchmesser ( $d_{1,3}$ =16,4 cm) mit  $d_{1,3}$ =15,1 cm deutlich. In der empirischen Auslesebaum-Durchmesserverteilung entsprach dieser Wert lediglich dem 35%-Perzentil. (Perzentile  $x_P$  untergliedern eine empirische Merkmals-Rangordnung in 100 Teile, so dass zwischen dem kleinsten Wert  $x_1$  und  $x_2$  P% der Messwerte liegen.)

Weiterhin sind von den zum Zeitpunkt ihrer Auswahl 50 dominantesten Auslesebäumen pro Hektar trotz konsequenter selektiver Begünstigung bislang sogar 80 % ausgefallen bzw. verloren ihren Auslesebaum-Status. Zuletzt existierten von ihnen nur noch 10 Stück pro Hektar als Auslesebaum.

Diese objektiven Ergebnisse langfristiger Trauben-Eichen-Durchforstungsversuche belegen, dass jugendliche Vorwüchsigkeit und permanente waldbauliche Begünstigung selbst unter den bislang relativ konstanten ökologischen Umweltbedingungen keine absolute Auslesebaum-Dominanzsicherheit für den gesamten Produktionszeitraum gewährten. Natürliche, aber auch forstbetriebsbedingte Schadereignisse schränkten im Laufe der Jahrzehnte die qualitative und quantitative Leistungsfähigkeit erlesener Hauptbestandesglieder ein oder bewirkten sogar ihren Totalausfall.

## 4. Zusammenfassung und waldbauliche Schlussfolgerungen

Bezüglich der seit fast einem Jahrhundert intensiv und oftmals emotional geführten Diskussion zur "Stetigkeit des Waldwesens" (Möller 1922, S. 15) ist objektiv festzustellen, dass nacheiszeitlich nichts stetiger war als sein permanenter Wandel. Postglazial zuerst klimagesteuert, ab dem Neolithikum zunehmend menschlich überprägt und seit wenigen Jahrzehnten menschlich bedingt wieder klimatisch angetrieben, unterlag und unterliegt die Vegetationsform Wald fortwährenden, tiefreichenden Veränderungen.

Gemessen an der bisherigen Waldentwicklung bewirken die komplexen anthropogenen Umweltveränderungen der Gegenwart jedoch einen hinsichtlich Dynamik und Rasanz bislang ungekannten Waldökosystemwandel. Prozessauslösend läuft dieser mehrdimensionale Veränderungsprozess auf eine neue Natürlichkeit der regionalen Waldökosysteme hinaus (Hofmann 1996).

Der geringe Kenntnisstand darüber und die mit großen Unsicherheiten behafteten Klimaprognosen erfordern grundsätzlich eine Diversifizierung der Waldentwicklungsoptionen. Mit Hilfe klimaplastischer Waldstrukturen sollen zu diesem Zweck alle verfügbaren natürlichen Vegetationspotenziale genutzt werden, um vitale und multifunktional leistungsstarke Mischbestände zu entwickeln (Jenssen u. a. 2007).

Eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete ökologische Waldwirtschaft setzt daher dringender denn je eine innovative wissenschaftliche Begleitung dieser laufenden Waldentwicklungsdynamik voraus. Bislang geltende Wuchsmodelle und Bewirtschaftungsgrundsätze sind fortlaufend auf Plausibilität zu prüfen und geeignete Adaptionsmechanismen

herzuleiten. Leistungsfähige Forstbetriebsstrukturen müssen flächendeckend vorgehalten werden, um die wissenschaftlichen Erkenntnisse sachkundig und zum Vorteil von Wald und Volkswirtschaft umsetzen zu können.

In diesem Zusammenhang führt die vorliegende Arbeit den Nachweis, dass das bislang verfügbare Modell zur Beschreibung von Wachstum und Entwicklung der Trauben-Eiche im Nordostdeutschen Tiefland (Erteld 1961) die Realität nicht mehr hinreichend präzise widerspiegelt.

Bereits quantifizierte natürliche Standortproduktivkräfte berücksichtigend, wurden deshalb wirtschaftlich bedeutsame Wachstums-, Entwicklungs- und Qualitätsunterschiede zwischen hochdurchforstungsartig bewirtschafteten Trauben-Eichen-Beständen im Bereich des potenziell-natürlichen Rot-Buchen- bzw. Trauben-Eichen-Waldareals standortökologisch-biomathematisch herausgearbeitet. Sie münden in praxisrelevanten Handlungsempfehlungen und Entscheidungsgrundlagen.

Bei ganzheitlicher Bewertung der Forschungsergebnisse ist festzustellen, dass sich eine leistungsfähige Trauben-Eichen-Wertholzwirtschaft unter dem Einfluss bislang herrschender Umweltbedingungen vorrangig im natürlichen Rot-Buchen-Waldareal praktizieren lässt. Die populären waldbaulichen Erfolge mit der Trauben-Eiche im Spessart und bei Bad Freienwalde bestätigen diese Aussage.

Im potenziell-natürlichen Trauben-Eichen-Waldareal hingegen sind Wachstumsleistung und Wertholzproduktionsfähigkeit eingeschränkt. Positiv ist hier allerdings der hohe Natürlichkeitsgrad der Eichenbestockung zu werten, der einen geringeren forstlichen Erhaltungsaufwand bedingt.

Vorausschauend und unter Berücksichtigung der unsicheren Umweltentwicklungszenarien müssen die ökologischen Eigenschaften der pedogenetisch jüngeren und produktionskräftigeren Böden im zudem ozeanisch geprägten Klima des nördlichen bzw. nordwestlichen Tieflandes als wichtige ökologische Freiheitsgrade interpretiert werden. Gegenüber dem potenziell-natürlichen Trauben-Eichen-Waldareal bedeutet dies einen größeren Handlungsspielraum für einen auf Wertholzzucht ausgerichteten Trauben-Eichen-Waldbau im potenziell-natürlichen Rot-Buchen-Waldareal. Dieser könnte vor allem in Erwartung einer sich eventuell verschärfenden ökoklimatischen Wasserbilanz unserer Waldstandorte noch sehr bedeutungsvoll sein.

Die noch nicht annähernd bewertbaren Auswirkungen der laufenden Umweltveränderungen auf den mehrdimensionalen Wald- und Forstökosystemwandel lassen darüber hinaus eine langfristige strenge Fokussierung des waldbaulichen Handelns auf wenige Auslesebäume kritisch erscheinen. Ein auf Risikominimierung abzielender Trauben-Eichen-Waldbau erfordert daher zwingend auch eine Diversifizierung der Investitionensströme auf zahlreichere vitale, dominante und technisch gute Bäume mit ausreichender Reservehaltung zur Kompensierung unvermeidbarer zufalls- und forstbetriebsbedingter Ausfallerscheinungen.

Eine solche stärker auf ganzheitliche Betrachtung des Waldwesens ausgerichtete Wirtschaft befördert überdies wirkungsvoller den alternativlosen ökosystemaren Bewertungs- und Behandlungsgrundsatz unserer Wald- und Forstökosysteme.

#### Literatur

ANDERS, S.; BECK, W.; BOLTE, A.; HOFMANN, G.; JENSSEN, M.; KRAKAU, U.-K.; MÜLLER, J. (2002):

Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands. Verlag Dr. Kessel, Oberwinter.

#### ASSMANN, E. (1961):

Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft, München.

#### Braun-blanquet, J. (1964):

Pflanzensoziologie – Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte Auflage. Springer-Verlag, Wien, New York.

#### GEIGY (1980):

Documenta Geigy. Wissenschaftliche Tabellen Geigy: Statistik. Achte Auflage. Geigy A. G. (Hrsg.), Basel: 183–184.

Gerstengarbe, F.-W.; Badeck, F.; Hattermann, F.; Krysanova, V.; Lahmer, W.; Lasch, P.; Stock, M.; Suckow, F.; Wechsung, F.; Werner, P. C. (2003):

Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report No. 83, Potsdam.

#### HOFMANN, G. (1985):

Die potentielle natürliche Nettoprimärproduktion an oberirdischer Pflanzentrockenmasse – ihre Quantifizierung und Kartierung für das Gebiet der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft 19: 110–116.

#### HOFMANN, G. (1996):

Vegetationswandel in den Wäldern des nordostdeutschen Tieflandes. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Nr. 185: 45–66.

#### HOFMANN, G. (1997):

Natürliche Waldgesellschaften Brandenburgs als Grundlage waldbaulicher Zielstellungen. Tagungsbericht des Brandenburgischen Forstverein e.V. zur Jahrestagung vom 14.5.1997, Eberswalde: 6–22.

#### HOFMANN, G. (2001):

Mitteleuropäische Wald- und Forst-Ökosystemtypen in Wort und Bild. Sonderheft AFZ/Der Wald. BLV München.

#### HOFMANN, G. (2002):

Entwicklung der Waldvegetation des nordostdeutschen Tieflandes unter den Bedingungen steigender Stickstoffeinträge in Verbindung mit Niederschlagsarmut. In: Anders u.a.: Ökologie und Vegetation des Wälder Nordostdeutschlands. Verlag Dr. Kessel, Oberwinter: 24–41.

#### HOFMANN, G.; HEINSDORF, D. (1990):

Depositionsgeschehen und Waldbewirtschaftung. Der Wald 40: 208–213.

#### HOFMANN, G.; POMMER, U. (2005):

Potenzielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 14. Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (Hrsg.).

#### JENSSEN, M.; HOFMANN, G.; POMMER, U. (2007):

Die natürlichen Vegetationspotentiale Brandenburgs als Grundlage klimaplastischer Zukunftswälder. In: Beiträge zur Gehölzkunde, Hrsg.: Gesellschaft Deutsches Arboretum e.V. Hansmann-Verlag, Hemmingen: 17–29.

#### Kraft, G. (1884):

Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Klindworth's Verlag, Hannover.

#### Muchin, A. (2004):

Analytische Untersuchungen zum Einfluss des Standorts auf das Wachstum von Stiel- und Trauben-Eiche im nordostdeutschen Tiefland. Dissertation. Technische Universität Dresden.

#### Möller, A. (1922):

Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Verlag von Julius Springer, Berlin.

#### Noack, M. (2005):

Waldwachstumskundliche Untersuchungen vorangebauter Trauben-Eichen in Kiefernbeständen des Nordostdeutschen Tieflandes und Schlussfolgerungen für den ökologischen Waldumbau auf standörtlicher Grundlage. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin.

#### Noack, M. (2008):

Standortökologisch-biomathematische Grundlagen für die Umwandlung von Kiefernreinbeständen in Kiefern-Trauben-Eichen-Mischbestände als Beitrag zur zukunftsorientierten Ressourcennutzung im Nordostdeutschen Tiefland. Habilitationsschrift. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. 520 S.

#### Отто, Н. Ј. (1994):

Waldökologie. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

#### PRETZSCH, H. (1999):

Waldwachstum im Wandel, Konsequenzen für Forstwissenschaft und Forstwirtschaft. Forstwissenschaftliches Centralblatt 118: 228–250.

#### SCAMONI, A. (1960):

Waldgesellschaften und Waldstandorte. Akademie-Verlag, Berlin.

#### SCAMONI, A. (1969):

Das chorologische und vegetationskundliche Verhalten der Stiel- und Trauben-Eiche im Flachland und Hügelland der DDR nebst Folgerungen für die forstliche Praxis. Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung. Band 9. Heft 3/4: 265–270.

SPIECKER, H.; MIELIKÄINEN, K.; KÖHL, M.; SKOVSGAARD, J. P. (1996):

Growth Trends in European Forests. Springer, Berlin.

#### THOMASIUS, H. (1963):

Untersuchungen über die Brauchbarkeit einiger Wachstumsgrößen von Bäumen und Beständen für die quantitative Standortsbeurteilung. Archiv für Forstwesen 12: 1267–1323.

Der Autor bedankt sich bei den KollegInnen Sibylle Wenk, Regina Schönfelder, Ina Sahlmann sowie Stefan Panka für die Unterstützung bei den ertragskundlichen Versuchs- und Probeflächenarbeiten.

Den Herren Prof. Dr. sc. Karl-willi Lockow und Prof. Dr. habil. Gerhard Hofmann sei für den kritischen Dialog und wissenschaftlichen Meinungsstreit gedankt.

# David gegen Goliath – Wie winzige natürliche Gegenspieler von Forstschadinsekten wirken und Entscheidungen über Insektizideinsätze beeinflussen

KATRIN MÖLLER

## Einleitung – der Einfluss natürlicher Gegenspieler im Massenwechselgeschehen von Forstschadinsekten

Die ausgedehnten, oft gering strukturierten Kiefernwälder des nordostdeutschen Tieflandes weisen sowohl im geschichtlichen Rückblick als auch in der Gegenwart eine hohe Disposition gegenüber dem Massenauftreten nadelfressender Kiefernschadinsekten auf. Die numerische Reaktion der Gegenspieler folgt der Gradation der Wirtspopulation in der Regel im Abstand von 2-3 Jahren, d. h. häufig erst nach massivem Fraß und entsprechenden Bestandesschäden. Häufig können deshalb bei Massenvermehrungen nur Insektizidapplikationen großflächige Bestandesschäden verhindern. Flächige Bekämpfungsmaßnahmen unter Anwendung von Pflanzenschutzmitteln finden dabei nur als letztes Mittel, bei existenzieller Gefährdung des Bestandes statt. In Abhängigkeit von der Biologie der zu überwachenden Forstschadinsekten kann nach festgestellter Gefährdung bei der Standardüberwachung (Pheromonfalleneinsatz oder Winterbodensuchen) u.a. mit Leimringuntersuchungen, Eisuchen, Schlupfpyramiden und Probefällungen die Schädlingsdichte flächenbezogen aktualisiert werden. Unabdingbare Voraussetzung für die Durchführung und Vergleichbarkeit der Ergebnisse sind einheitliche Methoden, einschließlich artsowie methodenspezifischer kritischer Zahlen und natürlich eine ausreichende Zahl Forstpraktiker vor Ort.

Insbesondere während der Vorbereitung großflächiger Insektizidapplikationen spielt die Beratung der Forstpraxis eine große Rolle. Intensive Untersuchungen sind vor allem notwendig, wenn die Folgeüberwachung deutliche Abweichungen zur ursprünglich erstellten Prognose aufzeigt. Häufig ist dann eine komplexe Betrachtung des Schadgeschehens unter besonderer Beachtung von Witterungsgeschehen und natürlichen Gegenspielern erforderlich. Das große Artenspektrum an Parasitoiden, wie z. B. Schlupfwespen, Raupenfliegen und Erzwespen sowie räuberischen Insekten, erfordert bei der Bewertung der Situation eine gute Artenkenntnis und langjährige Erfahrung. Das trifft natürlich im Besonderen auf Arten zu, die durch ihre "Größe" von knapp 1 mm oder darunter mit dem bloßen Auge kaum noch zu sehen sind.

Eine geringe Empfindlichkeit von Waldökosystemen gegenüber Insektenattacken ist in hohem Maße auf die Wirkung natürlicher Gegenspieler von Schadorganismen zurückzuführen. Zusammenhänge zwischen Struktur- und Artenvielfalt in Ökosystemen beschreiben zahlreiche Lehrbücher der Ökologie sehr umfassend (u.a. Kratochwil & Schwabe 2001). Strukturvielfalt und Pflanzenartenvielfalt fördern die Tierartenvielfalt und damit das Potential an natürlichen Gegenspielern forstschädlicher Insekten: Vögel, Fledermäuse, räuberische Insekten und Spinnen sowie Parasitoide.

Es wird davon ausgegangen, dass die kleinsten der Parasitoide, Hautflügler wie Erz-, Zehr- und Zwergwespen unter den Bedingungen hoher Strukturvielfalt in Wäldern besonders große Artenzahlen erreichen (Kratochwil & Schwabe 2001). Diese Arten sind zumeist Eiparasitoide, dass heißt, die Larven entwickeln sich allein oder zu mehreren im Ei des Wirts. Dieser wird, dementsprechend die Abgrenzung der Parasitoide von den Parasiten, abgetötet. Eiparasitoide haben zumeist eine große Zahl möglicher Wirtsarten (oligo- oder polyphag), selten sind sie nur auf eine Wirtsart angewiesen (monophag). Auch Puppenparasitoide (u.a. Schlupfwespen, Brackwespen) haben häufig ein großes Wirtsspektrum. Damit sind sowohl Ei- als auch Puppenparasitoide von besonderer Bedeutung im Massenwechselgeschehen der Kieferngroßschädlinge, da sie während der Latenz der Schädlinge auf Nebenwirte ausweichen können. Die Wirtsbindung der Larvenparasitoide (u.a. Raupenfliegen, Schlupfwespen, Brackwespen) ist dagegen zumeist wesentlich enger (Haeselbarth 1979). Ihre Dichte ist deshalb in der Latenz in der Regel sehr niedrig und die Reaktion auf eine Massenvermehrung des Schadinsekts stärker verzögert.

Im Folgenden soll an Hand aktueller Beispiele dokumentiert werden, wie Eiparasitoide Massenvermehrungen von Kieferngroßschädlingen beeinflussen können und bei Entscheidungen über Pflanzenschutzmittelmaßnahmen Berücksichtigung finden.

## Eiparasitoide des Kiefernspinners (Dendrolimus pini)

Während der letzten Gradation des Kiefernspinners ließen sich in den Befallsgebieten deutlich zwei unterschiedliche Situationen nachvollziehen. In einigen Beständen stieg die Populationsdichte rasant und überschritt 2005 das Vielfache der kritischen Dichte (=Prognose Kahlfraß). Entsprechend kam es im Juli 2005 flächig zum vollständigem Nadelverlust. Der folgende Dürresommer 2006 führte zum kompletten Absterben der betroffenen Kiefern und damit zu flächigen Bestandesverlusten. Parasitoide konnten hier der Gradation nicht rechtzeitig folgen.

In anderen Waldbeständen stieg die Populationsdichte des Kiefernspinners moderater. 2005 wurden trotz deutlichen Befalls keine kritischen Dichten erreicht. Lokal starke Fraßschäden durch die Raupen sowie ein teilweise intensiver Falterflug waren im Sommer 2005 im Land Brandenburg Anlass zur Vorbereitung einer Herbstapplikation von Pflanzenschutzmitteln. Damit sollte in den bereits stark entnadelten Beständen Kahlfraß durch die im Spätsommer schlüpfende neue Raupengeneration vermieden werden. Bei Probefällungen waren aber im September 2005 keine

entsprechenden Raupendichten auffindbar. Es zeigte sich, dass die Eier zu fast 100 % parasitiert waren (*Abb. 1*). Im Herbst 2005 konnte somit großflächig auf Insektizidapplikationen verzichtet werden. In benachbarten Beständen kam es auf Grund von Populationsdichten, die über dem Mehrfachen der kritischen Zahl lagen, trotz Eiparasitierungsraten von über 90 % in der Folge noch zu merklichen bis starken Fraßschäden, aber nicht zu Kahlfraß. Die weiteren Überwachungsschritte belegten dann den Zusammenbruch der Kiefernspinnerpopulation im betroffenen Befallsgebiet (*Abb. 2*). Hohe, aber nicht bestandesgefährdende Raupendichten im Frühsommer 2005 waren Ursache für die ausreichende Wirkung eines Ei-Parasitoiden in der Folgegeneration des Wirts.

Es handelte sich um die mit den Erzwespen verwandte Zwergwespen-Art *Telenomus laeviusculus* Ratzeburg (Hym., Scelionidae). Der winzige Hautflügler mit einer Flügelspannweite von 1 mm, hatte auch Anfang der 1950er Jahre großen Anteil am Zusammenbruch der Kiefernspinnergradation. Berichte aus dem europäischen Teil der damaligen Sowjetunion sprechen *Telenomus*-Arten gegenüber *Trichogramma* (Hym., Trichogrammatidae) eine wesentlich höhere Beteiligung an der Eiparasitierung des Kiefernspinners zu (Ruiykin 1950). 1962/1963 durchlief der Kiefernspinner in Niederösterreich eine Massenvermehrung. Jahn (1964) ordnete wiederum *Telenomus laeviusculus* die Parasitierungsleistung zu.



Abb. 1: Mit bloßem Auge kaum zu erkennen: Zwergwespen und deren Ausschlupflöcher an Kiefernspinnereiern (Foto: Reichling)

## Eiparasitoide des Kiefernspanners (Bupalus piniaria)

1931 schreibt Escherich (1931), dass Trichogramma evanescens ein wichtiger Schmarotzer des Kiefernspanners ist, erwähnt aber auch, dass "die Eiparasiten beim Spanner in der allgemeinen Bedeutung wesentlich hinter die Raupenparasiten" zurücktreten. Als weiterer Eiparasitoid wird eine bis dahin unbestimmte Telenomus-Art erwähnt. Die Darstellung eines von Erzwespen parasitierten Eigeleges findet sich sogar im Wandgemälde, das Schwerdtfeger in seinem 1938 fertig gestellten Institut für Waldschutz anfertigen ließ (Abb. 3). ENGEL (1942) hatte während einer Massenvermehrung Mitte der 1930er Jahre in der Letzlinger Heide ebenfalls Trichogramma evanescens als bedeutenden Eiparasitoiden herausgestellt. Bei einer Massenvermehrung des Kiefernspanners 1953-57 in Ober- und Mittelfranken lag die Eiparasiterung 1956 im Mittel bei 34 %, 1957 örtlich bei 90 – 95 % (Kennel-Heckel 1963). Für das nördliche Verbreitungsgebiet des Kiefernspanners wird Telenomus phaelenarum als Hauptparasit der Eier angegeben. Daneben nennt Schwenke (1962) Trichogramma embryophagum als einen der wichtigsten Feinde der Kieferngroßschädlinge. Vermutlich sind Fehlbestimmungen, nachträgliche Korrekturen bzw. noch anhaltende Diskussionen in der Taxonomie und Systematik Ursache für Widersprüche in der Fachliteratur.

Ein aktuelles Beispiel für die Wirksamkeit der Eiparasitoide des Kiefernspanners ließ sich 2008 beobachten. Die flächige Überwachung der Kiefernbestände in den Wäldern Brandenburgs hatte im Winter 2007/2008 für Kiefernspinner und Forleule sowie auch den Kiefernspanner Dichten angezeigt, die Kahlfraß und damit Bestandesschäden befürchten ließen.

Um die Situation ganz aktuell bewerten und damit eine Entscheidung über einen Pflanzenschutzmitteleinsatz fällen zu können, wurde in den durch den Kiefernspanner als gefährdet ausgewiesenen Beständen die Eiablage mit Hilfe von Probefällungen kontrolliert. Mitte Juli konnte auf Grund hoher Anteile parasitierter Eier, die durch die dunkle Färbung von den gesunden grünen Eiern gut zu unterscheiden sind (Abb. 3 und 4), in Brandenburg überall und in Mecklenburg-Vorpommern für den Großteil der überwachten Fläche Entwarnung gegeben werden. Trotz der Aussicht, kleinflächig weitere Nadelmasseverluste hinnehmen zu müssen, überzeugte das Argument, dass die wichtigen Waldschutzhelfer von unbehandelten Flächen aus in benachbarte, befallene Bestände ausstrahlen und dort wesentlich zielsicherer und langfristiger wirksam werden können.

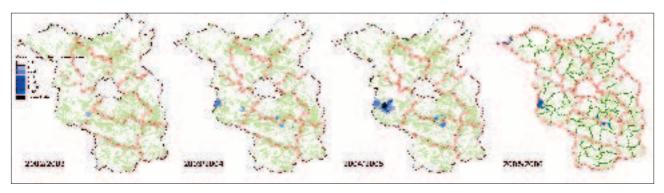


Abb. 2: Befallsflächen des Kiefernspinners seit 2003 (Interpolation der Winterbodensuchdaten) – Die Gradation kam im Westen Brandenburgs 2005 endgültig durch Eiparasitoide (Telenomus laeviusculus) zum Erliegen.



Abb. 3: Wandmalerei im Schwerdtfeger'schen Institut für Waldschutz in Eberswalde (Blumenstein 1938): Durch Erzwespen parasitiertes Eigelege des Kiefernspanners

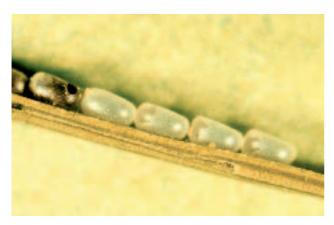


Abb. 4: Mikroskopaufnahme eines Eigeleges des Kiefernspanners (hell: von Kiefernspanner-Räupchen verlassene Eier, dunkel: von Erzwespen verlassene Eier)



Abb. 5: Mikroskopaufnahme der Erzwespe Trichogramma evanescens (Weibchen, links und Männchen)

Zur Sicherheit wurde in den Befallsgebieten durch Kotfalluntersuchungen und stichprobeweise Raupenzählungen im Spätsommer die weitere Entwicklung der Kiefernspannerpopulationen beobachtet.

Schlupfkontrollen im Labor des Waldschutzes in Eberswalde zeigten, dass die im Freiland ermittelten Parasitierungswerte von bis zu 60% noch überschritten wurden. Die Parasitierung der Eier wird erst allmählich, im Verlauf der Entwicklung der Parasitoidenlarven und der damit verbundenen Verfärbung durch den Kot, sichtbar (Abb. 4). Die geschlüpften, winzigen Erzwespen, nur ca. 0,5 mm groß, wurden als Trichogramma evanescens bestimmt (Abb. 5). Diese Art ist als effektiver Gegenspieler des Kiefernspanners bekannt, parasitiert aber auch Eier der Forleule sowie zahlreicher anderer Insektenarten. Aus einem Ei schlüpfen bis zu 8 Erzwespen, wobei die Ausschlupföffnung der ersten Wespe genutzt wird. Durch die kurze Entwicklungszeit kann in einem Sommer eine Vielzahl von Generationen aufeinander folgen (Escherich 1931). Die Überwinterung erfolgt nach Kennel-Heckel (1963) in abgesprungenen Eiern in der Bodenauflage.

In der Gesamtbetrachtung des aktuellen Massenwechselgeschehens des Kiefernspanners muss aber neben den Parasitoiden auch die Witterung einbezogen werden. Die Witterung beeinflusst nicht nur Entwicklung und Populationsdichte der Antagonisten, sondern war im genannten Fall sicherlich günstige Voraussetzung für deren rechtzeitige und ausreichende Wirkung. Schon die überdurchschnittlich hohe Niederschlagsmenge im Sommer 2007 hatte sich als ungünstig für den Kiefernspanner erwiesen, der Flug der Falter und die Entwicklung der Eiräupchen wurden negativ beeinflusst. Somit wurde der Anstieg der Populationsdichte des Kiefernspanners schon 2007 gedämpft und die Gegenspieler konnten 2008 in Brandenburg ausreichend wirksam werden, bevor ernsthafte Bestandesschäden entstanden. Für die Kiefernspanner-Generation 2008 war auch eine Zunahme der Raupen- und Puppenparasitierung durch Schlupfwespen und Raupenfliegen erwartet worden. Entsprechend den Ergebnissen der Gesundheitsuntersuchungen des Winterbodensuchmaterials 2007/2008 und einer Diplomarbeit an der FH Eberswalde standen auch diese Nützlinge sowohl in Brandenburg als auch In Mecklenburg-Vorpommern schon in den "Startlöchern" (Brandt 2007). Die Winterbodensuchen 2008/2009 zeigten, dass die Massenvermehrung des Kiefernspanners durch die Wirkung der Parasitoiden im gesamten Befallsgebiet zum Erliegen gekommen war.

## Strategien der Wirtsfindung bei Eiparasitoiden

Um einen neuen Wirt zu finden, müssen die winzigen Wespen nach dem Schlupf im selben Lebensraum suchen oder einen neuen erschließen. Große Distanzen können sie nur überwinden, indem sie sich passiv mit dem Wind verwehen lassen oder Transportmittel nutzen, in der Regel die größeren, adulten Wirte (=Phoresie). Für beide Varianten, sowohl zum richtigen Ort verdriftet zu werden als auch einen geeigneten Wirt für den Transport zu finden, sind die Chancen auf Erfolg grundsätzlich nicht hoch. Um den richtigen "Transporter" zu finden, nutzen viele Eiparasitoide Pheromone des adulten Wirts. Das können Sexualpheromone der Weibchen oder von Männchen nach Begattung auf die Weibchen übertragene Anti-Aphrodisiaka sein (Fatouros et al. 2008). Dass auch die genannte Zwergwespe Telenomus laeviusculus die Weibchen des Kiefernspinners als Transporter zum Ei-Ablageort nutzt, wurde bereits von Weckwerth (1952) beschrieben. Zu vermuten ist, dass auch dieser Art die Sexualpheromone der weiblichen Falter den Weg weisen. Für andere Telenomus-Arten ist diese Strategie bekannt (Arakaki & Waka-

Auch pflanzenbürtige Botenstoffe der Pflanzen, die durch den Fraß der Wirtslarven oder durch die Eiablage induziert werden, locken verschiedene Eiparasitoid-Arten zum Wirt. Die Reaktion der Eiparasitoide auf solche Warnsignale stoppt die Entwicklung der Blatt- und Nadelfresser schon im Ei und verhindert so Fraßschäden (HILKER & MEINERS 2006). Eine solche "präventive Verteidigungsantwort" (Mumm et al. 2005) erzeugt z.B. die Kiefer, wenn Kiefernbuschhornblattwespen die Nadeln vor der Eiablage anritzen. Pflanzen können also die Effektivität von Parasitoiden beeinflussen (Мимм & HILKER 2006).

Nach HILKER und McNeil (2008) müssen Parasitoide in einer hoch komplex "duftenden" Umgebung navigieren. Ihre Fähigkeit, Duft-Signale richtig zu bewerten und so die Anwesenheit eines Wirts zu erkennen, ist unter solchen Bedingungen höchst erstaunlich.

### Konsequenzen für den Waldschutz: Überwachung, Prognose und Entscheidungen über Insektizideinsätze

Es gilt auch in Zukunft, die von Ratzeburg (1844) als "mächtige Alliirte der Forstbedienten" (*Abb. 6*) bezeichneten Parasitoide einerseits bei der Bewertung einer Bestandesgefährdung zu berücksichtigen, andererseits intensiv zu fördern. Bei angezeigter Bestandesgefährdung muss die Überwachung der Vitalität der Schädlingspopulationen mit artspezifischen Methoden bis kurz vor Insektizideinsatz erfolgen, um den Einfluss von Gegenspielern oder ungünstiger Witterung registrieren zu können und die Entwicklung sowie Ausbreitung der natürlichen Gegenspieler nicht durch Insektizide unnötig negativ zu beeinflussen. Nicht bestandesgefährdende Fraßschäden sind zu dulden,

um den Parasitoiden Zeit zu verschaffen. Es kann immer davon ausgegangen werden, dass die Effektivität der "Bekämpfung" durch natürliche Gegenspieler deutlich größer und nachhaltiger ist als der Einsatz von Insektiziden. Bei Bestandesgefährdung sollten immer möglichst selektive Insektizide Verwendung finden, um natürliche Gegenspieler und deren potenzielle Nebenwirte zu schonen. Erforderlich ist eine Vor-Ort-Beratung durch Waldschutzspezialisten und die Schulung der Forstpraktiker, um den Einfluss natürlicher Gegenspieler sicher zu erkennen.

## Konsequenzen für den Waldbau: Natürliche Gegenspieler und Strukturvielfalt im Wald

Parasitoide haben aus Waldschutzsicht eine besonders wichtige Rolle für die Stabilität von Wäldern. Strukturvielfalt, Baumartenmischungen und vielgestaltige Waldränder sind Voraussetzung für eine wirksame Regulierung der Populationsdichten von Schadinsekten in der Latenz und bei Massenvermehrungen von Insekten. Strukturvielfalt und Pflanzenartenvielfalt - das betriff die Baum-, Strauch- und Krautschicht. fördern die Tierartenvielfalt und damit das Potential an natürlichen Gegenspielern forstschädlicher Insekten. Generell steigt mit der Pflanzenvielfalt so auch die Zahl potenzieller Nebenwirte für natürliche Gegenspieler der Schadinsekten. Gleichzeitig wird auch die Verfügbarkeit von Honigtau als wichtige Nahrung - und Voraussetzung für die Eireifung – für viele adulte Hautflügler und Fliegen durch ein größeres Spektrum an Wirtspflanzenarten für Läuse über die gesamte Vegetationsperiode gewährleistet. Mit einer vielfältigen Strauch- und Krautschicht erhöht sich gleichfalls das aus diesem Grund wichtige Nektarangebot.

Nach Kratochwil und Schwabe (2001) steigt die Biodiversität mit der Höhe der trophischen Ebene, die höchsten Artenzahlen erreichen somit Parasiten und Parasitoide. Mit zunehmender Artenzahl nimmt auch der Anteil von Tierarten mit geringer Körpergröße zu, da für kleinere Arten eine größere Habitatvielfalt vorhanden ist und ihre Mobilität häufig höher ist. So erreichen die kleinen Parasitoide, unter den Bedingungen hoher Strukturvielfalt in Wäldern besonders große Artenzahlen. Dabei wird davon ausgegangen, dass gerade bei den, häufig winzigen, parasitoiden Hautflüglern (Terebrantes), wie Erz-, Zehr- und Zwergwespen die Zahl der unbekannten Arten deutlich über der bisher bekannten liegt bzw. die Lebensweise der bekannten Arten noch unzureichend erforscht ist, deren Potenzial als Gegenspieler also noch unterschätzt wird (Dathe et al. 2001). Laut Lasalle und GAULD (in DATHE 1997) sind Hautflügler "divers, sehr wichtig und sehr unbekannt". Eine verringerte Empfindlichkeit von Waldökosystemen gegenüber Insektenattacken ist in hohem Maße auf die Wirkung dieser Artengruppen zurückzuführen und kann mit Waldumbaumaßnahmen, insbesondere auch der Gestaltung von Waldinnen- und außenrändern gezielt gefördert werden (Möller 2008). Wichtig bleibt dabei, dass überhöhte Wilddichten die Bemühungen um eine größere Vielfalt in Baum-, Strauch- und Krautschicht nicht wieder zunichte machen.

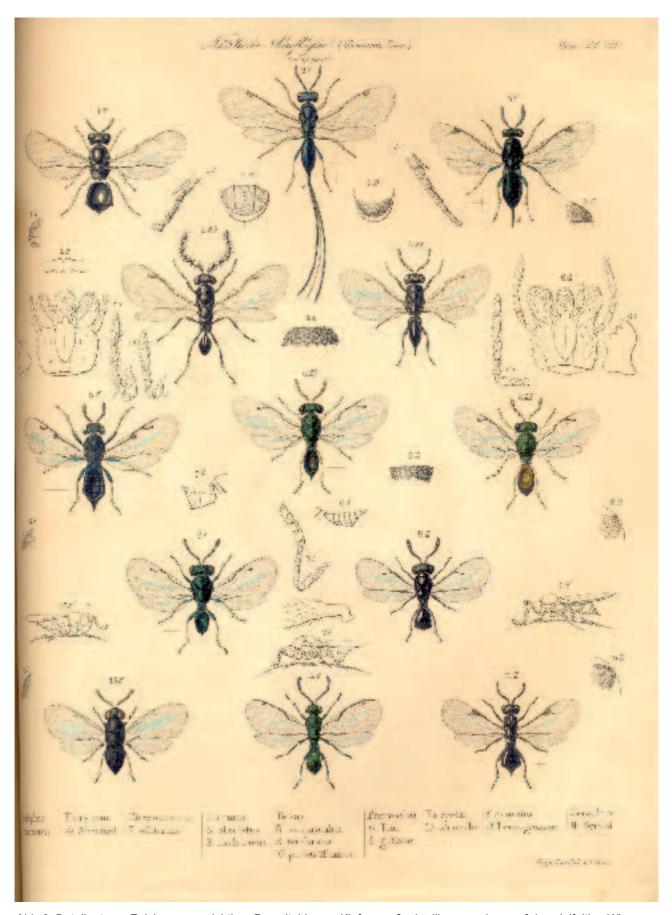


Abb. 6: Detailgetreue Zeichnungen wichtiger Parasitoide von Kieferngroßschädlingen weisen auf das vielfältige Wissen des Forstentomologen Ratzeburg vor 170 Jahren hin (aus Ratzeburg 1944)

#### Literatur

#### ARAKAKI, WAKAMURA (2000):

Brigde in time and space for an egg parasitoid-kairomonal use of trace amount of sex pheromone adsorbed on egg mass scale hair of the tussock moth, *Euproctis taiwana* (Shiraki) (Lep.; Lymantriidae), by an egg parasitoid, Telenomus euproctidis Wilcox (Hym.; Scelionidae), for host location. Entomol. Sci. 3: 25–31.

#### BRANDT, C. (2007):

Vergleich des Parasitoidenkomplexes des Kiefernspanners (Bupalus piniaria L.) in Gebieten mit unterschiedlichem Gradationsstatus. Diplomarbeit, FH Eberswalde.

Dathe, H. H.; Taeger, A.; Blanck, S. M. (Hrsg.) (2001): Verzeichnis der Hautflügler Deutschlands (Fauna Germanica 4). – Ent. Nachr. Ber., Dresden Beiheft 7: 2–7.

#### ENGEL, H. (1942):

Über die Populationsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius*) in verschiedenen Bestandstypen. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 29 (1): 116–163

#### ESCHERICH, K. (1931):

Die Forstinsekten Mitteleuropas. Parey, Hamburg

Fatouros, N. E.; Dicke, M.; Mumm, R.; Meiners, T.; Hilker M. (2008):

Foraging behavior of egg parasitoids exploiting chemical informations. Behav. Ecol. 19: 677–689.

#### HAESELBARTH, E. (1979):

Zur Parasitierung der Puppen von Forleule (Panolis flammea [Schiff]), Kiefernspanner (Bupalus piniarius [L.]) und Heidelbeerspanner (*Boramia bistortata* [Goeze]) in bayerischen Kiefernwäldern. Teil 2. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 87(3): 311–322.

#### HILKER, M. & MEINERS, T. (2006):

Early herbivore alert: Insect eggs induce plant defense. J. Chem. Ecol. 32: 1379–1397.

#### HILKER, M.; MCNEIL, J. (2008):

Chemical and behavioral ecology in insect parasitoids: how to behave optimally in a complex odorous environment. In: Wajnberg, E.; Bernstein, C.; van Alphen, J. (Ed.): Behavioral ecology of insect parasitoids. Blackwell: 92–112.

#### JAHN, E. (1964):

Zum Kiefernspinnerauftreten 1962/1963 im Steinfeld in Niederösterreich. J. appl. Ent. 54: 108–118.

#### KENNEL-HECKEL, W. (1963):

Experimental ecological investigations on *Trichogramma embryophagum* Hartig as well as on the egg of *Bupalus piniarius*. Zeitschrift für Angewandte Entomologie 52 (2): 142–184

#### Kratochwil, A.; Schwabe, A (2001):

Ökologie der Lebensgemeinschaften. UTB Wissenschaft.

#### LASALLE und GAULD IN DATHE, H. (1997):

Probleme des Umgangs mit der biologischen Vielfalt und deren Extremfall, den Insekten. Mitt. Dtsch. Ges. Allg. Angew. Ent. 11: 771–780.

#### Möller, K. (2008):

Was bringt biologische Vielfalt für den Waldschutz?. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. XXXVI: 41–47.

#### MUMM, R. & HILKER, M. (2006):

Direct and indirect chemical defence of pine against folivorous insects. Trends Plant Science 11: 351–358.

### Mumm, R., Tiemann, T., Varama, M.; Hilker M. (2005):

Choosy egg parasitoids: Specificity of oviposition-induced pine volatiles exploited by an egg parasitoid of pine sawfly. Entomol. Exp. Appl. 115: 217–225.

#### RATZEBURG, J. T. C. (1837-1844):

Die Forstinsecten. Berlin und Wien.

#### Ruivkin, B.V. (1950):

Telenomus verticillatus Kieffer (Hymenoptera, Scelionidae) - a parasite of the eggs of *Dendrolimus pini*. Entomologicheskoe Obozrenie 31(1/2): 71–76.

#### SCHWENKE, W. (1962):

Tests on the biological control of *Panolis flammea* Schiff. (Lepid., Noct.) with the egg-parasite *Trichogramma embryophagum* Htg. (Hymen. Chalc.). Anzeiger für Schädlingskunde 35 (11): 166–168

#### WECKWERTH, W. (1952):

Der Kiefernspinner und seine Feinde. Die neue Brehmbücherei. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G. Leipzig.

#### Dr. Katrın Möller

Landesbetrieb Forst Brandenburg

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde; Fachbereich Waldentwicklung und Monitoring

### Schlussbetrachtung: Wertung der Ergebnisse des LFE und Ausblick zu künftigen Aufgaben im Landesbetrieb Forst Brandenburg

Hubertus Kraut, Leiter des Landesbetriebes Forst Brandenburg

Es war für mich ein erfrischender Tag, weil er mit fachlichen Dingen gefüllt war, was in der momentanen Situation der Forstreform zu selten der Fall ist. Die Themenauswahl zum 6. Eberswalder Winterkolloquium war interessant, spannend und vor allem wichtig.

Dieses Jahresresümee des LFE hat in Summe deutlich gemacht:

- 1. Es wird an den richtigen Themen gearbeitet
- 2. Die Auswahl der Produkte an denen das LFE arbeitet ist ganz nah an drängenden forstlichen Fragestellungen
- 3. Die Vernetzung der einzelnen Produkte dient auch dem Ziel einer strategischen Ausrichtung des Landesbetriebes bzw. der Landesforstverwaltung in Summe.

Damit meine ich nicht nur den Betrieb, sondern alle Aufgaben die insgesamt von der Gesellschaft von der Landesforstverwaltung erwartet werden. Diesem Anspruch werden wir in den in den letzten Jahren und nun inzwischen mit dem 6. Winterkolloquium immer besser gerecht. Dies gilt auch für die vielfältigen Erkenntnisse, die aus den Drittmittelprojekten kommen.

Ich möchte den Fokus zunächst auf die Studie der Forstverwaltungen Mecklenburg-Vorpommerns und Brandenburgs zur Biodiversität in den Wälder Ostdeutschlands richten, welche vor wenigen Tagen anlässlich einer Pressekonferenz in MVP vorgestellt worden ist.

Anhand ausgewählter Indikatoren werden darin die Leistungen der Forstwirtschaft der vergangenen Jahre und die zukünftigen Anforderungen an die Waldbewirtschaftung zur Sicherung der biologischen Vielfalt herausgestellt.

Die Bundesregierung hat der Erhaltung der biologischen Vielfalt durch Schutz und nachhaltige Nutzung eine hohe Priorität eingeräumt und auf dieser Grundlage 2007 die nationale Strategie zur biologischen Vielfalt verabschiedet. In diesem Sinne haben sich diese beiden Länder auch gemeinsam mit dieser Studie unter anderem dem Umsetzungsprozess gestellt. Grundlage ist ein Indikatorenset, das in der Studie durch waldspezifische und verfügbare Weiser untersetzt wurde. Anhand dieser Indikatoren wird der Stand der biologischen Vielfalt in den Wäldern Nordostdeutschlands beschrieben und die Grundlage geschaffen, die Entwicklung langfristig zu beobachten.

Wir haben dieses Jahr mit der dritten Bundeswaldinventur begonnen und sie wird in drei Jahren, davon kann man ausgehen, schon Ergebnisse liefern, die auch einen Entwicklungsstand zu diesem Thema abbilden.

Brandenburg wie auch Mecklenburg-Vorpommern bekennen sich zur naturnahen Waldbewirtschaftung mit dem Fokus auf die Integration der Ziele des Waldnaturschutzes mit der biologischen Vielfalt. Ich lege großen Wert auf diesen Ansatz.

Darüber hinaus wissen wir, dass in Teilbereichen weiterführende Anstrengungen notwendig sind und diese Studie bietet die Möglichkeit den Handlungsbedarf zu erkennen und länderspezifisch strategische Ziele für die Erhaltung der biologischen Vielfalt der Wälder zu formulieren.

Mit diesem Vorgehen stellt sich Brandenburg der eigenständigen Verantwortung zur Umsetzung der Biodiversitätsstrategie in unserem Zuständigkeitsbereich. Diese Studie ist ein Instrument für die eigene Arbeit vor allem auch für die Zusammenarbeit mit den Naturschutzverwaltungen, Behörden und Verbänden.

Zu den Themen des heutigen Tages möchte ich einen grundsätzlichen Bogen spannen, denn die Vorträge haben deutlich gemacht, wie komplex die Aufgaben der forstlichen Forschung insgesamt sind und wie alle Themen miteinander vernetzt sind.

Dr. Sonja Löffler hat mit den phänologischen Untersuchungen und Beobachtungen gezeigt, dass es sich um eine schon lang bestehende Methode handelt, die aber an Aktualität und Brisanz nichts verloren hat. Wenn sich die Vegetationszeit in den letzten Jahrzehnten um 11 Tage verlängert hat, aus möglicherweise unterschiedlichen Gründen, ist das schon eine gewaltige Dimension. Doch wir wissen noch nicht, was diese Tatsache bewirkt.

Gibt es wirklich mehr Wachstum und haben wir in der Vegetationszeit noch genügend Wasser? Phänologische Beobachtungen sind ein wichtiger Baustein für die Modellierung dieser komplexen Prozesse und deshalb bin ich auch sehr dankbar, dass diese Forschung betrieben wird und hier auch voranzutreiben ist.

Joachim Gross stellte anschaulich ein Modell vor, wie man mit möglichen Klimafolgen umgehen kann, der Landesbetrieb muss künftig mit weniger Ressourcen auskommen, um die Herausforderungen der Forstwirtschaft an die Zukunft zu meistern. Waldumbau ist ein großes Thema, aber an welcher Stelle, mit welchen Baumarten und in welcher Reihenfolge werden wir ihn künftig betreiben?

Wir müssen uns davon trennen, die Baumartenwahl künftig nur an der Nährkraftstufe auszurichten. Möglicherweise wird das Wasserangebot die entscheidende Frage, die wir mit zu berücksichtigen haben, um z.B. über die Anteile der Mischung zwischen Eiche und Kiefer in der Zukunft zu reden. Sollen die Laubbaumarten nur "Biodiversitätslieferanten" sein oder sollen sie auch ertragsorientiert bewirtschaftet werden?

Dr. Kati Hielscher hat gezeigt, wie am LFE versucht wird, die erkennbar weniger werdenden Ressourcen effektiv einzusetzen ohne Verluste in der Zuverlässigkeit der Waldschutz-Prognosen zuzulassen. Wir können und wollen uns nicht tot sparen, denn eine von der Gesellschaft nachgefragte Leistung wie der Schutz des Waldes muss zuverlässig erbracht werden. Gerade hier brauchen wir nachhaltig die Arbeit von Spezialisten.

JAN ENGEL erläuterte sehr verständlich und erfrischend das Thema Robinie unter dem aktuellen Focus. Diese zukunftsträchtige Baumart ist in den letzten 10 Jahren vorrangig unter dem Blickwinkel der Energieholzgewinnung betrachtet worden, doch wie viele Probleme betrachten wir damit? - Wir haben ein Potenzial von etwa 8.000 ha, was im Vergleich zu 1 Million ha Gesamtwald im Land Brandenburg zunächst gering erscheinen mag, doch neben der wissenschaftlich-ertragskundlichen Komponente, stehen natürlich auch Fragen der Einordnung in den Rechtsrahmen, der Zertifizierungssysteme, der forstpolitischen Rahmenbedingungen für die Robinie als Energieholzträger im Wald oder außerhalb auf landwirtschaftlichen Nutzflächen im Raum. Es ist daher wichtig, dass wir jetzt aus der Sicht des Landesbetriebes aus diesem Verbundprojekt belastbare Ergebnisse haben, die dann auch in der Fortführung dieses Projektes in einen solchen forstpolitischen/forstrechtlichen Rahmen eingeordnet werden können, um Möglichkeiten aber auch Grenzen der energetischen Nutzung in den Waldgebieten auch aufzeigen zu können. Die Anforderungen sind riesig groß und man muss sie objektiv bewerten können. Demzufolge ist das für mich ein sehr wertvoller Beitrag gewesen.

Martin Grüll hat das bisher wenig beachtete Spannungsfeld zwischen ökonomischen Anforderungen – hier der Hochmechanisierung – und den ökologischen Auswirkungen aufgezeigt und gleichzeitig Wege der objektiven Entscheidungsfindung erarbeitet.

Wir sind momentan als Betrieb dazu noch nicht endgültig positioniert, ob und wie dieses Konzept umzusetzen ist, doch ist dieses Thema nicht mehr auszublenden.

Wenn wir in diesem Zusammenhang über Holzflächenverluste und Bodenverdichtung auf den Gassen reden, muss diese trotzdem auch als Teil des Waldes und insofern auch deren Boden als schützenswert betrachtet werden.

Mit diesem Konzept schaffen wir ein Stück weit wissenschaftlichen Vorlauf für politische und betriebliche Entscheidungsprozesse. Letztendlich prallen genau hier ökonomische und ökologische Anforderungen aufeinander, und diese sind abzuwägen und zu entscheiden.

Der Vortrag von Conrad Scholz beinhaltete die Auswertung des Testbetriebsnetzes (TBN) für den Privatwald. Damit wird die wirtschaftliche Lage des Kleinprivatwaldes und der Forstwirtschaftlichen Vereinigungen erstmals erfasst.

Beachtenswert ist, dass die Mehrheit der Waldbesitzer die wirtschaftliche Situation für Ihren Waldbesitz als durchschnittlich bis gut beurteilt und bezüglich Ihres Waldbesitzes optimistisch in die Zukunft blickt. Zirka 40 Prozent üben eine Tätigkeit im sogenannten "grünen" Bereich aus bzw. sind in diesem beruflich ausgebildet. Die forstfachliche Leitung bei der Bewirtschaftung ihres Waldeigentums nehmen ca. 50 Prozent der Waldbesitzer mit ihren Familien selbst wahr und sogar die Ertragseinbußen aus den beiden Jahren der Finanzkrise konnten wieder ausgeglichen werden. Das TBN ist damit ein wichtiges Instrument für wirtschaftliche Vergleiche und liefert belastbare Hinweise für die Steuerung der Beratungstätigkeit und der forstlichen Förderung im Privatwald.

Dr. habil. Matthias Noack hat sehr deutlich gemacht, wie notwendig langfristige und kontinuierliche forstliche Forschung ist. Bestimmte Erkenntnisse können wir nur gewinnen, weil sie eine so lange Versuchsflächenbasis haben.

Das vorgetragene Modell differenziert endlich zwischen Stiel- und Trauben-Eiche und ist hinreichend standortökologisch begründet und wird dem mittlerweile stark vorangeschrittenen Kenntnisstand über die Ökologie eichendominierter Wald- und Forstgesellschaften gerecht. Am Beispiel der Eiche ist deutlich geworden, wie vielgestaltig die Möglichkeiten sind, aus diesen Erkenntnissen heraus tatsächlich waldbaulich strategische Entscheidungen zu unterstützen.

Dr. Katrin Möller hat auf sehr erfrischende Art und Weise dargestellt, dass wir Gott sei Dank "nicht allein im Wald" sind. Natürliche Gegenspieler, insbesondere Parasitoide – wie Schlupf- und Erzwespen oder Raupenfliegen – können das Massenwechselgeschehen von Forstschadinsekten massiv beeinflussen, dadurch ist relativ kurzfristig noch die fachlich fundierte Absage auch großflächiger Pflanzenschutzmaßnahmen möglich.

Es ist wichtig, diese Zusammenhänge nicht nur mal gehört zu haben, sondern mit Bewusstsein in der forstlichen Praxis aufzunehmen. Dafür sind die Spezialisten am LFE unverzichtbar.

Es wird auf Dauer nicht gelingen mit Insektiziden, die auch immer weniger eine Zulassung erhalten, unsere Probleme im Wald zu bekämpfen. Biodiversität muss hier nicht nur aus rein ökologischen Interessen heraus gefördert werden.

Ich danke an dieser Stelle allen Mitarbeitern des LFE für die geleistete Arbeit, die wesentlich umfangreicher ist als das, was wir heute hier gehört haben und damit nur einen kleinen Ausschnitt des vielfältigen Leistungsspektrums abbildet. Auf die weitere, noch zu intensivierende Arbeit, freue ich mich sehr.

## 140 Jahre forstliches Versuchswesen in EberswaldeRückblicke und Perspektiven

Klaus Höppner, Ralf Kätzel, Annett Degenhardt, Kornelia Dobiáš, Paul Heydeck, Kati Hielscher, Reinhard Kallweit, Katrin Möller, Matthias Noack, Winfried Riek, Olaf Rüffer, Steffen Schmidt, Falk Stähr

Als Vorgängereinrichtung des heutigen Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde (LFE) wurde im Jahre 1871 in Eberswalde die Hauptstation für das Forstliche Versuchswesen gegründet, nachdem bereits durch Erlass vom 29. Juni 1870 die von Bernhard Danckelmann empfohlenen Grundsätze der künftigen Versuchsarbeit genehmigt worden waren.

Abb. 1: Bernhard Danckelmann, Leiter des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde von 1871 bis 1901 (Foto: Historischer Fundus HNEE)

Mit der Institutionalisierung des forstlichen Versuchswesens wurde einer Anregung des Leiters der Preußischen Staatsforstverwaltung, Otto von Hagen, entsprochen, der 1870 ausführte: "Im Gebiet der Waldwirtschaft hat bald die spekulative These, bald die einseitige Erfahrung das Übergewicht für die Normierung der wirtschaftlichen Tätigkeit erlangt [...], welches nur [...] vermittelst eines planmäßigen Versuchswesens beseitigt werden kann."

Wiedergabe des Beitrages aus Heft 2/2011 des Archivs für Forstwesen und Landschaftsökologie mit freundlicher Genehmigung der Schriftleitung. Am 12. April 1871 ernannte der preußische Finanzminister das leitende Personal der Hauptstation.

Die Hauptstation bestand aus folgenden 6 Abteilungen:

- · forstliche Abteilung
- · chemisch-physikalische Abteilung
- · meteorologische Abteilung
- · pflanzenphysiologische Abteilung
- · zoologische Abteilung
- · mykologische Abteilung.

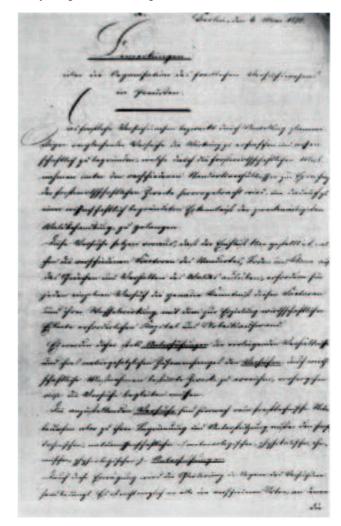


Abb. 2: Begründungsdokument für die Errichtung des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde vom 4. Mai 1870 (Quelle: Historischer Fundus HNEE)

Erster Leiter der Hauptstation war Bernhard Danckelmann in Personalunion mit der Funktion des Direktors der Forstaka-

demie. Nach 34 Jahren konnte Adam Schwappach in seiner 1904 veröffentlichten Geschichte des forstlichen Versuchswesens in Preußen folgende Zwischenbilanz ziehen: "Die Forschungen auf dem Gebiet der Forstwissenschaft besitzen jedoch in ihrer Mehrzahl die Eigentümlichkeit, dass sie sich über lange, die Wirkungsperiode des einzelnen Mannes oft erheblich überschreitende Zeiträume erstrecken, dass sie ferner an verschiedenen, häufig weit auseinanderliegenden Örtlichkeiten ausgeführt werden müssen, und dass meist eine große Anzahl von Einzelbeobachtungen erforderlich sind. Hieraus folgt, dass für derartige Arbeiten eine Einrichtung geschaffen werden muß, welche gestattet, sie unabhängig von dem Wechsel der Person des Forschers und in dem durch die eigenartigen Verhältnisse bedingten weiteren Rahmen durchzuführen. Die Organe, welche zur Lösung dieser Fragen bestehen, sind die forstlichen Versuchsanstalten."

Diese Grunderkenntnis, dass vor allem zur Dauerbeobachtung langfristiger Versuchsflächen im Rahmen der Daseinsvorsorge eigenständige Versuchsanstalten auf Ebene der Bundesländer notwendig sind, gilt heute genauso wie vor 140 Jahren.



Abb. 3: Titelblatt der "Geschichte des forstlichen Versuchswesens in Preußen" von Adam Schwappach, 1904

Unter Adam Schwappach, der von 1866 bis 1922 Leiter der forstlichen Abteilung des Versuchswesens war, entstand ein umfangreiches Netz wissenschaftlicher Versuchsflächen, die z. T. noch heute unter wissenschaftlicher Auswertung stehen. Die Versuchsanlagen waren durchweg praxisorientiert, ihre Ergebnisse wirkten auf die gesamte Forstwirtschaft im nordostdeutschen Tiefland und machten den Forschungsstandort Eberswalde weltbekannt. Damit wurde praktisch das langfristige forstliche Monitoring begründet.

Nach der Ära Danckelmann (bis 1901) ist die Leitung des Eberswalder forstlichen Versuchswesens von 1906 bis 1922 mit dem Namen von Alfred Möller verbunden, der als Waldbauer, Pilzforscher und Forstmann der Nachwelt vor allem als Begründer der Idee vom Dauerwald in Erinnerung bleibt. Heute erlebt diese Idee durch die naturnahe Waldbewirtschaftung eine Renaissance.

Das forstliche Versuchswesen hat seit 1871 in Eberswalde ununterbrochen Bestand, trotz drastischer gesellschaftlicher Umbrüche seit dem Kaiserreich, der Weimarer Republik, dem Naziregime, der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) und späteren DDR bis hin zur heutigen Bundesrepublik Deutschland.

Die Strukturentwicklung stellt sich wie folgt dar:

1871–1922	Hauptstation für das forstliche Versuchswesen in Preußen
1922-1934	Preußische Forstliche Versuchsanstalt
1934-1945	Preußische Versuchsanstalt für Waldwirtschaft
1945–1951	Forstliches Versuchs- und Forschungswe- sen
1952-1990	Institut für Forstwissenschaften Eberswalde
1990-1991	Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirt- schaft Eberswalde
1992-1997	Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde
1998-2008	Landesforstanstalt Eberswalde
2009	Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Nach Umwandlung der Forstakademie Eberswalde in eine Forstliche Hochschule im Jahre 1922 verblieb die forstliche Abteilung der Hauptstation für das forstliche Versuchswesen bei der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt. Hier setzte vor allem Eilhard Wiedemann die waldbaulich-ertragskundlichen Arbeiten von Schwappach fort.

Gegen Ende des zweiten Weltkrieges hatte die Preußische Versuchsanstalt für Waldwirtschaft vier Abteilungen, die von Vertretern des Versuchswesens und der Lehre in Personalunion geleitet wurden:

- Waldbau (Hausendorff)
- Ertragskunde (WIEDEMANN)
- Waldschutz (Schwerdtfeger)
- Pflanzenphysiologische Grundlagen des Waldbaus (Erd-MANN)

Auch nach Kriegsende und nach Gründung der DDR blieb das forstliche Versuchswesen ununterbrochen fortbestehen. Ein wichtiger Markstein war die im Jahre 1952 erfolgte Zusammenfassung und Koordinierung der forstlichen Forschung im Rahmen der am 17.10.1951 gegründeten Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften (DAL) durch Errichtung des Instituts für Forstwissenschaften Eberswalde (IFE). Direktor war von 1954 bis 1970 ALBERT RICHTER.

Von 1953 bis 1957 wurden die Institutsgebäude am Standort Alfred-Möller-Straße als Neubau errichtet, wo sich auch der Hauptsitz des heutigen Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde befindet. Im ersten Jahrzehnt des Bestehens wuchs die Mitarbeiterzahl von 35 auf über 400. Das IFE bestand als komplexes Forschungs- und Überleitungszentrum für die Forstwirtschaft der DDR bis 1990.

Im Ergebnis der Evaluierung der Eberswalder forstlichen Forschung im Jahr 1991 wurden, ausgehend von den vorhandenen forstlichen Forschungskapazitäten am Standort Eberswalde, mehrere neue Einrichtungen gegründet, darunter die Fachhochschule Eberswalde sowie zwei Institute der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft in Eberswalde und in Waldsieversdorf. Das Gründungskomitee empfahl zudem eine Mehrländeranstalt für die forstliche Forschung im nordostdeutschen Tiefland.

In diesem Sinne wurde 1992 die Forstliche Forschungsanstalt Eberswalde gegründet, deren Landesträgerschaft später in einen eingetragenen Verein überging.

Auf Grund der stark rückläufigen Finanzausstattung erwuchs für die Landesregierung die Verpflichtung, den traditionellen forstwissenschaftlichen Standort Eberswalde dauerhaft zu sichern. Am 01.01.1998 wurde die Landesforstanstalt Eberswalde (LFE) gegründet. Nach erfolgter Novellierung des Landeswaldgesetzes hat die LFE Dienstleistungen für den Wald zu erbringen, insbesondere "praxisbezogene Versuchs- und Forschungsvorhaben, auch für Dritte, sofern die hierdurch verursachten Aufwendungen durch den Auftraggeber erstattet werden."

Seit der zum 01.01.2009 erfolgten Rechtsformänderung der Landesforstverwaltung Brandenburg in den Landesbetrieb Forst Brandenburg ist das heutige Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) als zentrale Vorlauf- und Serviceeinrichtung für Wald und Forstwirtschaft in Brandenburg Bestandteil dieses Landesbetriebes. Das LFE ist in drei Fachbereiche (FB Dokumentation und Datenmanagement, FB Waldentwicklung/Monitoring, FB Planung und Betriebswirtschaft) gegliedert. Es vereint praxisbezogene Verfahrensentwicklungen, Dienstleistungen und Monitoringaufgaben für Wald und Forstwirtschaft aller Waldeigentumsarten. In dieser Eigenschaft ist das LFE auch für die wissenschaftliche Beratung der forstlichen Organisationseinheiten des Landesbetriebes und des zuständigen Ministeriums verantwortlich. Über Drittmittel werden zudem Projekte für Bundesministerien, andere Bundesländer und die Europäische Union (EU) bearbeitet. Die in Eberswalde bewährte enge Verbindung von Forschung und Lehre wird durch eine intensive Kooperation zwischen dem Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH) sowie anderen "grünen" Einrichtungen im Land Brandenburg und angrenzenden Bundesländern ständig weiterentwickelt.

Die Anfänge und die Grundlagen des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde wurden vor 140 Jahren durch Danckelmann mit Zielstrebigkeit, Weitblick und wissenschaftspolitischem Geschick geschaffen. Prägende Merkmale blieben der Bezug auf das nordostdeutsche Tiefland und die forstliche Praxis. Kaum ein anderer forstwissenschaftlicher Standort in Mitteleuropa kann auf so langjährige methodische Erfahrungen und auf ein so umfangreiches und vielfältiges Versuchsflächennetz aufbauen wie Eberswalde. Dieser einzigartige Fundus kann heute für aktuelle Fragestellungen, wie z.B. Anpassungsstrategien und Bewertung von Risikofaktoren im Klimawandel, genutzt werden. Gute Voraussetzungen bieten auch die bestehenden engen Kooperationsbeziehungen mit den anderen wissenschaftlichen Einrichtungen.

Aufgaben der angewandten Forschung und des Monitorings werden vornehmlich durch den Fachbereich "Waldentwicklung/Monitoring" des LFE erbracht, der damit auch die wissenschaftlichen Grundlagen für die Dienstleistungsaufgaben der beiden anderen Fachbereiche erarbeitet. Wesentliche Ergebnisse des Eberswalder forstlichen Versuchswesens sind für die wichtigsten Fachgebiete im Folgenden dargestellt.

#### Waldbau

Seit der Gründung der "Höheren Forstlehranstalt" im Jahr 1830 prägten am Lehr- und Forschungsstandort Eberswalde vor allem die Vertreter der Fachgebiete Waldbau und Ertragskunde den Ruf der "Eberswalder Forschung" und die waldwirtschaftliche Ausrichtung der Forstwirtschaft im norddeutschen Raum. Neben der Einflussnahme der waldbaulichen Forschung in Eberswalde auf den "waldbaulichen Zeitgeist", wirkten jedoch stets auch umgekehrt die waldwirtschaftlichen und (forst)politischen Forderungen der Gesellschaft auf die jeweils "zeitgemäße" Waldbauforschung und -praxis ein. Um den derzeitigen Stand der Waldbauforschung am Standort Eberswalde nachvollziehen zu können, ist ein Exkurs durch die Historie der Waldbauforschung in Eberswalde unerlässlich.

Im Zuge der industriellen Revolution zwang der entstehende Holzmangel zur Suche nach waldbaulichen Wegen, die höhere Erträge, bedarfsgerechte Sortimente und eine Nachhaltigkeit der Holznutzung (Carlowitz V. 1713) sicherstellen sollten. In Deutschland führten daher Forstwissenschaftler und Forstpraktiker seit Ende des 18./Anfang des 19. Jahrhunderts die "geregelte Forstwirtschaft" ein (THOMAsius 1996). Es entstanden großflächig Nadelholzbestände, die im System des schlagweisen Hochwaldes bewirtschaftet wurden. Dieser waldbauliche Status erfuhr durch den Begründer der Eberswalder Forstwissenschaften, WILHELM PFEIL (1783 bis 1859), eine erhebliche qualitative Weiterentwicklung, prägte aber auch zugleich dessen wissenschaftliches Wirken. So nahm die Bewirtschaftung und vor allem die Begründung leistungsstarker Kiefernforsten eine zentrale Position in Pfeils Arbeit ein (Pfeil 1834, 1849, 1849/50). Zu PFEILS herausragenden Leistungen zählen die Heraushebung der Standortsgüte als wichtigste Entscheidungsgrundlage für eine waldbaulich-waldwirtschaftlich sinnvolle Baumartenwahl und die Ablehnung von Bewirtschaftungsschemen zugunsten eines "freien Stils des Waldbaus", der sich an den spezifischen Rahmenbedingungen orientiert (PFEIL 1860).

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts erfolgte eine wissenschaftlich fundierte Weiterentwicklung der bis dahin vornehmlich auf Gemeine Kiefer ausgerichteten Waldwirtschaft. Das betraf vor allem die gezielte Einbeziehung standortgerechter und wirtschaftlich interessanter Laubmischbaumarten, wobei zumeist Eiche und Rot-Buche im Vordergrund standen. Bernhard Danckelmann (1831 bis 1901) erkannte und betonte in dieser Phase die Vorzüge der Mischbestände wie die Steigerung der Vor- und Haupterträge, die Verbesserung der Bestandesstabilität und bodenmeliorative Vorteilswirkungen. Auch der großflächige, schematische Kahlhieb und der Großschirmschlag wurden kritisch diskutiert. So basierte bspw. Danckelmanns Kiefern-Unterbaubetrieb (Danckelmann 1881) auf Lochkahlschlägen und Kahlhiebsstreifen. Zudem gewann die Rationalisierung der Walderneuerung an wissenschaftlicher Beachtung (Danckelmann 1879). Die zunehmende Bedeutung wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung äußerte sich nicht zuletzt in der Erarbeitung eines bis heute beispiellos innovativen forstlichen Versuchsflächenwesens, das nicht nur die heimischen Wirtschaftsbaumarten, sondern erstmals auch in erheblichem Umfang Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten umfasste (Danckelmann 1884). Die konsequente Fortsetzung dieser waldbaulichen Forschungsarbeiten und der Überdruss der forstlichen Praxis an der Kiefern-Kahlschlagswirtschaft führten zur "Dauerwaldidee" von Alfred Möller (1860 bis 1922) (Möller 1920,1922, Wiebecke 1921). Der Dauerwald soll den Widerspruch zwischen Waldnatur und Forstkultur, durch die "Stetigkeit des Waldwesens" lösen. Ziel ist eine Waldwirtschaft, in der der Wald als komplexes Ökosystem dauerhaft erhalten bleibt. Die ganzheitliche wissenschaftliche Betrachtung des Waldökosystems ist noch heute die Grundlage multifunktional ausgerichteter, nachhaltiger Waldbewirtschaftung.

Neue Waldbaustrategien lösen häufig Kritik oder euphorische Verallgemeinerung aus. Mit der Übernahme der waldbaulichen Forschung durch Alfred Dengler (1877 bis 1944) war eine Versachlichung verallgemeinernder Ableitungen von der Dauerwaldidee verbunden (Dengler 1925, 1927). Ungeachtet dessen baute Dengler, basierend auf der waldökologischen Wertung des bisherigen waldbaulichen Kenntnisstandes und den ökologischen Grundsätzen Möllers, eines der ersten waldbaulichen Wissenskompendien (Dengler 1930) auf. Hier flossen auch Denglers eigene Untersuchungsergebnisse zur waldbaulichen Beachtung baumartenspezifischer Charakteristika und zum Kausalzusammenhang zwischen Standortgüte und Bestandesbehandlung schrittweise ein. Von 1922 bis 1944 widmete er sich desweiteren der Verjüngung und Bewirtschaftung der Gemeinen Kiefer (Dengler 1928, 1932), aber auch fremdländischer Baumarten (Dengler 1935) und ersten Ansätzen der forstlichen Vererbungswissenschaft. Insgesamt ist das zu diesem Zeitpunkt beachtlich hohe Niveau der wissenschaftlichen Arbeit im Hinblick auf waldbaulich relevante Fragen zu würdigen.

Die nach dem Kriegsende 1945 allmählich wieder aufgebaute Waldbauforschung stand in Eberswalde weitgehend im Zeichen der waldwirtschaftlichen Prioritäten "Wirtschaftlichkeit", "Standortgerechtigkeit", "Betriebssicherheit". Hierbei ragten zwei Forschungsschwerpunkte heraus:

- 1. der Aufbau ertragreicher Forsten unter dem Primat der Standortgerechtigkeit,
- 2. waldbauliche Möglichkeiten der Rationalisierung in den unterschiedlichen Altersphasen der Forsten.

Der in der Schrift "Eberswalde 1953 – Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft" umfassend ausgearbeitete Begriff der "Standortgerechten Forstwirtschaft" (WAGENKNECHT 1956) prägt bis heute die Eberswalder Waldbauforschung maßgeblich. Zu den in diesem Zusammenhang neu auf-



Abb. 4: Auszeichnen eines Versuchsflächenbestandes

gegriffenen wissenschaftlichen Aspekten zählen u.a. Wurzeluntersuchungen an Waldbäumen (Wagenknecht 1955a) und erweiterte Untersuchungen zur Biologie und Physiologie verschiedener Baumarten – vor allem bislang im nordostdeutschen Tiefland wenig beachteter Wirtschaftsbaumarten (Göhre 1952, 1955, 1958, Belitz 1956, Flöhr 1956, Wagenknecht und Belitz 1959). Außerdem galt den regionalspezifischen waldbaulichen Einflüssen besonderes Augenmerk, vornehmlich dokumentiert durch die Wuchsgebietsmonographien der baltischen Endmoräne (Flöhr 1959) und des Flämings (Kohlstock 1961). Schlussendlich wurden aus den Forschungsarbeiten waldbaupraktische Grundlagen wie die Bestockungszieltypen für das nordostdeutsche Pleistozän (Wagenknecht 1955b) und neue Waldbaurichtlinien abgeleitet (Wagenknecht 1964).

Einen zentralen wissenschaftlichen Schwerpunkt der Eberswalder Waldbauforschung bildete der Zusammenhang zwischen der Gesundung der Waldstandorte und der Entwicklung standortangepasster und zugleich leistungsfähiger Forsten. Die Untersuchung dieser kausalen Beziehung erfolgte langzeitlich, umfassend, facettenreich und mit enger waldbaupraktischer Anbindung. Als herausragend ist das Forschungsvorhaben "Umwandlung reiner devastierter Kiefernwälder in standortgerechten leistungsstarken Mischwald" zu erwähnen. Dabei wurden unter Leitung von Wolfgang Lechner (1955 bis 1990) und später DIRK-ROGER EISENHAUER (1991 bis 1995) in den Versuchsrevieren Schwenow und Tschinka 40 Jahre lang systematisch Waldumwandlungen in Verbindung mit spezifischen, standortangepassten Waldbodenmeliorationsverfahren sehr erfolgreich erarbeitet, umgesetzt und wissenschaftlich begleitet (Lechner 1972, 1987, Eisenhauer 1994a, 2009).

Die Bearbeitung vielfältiger Aspekte zur Rationalisierung der Waldwirtschaft blieb bis heute eine weitere wesentliche Säule der wissenschaftlichen Arbeit im Fachgebiet Waldbau. In diesem Themenkomplex konzentrierte sich die Eberswalder Waldbauforschung einerseits auf die waldbautechnische Rationalisierung (Wagenknecht 1950, Wagenknecht und Henkel 1962). Andererseits fanden aber ebenso Fragen der Betriebssicherheit, der bodenmeliorativen Standortverbesserung oder der Mischbestandesbegründung Berücksichtigung. Dabei ist bemerkenswert, dass sich die wissenschaftliche Arbeit im Fachgebiet Waldbau zwar weitgehend am Altersklassenwald und dessen planmäßig-effizienter Bewirtschaftung orientierte, jedoch im Zuge der Untersuchungen zur Rationalisierung von waldwirtschaftlichen Prozessen stets auch Alternativen hinsichtlich Bestandesaufbau und -bewirtschaftung einbezog. Die bis zu diesem Zeitpunkt ganzheitliche Betrachtung in der wissenschaftlichen waldbaulich-waldwirtschaftlich-waldökologischen Arbeit wurde ab Ende der 1960er Jahre durch staatliche Prioritätensetzung auf Kampagnen wie Spezialisierung, Bildung von Technikkomplexen und Rohholzerzeugung erheblich beeinflusst und erschwert. Das Thema "Rationalisierung" stand jedoch weiterhin im Fokus der Waldbauforschung – insbesondere mit Blick auf die Hauptwirtschaftsbaumart Gemeine Kiefer (FLÖHR und KOHLSTOCK 1981). Der beschriebenen Entwicklung folgend, nahmen zudem in den 1980er Jahren Untersuchungen zum Herbizideinsatz einen beachtlichen Raum in der Waldbauforschung ein (Bergmann 1986).

Seit Anfang der 1990er Jahre prägte der waldbauliche Wandel hin zum strukturierten, naturnahen und klimaplastischen Wald die wissenschaftliche Arbeit im Fachgebiet Waldbau. Dabei basierte die Waldbauforschung auf dem

bislang erarbeiteten waldökologisch-waldwirtschaftlichen Kenntnisstand in puncto Standortgerechtigkeit, Betriebssicherheit und nachhaltiger Waldnutzung.

Vor diesem Hintergrund bildete der Umbau einschichtiger, gleichaltriger Kiefernforsten in standortgerechte, naturnahe und stabile Waldbilder in den vergangenen 20 Jahren den zentralen Fokus der waldbaulichen Forschungsarbeit. Zu wichtigen Schwerpunkten entwickelten sich Aspekte der waldwirtschaftlich nutzbaren Sukzessionsdynamik auf Wald- und Freiflächen (BERGMANN 1993, 1994) und nach erheblichen Störungsereignissen (Stähr 2002, 2010). Vor allem wurden fortan verstärkt Untersuchungen zur natürlichen Verjüngungsdynamik im Zusammenhang mit der naturnahen Restrukturierung von Kiefernforsten durchgeführt und langzeitliche Beobachtungsobjekte eingerichtet. Da die Eiche im Land Brandenburg die flächenhaft bedeutendste Umbaubaumart ist und die natürlichen Waldgesellschaften des Landes dominiert, galt dieser Baumart zunächst besonderes Augenmerk (Eisenhauer 1994b,c,d, 1996, Stähr und Peters 2000, Hafemann et al. 2006, Stähr et al. 2006a). Neben der Untersuchung von Prozessen der biologischen Automation in Waldökosystemen wurden jedoch ebenso alternative kostengünstige und naturnahe künstliche Verjüngungsverfahren wie die Trupppflanzung wissenschaftlich geprüft. Zudem rückten zum einen aktuelle Fragestellungen zur Kiefern-Naturverjüngung (Hafemann und Stähr 2007) und zur Bewirtschaftung strukturreicher Wälder (Stähr und Weiss 2006) wieder stärker in den Mittelpunkt der waldökologisch-waldwirtschaftlichen Beachtung. Zum anderen wurden Fragen der waldbaulichen Integration fremdländischer Baumarten (Stähr und Kohlstock 2002) und der zeitgemäßen Weiterentwicklung der Kiefernwirtschaft (DE-GENHARDT et al. 2007, DEGENHARDT und STÄHR 2008, STÄHR und Hainke 2009) weiterhin wissenschaftlich bearbeitet. Wesentlich war hierbei u.a. die verstärkte Untersuchung des Einzelbaumes, der im Vergleich mit der Fülle bestandesweiser Betrachtungen bislang wenig wissenschaftlich beachtet wurde (Möller 1922, Olberg 1950, Wagenknecht und Henkel 1962, Hertel et al. 1998, Degenhardt 2009).

Insgesamt nahm die waldbaulich-waldökologische Forschung an interdisziplinärerer Komplexität deutlich zu und bezieht Fachdisziplinen wie Ertragskunde, Waldschutz, Pflanzenphysiologie, Bodenkunde, Betriebswirtschaft, Genetik etc. im Sinne eines ganzheitlich ökosystemaren und zugleich wirtschaftszielorientierten Forschungsansatzes noch deutlicher ein. Die Ergebnisse mündeten in aktualisierte, neue praxisorientierte Waldbauinstrumentarien (BERG et al. 2004, STÄHR et al. 2006b).

Abschließend ist anzumerken, dass die zunehmende Inanspruchnahme der wissenschaftlichen Mitarbeiter durch die forstliche Praxis in Form direkter, flächenkonkreter Maßnahmenberatung derzeit und perspektivisch einerseits eine praxisnahe wissenschaftliche Themenbearbeitung und andererseits den raschen Erkenntnistransfer in die Praxis sichert.

Die perspektivisch zu bearbeitenden Forschungsthemen im Fachteam Waldbau/Waldwachstum ergeben sich aus:

- den Anforderungen seitens der Betriebsleitung des Landesbetriebes Forst Brandenburg (z.B. waldbauliche Untersuchungen im Vorfeld der Festlegung von Richtlinien und Erlassen),
- Fragestellungen und Sondersituationen in der "waldwirtschaftlichen Realität" resp. Praxis (z.Z. bspw. stärkere

- Einbeziehung realistischer betriebswirtschaftlicher Parameter, Bewirtschaftung von Mischbaumarten, Erstaufforstungen, Astung von Laubhölzern).
- offensichtlichen bzw. sich abzeichnenden waldwirtschaftlichen Erfordernissen und Problemen, für die ein Vorlauf an wissenschaftlich erarbeitetem Kenntnisstand notwendig ist (z. B. Klimawandel, Holzmarktperspektiven),
- den Anforderungen der Gesellschaft an eine "zeitgemäße Waldwirtschaft" (z.B. die waldbauliche Integration naturschutzfachlicher Forderungen).

Tatsache ist, dass vor allem im Hinblick auf den Aufbau und die Bewirtschaftung standortgerechter und zugleich artenreicher und strukturierter Bestände im nordostdeutschen Tiefland erhebliche Kenntnislücken bestehen.



Abb. 5: Fachexkursionen mit der forstlichen Praxis sichern den Erfahrungsaustausch

Diese reichen von der generationenverzahnten Entwicklung stabiler strukturreicher Waldbilder über die waldbauliche Lenkung vergesellschaftungsspezifischer Konkurrenzsituationen in unterschiedlichen Altersphasen und bei qualitativ differenzierter Standortausstattungen bis zur wertoptimalen Holzernte. Dabei gilt es zudem, den wirtschaftlich relevanten Einfluss regionaltypischer forstsanitärer und klimatischer Besonderheiten zu beachten.

Die erwartungs gemäß erfolgreiche Bearbeitung der zahlreichen aktuellen und künftigen waldökologisch-waldwirtschaftlichen Fragestellungen hängt im Weiteren entscheidend von personellen und zeitlichen Kapazitäten ab.

#### Waldwachstum

Das seit dem Jahre 1871 in seinen Grundzügen von Bernhard Danckelmann geplante, hauptsächlich von Adam Schwappach aufgebaute und in der Folge von mehreren Wissenschaftlergenerationen entwickelte langfristige Versuchsflächennetz umfasst aktuell ca. 700 Dauerbeobachtungsparzellen. Insgesamt stehen 50 Baumarten unter Beobachtung, wovon 18 Baumarten gebietsheimisch und 32 nicht in Deutschland beheimatet sind. Alle flächenbedeutsamen Standortsformen des Nordostdeutschen Tieflandes sowie sämtliche vom Internationalen [IUFRO] und Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten [DVFFA] definierten Versuchsarten sind repräsentiert.

Der heute verfügbare Datenfundus rekrutiert sich aus Dauerbeobachtungsflächen, deren Anzahl den Versuchsflächenbestand des Landes Brandenburg weit übersteigt.

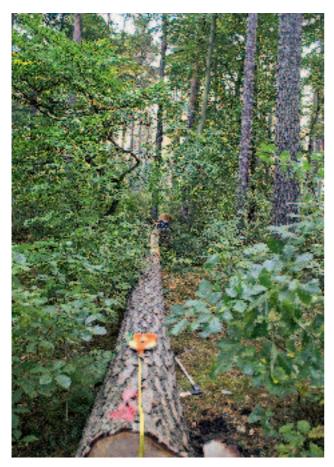


Abb. 6: Probebaumfällung für waldwachstumskundliche Untersuchngen

Aus dem Versuchsflächennetz der "Hauptstation für das forstliche Versuchswesen in Preußen" hervorgegangen, werden Wuchsräume des gesamten Nordmitteleuropäischen Raumes repräsentiert. Ursprünglich ertragskundlich-holzmesskundlich ausgerichtet, unterlag der wissenschaftliche Forschungscharakter der Langfristversuche einer kontinuierlichen Weiterentwicklung. Im Zuge des generellen Erkenntnisfortschritts in der Ökologie wurde die Versuchsflächenforschung zunehmend waldwachstumskundlich-standortskundlich geprägt und bis heute zu einer ökosystemaren, interdisziplinären Waldkundeforschung qualifiziert.

Die bedeutungsvollsten Forschungsleistungen für den angewandten Waldbau in den letzten Jahrzehnten waren innovative Gemeinschaftsarbeiten verschiedener forstwirtschaftlicher und waldökologischer Wissenschaftsdisziplinen.

Stellvertretend hierfür sind die Weiserwertmodelle der Waldvegetation für Bodenzustands-, Klima- und Zuwachsgrößen und die darauf aufbauenden Zuwachs- und Vorrats-Leistungstabellen für flächenbedeutsame Buchenwaldgesellschaften (Hofmann 1974), die ökofaktorenabhängigen Biomasseleistungsmodelle von Kiefern- und Buchen- sowie Kiefern- Buchen-Mischbeständen (Hofmann 1976, Anders et al. 1985) sowie die ökologisch fundierten Kiefern- und Buchenertragstafeln von Lembcke et al. (1975) bzw. DITTMAR et al. (1986) mit quantifizierter optimaler Grundflächenhaltung, speziellen Zuwachsniveaustufen und Zuwachsreduktionstabellen zu nennen.

Die flächendeckende Kartierung der natürlichen oberirdischen Nettoprimärproduktion für Ostdeutschland auf der Grundlage des langfristigen Versuchsflächennetzes durch Hofmann (1985) ermöglichte eine fundierte Naturnähebewertung auf dem Gebiet der ehemaligen DDR. Weit vor der politischen Wende im Jahre 1990 konnte somit die Notwendigkeit des großflächigen Waldumbaus zur Ablösung der sehr naturfernen und mit erheblichen forstlichen Risiken verbundenen Baumartenzusammensetzung ökologisch fundiert werden.

In der Folge und die Untersuchungen von Dannroth (1970) weiterentwickelnd, schufen Dittmar & Knapp (1988, 1989, 1990) mit Hilfe zahlreicher Eberswalder Dauerbeobachtungsflächen die waldwachstums- und standortskundlichen Grundlagen für den Buchenunterbau in Kiefernbeständen als die im Nordostdeutschen Tiefland bedeutungsvollste Waldumbaumaßnahme.

Für bislang im Waldaufbau unterrepräsentierte Laubbaumarten, die im Zuge des Waldumbaues jedoch an Bedeutung gewinnen, fertigte Lockow auf einer breiten Versuchs- und Probeflächenbasis moderne Durchforstungs- Ertragstafeln (Rot-Erle 1994, Sand-Birke 1996, Moor-Birke 1996, Berg-Ahorn 2003, Weiß-Erle 2004, Hainbuche 2009) für eine nachhaltige Bewirtschaftung im Nordostdeutschen Tiefland.

Nach über 120jähriger Versuchsdauer fasste Lockow (2002) die waldwachstumskundlichen Ergebnisse zur Anbauwürdigkeitsprüfung fremdländischer Baumarten im nordostdeutschen Pleistozän zusammen. Für die aus Nordwestamerika stammende Grüne Küstendouglasie vertieften Noack et al. (2009) den diesbezüglichen Kenntnisstand um neue standortökologische Untersuchungsergebnisse.

Den wissenschaftlichen Vorlauf für den ökologischen Waldumbau mit der Trauben-Eiche in Nordostdeutschland beförderten die analytischen Untersuchungen von Muchin (2004) zum Einfluss des Standortes auf das Eichenwachstum sowie die waldkundlich geführten Arbeiten zum Trauben-Eichen-Voranbau in Kiefernbeständen von Noack (2005, 2008).

Aktuell werden ökologisch fundierte Wachstumsmodelle für die nachhaltige Bewirtschaftung der Trauben-Eiche im Land Brandenburg entwickelt. Auf der Grundlage des für den nordostdeutschen Wuchsraum bislang umfangreichsten Datenmaterials zielt das mehrjährige Forschungsvorhaben darauf ab, flächenbedeutsame Forst- und Waldökosystemtypen dieser potenziell-natürlichen Hauptbaumart als Bewirtschaftungseinheiten einer ökologiegerechten Forstwirtschaft waldwachstumskundlich und standortökologisch zu fundieren. Die neuen Wuchsreihen sind als Handlungsund Entscheidungsgrundlage für einen zukunftsgerechten Waldbau mit dem prioritären Ziel der Wertholzproduktion in vitalen Eichenbeständen bestimmt.

Rückblickend ist festzustellen, dass die Eberswalder Langfristversuche besonders in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine rasante Entwicklung der Waldökosystemforschung für einen Waldbau auf standortökologischer Grundlage ermöglichten. Vielfältige wissenschaftliche und vor allem forstwirtschaftlich relevante Fragestellungen konnten mit den heute teilweise über 100jährigen Versuchen beantwortet werden.

Vorausschauend müssen die Dauerbeobachtungsflächen als ein zukunftsorientiertes, zunehmend erkenntnisträchtiges Monitoringsystem erkannt werden. Sie bilden den Grundstock für die Entwicklung biomathematisch abgesicherter Forschungsergebnisse über die mehrdimensionalen Ursache-Wirkung-Beziehungen in Waldökosystemen.

Zu diesem Zweck kumulieren langfristige und konsequent am Informationsbedarf ausgerichtete Versuchsflächen- bzw. Monitoringsysteme als biologische Datenspeicher mit einer typischen Raum-Zeit-Struktur fortlaufend komplexe Informationen über die ökosystemspezifischen Wachstums- und Entwicklungsvorgänge. Unter dem Einfluss sich global vollziehender anthropogener Standortsveränderungen werden sie zu einem immer wertvolleren Referenzobjekt und unentbehrlichen Forschungsgegenstand für das Waldwachstum.

Schließlich verleihen die Langfristversuche den Eberswalder Forstwissenschaften ein internationales Alleinstellungsmerkmal. Gesellschaftspolitisch ist ihre Weiterentwicklung als schützenswertes Kultur- und Wissenschaftsgut geboten.

#### Forstliche Biometrie

Mit dem Beginn einer systematischen Forstwirtschaft rückten zunächst Fragen über geeignete Pflege- und Bewirtschaftungsmaßnahmen in den Mittelpunkt des forstlichen Versuchswesens. Untersuchungsobjekte waren vielfältige Versuchsflächen im Wald auf denen verschiedenste Parameter zahlenmäßig erfasst wurden. Durch verbesserte Messtechniken, ständig umfangreicher werdenden Datenmengen und die Zunahme von detailliertem Erfahrungswissen wurde der Einsatz mathematisch-statistischer Methoden in allen Bereichen der Forstwirtschaft immer wichtiger. Unterstützung für umfangreiche mathematische Auswertungen bot die sich parallel entwickelnde Rechentechnik. Schließlich war es Michail Prodan (Freiburg), der die Forstliche Biometrie mit der Anwendung geeigneter mathematischer und statistischer Verfahren sowie moderner Informationstechnologien zur Beantwortung forstwissenschaftlich relevante Fragestellungen als ein Fachgebiet der Forstwissenschaften im deutschen Sprachraum etablierte (Prodan 1961).

Am Standort Eberswalde hielten mathematisch-statistische Methoden vor allem durch die Entwicklung eines neuen Forsteinrichtungsverfahrens durch Albert Richter (WAGENKNECHT et al. 1956. RICHTER 1953) Einzug in das forstliche Versuchswesen. Gemeinsam mit Jobst Lehmann entwickelte er Verfahren zur Holzvorrats- und Zuwachsaufnahme. 1956-1957 erfolgte daraufhin die erste forstliche Großrauminventur in der DDR auf der Basis von Stichproben (RICHTER & GROSSMANN 1960). Daran schlossen sich umfangreiche weiterführende Untersuchungen zur Genauigkeit und Effektivität der Inventurverfahren insbesondere von Grossmann und Wolff (Wolff 1960, Grossmann 1961a, 1961b, Grossmann & Wolff 1963) an. Im Zuge der zweiten Inventur (1961–1970) wurde erste Rechentechnik (R300. ESER) zur Datenspeicherung und Datenaktualisierung eingesetzt (HOPPE 1967). Das dazu entwickelte Datenbanksystem "Datenspeicher Waldfond" ist bis heute zu einem komplexen forstlichen Informations- und Controlling-System optimiert worden (SIMON 2006).

Fortgesetzt wurden die stichprobentheoretischen Untersuchungen von Trommer (1967, 1969, 1970). Dabei rückten neben den Inventurverfahren zunehmend Methoden zur Erfassung und Auswertung von forstlichen Versuchsflächen in den Fokus der wissenschaftlichen Arbeit (Trommer 1972).

Schließlich war es vor allem die Probleme der Ertragskunde, die die Entwicklung mathematisch-statistischer Verfahren und den Einsatz moderner Rechentechnik vorantrieben (Lembcke 1964, 1969, Lockow & Pofahl 1976, Pofahl et al. 1979, Lockow et al. 1983, Lockow 1995). Mit der Entwicklung von Ertragstafeln auf der Basis von funktionalen Beziehungen entstanden mathematische Modelle zur Beschreibung des Wachstums von Waldbeständen (Lembcke & Kräuter 1971, Lembcke et al. 1975, Dittmar et al. 1983, Lockow 1995).

Die sich verändernden waldbaulichen Zielstellungen in den 1990er Jahren (Waldumbau von gleichaltrigen Reinbeständen zu ungleichaltrigen Mischbeständen, Risikominimierung) führten zu sehr verschiedenen alternativen waldbaulichen Behandlungsstrategien, deren Wirkung auf den Bestand mit Hilfe von Ertragstafeln nicht mehr hinreichend genau beschrieben werden konnte. Zu einem Schwerpunkt der biometrischen Forschung entwickelte sich daher die Modellierung des Wachstums von Einzelbäumen in Abhängigkeit von den Standortsbedingungen im Bestand (Locкow & Pofahl 1994). Besonderes Augenmerk lag dabei auf der Behandlung von Wachstumsgleichungen mit Wechselwirkungen (Pofahl & Dietz 1990) sowie der Entwicklung mathematischer Grundlagen stochastischer Prozesse und deren Anwendung zur Beschreibung von Wachstumsgesetzmäßigkeiten (Degenhardt & Pofahl 2000, Degenhardt 2007a). Die Ergebnisse mündeten schließlich in einem einzelbaumorientierten Wachstumssimulationsmodell BWIN für Brandenburg (Nagel 1997, Degenhardt 2007b) zur Entscheidungsunterstützung für eine optimale Bewirtschaftung von Waldbeständen (Degenhardt 2010).

Seit 1990 wurde der Aufbau Geografischer Informationssysteme für die interdisziplinäre Betrachtung des komplexen Systems Wald auf der Basis raumbezogener Daten zunehmend wichtiger und zu einem zentralen Element der Informationsverarbeitung (Ahrndt & Hass 2006, Apel et al 2006, Hass 2009). Parallel hierzu wurden Verfahren der forstlichen Biometrie zur Modellierung ökonomischer Kenngrößen (Belitz 1967, 1970), bei der Entwicklung von Prognosemodellen für Kiefernschädlinge (Walter 1991, Groll et al. 1993) oder bei der Planung und Auswertung von Überwachungs- und Monitoringverfahren (Häussler 1989, Luthardt et al. 2003) eingesetzt.

Durch die sich rasch entwickelnde Mess- und Rechentechnik, neue Aufnahme- und Auswerteverfahren für große, komplexe Datenmengen (z.B. im Bereich der Fernerkundung, Rüffer & Jütte 2010) wachsen die Anforderungen an die Forstliche Biometrie für die künftige Weiterentwicklung des forstlichen Versuchswesens.

#### Forstliche Bodenkunde

Vitale und produktive Wälder erfordern fruchtbare Böden. Von Natur aus und infolge ihrer Jahrhunderte langen und zeitweise devastiven Nutzungsgeschichte sind die brandenburgischen Waldböden überwiegend nährstoffarm und schlecht versorgt mit pflanzenverfügbarem Wasser. Vielleicht lag in diesem Nachteil der wesentliche Grund dafür, dass man sich am Lehr- und Forschungsstandort Eberswalde schon sehr früh und besonders intensiv mit den boden- und standörtlichen Aspekten einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung auseinandersetzen musste. Der als Wegbereiter einer eigenständigen Bodenwissenschaft international bekannt gewordene Emil Ramann leitete von 1886 bis 1900 die chemisch-physikalische Abteilung an der Hauptstation für das forstliche Versuchswesen und setzte

grundlegende bodenkundlich ausgerichtete Zielpunkte, die durch seine Nachfolger weiterverfolgt wurden. Das auf die bodenwissenschaftliche Untermauerung v.a. waldbaulicher Fragestellungen fokussierte Themenspektrum umfasste teilweise bis heute noch lebhaft diskutierte Fragen, z.B. zu den Auswirkungen von Kahlschlag und Bodenbearbeitungen auf den Boden- und Humuszustand, dem Einfluss von Bewirtschaftung und Baumart auf den bodenbiologischen Zustand und die Humusform, die Bedeutung des Wasserhaushaltes für das Gelingen von Forstkulturen und Naturverjüngung sowie Möglichkeiten der Melioration und Düngung von degradierten Sandstandorten (RAMANN 1893, ALBERT 1925, WITTICH 1942).



Abb. 7: Kenntnisse des Standortes sind Grundlage für jede forstliche Forschung

An die vor dem Krieg gewonnenen Erkenntnisse konnte die bodenkundliche Forschung am 1952 neu gegründeten Institut für Forstwissenschaften Eberswalde anknüpfen. Durch die Abteilung "Forstdüngung und -melioration" wurde eine Vielzahl an Versuchsreihen zur Beurteilung und Verbesserung des Fruchtbarkeitszustandes der Waldböden – Kalkungs-, Düngungs- und Bodenbearbeitungsversuche sowie Versuche zur Wirkung von Hilfspflanzenmitanbau – angelegt und in den folgenden Jahrzehnten systematisch analysiert (Krauss 1964/65, Heinsdorf 1967, Hippeli 1967).

Mitte der 1980er Jahre änderten sich die bodenkundlichen Schwerpunkte signifikant. Dieses betraf weniger die über Jahre entwickelten und etablierten boden- und ernährungskundlichen Methoden als vielmehr deren Zielorientierung aufgrund neuer bzw. neu verstandener Rahmenbedingungen. Bezeichnend für diese Zeit ist, dass in den atmosphärischen Stoffeinträgen ein maßgeblicher zusätzlicher Standortsfaktor erkannt wurde, der bis dato viel zu wenig bis gar nicht berücksichtigt worden war. Das neue Verständnis zeigt sich beispielhaft an der Einschätzung des

Stickstoffs im Elementhaushalt der Wälder. Die Rolle, die man diesem Nährstoff lange als wachstumslimitierenden Mangelfaktor beigemessen hatte und dem man mit großflächigen Düngungsmaßnahmen begegnete, wandelte sich fundamental, nachdem deutlich wurde, dass Stickstoff eintragsbedingt zum Überflusselement und Stressfaktor werden kann, der die übersättigten Wälder schädigte (HOFMANN & HEINSDORF 1990, SIMON & STROHBACH 1993).

Zunehmend erhielten die Aspekte des Bodenmonitoring - insbesondere nach Auftreten (bzw. "offizieller Anerkennung") der neuartigen Waldschäden in der DDR - eine wichtige Bedeutung. Die 1986 eingeführte ökologische Waldzustandskontrolle (ÖWK) wurde zum neuen Einsatzbereich für die in den vorausgegangenen Jahrzehnten geschaffenen Verfahren zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit und der Ernährungsverhältnisse. Weitere wichtige Meilensteine waren die Durchführung der ersten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-1) 1991/92 und die Instrumentierung von Dauerbeobachtungsflächen 1995/96 im Rahmen des europäischen Level II-Programms zum Umweltmonitoring. Neue Aufgabenschwerpunkte der Bodenkunde konzentrierten sich fortan neben der Untersuchung der Bodenfestphase verstärkt auf die Lösungsphase, d.h. die Qualität und Menge der Bodensickerwässer (Strohbach & Einert 2001) und die Modellierung von Wasser- und Stoffflüssen in ausgewählten Waldökosystemen (RIEK 2001, RIEK & STROHBACH 2001, RIEK & KALLWEIT 2003, MÜLLER & RIEK 2005, RIEK et al. 2006). Die bis heute bestehende Kontinuität der Untersuchungen auf diesen Flächen hat sehr zum Verständnis von Ursache-Wirkungs-Beziehungen in den Waldökosystemen des nordostdeutschen Tieflands beigetragen (RIEK et al. 2007, RIEK & KALLWEIT 2007, KALLWEIT & RIEK 2007).

Auf Ökosystemebene zeigte sich im Wasserhaushalt eine bedeutende Steuergröße für Zuwachs und Stabilität der Bestände. Zunehmend rückte aber auch der Landschaftswasserhaushalt in den Mittelpunkt des Interesses. Dieser wird maßgeblich vom Abfluss- und Rückhaltevermögen der Waldböden bestimmt und die Bereitstellung von qualitativ hochwertigem Grund- und Quellwasser hängt in besonderem Maß vom chemischen und physikalischen Waldbodenzustand ab. Ein vom Fachteam Bodenkunde organisiertes Praxiskolloquium zum Landschaftswasserhaushalt am 25.10.2001 in Eberswalde vereinte die betroffenen Hauptakteure im gemeinsamen Fachdisput und kann als einer der Initialzünder einer mehrjährigen gemeinsamen Aktivität zwischen betroffenen Landnutzern und Vertretern von Naturschutz und Wasserwirtschaft betrachtet werden (RIEK 2002. MLUR 2003).

Ein zentrales Arbeitsfeld bildete stets die bodenwissenschaftliche Begleitung und Fundierung des Waldumbauprogramms sowie die Erfüllung verschiedenster Dienstleistungsaufgaben im Auftrag der Ämter für Forstwirtschaft. Die langfristigen Positiveffekte nach Unter- und Voranbau auf die Oberbodeneigenschaften degradierter Standorte konnten anhand von Vergleichsdaten alter Versuchsflächen herausgearbeitet werden (Heinsdorf 1999). Das Hauptaugenmerk der Dienstleistungstätigkeit richtete sich auf die Beurteilung des Boden- und Ernährungszustandes und der Düngebedürftigkeit von Forsten mit erhöhten Ausfällen. Als solche "Problemstandorte" traten die Kipprohböden der Braunkohleförderung, Waldbrandflächen, ehemalige Rieselfelder und Flächen im Umfeld von Massentierhaltungsanlagen hervor (z. B. Strohbach 2000).

Als Brückenschlag zwischen Bodenkunde, Standortslehre und Waldbau entstand der Band "Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland - Hinweise für die Waldbewirtschaftung", der sich speziell an die Forstpraxis richtete (RIEK & STÄHR 2004). Weitere praxisnahe Fachbeiträge erfolgten im Rahmen interdisziplinärer Studien zu standörtlichen Aspekten von Nonnenfraßkalamitäten in der Schorfheide (Möller et al. 2008), zu Eichenschäden auf Standorten mit Grundwasserabsenkungen (RIEK 2006), zur Bewirtschaftung von Erlenbeständen im Spreewald und deren Einfluss auf den Bodenzustand (RIEK & STROHBACH 2004) sowie zu Auswirkungen des Einsatzes von Erntemaschinen auf Waldböden (Strohbach & Hafemann 2006). Auch für die Charakterisierung von Naturwäldern in Brandenburg wurden bodenkundliche Fachbeiträge erstellt (et al. 2000). Die Untersuchung der räumlichen Bodenvariabilität in Naturwaldreservaten führte später in enger projektbezogener Zusammenarbeit mit der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) zu neuen methodischen Ansätzen, um Naturnähe anhand von Bodeneigenschaften und deren kleinräumiger Verteilungsmuster zu quantifizieren (Hornschuch & Riek 2009).

Die Auswertung der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-2), die zurzeit wie in allen Bundesländern auch in Brandenburg in vollem Gange ist, weist auf eine erhebliche Dynamik der Bodeneigenschaften hin. Die Bodenversauerung – u. a. bedingt durch den Wegfall pufferwirksamer basischer Staubeinträge - zeigt sich in gegenüber der BZE-1 signifikant reduzierten pH-Werten im Oberboden, deutlich verringerten Basensättigungsgraden und Magnesiumgehalten im Unterboden, die häufig nahe der analytischen Nachweisgrenze liegen (RIEK 2009a). Das Risiko der Nitratauswaschung verringerte sich gegenüber der Erstinventur zwar, doch weisen unverändert hohe Stickstoffvorräte im Boden sowie größtenteils hohe und sehr hohe N-Nadelspiegelwerte der Kiefer darauf hin, dass immer noch vielerorts die Gefahr von Ernährungsdisharmonien und negativen Wirkungen des Stickstoffüberangebots auf die Vielfalt der Vegetation besteht (RIEK 2009b). Erste Befunde deuten ferner auf erhebliche Zunahmen der C-Gehalte hin. Für die Verifizierung dieser für die Klimadiskussion möglicherweise sehr bedeutsamen neuen Erkenntnisse können demnächst zusätzliche Bodendaten von den Erhebungsflächen der Landeswaldinventur verwendet werden. Von diesen ca. 150 Stichprobepunkten wurde zwischenzeitlich in Kooperation mit dem Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe umfängliches Bodenmaterial gewonnen, welches momentan laboranalytisch untersucht wird.

Ein ausgedehntes in Zukunft vom Fachteam Bodenkunde in Kooperation mit der HNEE zu bearbeitendes Themenfeld betrifft die Regionalisierung von Waldbodeneigenschaften. Zurzeit werden Algorithmen entwickelt, um für die Gesamtwaldfläche Brandenburgs Elementvorräte im Mineralboden und im Humus, die Wasserspeicherkapazitäten des Bodens und kapillare Aufstiegsraten aus dem Grundwasser im Landschaftsmaßstab zu modellieren (Hannappel & RIEK 2011, RUSS & RIEK 2011). Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Erstellung einer dynamischen Wuchsgebietskarte und die territoriale Risikoabgrenzung unter Einbeziehung von Klimaszenarien (RIEK 2010). Damit wird perspektivisch ein flächenbezogenes Wasser- und Nährstoffmanagement angestrebt, durch das sich waldbauliche Entscheidungen unter der Prämisse einer nachhaltigen Waldnutzung verstärkt auf ökosystemare Stoffbilanzen sowie Szenarien zur Wasserverfügbarkeit unter veränderten Klimabedingungen werden stützen können.

#### Forstliche Umweltkontrolle

Die heutige forstliche Umweltkontrolle versteht sich als ein Kontrollsystem der nachhaltigen Erfüllung der Waldfunktionen. Dabei steht die Kontrolle des Naturhaushaltes (Wasser- und Stoffhaushalt) der Wälder des Landes im Vordergrund der Betrachtung. Im Kontext der Waldökologie sieht sie neben der forstlichen Bodenkunde und Standortslehre eine ihrer Quellen in der Forstmeteorologie. Die vermittelnde Wirkung der Atmosphäre auf Energie- (Wärme, Licht) und Stoffhaushalt (Wasser, CO2, Luftschadstoffe) der Waldökosysteme machen ihre Wechselwirkung mit Chemie sowie Physik der Atmosphäre zu einem wesentlichen Gegenstand der angewandten forstwissenschaftlichen Forschung. Dabei unterscheiden sich die als wesentlich erachteten Fragen nur graduell im zeitlichen Kontext und unterliegen zweifellos neben der Entwicklung von Wirtschaft, Wissenschaft und Technologie auch zeitgeschichtlichen Moden. Im Zeitraum der jüngeren Geschichte erlebten wir mit den Phänomen des "Waldsterbens" (1980-2000) und seither dominanter des Klimawandels zwei Themenwellen, die das Spannungsfeld Wald und Umwelt als Teil von Natur und Wirtschaft zum Gegenstand öffentlicher Anteilnahme

Die Anfang der 1980er Jahre aufgetretenen "Neuartigen Waldschäden" in Emittenten fernen großflächigen Gebieten waren auch in der DDR Anlass sowohl zu einer Intensivierung der waldökologischen Forschung als auch der Weiterentwicklung der Standortskunde zu einem ökologischen Monitoring.

Dabei war die Ausgangssituation der Standortserkundung besonders günstig sowohl hinsichtlich der methodischen Entwicklung als auch der im Nordostdeutschen Tiefland nahezu flächendeckenden einheitlichen Umsetzung, ergänzt um eine große Informationsdichte der Walddaten (Datenspeicher Waldfonds). Die getrennte Erfassung der Standortsform in ihren obiektiven Teileinheiten Bodenform, Grundwasser- und Staunässestufen, Humusform, Makroklimaform und reliefbedingten Mesoklimaeigenschaften sowie der Vegetationseinheiten nach Stamm- und Zustandsvegetationstypen wurde durch Kopp auf Basis der Arbeiten von Wittich und Ehwald in der forstlichen Bodenkunde sowie der forstlichen Vegetationskunde (Scamoni, Passarge, Hofmann) über Jahrzehnte entwickelt. Dabei fanden bereits frühzeitig technogene Überprägungen des Naturraums durch Immissionsformen (Kopp 1969, 1973, KOPP et al. 1982) Eingang in das Kartierungsverfahren (FIEDLER 1989). Die Erkenntnis, dass Fremdstoffeinträge zu einem neuen Standortfaktor geworden waren (HOFMANN 1990) war 1984 nicht neu (Köhler und Lieber 1968), fand aber angesichts massiver visuell erkennbarer Schäden offiziell Unterstützung und wurde maßgeblich durch HOFMANN zu einer Intensivierung der Waldökosystemforschung am Standort Eberswalde genutzt (Anders et al. 2001). Sein Vorschlag zur Einrichtung eines forstlichen Monitoring (ökologische Waldzustandskontrolle) und die Übertragung an die Standortskunde im Forsteinrichtungsbetrieb wurde 1986 bestätigt und im gleichen Jahr umgesetzt. Entsprechend der Entwicklung in der Bundesrepublik war die forstliche Umweltkontrolle der DDR in ein Stichprobensystem zur Kronenzustandserhebung (Rasternetz) sowie etwa der BZE entsprechend in ein Basisnetz, beides aber stratifiziert nach Standortsformen und Bestockungszustand zur periodischen Kontrolle der Standortentwicklung (Kronenzustand, Zuwachs, Bodenzustand, Ernährungszustand, Fremdstoffbelastung) gegliedert (Kallweit 1990) und sollte um Forschungsflächen ergänzt werden, wozu erste Intensivmessflächen zu Wasser- und Stoffhaushalt eingerichtet wurden (SIMON und WESTENDORF 1991).

Unter maßgeblicher Beteiligung des Instituts für Forstwissenschaften Eberswalde wurde 1989 eine Richtlinie zur Bewirtschaftung immissionsgeschädigter Kiefernwälder erarbeitet und in Kraft gesetzt, die noch von längerfristig notwendigen Anpassungsprozessen an Luftverunreinigungen ausgehen musste (MLFN 1989). Das Konzept der Immissionstypen (Hofmann und Heinsdorf 1990) reduzierte sich durch den Zusammenbruch der Wirtschaft überraschend schnell auf die verbliebenen Aspekte von Versauerung und Stickstoff- Eutrophierung, die sowohl mit der Wiederholungsaufnahme des Basisnetzes der ÖWK (Konopatzky et al. 1998) als auch im wissenschaftlichen Begleitprojekt zur Atmosphärensanierung SANA am Modellgebiet Dübener Heide demonstriert wurden (Konopatzky 1995).

Ab 1991 wurde in Zuständigkeit der Länder das System der Waldschadenserhebung des Bundes übernommen und von 1991/92 die BZE I zusätzlich zur Zweitaufnahme des ÖWK-Basisnetzes durchgeführt. Ab 1995 begann mit Unterstützung durch die Europäische Union der Aufbau von Level-2-Dauerbeobachtungsflächen, zur langfristigen Beobachtung der Witterung und Fremdstoffbelastung und deren Einfluss auf das Waldökosystem. Das Land Brandenburg beteiligte sich mit sechs Dauerbeobachtungsflächen in Kiefernökosystemen (Kallweit 1999). Ergebnisse dieser Untersuchungen werden regelmäßig in den Waldzustandsberichten publiziert (LFE 2001) und sind Teil des Europäischen Waldzustands- Monitorings (ICP-Forests). Schwerpunkte der Untersuchungen sind der Wasser- und Stoffhaushalt (Lasch et al. 2001, Bolte et al. 2004, Riek et al. 2006, Jochheim et al. 2007) sowie die Entwicklung des Vitalitätszustandes der Bestände. Neben Stickstoffsättigung und Basenverlust haben mit der Klimaänderung Stressindikation über Biomarker (Kätzel und Löffler 2007) und Kohlenstoffhaushalt zunehmende Bedeutung im Level-2-Programm (Jochheim et al. 2009).

Ähnlich wie die neuartigen Waldschäden hatten zur Zeit der Gründung der Forstlichen Versuchsanstalt(en) Umweltprobleme durch großflächige Entwaldungen in Europa zu z. T. katastrophalen Schadensereignissen, wie Lawinen- und Hochwasserkatastrophen, geführt, die so ernst genommen wurden, dass der 1873 anlässlich der Wiener Weltausstellung tagende Internationale Land- und Forstwirtschaftliche Kongress den Regierungen riet, den Aufbau des forstlichen Versuchswesens in Angriff zu nehmen (Ruhm 1999).

Zur Lösung der "Waldklimafrage(n)", der Feststellung des Bestandesklimas im Gegensatz zum Freilandklima und der Frage nach dem Einfluss des Waldes auf das Klima seiner Umgebung wurden international abgestimmt auch in Preußen unter Leitung von Müttrich 1875 ein Netz von 17 forstlich meteorologischen Doppelstationen eingerichtet und über 20 Jahre betrieben. Die Ergebnisse der bis dahin beispiellosen Messkampagne wurden regelmäßig in Jahrbüchern veröffentlicht (Müttrich 1877) und waren Grundlage und Ausgangspunkt einer intensiven Auswertungstätigkeit in Eberswalde zu der vor allem Schubert

(1900, 1904) mit Untersuchungen zum Wärmehaushalt und Geiger (1942) als Wegbereiter der Mikroklimatologie sowie mit verbesserten Methoden Lützke (1961, 1966) zu Grundlagen zum Wärmehaushalt des Waldes erhebliche Beiträge geleistet haben.



Abb. 8: Forstmeteorologische Vorlesung von Johannes Schubert im Jahr 1946

In seinem Nachruf zum Tode J. Schuberts bemerkte Geiger (1948) zur Auswertung der Ergebnisse der forstlichen Doppelstationen durch Schubert sehr treffend und auch in die heutige Zeit passend: "Die Begeisterung für die neuen Gedanken hatte, wie so oft in ähnlichen Fällen Mittel und Möglichkeiten zu umfangreichen Beobachtungen geschaffen. Für die mühselige Verarbeitung des Beobachtungsmaterials aber bestand wenig Verständnis und doch hing daran, wie immer, das Ergebnis der ganzen Aktion."

Enttäuscht von den zunächst unbefriedigenden Ergebnissen der Doppelstationen wurde dieses Programm nach 20 Jahren abgeschlossen und der Verband forstlicher Versuchsanstalten verlegte 1896 den Schwerpunkt forstmeteorologischer Forschung auf die Beantwortung der Frage des Waldeinflusses auf die hydrologischen Verhältnisse. Wälder können das Niederschlagsangebot aus der Atmosphäre nur geringfügig erhöhen, war das Ergebnis umfangreicher Messungen der Hauptstation für das forstliche Versuchswesen in Preußen (Müttrich 1903, Schubert 1937). Zur Untersuchung des Einflusses verschiedener Vegetationsdecken auf den Landschaftswasserhaushalt wurden 1907 in Eberswalde die ersten wägbaren Kleinlysimeter eingesetzt, nach Unterbrechung durch den Weltkrieg erfolgte unter Bartels 1928 ein Ausbau mit einer neuesten Erkenntnissen genügenden wägbaren Lysimeteranlage. Geiger begann dort 1939 eine Untersuchung über den Einfluss der künstlichen Beregnung auf den Wasserhaushalt des Bodens, durch Göhre wurden die Untersuchungen zum Wasserhaushalt 1949 wieder aufgenommen und eine erneute Erweiterung der Lysimeteranlage auf dem Drachenkopf (Eberswalde) 1955 von Kortüm beendet. Die Lysimeterforschung hat zweifellos dazu beigetragen, die unterschiedliche Verdunstung verschiedener Bodendecken und Pflanzenarten aufzudecken. Daran hatten die Arbeiten von Lützke (1965), Lützke und Simon (1975, 1976) großen Anteil und fanden ihre Fortsetzung in den Untersuchungen von Müller (2002), der wägbare Lysimeter in verschiedenen Bestandesstrukturen einsetzte und vergleichende Wasserbilanzen von verschiedenen Forstökosystemen aufstellte (Müller 2009). Während der generelle Einfluss des Waldes auf den Wasserhaushalt nunmehr geklärt erscheint, bleibt die "Waldklimafrage" nach wie vor Gegenstand der meteorologischen Grundlagenforschung, wobei Wald inzwischen als Teil einer biogeochemischen und biogeophysikalischen Rückkopplung verstanden wird (CLAUSSEN 2003), deren Wirkungen in den bisherigen Klimamodellen nur näherungsweise auf globaler Ebene Berücksichtigung gefunden hat. Die Fragen zu Stoffproduktion, Bodenzustandsdynamik und Stresstoleranz verschiedener Bestandesstrukturen unter klimatischer Drift sind bisher zunächst nur angerissen (Beck und Schröder 2009). Dazu können sowohl die Inventuren (Level 1) als auch die begrenzten Einblicke in die Prozessabläufe auf den Dauerbeobachtungsflächen Level 2 nach europäisch abgestimmten Methoden, langfristig in Wechselwirkung mit der Waldökosystemforschung dem jeweiligen Erkenntnisstand angepasst, ihren Teil an Daten und Ergebnissen liefern.

#### Waldschutz - Tierische Schaderreger

Der Waldschutz, insbesondere die Forstentomologie, wurde ganz entscheidend schon vor der Institutionalisierung des forstlichen Versuchswesens durch Julius T. C. Ratzeburg geprägt, der von 1830 bis 1869 als Professor für Naturwissenschaften an der Forstakademie tätig war. Ratzeburg's Bücher sind auch heute noch Quelle umfangreichen Waldschutzwissens. Die Leitung der Zoologischen Abteilung im forstlichen Versuchswesen übernahm 1871 BERNHARDT AL-TUM. Unter ALTUM wurden u.a. die Lebensweise und forstliche Bedeutung waldschädlicher Tiere weiter untersucht, aber auch Vorbeugungs- und Vertilgungsmittel (z.B. das Anlegen von Teerstreifen gegen Kiefernspinner) erprobt (Anonymus 1880). Ergebnisse morphologischer und physiologischer Untersuchungen fanden Eingang in sein Lehrbuch der Forstzoologie (АLTUM 1872-1875). Nach ALTUM übernahm KARL ECKSTEIN 1900 die Leitung der Zoologischen Abteilung und hinterließ beeindruckendes Schrifttum entomologischer Forschungsergebnisse (u. a. Eckstein 1914).

Ab 1933 war Fritz Schwerdtfeger Leiter der Abteilung Waldschutz und später des Instituts. Wesentliche Aufgabe war die Unterstützung der Praxis bei Diagnosen und großflächigen Bekämpfungen. Schwerdtfeger führte heute noch in den Grundsätzen praktizierte Überwachungsverfahren wie z.B. die Winterbodensuchen ein (Schwerdtfeger 1941). 1938 erhielt die Abteilung Waldschutz ein neues, der Aufgabe an-

Abb. 9: Versuch zur Bekämpfung des Großen Braunen Rüsselkfers im Revier Melchow, 1930

gepasstes und für die damalige Zeit sehr modernes Gebäude, in dem die Waldschutzmitarbeiter bis 2010 tätig waren. Schwerdtfeger's umfassende Darstellung der Forstpathologie und des Forstschutzes im Buch "Die Waldkrankheiten" wird bis heute, auch auf Grund der bis 1981 aktualisierten Auflagen, von vielen Forstentomologen als das Standardwerk angesehen. Karl Gösswald leitete von 1940–45 die Abteilung "Ameisen- und Termitenforschung". Viele seiner Forschungsergebnisse finden sich im 2-bändigen Werk "Die Waldameise" (Gösswald 1989, 1990) wieder.

Unter der Leitung von Walther Kruel wurde das Gebäude des Institutes für Waldschutz 1945 wieder instand gesetzt. 1953 ging es als Abteilung in das Institut für Forstwissenschaften ein. Massenvermehrungen von Kiefernspinner, Nonne, Forleule, Kiefernspanner und Kiefernbuschhornblattwespen wurden überwacht, prognostiziert und deren Bekämpfung organisiert, tausende Anfragen von Förstern zu schwer bestimmbaren oder auch bis dahin unbekannten Schaderregern beantwortet. Schwerpunkt im Versuchswesen war immer die Bearbeitung ganz aktueller Fragestellungen, ausgerichtet sowohl auf das bessere Verständnis der Biologie und Ökologie der Schaderreger als auch auf die Optimierung von Überwachung, Prognose, Bekämpfung und Prophylaxemöglichkeiten. Hauptthema in den 1950er bis 1970er Jahren war die Entwicklung von Abwehrmethoden u.a. gegen Maikäfer, blatt- und nadelfressende Insekten u.a. durch Eugen Templin, G. Richter, HELLMUTH GÄBLER, SIGRID URBAN UND HEINZ FANKHÄNEL SOWIE für Nagetiere durch Horst Kulicke. Werner Ebert (1968) erstellte nach intensiven Datenrecherchen Karten der Haupt- und Nebenschadgebiete der Kieferngroßschädlinge. Intensiv wurde unter DIETER OTTO zur Biologie und zu den Einsatzmöglichkeiten Roter Waldameisen im biologischen Waldschutz geforscht (Otto 2005). Stets bestand das Bestreben aktuelle technische Neuentwicklungen im Waldschutz zu erproben: z. B. die Luftapplikation von Pflanzenschutzmitteln, die Nutzung von EDV- Programmen bis hin zur Entwicklung von Prognosemodellen für Kiefernspanner und Forleule in den 1980er Jahren (Walter 1991). Bewährte Methoden wie die Winterbodensuchen nach im Boden überwinternden Schadinsekten wurden mehrfach auf der Grundlage statistischer Analysen und unter Anwendung Geographischer Informationssysteme rationalisiert (Häussler 1989, Böhme und Haffelder 1999, Apel et



Abb. 10: Vorbereitung eines Versuchs zur Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln um 1960

al. 2006). WINFRIED HACKBARTH war an zahlreichen Untersuchungen zu effektiven Überwachungs- und Bekämpfungsverfahren beteiligt (HACKBARTH 1987).

Von 1985 bis 2004 leitete Curt Majunke die Abteilung Waldschutz. 1992 übernahm er das Fachgebiet für Forstentomologie und Waldschutz an der Fachhochschule Eberswalde, bis 2004 als hälftige Professur. In dieser Zeit entstanden unter der Betreuung von Majunke, Apel, Heydeck, Möller und Häussler unzählige Diplomarbeiten zu vielfältigen Waldschutzthemen. Gemeinsam mit Waldschutzkollegen aus Niedersachsen, Altenkirch und Ohnesorge, sowie unter Mitarbeit von Paul Heydeck und Dietrich Häussler verfasste Majunke das Lehrbuch "Waldschutz auf ökologischer Grundlage" (Altenkirch et al. 2002).

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Forschung zu holz- und rindenbrütenden Insekten waren ab den 1980er Jahren die Untersuchungen zum Blauen Kiefernprachtkäfer. Karl-Heinz APEL legte mit seinen Arbeiten zu Biologie, Ökologie und Massenwechsel wesentliche Grundlagen für die Überwachung und Bekämpfung des Käfers (APEL 1986). Nach Klärung dieser Grundlagen rückten Mechanismen der Wirtsfindung des Blauen Kiefernprachtkäfers, u.a. mittels Stammabsaugung flüchtiger Stoffe und Thermografie, in den Fokus der Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen (APEL et al. 2000). Gemeinsam mit einer anderen Forschergruppe untersuchte er die physiologischen Grundlagen der Ortung von Waldbränden durch den Schwarzen Kiefernprachtkäfer. Infrarot-Rezeptoren und auf Rauchgas reagierende Antennen des Käfers wurden beschrieben (Schütz et al. 1999). In den 1990er Jahren war die Wechselwirkung zwischen Nahrung und Insektenentwicklung, auch unter Einwirkung von Schadstoffen, wie Stickstoffverbindungen, Schwefeldioxid und Schwermetallen, Thema zahlreicher Projekte (u. a. Kätzel und Möller 1993).



Abb. 11: Dr. Karl-Heinz Apel (†) bei Untersuchungen zur Wirtsfindung durch den Blauen Kiefernprachtkäfer (Stammabsaugung). (Quelle: Archiv LFE)

Für eine rationelle Überwachung wurden Haupt- und Nebenschadgebiete der Kieferngroßschädlinge überarbeitet (u.a. Majunke 1994) und letztlich zu einer abteilungsgenauen Risikokarte für das Nordostdeutsche Tiefland zusammengeführt, die auch als Grundlage stabilisierender waldbaulicher Maßnahmen dienen soll (APEL et al. 2004). Umfangreiche und langjährige Untersuchungen zum Einfluss von Insektiziden, aber auch Kahlfraßereignissen auf die Arthropodenfauna in Kiefernbeständen durch Katrin

MÖLLER (MÖLLER 2007) sowie Untersuchungen zur Regenerationsfähigkeit von Kiefern nach Fraßereignissen durch K.-H. Apel und Matthias Wenk (Wenk und Apel 2007) verbessern heute die Entscheidungsfindung bei Pflanzenschutzmitteleinsätzen. Umfangreiche Praxisversuche wurden zum Einsatz von Sexuallockstoffen für die Überwachung forstschädlicher Schmetterlinge und Blattwespen realisiert bzw. führten in Kooperation mit kanadischen und deutschen Forschern zum artspezifischen Pheromon von Nonne und Kiefernspanner (Moorewood et al. 1999, Häussler et al. 2000, Franke et al. 2004). Analysen der Pheromonfallenfänge der Nonne durch Kati Hielscher werden ein rationelleres Verfahren der Nonnenüberwachung ermöglichen (Hielscher und Engelmann, in Vorb.).

Eine Vielzahl von Forschungsberichten, Anleitungen für die Forstpraxis, darunter umfangreiche Merkblätter, Hunderte Publikationen in Fachzeitschriften und auch Nachschlagewerke (u.a. Ebert et al. 1978, Sedlag 1984, Altenkirch et al. 2002) dokumentieren die intensive Tätigkeit der Forstentomologen und Phytopathologen. Das Merkblatt Nr. 1 "Probesuchen nach Eiern der Forleule" der Abteilung Waldschutz der Preußischen Versuchsanstalt für Waldwirtschaft Eberswalde schrieb Schwerdtfeger 1938. Die Reihe wurde bis heute fortgesetzt und widerspiegelt auch die Geschichte des forstlichen Versuchswesens auf diesem Gebiet, die immer von einer hohen Praxisrelevanz geprägt war.

#### Waldschutz-Phytopathologie

Die forstpathologische Forschung in Eberswalde hat ihre Wurzeln im 19. Jahrhundert – bei Robert Hartig (1839–1901) und Oscar Brefeld (1839-1925). R. Hartig gilt - zusammen mit Moritz Willkomm - als Begründer der forstlichen Phytopathologie. In seinen Schriften werden bereits viele wichtige Schaderreger, darunter Wurzelschwamm und Hallimasch, dargestellt. 1882 erschien sein "Lehrbuch der Baumkrankheiten". Besonders hervorzuheben ist auch das Wirken des Pilzforschers Alfred Möller (1860 – 1922), welcher bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts eingehende Untersuchungen über den im Nordosten Deutschlands forstwirtschaftlich sehr bedeutungsvollen Kiefernbaumschwamm durchführte (Möller 1904). Später war es Johannes Liese (1891-1952), der sich in Eberswalde intensiv mit forstmykologischen Fragen des Holzschutzes und der forstlichen Phytopathologie befasste. In den 1960er Jahren lag die phytopathologische Forschung in den Händen von Horst Lyr. Unter seiner Leitung entstanden zahlreiche Publikationen und Patente, z.B. über die Wirkung fungizider Substanzen. Das Institut für Forstwissenschaften Eberswalde (IFE) war zu dieser Zeit auf phytopathologischem Gebiet personell gut ausgestattet (G. Hoffmann, W. Kessler, E. Kluge, W. Luthardt, G. RITTER, K. STOLL, D. WAGENBRETH u.a.). Zu den wissenschaftlich bearbeiteten Themen zählten beispielsweise die "Umfallkrankheit" (Keimlingsfäule) in Forstbaumschulen und die Kiefernschütte. Von 1970 bis 1991 wurden die forstpathologischen Aktivitäten im Waldschutz durch WALDFRIED Kessler (1930-2005) angeleitet.

Neben der Bewältigung umfangreicher diagnostischer Arbeiten war er u.a. an der Untersuchung des nach 1980 einsetzenden "Eichensterbens" beteiligt. Mitte der 1980er Jahre kam es im nordostdeutschen Tiefland zu einem massiven Auftreten des Kleinpilzes *Cenangium ferruginosum* (Triebspitzenerkrankung an Kiefer). Fast 100 Jahre zu-



Abb. 12: Lophodermium-Schütte an Kiefer im Pflanzkamp (Quelle: Archiv Waldschutz, LFE)

vor hatte sich der Eberswalder Professor Frank Schwarz (1857-1928) mit einem ebenfalls pilzlich bedingten Triebsterben an Pinus sylvestris näher befasst (Schwarz 1895). 1985 erregte der Kleinpilz Cylindrocarpon destructans in Verbindung mit schwerwiegenden Schäden an jungen Eichen und Rot-Buchen in Baumschulen bzw. Kulturen Aufsehen (Kessler 1988). Die Forschungsaufgaben konzentrierten sich auf Maßnahmen zur Reduzierung der Keimlingsfäule in Forstbaumschulen (Orlicz-Luthardt 1986), wo die Krankheit in den damals sehr umfangreich vorhandenen Kiefernsaaten verbreitet zu gravierenden Sämlingsverlusten führte. Die Zeit nach 1990 war geprägt durch eine Häufung von Witterungsextremen. Schäden durch thermophile Pilzarten, wie Diplodia pinea (Triebsterben an Pinus spp.), wurden in weiten Teilen Brandenburgs zunehmend registriert. Ein neuer Krankheitserreger, Phytophthora alni, führte nach 1998 zu einer Besorgnis erregenden Situation an Schwarz-Erlen. Besonders kritisch war die Befallslage im Spreewald (Schumacher 2003). Erst nach 2005 wurde eine spürbare Beruhigung des Infektionsgeschehens registriert. Zudem häuften sich in den späten 1990er Jahren Absterbeerscheinungen in Kiefernjungbeständen auf Kippenstandorten im Süden Brandenburgs, verursacht durch den Kiefern-Wurzelschwamm (Heterobasidion annosum s. str.). Diese bereits von KILIAS (1957) tangierte Problematik entwickelte sich nach der Jahrtausendwende zu einem Schwerpunkt der forstpathologischen Arbeit in Brandenburg (vgl. Heydeck et al. 2010). Hervorzuheben ist weiter das Auftreten einer im nordostdeutschen Tiefland seit 2002 beobachteten neuartigen Krankheit an Gemeiner Esche. Das als "Eschentriebsterben" bezeichnete Phänomen, ausgelöst durch den Kleinpilz Hymenoscyphus pseudoalbidus, bedarf auch weiterhin einer wissenschaftlichen Begleitung.

#### Forstgenetik und Ökophysiologie

Die Arbeitsschwerpunkte des Fachgebietes Forstgenetik haben sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten auf die Bewertung der Angepasstheit und auf die Sicherung der künftigen Anpassungsfähigkeit der Baumarten und ihrer in Brandenburg heimischen Populationen konzentriert. Neue und immer kostengünstigere Analysemethoden ermöglichten erstmals Einblicke in die genetischen Strukturen unserer Waldbestände.

Namhafte Väter des forstlichen Versuchswesens hätten sich diese Möglichkeiten schon vor mehr als 140 Jahren gewünscht. Max Kienitz, beeinflusst von der noch jungen Evolutionstheorie Darwins, war einer der ersten, der den engen Zusammenhang zwischen Anpassung, Selektion und Vererbung (natürliche Zuchtwahl) am jeweiligen Standort postulierte und zum Gegenstand seiner Dissertation (1879) machte. Methodische Grundlage waren physiologische Keimungsversuche, mit denen er das unterschiedliche Keimungsverhalten von Kiefernsaatgut aus verschiedenen Höhenstufen untersuchte. Diese Arbeiten legten den Grundstein für zwei Forschungsrichtungen, die sich in den Folgejahren international etablierten. Dies war zum einen die Forstsamenkunde und zum anderen die Herkunftsforschung. Eine Übersicht zur mehr als 100-jährigen Saatgutforschung in Eberswalde geben Schubert et al. (1999). Gemeinsam mit Schwap-PACH und anderen Forschern wurden zum Ausgang des 19. Jahrhunderts die ersten internationalen Herkunftsversuche, zunächst für Kiefer und Douglasie, angelegt. Schwappach, der bereits 1899 die Waldsamenprüfanstalt in Eberswalde gegründet und den ersten internationalen Kiefernprovenienzversuch (Chorin 85) begründet hatte, schlussfolgerte im Jahre 1911, dass "die Erziehung nutzholztüchtiger Bestände von freudigem Wuchse und gutem Schlusse mit möglichst geringem Kostenaufwande die Verwendung von Samen geeigneter Herkunft und hoher Keimkraft zur Voraussetzung [hat]." Er resümiert drei Jahre später: "Der Schaden, welcher der deutschen Forstwirtschaft durch die Einfuhr von Kiefernsamen ungeeigneter Herkunft verursacht worden ist, und der infolge Unkenntnis, Kurzsichtigkeit und falscher Sparsamkeit der Besitzer auch heute noch entsteht, lässt sich auf viele Millionen veranschlagen." (Schwappach 1914).

Ausgerichtet auf ertragsorientierte Versuchsziele und mangels physiologischer und genetischer Analysemöglichkeiten, dienten zunächst phänotypische Parameter (Wuchsleistung, Wuchsform, Astigkeit etc.) als Indikatoren für die genetische Anpassung. Dies war insofern problematisch, da der Grad der Erblichkeit dieser Merkmale (Heritabilität) nicht bekannt war und erst in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts durch Kreuzungsexperimente quantifiziert werden konnte. Es verwundert daher kaum, dass bis in die heutige Zeit das Wechselspiel zwischen Genotyp, Standort und Bewirtschaftung für die jeweilige Wuchsleistung eines Bestandes eher subjektiv je nach Vorbildung des Betrachters bewertet wird. Dies unterstreicht um so mehr, wie geradezu avantgardistisch die Versuchsanlagen zu Beginn des 20. Jahrhunderts waren. Denn die Mendelschen Gesetze waren zu diesem Zeitpunkt seit über 30 Jahren in Vergessenheit geraten und die wissenschaftlichen Grundlagen der Genetik wurden erst in der 2. Hälfte des vorigen Jahrhunderts entdeckt.

Bis zum Ausbruch des 2. Weltkrieges erlebte die "Vererbungswissenschaft" und ihre praktische Anwendung in der Forstpflanzenzüchtung eine wahre Blütezeit. Der erste Professor mit Lehrstuhl für Vererbungslehre in Deutschland an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin, Dr. Erwin Baur, (1923) hatte anlässlich der Wintertagung des Märkischen Forstvereins enge Zusammenhänge zwischen der "landwirtschaftlichen und forstlichen Vererbungslehre", insbesondere für die ertragssteigernde Züchtung, gesehen. Auf seine Initiative wurde 1928 die Abteilung Forstpflanzenzüchtung des "Kaiser-Wilhelm- Institutes für Züchtungsforschung" in Müncheberg gegründet und in der Folgezeit ausgebaut. Über den Waldbauer A. Dengler, der bereits 1926 Baumkreuzungen zwischen den verschiedenen Kiefernras-

sen durchführte, bestanden Beziehungen zur Eberswalder Versuchsanstalt (EIFLER & KOHLSTOCK 1996).

Nach Ende des 2. Weltkrieges wurde die Forstpflanzenzüchtung am nahegelegenen Standort Waldsieversdorf neu etabliert und 1952 als Zweigstelle in das Institut für Forstwissenschaften Eberswalde eingegliedert. Trotz wechselnder Zuständigkeiten (1963-1968: Institut für Züchtungsforschung Graupa) machte die forstgenetische Forschung in Waldsieversdorf bis 1989 enorme Fortschritte, die durch materielle (Laborgebäude und Ausstattung) und personelle Förderung unterstützt wurden. Die fachlichen Schwerpunkte blieben die Züchtungs- und Herkunftsforschung (Übersicht bei Eifler & Kohlstock 1996), die Entwicklung von Frühtests bei Keimlingen und von Vermehrungstechnologien (RICHTER 1959). Mit Beginn der 1980er Jahre hielten zunehmend genanalytische Methoden (Isoenzymanalysen) und physiologische Grundlagenuntersuchungen Einzug in die Züchtungsforschung. Wenn sich auch die Resistenzzüchtung für "rauchgastolerante" Bäume als Fehlentscheidung und Sackgasse erwies, entwickelte sie dennoch die methodischen Grundlagen für die Forschungsarbeiten der 1990er Jahre – und sie verband die Baumphysiologie mit der Forstgenetik. Mit der Entwicklung der Epigenetik in den 1980er Jahren verschwammen die Grenzen beider Fachdisziplinen immer mehr bzw. bildeten neue Teildisziplinen wie die Ökologische Genetik und Ökophysiologie. Diese Verschmelzung hat sich bis heute im Eberswalder forstlichen Versuchswesen bewährt.

Dies weist auf eine zweite Eberswalder Quelle der modernen Forstgenetik hin – der Gehölzphysiologie. Bereits die Gründungsväter der Hauptstation für das forstliche Versuchswesen in Preußen wollten wissen "was die Welt im Innersten zusammenhält" und etablierten die "pflanzenphysiologische" als eine von sechs eigenständigen Abteilungen in Eberswalde (s.o.). Bereits 100 Jahre zuvor hatte sich mit der Entwicklung der experimentellen Biologie die Physiologie zu jener aufstrebenden Wissenschaft entwickelt, die sich der Analyse und kausalen Erklärung der Lebensvorgänge widmet – und damit die Frage des "Warum?" in den Mittelpunkt der Naturwissenschaft gestellt.

Die Leitung der pflanzenphysiologischen Abteilung wurde den Professoren der Forstfakultät Hartig (1871–1878), Brefeld (1878-1893) und Schwarz (1893-1922) übertragen. Der Arbeiten hatten zunächst einen pflanzenpathologischen Hintergrund. Später wurden Zusammenhänge zwischen Nadelmenge bzw. Fruktifikation und Holzzuwachs sowie Folgen der Astung untersucht. Ab 1881 begannen Akklimatisationsversuche mit fremdländischen Gehölzarten. Forschungen über Zusammenhänge der physikalischen Bodeneigenschaften und der Kiefernwurzel legen ab 1888 den Grundstein für einen ökophysiologischen Forschungsansatz. Die Publikation über "Physiologische Untersuchungen über Dickenwachstum und Holzqualität von Pinus silvestris" von Schwarz (1899) verdient besondere Erwähnung. Im gleichen Jahr (1899) wurde mit der Ursachenforschung zur Rotkernbildung der Buche begonnen (Schwappach 1904).

Constantin Councler, Nachfolger des ersten Leiters der chemisch-physikalischen (bodenkundlichen) Abteilung (Friedrich Wilhelm Schütze bis 1879) widmete sich von 1880 bis 1886 der Bestimmung des Gerbstoffgehaltes der Rinden und Hölzer von Tanne, Fichte und Lärche. Kulturversuche der bodenkundlichen Abteilung beleuchten den



Abb. 13: Laboruntersuchungen geben u. a. wichtige Hinweise zum Vitalitätszustand von Forstschaderregern

Einfluss mineralischer Nährstoffe auf die Pflanzenentwicklung. Die Analyse phenolischer Inhaltsstoffe wurde bis in die Gegenwart immer wieder neu aufgegriffen und dient heute vordringlich der Bewertung des Abwehrpotenzials der Bäume gegen biotische Schaderreger.

Weder die Breite noch die Kontinuität der pflanzenphysiologischen Forschungen konnten jedoch in den folgenden Jahrzehnten aufrechterhalten werden. In den 1930er Jahren wurde die Abteilung für Pflanzenphysiologie unter EIDMANN neu etabliert (AUTORENKOLLEKTIV 1961). In Zusammenarbeit mit A. Dengler standen die Arbeiten in engem Zusammenhang zu waldbaulichen Fragestellungen (z.B. Dengler 1937). Nach 1945 wurden physiologische Einzelfragen in den Abteilungen Waldsamenkunde, Forstschutz gegen pflanzliche Schädlinge, Forstdüngung und -melioration sowie in der Arbeitsgruppe ökologische Pappelforschung untersucht. Eine Kernfrage war die Reaktion der Forstpflanzen auf die Änderung der standörtlichen Bedingungen (Trockenheit, Insekten, Pilze, Nährstoffe) und das Bemühen, die Standortfaktoren so zu beeinflussen, dass ein optimaler Wachstumsverlauf, Holz- und Harzertrag möglich sein würden (Düngung, Melioration, Pflanzverfahren, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln).

Einen enormen Aufschwung erlebte die Baumphysiologie ab 1953 als Horst Lyr, als Nachfolger von Johannes Liese mit der Leitung des Institutes für Forstbotanik und des Forstbotanischen Gartens an der Eberswalder Forstfakultät der Humboldt-Universität zu Berlin betraut wurde. Nach Schließung der Fakultät im Jahre 1963 übernahm Lyr die Leitung des Bereiches (ab 1963 Institut) Forstschutz gegen pflanzliche Schädlinge (Wagemann 2006). Bis 1971 bearbeitete er vordringlich Fragen zur Erkrankung von Forstgehölzen. Dazu wurde u.a. im Forstbotanischen Garten der "Wurzel-Keller" wieder aufgebaut. So konnten grundlegende Erkenntnisse zur Relation von Wurzel- und Sprossentwicklung bei Forstpflanzen gewonnen werden. Wesentliche Forschungsergebnisse fanden Eingang in das Grundlagenwerk "Physiologie und Ökologie der Gehölze" (Lyr, Fiedler, Tranquillini 1992). Mit der Zunahme der Waldschäden durch Luftschadstoffe etablierte sich in den 1980er Jahren, zunächst innerhalb des Forstschutzes (später Waldökologie), die Arbeitsgruppe Ökophysiologie unter BERND GUSTKE. Ihre Forschungsaufgabe war es u.a. zu prüfen, inwieweit biochemische Pflanzeninhaltsstoffe Rückschlüsse auf die Vitalität des Einzelbaumes ermöglichen. Auf dieser Grundlage wurde in den 1990er Jahren das Biomarker-Konzept (Kätzel 2003) entwickelt. Biomarker sind physiologische und biochemische Größen, die auf Stoffeinwirkungen oder physikalische und biologische Einflüsse reagieren und auf den verschiedenen Organisationsebenen eines Organismus (Molekül, Zelle, Gewebe, Organ) als Maß für die Exposition, die Wirkung oder die Empfindlichkeit quantifiziert werden können.

Während seit den 1950er Jahren akkumulierte Pflanzeninhaltstoffe (Stickstoff, Schwefel, Schwermetalle, zumeist in
Blättern oder Rinde) als Stressindikatoren genutzt wurden,
ermöglichen biochemische Reaktionsindikatoren auch eine
Vitalitätsbewertung unter Stressbedingungen bei denen
keine Schadstoffe von der Pflanze aufgenommen werden
(z.B. Ozon, Strahlung, Wassermangel). Als in den 1990er
Jahren die akuten Waldschäden durch Luftschadstoffe
deutlich abnahmen, mehrten sich gleichzeitig die Hinweise, dass häufigere Witterungsextreme das Ergebnis eines
langfristigen Klimawandels sein könnten. Mit der Entwicklung der Biomarker konnten die Anpassungsprozesse von

Waldbäumen während und nach Extremereignissen beobachtet werden. Da die physiologischen Grenzen der Anpassung in hohem Maße genetisch determiniert sind, war es nun möglich z.B. unterschiedliche Herkünfte der Kiefer hinsichtlich ihrer Anpassungspotenziale bei Trockenheit und unterschiedlicher (Über-)Lebensstrategien (growth or defense) zu untersuchen (Kätzel & Löffler 2007).

Gehölzphysiologie und Forstgenetik eint die Fragestellung, ob das aktuelle genetische Potenzial unserer Wälder ausreicht, um sich an die Folgen des Klimawandels anzupassen.

Entschieden wird die Antwort über die individuelle, intra- und interspezifische Variabilität der Baumpopulationen. Bereits im Ergebnis der Waldschadensforschung wurden in Einzelfällen die Grenzen der Anpassung beobachtet. Um die Variablen der Anpassung zu erhöhen, erwies sich eine breite genetische Vielfalt als unabdingbar. Auf der Grundlage der Erkenntnisse der Ökologischen Genetik widmete sich das Fachgebiet deshalb seit Mitte der

1990 Jahre zunehmend der Erhaltung forstgenetischer Ressourcen. Ziel ist die Erfassung, Sicherung und Mehrung des genetischen Potenzials der Baumarten. In diesem Zeitraum haben sich die Prioritäten der bearbeiteten Gehölzarten sowie die Erfassungs- und Erhaltungsmethoden verändert. Populationsgenetische Analysen konzentrierten sich schwerpunktmäßig auf die Hauptbaumarten Kiefer, Buche, Eiche und Pappel. Während noch bis 2005 überwiegend Isoenzymanalysen als populationsgenetische Marker im eigenen Labor verwendet wurden, werden heute zunehmend spezifische DNA-Marker per Auftrag an externe Labore genutzt. So konnten u.a. die glazialen Refugialgebiete von Trauben-Eichen- Beständen in Naturwäldern und Saatgutbeständen Brandenburgs auf der Grundlage von Chloroplasten-DNA-Markern identifiziert werden (Liesebach et al. 2006) und genetische Abgrenzungen von Buchen- und Eichenbeständen auf unterschiedlichen Standorten Brandenburgs unternommen werden (MAURER et al. 2007). Da sich die genetischen Strukturen der Bestände im Laufe der Zeit ändern, wurde in den vergangnen zehn Jahren ein genetisches Monitoringprogramm entwickelt und in Brandenburg für die Trauben-Eiche etabliert (Kätzel et al 2005).

Erhaltungsmaßnahmen für den Genpool von Reliktvorkommen seltener einheimischer Baumarten konzentrierten sich u.a. auf Schwarz-Pappel, Wild-Apfel, Elsbeere und Vogel-Kirsche. Aktuelle und in Vorbereitung befindliche Herkunftsversuche widmen sich heimischen Straucharten (Pfaffenhütchen, Schlehe, Hasel), Vogel-Kirsche und Trauben-Eiche. Vor dem Hintergrund des Klimawandels und eines globalen Saatguthandels erlebt die forstliche Herkunftsforschung heute eine Renaissance. Chancen und Risiken fremder Herkünfte und Genotypen sind auf der Grundlage wissenschaftlicher Ergebnisse künftig gegeneinander abzuwägen.

## Waldnaturschutz und angewandte Naturwaldforschung

Die Anfänge der Eberswalder Waldkundeforschung reichen bis in die 1920er Jahre des vergangenen Jahrhunderts zurück. Die von Alfred Möller (1922) entwickelte Idee einer dauerwaldartigen Bewirtschaftung der (Kiefern)-Reinbestände Nordostdeutschlands führte in den 1930er Jahren

zu einem produktiven Streit der Forstwissenschaften um die forstpraktische Umsetzung und die betriebswirtschaftliche Sinnhaftigkeit im Vergleich zur Kahlschlagswirtschaft. Er war zugleich Initialzündung für die damals noch jungen Forschungsdisziplinen in Eberswalde, wie der Forstlichen Vegetationskunde, der Pollenanalyse und der Bodenund Standortskunde. "Ursprüngliches Anliegen [...] und seither bis in die heutige Zeit Triebfeder waldkundlicher Forschung ist die Beantwortung der Fragen nach der natürlichen Verbreitung und (damit) der standortgerechten (kontinuierlichen) aufwandarmen Walderneuerung der Hauptwirtschaftsbaumarten als Voraussetzung standortgerechter, stabiler und leistungsfähiger Mischbestockungen." (GROSSER et al. 2005). Für Deutschland unterbreitete der Eberswalder Wissenschaftler Herbert Hesmer bereits 1934 den Vorschlag zur Einrichtung eines Systems von Naturwaldzellen. Die Idee konnte erst nach dem zweiten Weltkrieg auf dem Gebiet der ehemaligen DDR auf Initiative von Scamoni im Jahr 1953 umgesetzt werden. Unter seiner Leitung wurden am Institut für Waldkunde in Eberswalde zahlreiche vegetationskundlich- pflanzengeografische und waldgeschichtliche Einzelmonografien für eine umfassende Naturraumerkundung erarbeitet. Sie gaben die Grundlage für die im Jahre 1958 erarbeitete neue Karte der natürlichen Vegetation der DDR, die mit zunehmenden Erkenntnissen 1965 und 1975 aktualisiert wurde. Auf der Basis dieser Karte wurde eine systematische Auswahl von Waldschutzgebieten möglich. Unter Federführung des Instituts für Landschaftsforschung und Naturschutz (ILN, Zweigstelle Potsdam) wurden in Brandenburg in den 1960er Jahren in zwei Tranchen insgesamt 54 Waldschutzgebiete und 21 komplexe Naturschutzgebiete mit Waldanteilen als Totalreservate nach Naturschutzrecht ausgewiesen (GROSSER 1993). In diesen Waldgebieten begannen Mitte der 1960er



Abb 14: Naturwaldzelle im Naturschutzgebiet Dubrow (Anordnung vom 30.3.1961) mit Beschilderung aus den 1960er Jahren

Jahre intensive Untersuchungen zu den Phasen der Waldentwicklung anhand von Bestockungsprofilanalysen, ergänzt durch standortskundliche, pollenanalytische, vegetationskundliche Aufnahmen und archivarische Recherchen (GROSSER 1966, GROSSER et al. 1967, ERTELD 1967, MANSIK 1971, SCHAUER 1971).

In den 1970er Jahren wurden die Institute der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR (IFE, ILN) auf die wirtschaftliche Rechnungsführung umgestellt. Mit der Einführung der Auftragsforschung stagnierte die Waldkundeforschung. Erst in den 1980er Jahren kam es in der DDR zu einer Renaissance der Waldkundeforschung. Während in den 1930er bis 1960er Jahren überwiegend waldbauliche Fragestellungen, z.B. zur natürlichen Verjüngung, zur Entwicklung der Baumartenspektren und zu Bestockungsstrukturen, im Forschungsfokus standen und zur Begründung von relativ kleinflächigen Waldschutzgebieten führten (GROSSER 1993), wurden in den 1980er Jahren die forstwissenschaftlichen und naturschutzfachlichen Zielsetzungen wesentlich erweitert (Hofmann 1984). In den treffend von Meusel (1958) als "Freilandlaboratorien" bezeichneten Waldschutzgebieten wurden nun auch Themen zur Produktionsbiologie, zur Erhaltung und Mehrung der Waldbodenfruchtbarkeit, zum Schutz des genetischen Potenzials, zur Erhöhung der Stabilität der Wälder oder zum Schutz der Arten- und Formenmannigfaltigkeit der lebenden Natur bearbeitet. Aus der Naturraumerkundung entwickelte sich in Eberswalde seit den 1950er Jahren eine komplex angelegte Ökosystemforschung. Erste Pionierarbeiten waren die Ableitung der soziologisch-ökologischen Artengruppen durch Passarge und Hofmann in den 1960er Jahren (Passarge und Hofmann 1964). Mit der Einbeziehung, insbesondere der von der Rot-Buche bestockten, Waldschutzgebiete als Nullflächen in das Flächenset zur Waldschadensforschung des IFE konnte im Monitoring der enge Zusammenhang zwischen Naturnähe des Waldökosystems und hoher Plastizität bzw. Stabilität gegenüber Störungen herausgearbeitet werden. Gleichzeitig wuchs unter dem Eindruck der durch Fremdstoffeinträge in den Kiefernforstökosystemen verursachten Schäden seit den 1970er Jahren die Bedeutung des Wertes von Waldschutzgebieten für den Landschaftshaushalt. Erste Ansätze zur Ausweisung großflächiger Schutzgebiete, z.B. das Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, wurden durch das IFE bereits vor 1989 entwickelt, konnten allerdings erst in den letzten Tagen der DDR umgesetzt werden.

Mit der Neustrukturierung der Forschungseinrichtungen nach 1990 bzw. 1992 wurden wesentliche Teile des Forschungsbereiches Ökologie des IFE in das Institut für Forstökologie und Walderfassung Eberswalde der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg (dem heutigen vTI) integriert. Forschungsarbeiten mit regionalen Schwerpunkten, insbesondere zur Ausweisung und Neuaufnahme von Naturwäldern in Brandenburg, wurden in der Forstlichen Forschungsanstalt Eberswalde e.V. neu begonnen. Mit dem Waldkundeinstitut Eberswalde GmbH entstand 1994 eine weitere Eberswalder Forschungseinrichtung, der es in Zusammenarbeit mit der Bundesforschungsanstalt gelang, die Waldökosystemforschung im nordostdeutschen Tiefland wesentlich weiter zu entwickeln. Im Rahmen des BMFT/BMBF Projekts "Waldökosystemforschung Eberswalde 1991-1999" wurde an das Eberswalder Wald- und Forstökosystemtypenkonzept angeknüpft und u. a. die Kenntnisse über die Kiefern- und Buchenwaldökosysteme Ostdeutschlands weiter vertieft

(Hofmann et al. 1991, Hofmann 1995, Anders & Hofmann 1996, JENSSEN & HOFMANN 1997, HOFMANN & JENSSEN 1999). Die Ergebnisse waren u.a. Grundlage für die Brandenburger Waldbiotopkartierung (Lua 2004). Durch die FFE, ab 1998 Landesforstanstalt Eberswalde, erfolgte aufgrund der seit 1990 durchgeführten Reprivatisierungen von Waldflächen zunächst eine Validierung des Waldschutzgebietsnetzes. Es wurde mit dem Neuaufbau des Brandenburger Naturwaldnetzes auf der Grundlage einer neu erarbeiteten Naturwaldkonzeption begonnen (STÜBNER et al. 2001). Neben der Erstellung von neuen Naturwaldmonografien (Höн-NE et al. 2006) gelang es durch die Rekonstruktion alter Strukturaufnahmen in Waldschutzgebieten (Rüffer 2007, Rüffer & Pommer 2011) in Kooperation mit dem Waldkundeinstitut Eberswalde und früheren Mitarbeitern des ILN an die Waldkundeforschung des ILN/IFE der 1960er Jahre anzuknüpfen. Ziel war es, die Veränderungen der Waldökosysteme in vier Jahrzehnten aufzuzeigen und deren Ursachen zu erforschen.



Abb. 15: Wiederholungsaufnahme der Bestockungsstruktur im Naturwald Kienhorst (Frühjahr 2007)

Im Jahre 1990 wurden ca. 15% ehemals überwiegend militärisch genutzter Liegenschaften nutzungsfrei und durch ein Nationalparkprogramm der letzten DDR Regierung einstweilig gesichert (Succow 2000). Dieses Schutzgebietssystem wurde mit der Etablierung des europäischen Schutzgebietssystem Natura 2000 mit den Flora-Fauna-Habitat-(FFH)-Gebieten weiter ausgebaut. Gegenwärtig ist ein Drittel der Gesamtwaldfläche Brandenburgs (ca. 300.000 ha) mit einer Schutzgebietskategorie versehen. Darunter befinden sich ca.150.000 ha FFH-Gebiete im Wald mit ca. 51.000 ha geschützten Wald-Lebensraumtypen (Prognose Landesumweltamt Brandenburg, MIL et al. 2011). Gleichzeitig wuchsen die Anforderungen an die Forstwirtschaft für eine ressourcenschonendere und naturverträglichere Waldbehandlung im Sinne eines "Ökosystem-Managements" (Schmidt 2007). Ein wirksamer Schutz des Brandenburger Schutzgebietssystems im Sinne eines wissenschaftlich fundierten Managements kann nur auf der Grundlage von Verfahren und Netzen eines ökosystemaren Waldmonitorings erfolgen, denn "Lebensäußerungen von Wäldern und Forsten (sind) Ausdruck vielfältiger Prozesse, die auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen ablaufen. Dabei werden die gerichteten Abläufe natürlicher struktureller Entwicklung und ungerichteter natürlicher Schwankungen überlagert von anthropogen induzierter Dynamik, die in der Regel sowohl durch die jeweilige Entstehungs- und Nutzungsgeschichte der Wälder und

Forsten als auch veränderliche Umweltbedingungen infolge von Luftverunreinigungen bedingt ist" (Hofmann et al. 1999). Deshalb garantiert die Unterschutzstellung an sich kein "Verschlechterungsverbot" in FFH- Gebieten und schematische Festlegungen einheitlicher Normgrößen zur Beurteilung der "guten fachlichen Praxis" erscheinen problematisch.

Die Naturwaldforschung und das Schutzgebietsmonitoring können hierfür das "Eichmaß" liefern und dabei helfen, die nach wie vor aktuelle Frage Denglers ("Wie weit wir vom Wege der Natur abweichen dürfen ohne uns selbst zu schaden, das ist die große Frage, aber auch die große Kunst des Waldbaus") im Spannungsfeld Forstwirtschaft und Naturschutz zu objektivieren. Erste vom LFE exemplarisch erarbeitete FFH-Gebietsplanungen stellen sich diesem Ziel (Schmidt 2009).

#### Wildökologie

Die Jagdwissenschaft als lebensraum- und populationsbezogene sowie praxisorientierte Forschungsrichtung hat in Eberswalde eine lange Tradition. Sie reicht zurück bis zu Pfeil, der als Direktor der Höheren Forstlehranstalt seit 1830 auch die Jagdverwaltungskunde vertrat und sich schon damals für den Erhalt und die Nutzung forstwirtschaftlich tragbarer Wildbestände einsetzte (Schwartz 1994).

Heute wird die jagdwissenschaftliche Forschung in Eberswalde im Wesentlichen durch drei nach 1990 gegründete Einrichtungen geprägt: die Forschungsstelle für Wildökologie und Jagdwirtschaft des Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde, das Institut für Waldökologie und Waldinventuren des Johann Heinrich von Thünen-Institutes, Teil des Bundesforschungsinstitutes für Ländliche Räume, Wald und Fischerei sowie das Waldkunde- Institut Eberswalde.

Hohe Wildbestände und enorme Wildschäden sowie die Umstellung auf naturnahen Waldbau machen den in Eberswalde tätigen Wildforschern seit 1990 die Erarbeitung ökologischer Grundlagen zur Herstellung und Erhaltung eines den naturräumlichen und landeskulturellen Verhältnissen angepassten Wildbestandes zum Arbeitsschwerpunkt.

Die Forschungsstelle für Wildökologie und Jagdwirtschaft untersucht die Lebensraumnutzung von Schalenwildarten und Möglichkeiten des Biotopverbundes über Verkehrswege hinweg. In enger Kooperation mit den forstwissenschaftlich tätigen Fachkollegen entwickelt sie Monitoringverfahren zur Wildschadenskontrolle und sucht nach praktikablen Lösungen für eine zielorientierte Jagdausübung in der Verwaltungsjagd Brandenburgs. Die Wildforscher des von Thünen-Institutes beschäftigen sich vorrangig mit dem Einfluss sich verändernder Lebensraumbedingungen auf Schalenwild und Beutegreifer. Sie erarbeiten Verfahren zur Bestandes- und Wildschadenskontrolle, überprüfen Bejagungsstrategien in und außerhalb von Großschutzgebieten im Osten Deutschlands und entwickeln Bewirtschaftungsmodelle für Schalenwildpopulationen. Die Hauptthemen des Waldkunde-Institutes Eberswalde liegen auf den Gebieten der Ökologie, Vegetationskunde, Lebensraumbewertung und nachhaltigen Landnutzung mit Schwerpunkt im Waldbereich.

Die Grundsätze der heutigen Wildbewirtschaftung im Land Brandenburg basieren ganz wesentlich auf den Erkenntnissen und Forschungsleistungen der früher und heute hier tätigen Wissenschaftler. Ihre historisch gewachsene Zusammenarbeit hat auch nach den mehrfach erfolgten Strukturveränderungen in der Eberswalder Forschungslandschaft Bestand, so dass eine effiziente Bearbeitung der meisten Problemstellungen erst möglich wurde. Ihren Ausdruck findet diese Zusammenarbeit in vielen gemeinsam bearbeiteten Aufgabenstellungen und Publikationen. Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeiten fließen unmittelbar in die Wildbewirtschaftung und das Jagdwesen Brandenburgs ein (Dobiáš et al. 2005).

Die in Eberswalde bereits vorliegenden Erfahrungen zur Bonitierung von DDR-Jagdgebieten (Müller 1963) und die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen zur Ernährung der Schalenwildarten (Anke et al. 1984, Bähr et al. 1986, Brie-DERMANN 1966, DITTRICH et al. 1988, GORETZKI 1991) nutzend, erfolgte Ende der 1990er Jahre die Erarbeitung des Verfahrens der wildökologischen Lebensraumbewertung, das 2008 nochmals qualifiziert wurde. Das innovative Verfahren entspricht einer jagdwirtschaftlichen Standortserkundung. Mit Hilfe der flächendeckenden Quantifizierung des winterlichen Äsungspotentials und des sich daraus ableitenden nutzbaren Winteräsungsnutzvorrates sowie des Deckungsschutzes und unter Beachtung von Störungen im Wildlebensraum durch menschliche Aktivitäten sowie Lebensraumzerschneidungen erfolgt die Berechnung von Richtwerten für lebensraumtragbare Bestandeshöhen des wiederkäuenden Schalenwildes (Ahrens et al. 1998, 2002). Auf der Grundlage eines Kataloges der wildökologischen Habitatelemente besteht für Hegegemeinschaften oder andere Bewertungseinheiten die Möglichkeit, den Schalenwildbestand ihres Areals in die verschiedenen Aspekte und Zielstellungen der Landnutzung einzuordnen (Hofmann et al. 2008).



Abb. 16: Besenderte Wildtiere geben Einblicke in die Lebensraumnutzung

Lebensraumbezogene Wildtierforschung bedeutet neben der Bewertung des Lebensraumes hinsichtlich seiner Nahrungskapazität für das Wild auch die Ermittlung auftretender Wildschäden. Um den Einfluss des Schalenwildes auf die Waldvegetation bestimmen zu können, hat sich die Landesforstverwaltung Brandenburg 2003 entschlossen, ein Wildschadensmonitoring aufzubauen. Dieses Monitoring wurde in der Landesforstanstalt Eberswalde entwickelt und besteht aus zwei Komponenten, dem Verbissmonitoring und dem Kontrollzaunverfahren (Luthardt et al. 2003, Degenhardt et al. 2010). Das Kontrollzaunverfahren basiert auf dem Systematischen Kontrollzaunverfahren der Forstlichen Versuchsund Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Reimoser & Suchant 1992) und wurde vor seiner Einführung im Landeswald bereits im Biosphärenreservat Schorfheide-Cho-

rin angewendet (Dobiáš 1996, Luthardt & Beyer 1998). Im dreijährigen Turnus durchgeführt, erlaubt es einen konkreten Einblick in die Verjüngungsentwicklung unter Ausschluss des Faktors Wild, woraus sich Detailkenntnisse über potentielle Verjüngungsprozesse und die Regenerationsfähigkeit von Waldökosystemen erlangen lassen. Das Kontrollzaunverfahren liefert Hinweise darauf, welche Faktoren neben dem Wildverbiss den Aufbau und die Dynamik von Verjüngungsvorräten beeinflussen können. Das Verbissmonitoring gibt im Gegensatz zum Kontrollzaunverfahren jährlich Aufschluss über Dichte und Zusammensetzung der Verjüngung, die Belastung durch Schalenwildverbiss und die Übernahmefähigkeit der beurteilten Flächen (Dobiáš & Degenhardt 2010).

Auf der Grundlage des Wildschadensmonitorings werden dem örtlichen Bewirtschafter nutzbare Entscheidungshilfen für die forstliche und jagdliche Praxis im Landeswald Brandenburgs zur Verfügung gestellt

Neben der Wildschadenserhebung sind Untersuchungen zur Höhe von Wildpopulationen für eine auf wissenschaftlichen Grundlagen beruhende Schalenwildbewirtschaftung unumgänglich. Auch hier sind Eberswalder Wildforscher an der Weiterentwicklung und Einführung praktikabler Verfahren beteiligt. Aufbauend auf den in den 1970er und 1980er Jahren gemachten Erfahrungen zur Erprobung der Losungszählmethode in den Wildforschungsgebieten erfolgte die Modifizierung und großflächige Anwendung dieser Methode in verschiedenen Großschutzgebieten Ostdeutschlands. Als langfristiges Monitoring angelegt, gibt dieses Verfahren Hinweise auf die Entwicklungstrends von Schalenwildbeständen und die Effizienz der jagdlichen Eingriffe in die Populationen (Dobiáš et al. 1994, Dobiáš et al. 1996, Tottewitz et al. 1996, Dobiáš 1998). Gegenwärtig findet es in Thüringen, Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg Anwendung.

Seit einigen Jahren gewinnen satellitentelemetrische Untersuchungen zur Lebensraumnutzung der Schalenwildarten, zur Effizienz von Wildruhezonen und zur Verminderung der Lebensraum zerschneidenden Wirkung von Verkehrstrassen an Bedeutung. Eberswalder Jagdwissenschaftler erforschen das Raum-Zeit-Verhalten des Rotwildes in verschiedenen Gebieten des nordostdeutschen Tieflandes sowie im Mittelgebirgsraum des Thüringer Waldes und der Vorderrhön (Tottewitz et al. 2010) und die Lebensraumnutzung des Damwildes in ausgewählten Hegegemeinschaften Brandenburgs. Einen aktuellen Arbeitsschwerpunkt bildet die Verschneidung von telemetrisch erfassten räumlichen und zeitlichen Bewegungsabläufen besenderter Tiere mit kartierten Habitatelementen, um verhaltensbiologische Schlussfolgerungen ziehen zu können. Die Einbeziehung detaillierter ökologischer habitatspezifischer Informationen in die Untersuchung von Verhaltensbiologie und Raumnutzung verspricht praktisch verwertbare und anhand von Lebensraumkriterien auch räumlich und zeitlich übertragbare Erkenntnisse, die einer modernen und effektiven Schalenwildbewirtschaftung und Wildschadensvermeidung auf neue Weise dienlich sein können (Hofmann et al. 2010).

Die Erhaltung großräumiger, unzerschnittener Wanderungs- und Ausbreitungsräume für Wildtiere mit hohen Lebensraumansprüchen durch die Errichtung von Wildtierpassagen über Verkehrswege ist ein bedeutender Beitrag zur Sicherung der biologischen Vielfalt in Deutschland. Wissenschaftliche Untersuchungen zur Funktionalität von Grünbrücken in Brandenburg bilden einen weiteren aktuellen Arbeitsschwerpunkt für Eberswalder Wildforscher (Dobiáš & Gleich 2010).

Von Anfang an sind Wissenschaftler aus Eberswalde auch am bundesweiten Projekt WILD (Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands) beteiligt. Im Auftrag des Deutschen Jagdschutz-Verbandes erfolgen seit 10 Jahren großflächige Datenerhebungen zur Populationsentwicklung ausgewählter Wildtierarten, um daraus Strategien für den Schutz und die nachhaltige Nutzung von Tierpopulationen ableiten zu können (GREISER 2010).

Mit den Folgen von Klimawandel, Veränderungen der Landnutzung, Lebensraumverlust, Zusammenbruch oder lawinenartiger Entfaltung von Wildpopulationen wächst der Bedarf an lebensraumbezogener und populationsökologischer Wildforschung sowie der Ableitung praxisbezogener Empfehlungen für das Management von bewirtschafteten und geschützten Arten, für Nutzung und Schutz von Naturressourcen (Stubbe, M. 2001).

Die Eberswalder Wildökologen sehen aktuellen und zukünftigen Forschungsbedarf ungeachtet ökonomischer Zwänge, der Personalknappheit und bürokratischer Auflagen vor allem hinsichtlich

- der Erforschung von Wechselbeziehungen zwischen Wildtieren, Lebensraum und Landnutzung,
- der Erarbeitung von Strategien zum Erhalt unzerschnittener Wildlebensräume,
- der Untersuchung von Ausbreitung und Entwicklung der Neozoen sowie wieder einwandernder Arten und
- der Erarbeitung populationsökologischer Grundlagen für eine effiziente Tierseuchenbekämpfung zum Schutz der Bevölkerung und des Haustierbestandes.

#### **Fazit**

Die Fachgebiete, die am Ende des 19. Jahrhunderts in den sechs Abteilungen vertreten waren, nahmen eine ganz unterschiedliche Entwicklung. Die Arbeitsschwerpunkte haben sich im Kontext der gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und des jeweils herrschenden Zeitgeistes immer wieder verlagert. Dabei lag der Erfolg der einzelnen Teildisziplinen häufig in der Hand der jeweiligen Forscherpersönlichkeiten. Was Ende des 19. Jahrhunderts mit einem Schwerpunkt in der auf zahlreichen Versuchsflächen begründeten Wald-Ertragskunde begann und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts fortgesetzt wurde, ist heute auf dem Weg zu einer facettenreichen "Systemwissenschaft Wald".

In der Retrospektive der 140-jährigen Geschichte des Eberswalder forstlichen Versuchswesens haben sich vier Schwerpunktbereiche herausgebildet, die bis heute erhalten sind und häufig gemeinsame Schnittmengen bilden:

- Baumartenbezogene Forschungsthemen (Kiefer, Buche, Eiche, Robinie, Pappel u.a.)
- Verfahrensentwicklung (Waldbau, Waldschutzmeldewesen, Technikeinsatz u.a.)
- Ökosystemforschung (Wechselwirkung zu Klimafaktoren, Boden, Fauna, Waldstrukturen u.a.)
- Risikoforschung (Waldsterben, Schadstoffe, biotische Schaderreger, Witterungsextreme u. a.)

Der Blick zurück bestätigt: Erfolgreiche Waldforschung war und ist auf Langfristigkeit und Kontinuität ausgerichtet. Dies ist der Eigenart ihrer Untersuchungsobjekte geschuldet. Auch in Zeiten schneller Entschlüsse und Veränderungen müssen die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen dem Rechnung tragen, wenn sie die überlebenswichtige Bedeutung des Waldes anerkennen. Nur auf den ersten Blick mag überraschen, dass einige bereits vor über 100 Jahren gestellte Forschungsfragen in der Folgezeit immer wieder aufgegriffen wurden und teilweise bis heute einer Beantwortung harren.

Waldforschung ist ihrem Wesen nach vor allem handlungsorientiert. Das bedingt jedoch fließende Übergänge zu einer erkenntnisorientierten Forschung und verlangt nach einer offenen Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern verschiedenster Fachgebiete und Einrichtungen.

Waldforschung heißt auch, scheinbar etablierte Konzepte nach ausschließlich wissenschaftlichen Kriterien fortlaufend zu überprüfen und kritisch zu hinterfragen. Forstliches Versuchswesen ist nicht Selbstzweck, sondern muss Wege aufzeigen, wie sich Wälder effektiv und risikoarm bewirtschaften lassen, so dass sich das Betriebsergebnis verbessert und eine nachhaltige Waldentwicklung nicht gefährdet wird. Es soll Ursache- Wirkungs-Beziehungen (die forstliches Handeln einschließen) erkennen und Strategien zur Konfliktlösung entwickeln.

Es ist jeder Wissenschaft eigen, dass die Vielzahl der Fragen und Fragesteller in einem Ungleichgewicht zur Möglichkeit der Antworten steht. Diesem Ungleichgewicht zu begegnen, bleibt auch künftig eine Herausforderung für das forstliche Versuchswesen.

#### Literatur

#### Einführung

AUTORENKOLLEKTIV, 1959/60:

Die Forstwirtschaftliche Fakultät Eberswalde. Entwicklung und Aufgaben. Wiss. Zeitschr. d. Humboldt-Univ. Berlin/Leipzig IX, 257–319.

DANCKELMANN, B., 1889:

Über die Organisation des forstlichen Versuchswesens. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen, Berlin 1, 438–448.

DANCKELMANN, B., 1880:

Die Forstakademie Eberswalde von 1830 bis 1880. Berlin, S. 26. HÖPPNER, K., 1998: Struktur und Aufgaben der Landesforstanstalt Eberswalde. AFZ/Der Wald, Berlin (13), S. 662–665.

HÖPPNER, K., 2001:

Das forstliche Versuchswesen in Preußen – eine Wertung aus heutiger Sicht. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie, Berlin 35, 2, 52–54.

HÖPPNER, K., 2001:

Adam Schwappach, Begründer eines langjährigen forstlichen Versuchswesens – wegweisend bis in die heutige Zeit. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie, Berlin 35, 3, 105–108.

RÜFFLER, R., 1980:

Zur Geschichte des Instituts für Forstwissenschaften Eberswalde. Beiträge für die Forstwirtschaft, Berlin 14, 3–4, 87–100.

#### Schwappach, A., 1904:

Geschichte des forstlichen Versuchswesens in Preußen. Als Manuskript gedruckt, Neudamm, 43 S.

#### SCHWAPPACH, A., 1917:

Über die Entwicklung der Mischbestände von Eiche und Buche. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw., Berlin 49, 503–506.

#### SCHWARTZ, E., 1990:

120 Jahre forstliches Versuchswesen in Eberswalde. Herausgeber Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, 65 S.

#### Von Hagen, O., 1871:

Denkschrift, betreffend die Einrichtung des forstlichen Versuchswesens in Preußen, Oktober 1870. Jahrbuch der Preußischen Forst- und Jagdgesetzgebung und Verwaltung. Berlin, 194–197.

#### Waldbau

#### BELITZ, G., 1956:

Untersuchungen über die Anbauwürdigkeit der Fichte (Picea abies KARST.) im nordostdeutschen Diluvialgebiet. Diss., Eberswalde, 224 S.

Berg, H.A., Bilke, G., Heduschka, L., Hendtke, H., Lockow, K.-W., Ness, T., Schmidt, St., Stähr, F., Thielemann, TH., 2004:

Kiefer – Verjüngung, Pflege und Nutzung. In: Waldbau-Richtlinie 2004, "Grüner Ordner" der Landesforstverwaltung Brandenburg, Hrsg.: Ministerium f. Landwirtschaft, Umweltschutz u. Raumordnung d. Landes Brandenburg (MLUR), Potsdam, 14 S.

#### BERGMANN, J.-H., 1986:

Herbizide in der Forstwirtschaft. Dt. Landwirtschaftsverlag, 2. Aufl., Berlin, 264 S.

#### BERGMANN, J.-H., 1993:

Das Sandrohr (Calamagrostis epigejos (L) Rотн). Abschl.-ber. Forstl. Forschungsanst. Eberswalde e.V., Abt. Waldbau, Eberswalde, 69 S.

#### BERGMANN, J.-H., 1994:

Ökologische Beurteilung von initialen Sukzessionsstadien. Abschl.- ber., Forstl. Forschungsanst. Eberswalde e.V., Abt. Waldbau, Eberswalde, 140 S.

#### CARLOWITZ, H. C. von, 1713:

Sylviculture oeconomica oder Haußwirthliche Nachricht und Naturmäßige Anweisung zur wilden Baum-Zucht. Leipzig, Braun; bearb. v. IRMER, K. und KIESSLING, A., TU Bergakademie Freiberg u. Akadem. Buchhandlung, Freiberg 2000, Reprint der 2. Aufl. v. 1732, Verlag Kessel, Freiberg, 414 S.

#### DANCKELMANN, B. 1879:

Über die Erziehung und Pflanzung zweijähriger verschulter Kiefern. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwirtsch. 11, 329–333.

#### DANCKELMANN, B., 1881:

Kiefern-Unterbaubetrieb. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwirtsch. 13, 1–7. Danckelmann, B., 1884: Anbauversuche mit ausländischen Holzarten in den Preußischen Staatsforsten. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwirtsch. 16, 289–315 und 345–371.

DEGENHARDT, A., GRAUDENZ, O., HAFEMANN, E., STÄHR, F., VERCH, C., 2007:

Betriebswirtschaftliche Aspekte der Kiefernbewirtschaftung. Ebw. Forstl. Schr.-reihe, Bd. 32, Potsdam und Eberswalde, 497–504.

#### DEGENHARDT, A., STÄHR, F., 2008:

Wachstumskundliche Prognosen bei einzelbaumorientierter Bewirtschaftung von Kiefernforsten. Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 42, H. 2, 62–69.

#### DEGENHARDT, A., 2009:

Wieviel Platz braucht ein Kiefernstamm? Ergebnisse aus den Untersuchungen solitär erwachsener Kiefern in Brandenburg. Ebw. Forstl. Schr.-reihe, Bd. 40, Potsdam und Eberswalde, 39–49.

#### DENGLER, A., 1925:

Die Dauerwaldfrage in Theorie und Praxis. Jahresber. d. Dt. Forstvereins 1925, 129–144.

#### DENGLER, A., 1927:

Unrichtigkeiten und Übertreibungen aus dem Dauerwaldlager. Forstl. Wochenschrift Silva 15, 121–126.

#### DENGLER, A., 1928:

Die Hauptfragen einer neuzeitlichen Ausgestaltung unserer ostdeutschen Kiefernwirtschaft. Zeitschr. f. Forstund Jagdwes. 60, 65–100.

#### Dengler, A., 1930:

Waldbau auf ökologischer Grundlage. Springer Verlag, 1. Aufl., Berlin, 560 S.

#### DENGLER, A., 1932:

Saumschlag und norddeutsche Kiefernwirtschaft. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 64, 743–753.

#### DENGLER, A., 1935:

Zum Ausländeranbau im deutschen Walde. Der Dt. Forstwirt 17, 65–67. EISENHAUER, D.-R., 1994a: Versuchsreviere Schwenow und Tschinka – Vorstellungen zur weiteren Entwicklung. Brafona, Ausg. 26, Potsdam, 13–17.

#### EISENHAUER, D.-R., 1994b:

Eichenunterstand unter Kiefer – Bedeutung bei der Überführung von Kiefernreinbeständen. Der Wald 44, H. 5, 155–157.

#### EISENHAUER, D.-R., 1994c:

Eichennaturverjüngung unter Kiefer. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 28, H. 2, 53–61.

#### EISENHAUER, D.-R., 1994d:

Inventurergebnisse zum Eichenunterstand unter Kiefer – Gedanken zur weiteren waldbaulichen Behandlung. Ber. zur Tagung d. Brandenburgischen Forstvereins, Peitz, 35–60.

#### EISENHAUER, D.-R., 1996:

Einwanderung der Eichen in Kiefernbestände – Bedeutung für den Waldbau im nordostdeutschen Tiefland. Tagungsband d. Sektion Waldbau im Dt. Verband der Forstlichen Versuchanstalten. Schopfheim – Wiechs, 30–43.

#### EISENHAUER, D.-R., 2009:

Die Versuchsreviere Schwenow und Tschinka – ein bisher einmaliger waldbaulicher Großversuch auf standortskundlicher Grundlage. Laudatio anl. d. Lechner-Ehrung, Schwenow, 10 S.

#### FLÖHR, W., 1956:

Untersuchungen über Ertragsleistung und Anbauwürdigkeit der grünen Douglasie (Pseudotsuga taxifolia Britton, var. viridis) auf verschiedenen Standorten des nordostdeutschen Diluviums. Diss., Eberswalde, 247 S.

#### FLÖHR, W., 1959:

Waldbauliche Richtlinien für die Bewirtschaftung der Wälder im mecklenburgischen Grund- und Endmoränengebiet. Archiv f. Forstwes., Bd. 8, H. 2, 58–160.

#### FLÖHR, W., KOHLSTOCK, N., 1981:

Rationelle Bewirtschaftung der Kiefer. Landwirtschaftsausst. d. DDR, Markkleeberg, 20 S.

#### GÖHRE, K., 1952:

Die Robinie (falsche Akazie) und ihr Holz. Dt. Bauernverlag, Berlin, 344 S. Göhre, K., 1955: Die Roteiche und ihr Holz. Dt. Bauernverlag, Berlin, 300 S.

#### GÖHRE, K., 1958:

Die Douglasie und ihr Holz. Akad.-Verlag, Berlin, 595 S.

#### Hafemann, E., Löffler, S., Stähr, F., 2006:

Saaten – Pflanzung – Hähersaaten – Der Weg zu gemischten Eichenwäldern. Ebw. Forstl. Schr.-reihe, Bd. 25, tsdam und Eberswalde, 162–169.

#### HAFEMANN, E., STÄHR, F., 2007:

Zur Verjüngung der Kiefer. Ebw. Forstl. Schr.-reihe, Bd. 32, Potsdam und Eberswalde, 414–420.

#### HERTEL, H., KOHLSTOCK, N., LOCKOW, K.-W., 1998:

Genetische Untersuchungen an Kiefern. AFZ/Der Wald 18, 928-930.

#### 

Waldbauliche Richtlinien für die Bewirtschaftung der Wälder im Gebiet des Flämings. Archiv f. Forstwes., Bd. 10, H. 10, 1065–1175.

#### LECHNER, W., 1972:

Ableitung von Bestverfahren für die Begründung von Umwandlungskulturen durch die kombinierte waldbauliche, technologische und ökonomische Auswertung älterer Wirtschaftsversuche. Beitr. Forstwirtsch. 6, H. 4, 37–40.

#### LECHNER, W., 1987:

30 Jahre Versuchsrevier Schwenow-Tschinka. Soz. Forstwirtsch., 21 – 23.

#### MÖLLER, A., 1920:

Kiefern-Dauerwaldwirtschaft. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwes. 52, 4–41. Möller, A., 1922: Der Dauerwaldgedanke. Sein Sinn und seine Bedeutung. Julius Springer Verlag, Berlin, 84 S.

#### OLBERG, A., 1950:

Die Durchforstung der Kiefer. Schaper Verlag, Hannover, 135 S.

#### PFEIL, W., 1834:

Kiefernsaat und Kiefernpflanzung, mit besonderer Berücksichtigung des Kiefernanbaus in den östlichen Provinzen Preußens. Krit. Blätter, Bd. 7, H. 2, 71–174. Pfeil, W., 1849: Was versteht man unter rationellem Waldbau? Krit. Blätter, Bd. 27, H. 2, 117–134.

#### PFEIL, W., 1849/50:

Kiefern-Samenschläge. Krit. Blätter, Bd. 27, H. 2, 247–255 und Bd. 28, H. 1, 208–233.

#### PFEIL, W., 1860:

Die deutsche Holzzucht – begründet auf der Eigenthümlichkeit der Forsthölzer und ihr Verhalten zu dem verschiedenen Standorte. Baumgärtner Verlag, Leipzig, 551 S.

#### STÄHR, F., PETERS, T., 2000:

Hähersaat – Qualität und Vitalität natürlicher Eichenverjüngung im nordostdeutschen Tiefland. AFZ/Der Wald 55, H. 23, 1231–1234.

#### STÄHR, F., 2002:

Biologische Vielfalt in Waldökosystemen – Grundlagen und waldbauliche Maßnahmen. AFZ/Der Wald 57, H. 8, 398–401.

#### STÄHR, F., KOHLSTOCK, N., 2002:

Standortsansprüche und Verjüngungsverfahren der Douglasie (Pseudotsuga menziesii [MIRB.]FRANCO). In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. hendrik Bäßler Verlag Berlin, Hrsg.: Ministerium f. Landwirtschaft, Umweltschutz u. Raumordnung d. Landes Brandenburg (MLUR) und Landesforstanst. Ebw. (LFE), Eberswalde und Potsdam, 102–116.

#### STÄHR, F., WEISS, S., 2006:

Von der Pionierbestockung zum edellaubbaumreichen Plenterwald? – Historie, aktueller Entwicklungsstand und waldbauliche Perspektiven des Bestandes Liepe 15 a7 in der Oberförsterei Chorin. Archiv f. Forstwes. u. Landsch. ökol. 40, H. 3, 97–105.

#### STÄHR, F., PETERS, T., EISENHAUER, D.-R., 2006a:

Potenzielles Diasporenangebot von Stiel- und Traubeneiche im nordostdeutschen Tiefland. Forst und Holz 61, H. 1, 7-10.

#### STÄHR, F., KÖHLER, F., ROSE, B., 2006b:

Neufassung der Bestandeszieltypen für das Land Brandenburg. AFZ/Der Wald 61, H. 14, 754–757.

#### STÄHR, F., HAINKE, K., 2009:

Der Bergmann'sche Durchforstungsversuch: Zum Einfluss von Soziologie und Standraum auf die Zuwachs- und Kronenentwicklung der Gemeinen Kiefer (Pinus sylvestris). Forst und Holz 64, H. 11, 23–31.

#### STÄHR, F., 2010:

Sukzessive Wiederbesiedlung und initiale Waldökosystementwicklung nach Waldbrand. Ber. Landeskompetenzzentr. Forst Ebw., Eberswalde, 46 S.

#### THOMASIUS, H., 1996:

Geschichte, Theorie und Praxis des Dauerwaldes. Hrsg.: LFV Sachsen-Anhalt e.V., Salzland Druck GmbH & Co. KG, Garitz, 64 S.

#### WAGENKNECHT, E., 1950:

Aufforsten planmäßig durchgeführt – eine Anleitung für Forstwirte, Bauernwaldbesitzer und Waldgenossenschaften. 1. Aufl., Dt. Bauernverlag, Berlin, 160 S.

#### WAGENKNECHT, E., 1955a:

Wurzeluntersuchungen und ihre Bedeutung für standortgerechten Waldbau. Archiv f. Forstwes., Bd. 4, H. 5/6, 397–406.

#### WAGENKNECHT, E., 1955b:

Bestockungszieltypen für das nordostdeutsche Diluvium. Archiv f. Forstwes., Bd. 4, H. 1, 11–65.

#### WAGENKNECHT, E., 1956:

Eberswalde 1953 – Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft. Neumann Verlag, Radebeul, Berlin, 523 S.

#### WAGENKNECHT, E., BELITZ, G., 1959:

Die Fichte im nordostdeutschen Tiefland. Neumann Verlag, Radebeul, 212 S.

#### WAGENKNECHT, E., HENKEL, W., 1962:

Rationelle Dickungspflege. Neumann Verlag, Radebeul und Berlin, 176 S.

#### WAGENKNECHT, E., 1964:

Richtlinien für die Behandlung der Kiefernbestände im Flachland. In: Waldbau und Holzartenrichtlinien, Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin, 32–51.

#### WIEBECKE, E., 1921:

Der Dauerwald. Verlag d. Landwirtschaftskammer für die Provinz Pommern, Stettin, 51 S.

#### Waldwachstum

ANDERS, S., BECK, W., HOFMANN, G., THIELE, R., 1985:

Modelle der ökofaktoren-abhängigen Stoffproduktion gleichaltriger Baumholzreinbestände von Kiefer und Buche im Tiefland der DDR. Unveröffentlichter Forschungsbericht des Institutes für Forstwissenschaften Eberswalde.

#### DITTMAR, O., KNAPP, E., 1988:

Aufbau und Bewirtschaftung produktiver und stabiler Hochleistungsbestockungen ausgewählter Baumarten auf verbreiteten Standorten des Tieflandes der DDR. Forschungsbericht. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde.

#### DITTMAR, O., KNAPP, E., 1989:

Waldbauliche Behandlung von Kiefernbeständen mit Buchenunterbau zwecks Übernahme der Buche als Hauptbestand. Die Sozialistische Forstwirtschaft 39, 146–149.

#### DITTMAR, O., KNAPP, E., 1990:

Buchenunterbau, finanziell bewertet. Der Wald 40, 301–304.

#### DITTMAR, O., KNAPP, E., LEMBCKE, G., 1986:

DDR-Buchenertragstafel 1983. IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung, Heft 4 (1986). Institut für Forstwissenschaften Eberswalde (Hrsg.), Eberswalde.

#### HOFMANN, G., 1974:

Die natürliche Waldvegetation Westthüringens, ihre Gliederung und ihr Weiserwert für Boden, Klima und Ertrag. Promotionsarbeit aus dem Institut für Forstwissenschaften Eberswalde zur Erlangung des akademischen Grades Dr. sc. silv. an der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Eberswalde-Finow.

#### HOFMANN, G., 1976:

Modelle der ökofaktorenabhängigen Zuwachsleistung von Waldbeständen – ein prinzipiell neuer Weg zur Erfassung der forstlichen Standorts- Ertragsbeziehungen und zur Aufdeckung natürlicher Produktionsressourcen des Standortes. Beiträge für die Forstwirtschaft 10, 1–7.

#### HOFMANN, G., 1985:

Die potenzielle natürliche Nettoprimärproduktion an oberirdischer Pflanzentrockenmasse – ihre Quantifizierung und Kartierung für das Gebiet der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft 19, 110–116.

#### Lembcke, G., Dittmar, O., Knapp, E., 1975:

DDR-Kiefern-Ertragstafel 1975: Forschungsbericht, Institut für Forstwissenschaften Eberswalde, 82 S.

#### Lоскоw. K.-W., 1994:

Ertragstafel für die Roterle (Alnus glutinosa [L.] Gaertn.) in Mecklenburg-Vorpommern, "Roterlen-Ertragstafel 1994". Ministerium für Landwirtschaft und Naturschutz des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Schwerin 1995.

#### LOCKOW, K.-W., 1996:

Ertragstafel für die Moorbirke (Betula pubescens Ehrh.) für das nord-ostdeutsche Tiefland, "Moorbirken-Ertragstafel 1996". Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), Eberswalde 1998.

#### LOCKOW, K.-W., 1996:

Ertragstafel für die Sandbirke (Betula pendula Roth.) für das nord- ostdeutsche Tiefland, "Sandbirken-Ertragstafel 1996". Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), Eberswalde 1998.

#### LOCKOW, K.-W., 2002:

Ergebnisse der Anbauversuche mit amerikanischen und japanischen Baumarten. In: Ausländische Baumarten in Brandenburgs Wäldern. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Landesforstanstalt Eberswalde; Eberswalde und Potsdam, 41–101.

#### LOCKOW, K.-W., 2003:

Bergahorn (Acer pseudoplatanus L.) im nordostdeutschen Tiefland, "Bergahorn-Ertragstafel 2003". Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), Eberswalde 2003.

#### LOCKOW, K.-W., 2004:

Weißerle (Alnus incana [L.] Moench) im nordostdeutschen Tiefland, "Weißerlen-Ertragstafel 2004". Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), Eberswalde 2004.

#### LOCKOW, K.-W., LOCKOW, J., 2009:

Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 41, Eberswalde.

#### Muchin, A., 2004:

Analytische Untersuchungen zum Einfluss des Standorts auf das Wachstum von Stiel- und Trauben-Eiche im nordostdeutschen Tiefland. Dissertation. Technische Universität Dresden.

#### NOACK, M., 2005:

Waldwachstumskundliche Untersuchungen vorangebauter Trauben-Eichen in Kiefernbeständen des Nordostdeutschen Tieflandes und Schlussfolgerungen für den ökologischen Waldumbau auf standörtlicher Grundlage. Dissertation. Humboldt- Universität zu Berlin.

#### Noack, M., 2008:

Standortökologisch-biomathematische Grundlagen für die Umwandlung von Kiefernreinbeständen in Kiefern-Trauben-Eichen-Mischbestände als Beitrag zur zukunftsorientierten Ressourcennutzung im Nordostdeutschen Tiefland. Habilitationsschrift. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, 520 S.

#### NOACK, M., PANKA, S., WENK, S., 2009:

Beitrag zur standortökologischen Leistungsfähigkeit der Grünen Douglasie (Pseudotsuga menziesii var. viridis) im Nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 43, Potsdam und Eberswalde, 33–41.

#### Forstliche Biometrie

#### AHRNDT, J., HASS, T., 2006:

Informationen zum Karten- und Geodatenwerk der Landesforst- verwaltung Brandenburg. Forstliche Schriftenreihe 26, 39–44.

### APEL, K.-H., ENGELMANN, A., HAUSWIRTH, M., REICHLING, A., 2006:

Winterbodensuchen zur Überwachung der Kieferngroßschädlinge – Rationalisierungsmöglichkeiten durch GISbasierte Auswertungsverfahren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 26, 45–50.

#### BELITZ, G., 1967:

Über einige stochastische Beziehungen zwischen natürlichen Produktionsbedingungen und finanziellen Ergebnissen der forstlichen Produktion. Arch. f. Forst- wesen 16, 6/9, 935–938.

#### BELITZ, G., 1970:

Methodischer Beitrag zur Bestimmung eines optimalen Intensivierungsgrades der forstlichen Produktion. Arch. f. Forstwesen 19, 6, 611–632.

#### DEGENHARDT, A., 2007a:

Das Wachstum der Kiefer in Abhängigkeit vom Standraum. Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forst- liche Schriftenreihe 32, 335–340.

#### DEGENHARDT, A., 2007b:

Optimale Behandlungsvarianten für Kiefern-Reinbestände - Ablei- tung mit Hilfe des Bestandessimulationsprogramms BWIN für Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 29, 9–14.

#### DEGENHARDT, A., 2010:

Mit heuristischen Verfahren zur optimalen Durchforstung. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, Göttingen, 20.–21.09.2010, Tagungsbericht.

#### DEGENHARDT, A., POFAHL, U., 2000:

Simulation of natural evolution of stem number and tree distribution pattern in a pure pine stand. Environmetrics 11, 197–208.

#### DIETZ, M., POFAHL, U., 1990:

Mathematical models für interdependent Growth of two trees. Proceedings from Sessions of S4.01 of IUFRO, Montreal, Canada, 05. – 11.08.1990, 40 – 47

#### DITTMAR, O., KNAPP, E., LEMBCKE, G., 1985:

Die DDR-Buchenertragstafel 1983 als Grundlage für zweckmäßige Durchforstungskonzeptionen der Buche. Soz. Forstwirtsch. 35, 3, 82–85.

#### GROLL, E., SCHULTZ, A., HÄUSSLER, D., APEL, K.-H., 1993:

Die Modellierung von forstwirtschaft- lichen Schaderregern mit dem Simulationssystem SCHAPRO. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 27, 3, 112–116.

#### GROSSMANN, H., 1961:

Die Höhe der Variabilitätskoeffizienten der Massenhaltigkeit von verschiedenen Faktoren und ihre Bedeutung für die Holzvorratsinventur. Arch. F. Forstwesen 10, 3, 308–330.

#### GROSSMANN, H., 1961:

Der Einfluss verschiedener Faktoren auf den Variabilitätskoeffizienten des Radialzuwachses. Arch. F. Forstwesen 10, 11/12, 1295–1309.

#### GROSSMANN, H., WOLFF, G., 1963:

Versuche zur Rationalisierung der Methodik von Holzvorratsinventuren auf mathematisch-statistischer Grundlage. Arch. f. Forstwesen 12, 1, 77–101.

#### Hass, T., 2009:

Aktualisierung forstlicher Geodaten – was bringt die Geodatenbank. Ebers- walder Forstliche Schriftenreihe 40, 25–29.

#### Häussler, D., 1989:

Untersuchungen zur Rationalisierung von Bodensuchen nach Überwinte- rungsstadien der Kiefernschädlinge Panolis flammea; Bupalus piniarius; Dendrolimus pini und Diprion sp. Beitr. Forstwirtschaft 2, 119–123.

#### LEMBCKE, G., 1964:

Regressionsanalytische Herleitung des laufenden Zuwachses in Kiefern- beständen in Abhängigkeit von Standort und Wuchsgebiet, unveröffentlicht.

#### LEMBCKE, G., 1969:

Rationalisierung der Massen- und Zuwachsberechnung von Ertrags-Pro- beflächen durch den Einsatz von Elektronenrechnern. Arch. f. Forstwesen 18, 9/10, 1067–1072.

#### LEMBCKE, G., KRÄUTER, G., 1971:

Mathematische Formulierung einiger Grundbeziehungen der Ertragstafeln. Beiträge f. d. Forstwirtschaft 5, 4, 187–192.

#### LEMBCKE, G., KNAPP, E., DITTMAR, O., 1977:

Die neue DDR-Kiefernertragstafel. Soz. Forstwirtsch. 27, 2, 276–277.

#### LOCKOW, K.-W., 1995:

Methodische Untersuchungen zur Ableitung eines Bonitierungs- systems auf der Grundlage der Gompertz-Funktion. Deut. Verband Forstl. Forschungs- anstalten - Sektion Forstliche Biometrie und Informatik, Grillenburg, 25.–28.9.1995, Ta- gungsbericht, 54–78.

#### Lockow, K.-W., 1995:

Die neue Ertragstafel für Roterle - Modellstruktur und Anwendung in der Forstpraxis. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 29, 2, 49–55.

#### LOCKOW, K.-W., POFAHL, U., 1976:

Der Ausgleich der Häufigkeitsverteilungen mit Hilfe der Dichtefunktion der Gamma-Verteilung. Beiträge für die Forstwirtsch. 10, 2, 98–103.

LOCKOW, K.-W., OHSER, J., POFAHL, U., STOYAN, D., 1983: Experimentelle Untersuchungen zur Genauigkeit der Ertragsschätzung in reihenweise begründeten Waldbeständen. Bei- träge für die Forstwirtsch. 17, 3, 111–115.

#### LOCKOW, K.-W., POFAHL, U., 1994:

Neue Erkenntnisse über Gesetzmäßigkeiten des Einzelbaumwachstums der Kiefer. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 28, 2, 83–86.

Luthardt, M. E., Degenhardt, A., Dobiáš, K., 2003: Wildschadensmonitoring in Branden- burg. Forst und Holz 58, 616.

#### NAGEL, J., 1997:

BWIN Programm zur Bestandesanalyse und Prognose. Handbuch zur Version 3.0, Niedersächsische Forstliche Versuchsanstalt Göttingen.

#### POFAHL, U., LOCKOW, K.-W., LÄUTER, H., 1979:

Zur Lösung von Klassifizierungsproblemen mit Hilfe der mehrdimensionalen Varianzanalyse. Beiträge für die Forstwirtsch. 13, 2, 41–48.

#### PRODAN, M., 1961:

Forstliche Biometrie. BVL, München.

#### RICHTER, A., 1953:

Vorläufige Betriebsregelungsanweisung (VBRA).

#### RICHTER, A., GROSSMANN, H., 1960:

Ergebnisse der 1956 und 1957 im Gebiet der DDR durchgeführten großräumigen Holzvorratsinventur. Arch. F. Forstwesen 9, 8, 675–713.

#### RÜFFER, O., JÜTTE, K., 2010:

Nutzung moderner Fernerkundungsverfahren für forstliche Fragestellungen am Beispiel der Wiederholungsinventur Kleiner Schwarzberg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 44, 28–37.

#### SIMON, M., 2006:

Datenspeicher Wald, Version 2 (DSW2) – Inhalte, Funktionalitäten und seine Integration im FICoS. Forstliche Schriftenreihe, Bd. 26, 32–38.

#### TROMMER, R., 1967:

Modell eines Stichprobenverfahrens in der Forstwirtschaft. Biom. Z. 9, 4, 255–264.

#### TROMMER, R., 1969:

Stichprobentheoretische Gesichtspunkte bei der Schätzung von Stammzahl und Grundfläche mit Hilfe von Stammabstandsverfahren, Arch. f. Forstwesen 18, 9/10, 1073–1077.

#### TROMMER, R., 1970:

Schätzverfahren für laufende Stichprobenerhebungen und ihre Anwendung bei forstlichen Inventuren. Biom. Z. 12, 2, 73–86.

#### Trommer, R., 1972:

Stichprobenverfahren zur Schätzung des Volumenzuwachses von Waldbäumen in Düngungsversuchen, Biom. Z. 14, 1, 27–41.

WAGENKNECHT, E., SCAMONI, A., RICHTER, A., LEHMAN, J., 1956: Wege zu standortgerechter Forstwirtschaft. Eberswalde 1953, Radebeul und Berlin.

#### WALTER, CH., 1991:

Populationssimulation des Kiefernspanners (Bupalus piniarius L.) und Ergebnisse der Modelüberprüfung Schapro an ausgewählten Beispielen. Hrsg. For- schungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Berichte aus Forschung und Entwicklung 27, 38–45.

#### Wolff, G., 1969:

Zur Verbesserung der Methodik von Holzvorratsinventuren mit Hilfe des Luftbildes. Arch. f. Forstwesen 9, 4, 365–380.

#### **Bodenkunde**

#### ALBERT, R., 1925:

Der waldbauliche Wert der Dünensande sowie der Sandböden im allgemeinen. Zeitschr. für Forst- und Jagdwesen 57, 129–139.

#### HANNAPPEL, S., RIEK, W., 2011:

Berechnung des Flurabstandes des oberflächennahen Grundwassers der Waldfläche Brandenburgs für hydrologisch typische Zeiträume. Hydrologie und Wasserwirtschaft 55 (1). (im Druck)

#### Heinsdorf, D., 1967:

Untersuchungen über die Wirkung mineralischer Düngung auf das Wachstum und den Ernährungszustand von Kiefernkulturen auf Sandböden im nordostdeutschen Tiefland. Arch. Forstwesen. 16, 1271–1280.

#### HEINSDORF, D., 1999:

Veränderungen des Standortzustandes und Waldumbauprogramm in Brandenburg. Forstliche Forschung im Nordostdeutschen Tiefland (1992–97). Eberswalder forstliche Schriftenreihe Band III, 9–17.

#### HIPPELI, P., 1967:

Der Einfluss wiederholter NPKCaMg-Düngung auf die Ernährung mittelalter Kiefernbestände auf verbreiteten grundwasserfernen Standorten des nordostdeutschen Tieflandes. Arch. Forstwesen 16, 1073–1086.

#### HOFMANN, G., HEINSDORF, D., 1990:

Depositionsgeschehen und Waldbewirtschaftung. Quantifizierung und Abgrenzung des Depositionsgeschehens in Wäldern als Grundlage für eine ökologisch orientierte Waldwirtschaft. Der Wald. 40 (7), 208–213.

#### HORNSCHUCH, F., RIEK, W., 2009:

Bodenheterogenität als Indikator von Naturnähe? Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz 7, 35–82.

#### KALLWEIT, R., RIEK, W., 2007:

Entwicklung des Kronenzustandes- Waldschadenserhebung 1986–2006. In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 32, 133–142.

#### KRAUSS, H. H., 1964/1965:

Untersuchungen über die Melioration degradierter Sandböden im nordostdeutschen Tiefland. Arch. Forstwesen 13. 1227-1241. Arch. Forstwesen 14. 115–148, 265–285, 499–532, 731–768, 807–818.

#### MLUR, 2003:

Landschaftswasserhaushalt in Brandenburg – Kurzfassung zum Sachstandsbericht mit Konzeption. Projektgruppe Landschaftswasserhaushalt im Auftrag des Ministers für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung. (unveröffentlicht)

MÖLLER, K., HAFEMANN, E., EBERT, H.-D., HEISTERBERG, B., KÄTZEL, R., LÖFFLER, S., NOACK, M., RIEK, W., STROHBACH, B., WENK, M., 2008:

Auswirkungen großflächiger Schadereignisse durch na-

delfressende Kieferninsekten – Beispiel Nonnenfraß in der Schorfheide. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe. Beiträge zum dritten Winterkolloquium am 28.Februar 2008 in Eberswalde, 46–53.

#### MÜLLER, J., RIEK, W., 2005:

Forstwirtschaft bei limitiertem Wasserhaushalt – Konsequenzen für Baumartenwahl und Waldbewirtschaftung. In: Autorenkollektiv (Hrsg.): "175 Jahre Forschung und Lehre in Eberswalde" Tagungsband zur Fachtagung, Sektion Forstwirtschaft, 16.06.2005, 98–106.

#### RAMANN, E., 1893:

Forstliche Bodenkunde und Standortslehre. Julius Springer Verlag Berlin, 479 S.

#### RIEK, W., 2001:

Ergebnisse und Perspektiven von Wasserhaushaltsuntersuchungen auf Level II-Flächen in Brandenburg. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie. 35, (1), 19–22.

#### RIEK, W., STROHBACH, B., 2001:

Untersuchungen zum Wasserhaushalt auf Level II-Standorten in Brandenburg. In: Forstliche Umweltkontrolle – Ergebnisse aus zehnjährigen Untersuchungen zur Wirkung von Luftverunreinigungen in Brandenburgs Wäldern. Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), 116–131.

#### RIEK, W., 2002:

Landschaftswasserhaushalt in Brandenburg. In: Funktionen des Waldes in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 15. MLUR und LFE (Hrsg.).

#### RIEK, W., KALLWEIT, R., 2003:

Ansätze zur Modellierung des Wasserhaushalts auf Brandenburger Level II-Flächen. In: Bericht über den Workshop Integrierende Auswertung der Daten des Forstlichen Umweltmonitorings (Level I/II) vom 24.–26.Februar 2003 in Bonn-Röttgen. BMVEL (Hrsg.), 238–244.

#### RIEK, W., STÄHR, F., 2004:

Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg. Hinweise für die Waldbewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 19. MLUR, LFE (Hrsg.), 180 S.

#### RIEK, W., STROHBACH, B., 2004:

Einfluss der Forstwirtschaft auf Böden und Wasserhaushalt im Spreewald. Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 38, 19–23.

#### RIEK, W., 2006:

Bodenhydrologische Situation wichtiger Eichenstandorte in Brandenburg. In: LFE / MLUR (Hrsg.): Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg, 115–139.

#### RIEK, W., KALLWEIT, R., EINERT, P., STROHBACH, B., 2006:

Wasser- und Stoffhaushalt von Kiefernbeständen des Level II-Dauerbeobachtungsprogramms in Brandenburg. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie. 40 (4), 145–157.

#### RIEK, W., KALLWEIT, R., 2007:

Einfluss des Wasserhaushalts auf den Kronenzustand der Kiefer (Pinus sylvestris) in Brandenburg. Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 41 (2), 49–59.

#### RIEK, W., STROHBACH, B., KALLWEIT, R., 2007:

Bodenzustand und Stoffhaushalt von Kiefernbeständen in Brandenburg. In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 32, 54–63.

#### RIEK, W., 2009a:

Erste Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (BZE-2) in Brandenburg Eberswalder Forstliche Schriftenreihe / Wissenstransfer in die Praxis, Band 40, 6–13.

#### RIEK, W., 2009b:

Quantifizierung des Risikos für Nitrataustrag aus brandenburgischen Waldökosystemen auf der Grundlage chemischer Oberbodeneigenschaften. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe / Wald im Klimawandel - Risiken und Anpassungsstrategien, Band 42, 93–100.

#### RIEK, W., 2010:

Regionale und standortsbedingte Unterschiede zu den Auswirkungen des Klimawandels. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe / Wissenstransfer in die Praxis, Band 44, 38–48.

#### Russ, A., RIEK, W., 2011:

Pedotransferfunktionen zur Ableitung der nutzbaren Feldkapazität - Validierung für Waldböden des nordostdeutschen Tieflands. Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. http://www.afsv.de/docs/literatur/waldoekologie\_online.htm, (zur Veröffentlichung angenommen).

#### SIMON, H., STROHBACH, B., 1993:

Auswirkungen von Luft-, Wasser- und Bodenkontaminationen auf Wälder. Texte d. Umweltbundesamtes 2, 2–106.

#### Strohbach, В., 2000:

Böden der Rieselfelder im Bereich des Forstamtes Buch-Entstehung und Eigenschaften. Wasser & Boden 52, 4–8.

#### STROHBACH, B., EINERT, P., 2001:

Charakterisierung von Kiefernwaldökosystemen (Level II) Brandenburgs nach den Lösungskonzentrationen der Niederschläge und Sickerwässer. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 35 (1), 45–48.

#### STROHBACH, B., HAFEMANN, E., 2006:

Sandböden und der Einsatz moderner HOLZERNTE-TECHNIK. Forst und Technik, 10.

STÜBNER, H., HÖHNE, I., RÜFFER, O., LOCKOW, K.-W., PANKA, S., GROSSER, K.-H., RIEK, W., STROHBACH, B., HEISTERBERG, B., GRÜLL, M., KÄTZEL, R., DEGENHARDT, A., MÖLLER, K., 2000: Naturwälder und Naturwaldforschung im Land Brandenburg. LFE, MLUR (Hrsg.). Eberswalde, Potsdam, 147 S.

#### WITTICH, W., 1942:

Natur und Ertragsfähigkeit der Sandböden im Gebiet des norddeutschen Diluviums. Z. f. Forst- und Jagdwesen 74, 1–42.

#### Forstliche Umweltkontrolle

Anders, S., Beck, W., Bolte, A., Hofmann, G., Jenssen, M., Krakau, U.-K., Müller, J., 2001:

Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands, Verlag Dr. N. Kessel, Remagen, 1–283.

BOLTE, A., LAMBERTZ, B., STEINMEYER, A., KALLWEIT, R., MEESENBURG, H., 2004:

Zur Funktion der Bodenvegetation im Stoffhaushalt von Wäldern – Studien auf Dauerbeobachtungsflächen des EU Level II-Programms in Norddeutschland. Forstarchiv 75, 207–220.

#### CLAUSSEN, M., 2003:

Die Rolle der Vegetation im Klimasystem. promet, 29, 80-89.

#### FIEDLER, H.J., 1989:

Die Entwicklung der forstlichen Standortslehre seit G.A. Krauss. Forstw. Cbl. 108, 177–187.

#### GEIGER, R., 1942:

Das Klima der bodennahen Luftschicht , Viehweg & Sohn Braunschweig 2. Aufl., 435 S.

#### Geiger, R., 1948:

Prof. Dr. Johannes Schubert †. Forstw. Cbl., 67. Jhgg., H 1, 49-51.

#### HOFMANN, G., 1990:

Waldschadensforschung gestern und heute. Der Wald Berlin 40, 356–358.

#### HOFMANN, G., HEINSDORF, D., 1990:

Depositionsgeschehen und Waldbewirtschaftung – Quantifizierung und Abgrenzung des Depositionsgeschehens in den Wäldern als Grundlage für eine ökologisch orientierte Waldbewirtschaftung. Der Wald 40(7), 208–213.

JOCHHEIM, H., EINERT, P., ENDE, H.-P., KALLWEIT, R., LÜTT-SCHWAGER, D., SCHINDLER, U., 2007:

Wasser- und Stoffhaushalt eines Buchen-Altbestandes im Nordostdeutschen Tiefland – Ergebnisse einer 4jährigen Messperiode. Archiv f. Forstwesen u. Landsch. ökol. 41, 1–14.

JOCHHEIM, H., PUHLMANN, M., BEESE, F., BERTHOLD, D., EINERT, P., KALLWEIT, R., KONOPATZKY, A., MEESENBURG, H., MEIWES, K.-J., RASPE, S., SCHULTE-BISPING, H., SCHULZ, C., 2009:

Modelling the carbon budget of intensive forest monitoring sites in Germany using the simulation model BIOME-BGC. - iForest [Elektronische Ressource] 2, 7–10.

#### KALLWEIT, R., 1990:

Klassifizierung und Kartierung von Typen der Fremdstoffbelastung der Wälder der DDR als Teilaufgabe der ökologischen Waldzustandskontrolle. Forstwirtschaft Berlin 40, 35–40.

#### KALLWEIT, R., 1999:

Monitoring des Waldzustandes in Brandenburg. Das Level 2-Programm als Bestandteil der forstlichen Umweltkontrolle. Beitr. Forstwirtsch. Landsch.ökol. 33, 97–102.

#### Kätzel, R., Löffler, S., 2007:

Langzeituntersuchungen zu physiologischen Anpassungsreaktionen der Kiefer auf Dauerbeobachtungsflächen der forstlichen Umweltkontrolle (Level-II). "In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 32, 144–166.

#### KÖHLER, S., LIEBER, H., 1968:

Zur Kartierung von Schadzonen im Rauchschadensgebiet der Dübener Heide mit Hilfe der Bodenvegetation. Ingenieurarbeit, VEB Forstprojektierung, Dresden.

#### KONOPATZKY, A., 1995:

Untersuchungen zum langjährigen Oberbodenzustandswandel in den Waldökosystemen der Dübener Heide. In: Hütt I, R. F.; Bellmann, K. & Seiler, W.: Atmosphärensanierung und Waldökosysteme/SANA: Wissenschaftliches Begleitprogramm zur Sanierung der Atmosphäre über den neuen Bundesländern – Wirkung auf Kiefernbestände. UmweltWissenschaften, Bd. 4, Eberhard Blottner Verlag, Taunusstein.

Konopatzky, A., Kirschner, G., Kallweit, R., 1998: Bodenzustandswandel in den Wäldern des Nordostdeutschen Tieflandes. AFZ/Der Wald 9, 479–482.

#### KOPP, D., 1969, 1973:

Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. 1. Bd. Die Waldstandorte des Tieflandes, VEB Forstprojektierung Potsdam.

#### KOPP, D., JÄGER, K.-D., SUCCOW, M., 1982:

Naturräumliche Grundlagen der Landnutzung. Berlin, Akademie Verlag.

#### Landesforstanstalt Eberswalde (Hrsg.), 2001:

Forstliche Umweltkontrolle – Ergebnisse aus zehnjährigen Untersuchungen zur Wirkung von Luftverunreinigungen in Brandenburgs Wäldern. Eberswalde, Potsdam, Hendrik Bäßler Verlag, Berlin, 262 S.

Lasch, P., Badeck, F., Lindner, M., Suckow, F., 2002: Sensitivity of simulated forest growth to changes in climate and atmospheric CO2. Forstw. Cbl. 121, Supplement 1, 155–171.

#### LÜTZKE, R., 1961:

Das Temperaturklima von Waldbeständen und Lichtungen im Vergleich zur offenen Flur. Archiv für Forstwirtschaft 10, 1961, 17–83.

#### LÜTZKE, R., 1965:

Über die Tauglichkeit der Lysimetermethode für Wasserhaushaltsuntersuchungen und Vergleichsmessungen mit Groß- und Kleinlysimetern. – Besondere Mitteilungen zum gewässerkundlichen Jahrbuch der DDR, 4, 3–20.

#### LÜTZKE, R., 1966:

Vergleichende Wärmeumsatzmessungen im Walde und auf einer Wiese. Archiv f. Forstwesen 15, 995–1015.

#### LÜTZKE, R., SIMON, K.-H., 1975:

Zur Bilanzierung des Wasserhaushaltes von Waldbeständen auf Sandstandorten der DDR. Beiträge für die Forstwirtschaft, Heft 1, 5–12.

#### MLFN, 1989:

Richtlinie für die Bewirtschaftung immissionsgeschädigter Kiefernwälder in der DDR (SAG Rauchschäden, AG Kiefer), 59 S.

#### MÜLLER, J., 2002:

Wirkungszusammenhänge zwischen Vegetationsstrukturen und hydrologischen Prozessen in Wäldern und Forsten. In: Anders, S.: (ed.) Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands. Oberwinter. Kessel, 99–122.

#### MÜLLER, J., BOLTE, A., 2009:

The use of lysimeters in forest hydrology research in north-east Germany. Landbauforschung 59, 1–10.

#### Müttrich, A., 1877:

Jahresbericht über die Beobachtungsergebnisse der von den forstlichen Versuchsanstalten des Königreichs Preußen im Herzogtum Braunschweig und in den Reichslanden eingerichteten forstlich-meteorologischen Stationen 1875–1897. XXIII Bde. bis 1899. Springer Verl. Berlin.

#### Müttrich, A., 1903:

Bericht über die Untersuchung: Einwirkung des Waldes auf die Menge der Niederschläge. Neudamm.

RIEK, W., KALLWEIT, R., EINERT, P., STROHBACH, B., 2006:

Wasser- und Stoffhaushalt von Kiefernbeständen des Level II-Dauerbeobachtungsprogramms in Brandenburg Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie, Bd. 40, 145–165.

#### Ruнм, F., 1999:

Ein kurzer Rückblick auf 125 Jahre Forstliche Bundesversuchsanstalt.

#### Schröder, J., Beck, W., 2009:

Risikoabschätzung durch witterungsbasierte Modelle für Eiche und Kiefer in Nordostdeutschland. In: Nagel, J. (Hg.): Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde: Beiträge zur Jahrestagung in Ascona, 104–113.

#### SCHUBERT, J., 1900:

Der jährliche Gang der Luft- und Bodentemperaturen im Freien und in Waldungen und der Wärmeaustausch im Erdboden, Berlin.

#### SCHUBERT, J., 1904:

Der Wärmeaustausch im festen Erdboden, in Gewässern und in der Atmosphäre. Berlin.

#### SCHUBERT, J., 1937:

Über den Einfluß der Niederschläge im Gebiet der Letzlinger Heide. Z. f. Forst- und Jagdw. 69, 604–615.

#### SIMON, K.H., WESTENDORF, K., 1991:

Stoffeinträge mit dem Niederschlag in Kiefernbeständen des nordostdeutschen Tieflandes in den Jahren 1985-1989; Beitr. Forstwirtsch. Berlin 25 4, 177–180.

#### Waldschutz

ALTENKIRCH, W., MAJUNKE, C., OHNESORGE, B., 2002: Waldschutz auf ökologischer Grundlage. Eugen Ulmer Stuttgart.

#### ALTUM, B., 1872-1875:

Forstzoologie, 3 Bände, Berlin.

#### ANONYMUS, 1880:

Die Forstakademie Eberswalde von 1830–1850. Festschrift für die Fünfzigjährige Jubelfeier der Forstakademie Eberswalde. Berlin. Verlag Julius Springer.

#### APEL, K.-H., 1986:

Zur Biologie, Ökologie und zum Massenwechsel von Phaenops cyanea F., Ph. formaneki Jacob. und Melanophila acuminata Deg. (Coleoptera, Buprestidae). Akademie Landwirtschaftswissenschaften DDR, Diss.

APEL, K.-H., KÄTZEL, R., LÜTTSCHWAGER, D., SCHMITZ, H., SCHÜTZ, S., 2000:

Untersuchungen zu möglichen Mechanismen der Wirtsfindung durch Phaenops cyanea F. (Col., Buprestidae). Mitt. Ges. allg. angew. Ent. 12, 23–27.

Apel, K.-H., Engelmann, A., Hauswirth, M., Reichling, A., 2006:

Winterbodensuchen zur Überwachung der Kieferngroßschädlinge – Rationalisierungsmöglichkeiten durch GISbasierte Auswertungsverfahren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 36, 45–50.

APEL, K.-H., HAUSWIRTH, M., RÖS, M., WENK, M., 2004: Schadgebiete der wichtigsten nadelfressenden Forstschadinsekten der Kiefer und Risikobewertung von Waldgebieten für das Nordostdeutsche Tiefland. Beitr. Forstw. Landsch.ökol. 38, 14–18.

#### BÖHME, R., HAFFELDER, M., 1999:

Vergleich der Verfahren verschiedener Bundesländer zur Winterbodensuche für die Kiefernschadinsekten und Vorschlag für ein geeignetes einheitliches Verfahren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. III, 47–51.

#### EBERT, W., 1968:

Die Schadgebiete unserer wichtigsten Kiefernbestandesschädlinge im Tiefland der DDR. Archiv Forstwesen 17, 125–144.

#### EBERT, W., JARISCH, O., KESSLER, W., 1978:

Bestimmungsbuch der wichtigsten Kiefernschädlinge und -krankheiten. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

#### ECKSTEIN, K., 1914:

Die Schmetterlinge Deutschlands, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Biologie. 5 Bde. Verlag des Deutschen Lehrervereins für Naturkunde, Stuttgart.

Francke, W., Gries, G., Gries, R., Häussler, D., Möller, K., Plass. E., 2004:

Kohlenwasserstoffe und Kohlenwasserstoff-Verbindungen und deren Gemische zur Bekämpfung von Insekten sowie Verfahren zur Herstellung der Verbindungen. Deutsches Patent- und Markenamt DE 198 14 330 B4, 14.10.2004.

#### GÖSSWALD, K., 1989, 1990:

Die Waldameise. Bd. 1+2. Aula-Verlag, Wiesbaden

#### HACKBARTH, W., 1987:

Zum Einsatz von Dimilin 25WP in der Forstwirtschaft. IFE- Berichte aus Forschung und Entwicklung 8, 22–30.

#### HARTIG, R., 1882:

Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin, Springer.

#### Häussler, D., 1989:

Untersuchungen zur Rationalisierung von Bodensuchen nach Überwinterungsstadien der Kiefernschädlinge Panolis flammea; Bupalus piniarius; Dendrolimus pini und Diprion sp. Beitr. Forstwirtschaft 2, 119–123.

#### Häussler, D., Majunke, C., Möller, K. (2000):

Überwachung der Nonne (Lymantria monacha L.) im nordostdeutschen Tiefland. Beitr. Forstw. u. Landsch. ökol. 34(1): 35–37

HEYDECK, P., KNOCHE, D., DAHMS, C., RAKEL, T., BIELER, T., SAUERMANN, J., DUHR, M., 2010:

Prophylaktische Maßnahmen zur Abwehr des Kiefern-Wurzelschwammes (*Heterobasidion annosum* [FR.] BREF.) in Erstaufforstungen auf Kippenstandorten im südlichen Brandenburg (Lausitz). Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 44, 3, 107–115.

#### Kätzel, R., Möller, K., 1993:

Der Einfluß schwefeldioxidbelasteter Wirtspflanzen auf den Entwicklungserfolg von Bupalus piniarius L. (Lep., Geometridae) und Dendrolimus pini L. (Lep., Lasiocampidae). J. Appl. Ent. 116, 50–61.

#### Kessler, W., 1988:

Wurzelfäule an Jungpflanzen von Eiche und Rotbuche durch *Cylindrocarpon destructans*. Soz. Forstwirtschaft 38, 4, 110–111.

#### KILIAS, G., 1957:

Untersuchungen über Wachstum und Wurzelausbildung der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) auf aufgeforstetem ehemaligem Ackerland. Inaugural-Dissertation der Forstwirtschaftlichen Fakultät Eberswalde der Humboldt-Universität zu Berlin.

#### MAJUNKE, C., 1994:

Die Hauptschadgebiete des Kiefernspanners im nordostdeutschen Tiefland. Waldhygiene 20, 65–95.

#### MÖLLER, A., 1904:

Über die Notwendigkeit und Möglichkeit wirksamer Bekämpfung des Kiefernbaumschwammes *Trametes pini* (THORE) FRIES. Z. Forst- u. Jagdwesen 36, 677–715.

#### MÖLLER, K., 2007:

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Forst – Nebenwirkungen auf Nicht-Ziel-Organismen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 29, 16–21.

Morewood, P., Gries, G., Häussler, D., Möller, K., Liska, J., Kapitola, P., Bogenschütz, H., 1999:

Towards pheromone-based detection of Lymantria monacha (Lepidoptera: Lymantriidae) in North America. The Canadian Entomologist 131, 687–694.

#### ORLICZ-LUTHARDT, A., 1986:

Biologie, Erkennung und Bekämpfung der Umfallkrankheit. IFE-Berichte aus Forschung und Entwicklung 3 (Institut für Forstwissenschaften Eberswalde).

#### Отто, D., 2005:

Die Roten Waldameisen. Die Neue Brehm-Bücherei. Westarp Wissenschaften Verlagsgesellschaft.

#### SCHUMACHER, J., 2003:

Gegenwärtige Verbreitung, Ausbreitungs- und Begrenzungsfaktoren der Phytophthora-Erkrankung an Erle im Spreewald. Forst und Holz 58, 251–255.

SCHÜTZ, S., WEISSBECKER, B., HUMMEL, H. E., APEL, K.-H., SCHMITZ, H., BLECKMANN, H., 1999:

Insect antenna as a smoke detector. Nature 398, 298-299.

#### Schwarz, F., 1895:

Die Erkrankung der Kiefern durch *Cenangium Abietis*. Beitrag zur Geschichte einer Pilzepidemie. Jena: Fischer, 1895.

#### Schwerdtfeger, F., 1941:

Anleitung zum Probesuchen nach Kieferninsekten in der Bodendecke. Paul Parey, Berlin.

#### Schwerdtfeger, F., 1981:

Die Waldkrankheiten. 4. Aufl., Parey, Hamburg, Berlin.

#### SEDLAG, U., 1984:

Wunderbare Welt der Insekten. Urania Verlag, Leipzig, Jena, Berlin.

#### WALTER, CH., 1991:

Populationssimulation des Kiefernspanners (Bupalus piniarius L.) und Ergebnisse der Modelüberprüfung Schapro an ausgewählten Beispielen. Hrsg. Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft. Berichte aus Forschung und Entwicklung 27, 38–45.

#### WENK, M., APEL, K.-H., 2007:

Die Regenerationsfähigkeit von durch Fraß des Kiefernspinners (Dendrolimus pini L.) und der Nonne (Lymantria monacha L.) geschädigten Kiefernbeständen in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 32, 245–257.

#### Forstgenetik und Ökophysiologie

#### AUTORENKOLLEKTIV, 1961:

Die Forstwirtschaftliche Fakultät Eberswalde – Entwicklung und Aufgaben. Wissenschaftliche Zeitschrift der Humboldt-Universität zu Berlin. Berlin/Leipzig (1959/60), 257–319.

#### EIFLER, I., KOHLSTOCK, N., 1996:

50 Jahre Forstpflanzenzüchtung am Standort Waldsieversdorf. AFZ/Der Wald 14, 756–758.

#### DENGLER, A., 1937:

Über das Kronenwachstum märkischer Kiefern. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen (69/1), 1–23.

#### Kätzel, R., 2003a:

Biomarker als Indikatoren zur Bewertung des Vitalitätszustandes der Gemeinen Kiefer (Pinus sylvestris L.) im Nordostdeutschen Tiefland. Habilitationsschrift Technische Universität Dresden.

KÄTZEL, R., MAURER, W.D., KONNERT, M., SCHOLZ, F., 2005: Genetisches Monitoring in Wäldern. Forst und Holz 5/2005, 179–183.

#### Kätzel, R., Löffler, S., 2007:

"Growth or defense" – Zur Kohlenstoffallokation der Kiefer am Beispiel des Herkunftsversuches Chorin 85. In: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 32, 383–389.

#### KIENITZ, M., 1879:

Über Formen und Abarten heimischer Waldbäume. Forstl. Zeitschrift 1, 241–260.

#### LIESEBACH, H., ZASPEL, I., KÄTZEL, R., 2006:

Genetische Untersuchungen zu den eiszeitlichen Refugien der Stiel- und Trauben-Eichen des Nordostdeutschen Tieflandes: 23–26. In: Kätzel, R. (Schriftleitung) (2006): Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. 25, 199 Seiten.

#### Lyr, H., Fiedler, H.-J., Tranquillini, W., 1992:

Physiologie und Ökologie der Gehölze, Gustav-Fischer-Verlag Jena, 620 S.

MAURER, W.D., GEBHARDT, K., KÄTZEL, R., KONNERT, M., 2007: Genetische Untersuchungen an Buchenpopulationen auf Level II-Flächen. AFZ-Der Wald 20, 1071.

#### RICHTER, A., 1959:

Entwicklung des Institutes für Forstwissenschaften Eberswalde der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Forst und Jagd, 1–9.

SCHUBERT, J., SCHWARTZ, E., KÄTZEL, R., SCHNECK, D., MÜLLER, M., KLEINSCHMIT, J., KONNERT, M., BEHM, A., SCHMITT, H.P., KOHLSTOCK, N., ENDTMANN, K.J., 1999:

Forstsaatgutprüfung in Eberswalde 1899–1999 – Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 5 1999, 58 S.

#### SCHWAPPACH, A., 1904:

Geschichte des forstlichen Versuchswesens in Preußen. Manuskript zur Ausstellung der preußischen Staatsverwaltung zu St. Louis, Nordamerika.

#### SCHWAPPACH, A., 1914:

Die Bedeutung der Herkunft des Kiefernsamens. Dendrol. Mitt. 23, 25–34.

#### WAGEMANN, H., 2006:

Von der deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin zur Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. Ein Beitrag zur Geschichte 1951–1991, Verlag am Park, Berlin, 1500 S.

#### Waldökologie

ANDERS, S., BECK, W., BOLTE, A., HOFMANN, G., JENSSEN, M., KRAKAU, U., MÜLLER, J., 2002:

Ökologie und Vegetation der Wälder Nordostdeutschlands. Verlag Dr. Kessel, Oberwinter, 283 S.

#### ANDERS, S., HOFMANN, G., 1996:

Waldökosysteme als Quellen und Senken für Kohlenstoff- Fallstudie ostdeutsche Länder. Beitr. Forstw. u.Landschaftsökologie. 30 (1996),1.

BMU – BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 2007:

Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. 178 S.

#### ERTELD, W., 1967:

Wachstums- und Ertragsuntersuchungen an Kiefern im Naturschutzgebiet Altteicher Moor. Brandenburgische Naturschutzgebiete, 4.

#### GROSSER, K.H., 1966:

Altteicher Moor und Große Jeseritzen. Brandenburgische Naturschutzgebiete, 1.

#### GROSSER, K. H., FISCHER, W., MANSIK, K.-H., 1967:

Vegetationskundliche Grundlagen für die Erschließung und Pflege eines Systems von Waldreservaten. Naturschutzarbeit in Berlin und Brandenburg, Beiheft 3, Potsdam.

#### GROSSER, K.H., 1993:

Waldschutzgebiete in Brandenburg- Entstehung, Aufgabe, künftige Entwicklung, Beiträge für Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 27 (1993) 1, 1–8.

#### GROSSER IN GROSSER, K. H., RÜFFER, O., 2005:

Waldentwicklung ohne Bewirtschaftung – Forschungsziele und (erste) Ergebnisse der Naturwaldforschung in Brandenburg aus sieben Jahrzehnten. In: 175 Jahre Lehre und Forschung in Eberswalde. Die Festschrift, 138–144.

#### HESMER, H., 1934:

Naturwaldzellen. Der Deutsche Forstwirt, Berlin 16 (1934) 13, S. 133–134, 14, S. 141–143.

#### HOFMANN, G., JENSSEN, M., 1999:

Quantifizierung der Naturnähe als Grundlage für Waldumbaumaßnahmen. AFZ/ Der Wald 11, 575–578.

#### HÖHNE, I., PANKA, S., RÜFFER, O., SCHMIDT, S., 2006:

Der Naturwald Möncheichen – Kiefer, Eiche und Rotbuche im Spiegelbild der Bestockungsgeschichte. In: Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg, 149–158.

#### HOFMANN, G., 1984:

Wissenschaftliche Untersuchungen in Naturschutzgebieten und Biosphärenreservaten zum Nutzen für Forstwirtschaft und Forstwissenschaft. Beitr. F. d. Forstwirtschaft, Berlin 18 (1984) 1, 9–15.

HOFMANN, G., ANDERS, S., BECK, W., CHRZON, S., MATTHES, B., 1991:

Buchenwälder und ihr Vitalitätszustand in Ostdeutschland. Beitr. Forstwirtschaft 25 (1991) 4, 157–168.

#### HOFMANN, G., 1995:

Wald, Klima, Fremdstoffeintrag-ökologischer Wandel mit Konsequenzen für Waldbau und Naturschutz dargestellt am Gebiet der neuen Bundesländer Deutschlands. BfN, Bonn-Bad Godesberg.

#### HOFMANN, G., JENSSEN, M., 1999:

Umweltbeobachtung in Wäldern und Forsten auf der Grundlage von Ökosystemtypen. Beitr. Forstwirtsch. U. Landsch. Ökol. 33 (1999), 2.

#### JENSSEN, M., HOFMANN, G., 1997:

Laubmassen und ihre Entwicklung in mitteleuropäischen Rotbuchenwäldern. Beitr Forstw. u. Landschaftsökologie 31 (1997), 3.

#### LUA - LANDESUMWELTAMT (Hrsg), 2004:

Biotopkartierung Brandenburg, Bd. 1, Kartieranleitung und Anlagen, 312 S., zugehörig Band 2, Beschreibung der Biotoptypen, von 2007, 512 S.

#### Mansik, K.-H., 1971:

Struktur und jahreszeitliche Entwicklung in Waldgesellschaften des nordbrandenburgischen und südmecklenburgischen Buchengebietes. Diss. AdL Berlin. Meusel, H., 1958: Gegenwartstaufgaben des Naturschutzes. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin; Sitzungsberichte 7, 4, 5–12.

#### MÖLLER, A., 1922:

Der Dauerwaldgedanke Sein Sinn und seine Bedeutung. Berlin: Springer Verlag, 136 S.

MIL – Ministerium Für Infrastruktur Und Landwirtschaft Brandenburg; Ministerium Für Landwirtschaft, Umwelt Und Verbraucherschutz Mecklenburg-vorpommern, Landesbetrieb Forst Brandenburg; Landesforst Mecklenburg-vorpommern – Anstalt Des Öffentlichen Rechts, 2011:

Biologische Vielfalt in den Wäldern Nordostdeutschland – Studie der Landesforstverwaltungen der Bundesländer Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern auf der Grundlage ausgewählter Indikatoren. Potsdam und Schwerin, 46 S.

#### PASSARGE, H., HOFMANN, G., 1964:

Soziologische Artengruppen mitteleuropäischer Wälder Arch. Forstwes. 13, 913–937.

#### Rüffer, O., 2007:

Entwicklungen in den Naturwäldern Brandenburgs. In: Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 41 (2), 67–81.

#### RÜFFER, O., POMMER, U., 2011:

Veränderungen von Vegetation und Standort traditioneller Dauerwaldreviere im Verlaufe von eineinhalb Jahrhunderten. Naturnahe Waldwirtschaft- Dauerwald heute? EFS Band 46, 29–47.

#### SCAMONI, A., 1953:

Naturwaldzellen. Natur und Heimat, Leipzig 2, S. 176.

SCAMONI, A., HURTTIG, H.; KOPP, D.; GROSSER, K. H.; JÄGER, H.; SCHRETZENMAYR, M. 1958:

Natürliche Vegetation. In: Klimaatlas der DDR, Nachtrag.

#### SCHAUER, W., WEBER, H. 1971:

Erarbeitung von Vorschlägen für Behandlungsrichtlinien für NSG mit TrEi-Bu-Waldbestockung im Pleistozängebiet der DDR. Forsch. Abschlußber. AdL, ILN Halle (unv.).

Schmidt. S, Steinmeyer, A., Kopp, D., Jenssen, M., 2006: Verfahren zur Bestimmung der Naturnähe im Praxisvergleich in einem Waldrevier Brandenburgs. Forstarchiv 77, 179–184.

#### SCHMIDT, P.A., 2007:

Naturschutz im Wald – aktuelle Entwicklungen. In: Naturschutz in den Wäldern Brandenburgs. Beiträge der Naturschutztagung vom 2. November 2006. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 28, 8–23.

#### SCHMIDT, S., 2009:

FFH-Management in Wälder am Beispiel des FFH-Gebietes Heimsche Heide. In: Wissenstransfer in die Praxis. Beiträge zum 4. Winterkolloquium am 26. Februar 2009 in Eberswalde, EFS 40, 14–24.

#### Succow, M., 2000:

Der Weg der Großschutzgebiete in den neuen Bundesländern. Der Weiterentwicklung des Nationalparkprogramms von 1990. Naturschutz und Landschaftsplanung 32, 2–3.

STÜBNER, H., HÖHNE, I., RÜFFER, O., LOCKOW, W., PANKA, S., GROSSER, K. H., RIEK, W., STROHBACH, B., HEISTERBERG, B., GRÜLL, M., KÄTZEL, R., DEGENHARDT, A., MÖLLER, K., 2001:

Naturwälder und Naturwaldforschung im Land Brandenburg. Hrsg.: Landesforstanstalt Eberswalde und Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. 147 S.

#### Wildökologie

Ahrens, M., Dobiáš, K., Hofmann, G., Paustian, K.-H., 1998: Die wildökologische Lebensraumbewertung als eine wissenschaftliche Grundlage für die Schalenwildbewirtschaftung. Beiträge zur Forstwirtschaft und Landschaftsökologie 32 (4), 183–187.

Ahrens, M., Dobiáš, K., Gleich, E., Hofmann, G., Jenssen. M., 2002:

Schalenwilddichte neu kalkuliert. Wildökologische Lebensraumbewertung in Brandenburg – Instrument für die Schalenwildbewirtschaftung. Unsere Jagd 52 (1), 34–37.

Anke, M., Dittrich, G., Groppel, B., Grün, M., Kronemann, H., Bähr, H., 1984:

Die Nähr- und Mineralstoffversorgung sowie der Spurenelementstatus des Rot-, Dam-, Reh- und Muffelwildes (Cervus elaphus L.; Cervus dama L.; Capreolus capreolus L.; Ovis ammon musimon PALLAS) während des Winters. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 13, 103–122.

Bähr, H., Anke, M, Briedermann, L., Dittrich, G., Missbach, K., 1986:

Wege zur Intensivierung der Äsungsverbesserung und Fütterung von Schalenwild. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 14, 32–41.

#### BRIEDERMANN, L., 1966:

Bewirtschaftungsprobleme des Rotwildes im Erzgebirge – dargestellt am Beispiel des Wildforschungsgebietes Eibenstock, Krs. Aue. II: Das natürliche Äsungsangebot im Rotwildforschungsgebiet Eibenstock und seine Ausnutzung – besonders im Winter. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 5, 49–63.

#### Degenhardt, A., Blaško, L., Dobiáš, K., 2010:

Die Entwicklung der Naturverjüngung im Landeswald – Ergebnisse aus dem Kontrollzaunverfahren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 15–30.

#### DITTRICH, G., STEDE, T., MEHLITZ, S., 1988:

Untersuchungen zur Äsung und zum Wildschaden durch Damwild mit unterschiedlichen Wilddichten. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 15, 25–29.

#### Dobiáš, K., 1996:

Gutachten zum Einfluss des Schalenwildes auf die Waldvegetation in der Schorfheide. Unveröffentlichtes Gutachten.

#### Doвiáš, K., 1998:

Monitoring von Wildbestand und Lebensraum in Brandenburg. AFZ/Der Wald 53 (6), 301–303.

Dobiáš, K., Paustian, K.- H., Tottewitz, F., 1994: Schalenwild in der Schorfheide. Wild und Hund, 97 (20), 40-44.

#### Dobiáš, K., Paustian, K.-H., Tottewitz, F., 1996:

Untersuchungen zur Bestandeshöhe und Dynamik der Schalenwildpopulationen in der Schorfheide. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 21, 23–62.

Dobiáš, K., Ahrens, M., Goretzki, J., Tottewitz, F., Stubbe, C., Hofmann, G., 2005:

Lebensraumbezogene Wildtierforschung – der Eberswalder Beitrag für eine moderne Wildbewirtschaftung. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 30, 17–26.

#### Dobiáš, K., Degenhardt, A., 2010:

Das Verbissmonitoring im Landeswald als Instrument waldbaulichen und jagdwirtschaftlichen Handelns. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 7–14.

#### Dobiáš, K., Gleich, E., 2010:

Lebensraumvernetzung durch Wildtierpassagen – Aktuelle Ergebnisse zur Erfolgskontrolle an Brandenburgs Grünbrücke über der A 11. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 48–59.

#### GORETZKI, J., 1991:

Zur selektiven Beäsung verschiedener Grasarten durch Damwild. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 17, 290–292.

#### GREISER, G., 2010:

Status und Entwicklung der im Rahmen des WILD-Projektes erfassten Wildarten Feldhase, Rotfuchs, Dachs, Rebhuhn, Marderhund und Waschbär. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 60–70.

#### HOFMANN, G., POMMER, U., JENSSEN, M., 2008:

Wildökologische Lebensraumbewertung für die Bewirtschaftung des wiederkäuenden Schalenwildes im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 39, 207 S.

#### HOFMANN, G., POMMER, U., GLEICH, E., 2010:

Habitatökologische Grundlagen für die Untersuchung der Lebensraumnutzung des Damwildes in der Uckermark. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 71–90.

#### LUTHARDT, M. E., BEYER, G., 1998:

Einfluss des Schalenwildes auf die Waldvegetation im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin. AFZ /Der Wald 17, 890–894.

#### Luthardt, M. E., Degenhardt, A., Dobiáš, K., 2003:

Wildschadensmonitoring in Brandenburg. Forst und Holz 58, 616.

#### Müller, H.- J., 1963:

Untersuchungen zur Bemessung der tragbaren Wilddichte im Walde nach Standort und Wildschaden. Diss. Berlin.

#### REIMOSER, F., SUCHANT, R., 1992:

Systematische Kontrollzäune zur Feststellung des Wildeinflusses auf die Waldvegetation. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 163 (2), 27–31.

#### SCHWARTZ, E., 1994:

Eine lange Geschichte. Wild und Hund 97 (22), 48-52.

#### STUBBE, M., 2001:

Wildtierfauna im Wandel. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 26, 9–14.

### Tottewitz, F., Stubbe, C., Ahrens, M., Dobiáš, K., Goretzki, J., Paustian, K. H., 1996:

Die Losungszählung als Methode der Bestandesschätzung von wiederkäuenden Schalenwildarten. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 42, 111–122.

#### TOTTEWITZ, F., NEUMANN, M., SPARING, H., 2010:

Lebensraumnutzung von Rotwild in der Schorfheide – Ergebnisse aus mehrjährigen GPS-GSM-Satellitentelemetriestudien. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45, 94–106.



## Ausgewählte Posterdarstellungen

102





### 20 Jahre Diagnosearbeit im Klimawandel -Auftreten neuer Krankheitserreger



ARE BETTERLICH

Die zurückliegenden zwei Jahrzehnte waren geprägt durch eine ungewöhnliche Häufung extremer Witterungsfaktoren: In Brandenburg führten vorwiegend zu ausgedehnte Trockenperioden in Verbindung überdurchschnittlich hohen Temperaturen im Frühjahr und Sommer sowie eine Verlagerung der Niederschläge in die Zeit der Vegetationsruhe zu veränderten Rahmenbedingungen für das Baumwachstum und die phytopathogener Organismen. Zeitgleich traten früher unbedeutende oder völlig neue Krankheitserreger in den Mittelpunkt der Diagnosearbeit.

#### Diplodia-Triebsterben

- im nordostdeutschen Tiefland seit Mitte der 1990er Jahre verstärkt registriert (anfangs besonders an *Pinus nigra*, später auch an *Pinus sylvestris* u. a. Koniferen)
  Nachweis im Rahmen der Diagnosearbeit

1990-1995: 2 Befunde 1996-2000: 7 Befunde 2001-2005: 26 Befunde 2006-2010: 31 Befunde

- Schwerpunktjahre: 2004 (13 Befunde), 2007 (11 Befunde) wärmeliebende Pilizart, Schwäche- und Wundparasit, auch Saprobiont bzw. Endophyt Revitalisierung erkrankter Kiefern möglich

- provenienzbedingte Befallsunterschiede bei *Pinus sylvestris* (Chance für erfolgreiche Abwehr ?)

#### Erreger: Diplodia pinea (DESM.) KICKX







Abb.1: Diplodia-Triebsterben an GKI

Abb. 2: Abgestorbene Triebspitze

#### Erlen-Phytophthora

- erster sicherer Nachweis: 1993 (Südengland), vor 1990 weltweit unbekannt erstes Auftreten in Brandenburg: um 1998 (Schwerpunkt: Spreewald  $\rightarrow$  Infektionsrate auf Untersuchungsflächen im Frühjahr 2004: ca. 24%)
- chwarzbraune Verfärbungen an der Stammbasis (exsudierende Rindennekrosen → Schleimfluss) Krankheit kommt auch an Jungpflanzen vor (Baumschulen)
- nach 2005: Beruhigung des Krankheitsgeschehens (Schwächung des Erregers durch strengen Winterfrost, kaum noch Überwässerung der Stammbasen, prophylaktische Maßnahmen in Baumschulen zeigten Wirkung) auch weiterhin Vorsicht bei der Pflanzenanzucht (phytosanitäre Kontrollen, nur gesundes Pflanzenmaterial

#### Erreger: Phytophthora alni BRASIER & S. A. KIRK



Abb.1: Schleimfluss

Abb. 2: Absterbende Erle Abb. 3: Oospore von P. alni

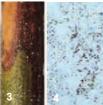
#### Eschentriebsterben

- im nordostdeutschen Tiefland seit 2002 beobachtet
- plötzliche Welke und Braunfärbung der Blätter, vorzeitiger Blattfall, Zurücksterben von Trieben, Kronenverlichtung absterbendes Rindengewebe blass ockergelblich, violettbraun oder kupferrötlich gefärbt, ohne Schleimfluss
- bei Neupflanzungen: auf andere Baumarten ausweichen (dabei Standort beachten), Pflanzverbot für Esche im Landeswald
- auf erkrankten Bäumen oft auch pilzliche Wund- bzw. Schwächeparasiten
- keine prophylaktische Fällung erkrankter Eschen, nur abgängige Bäume entnehmen (drohender Wertverlust durch Stammfäuleerreger und rindenbrütende Borkenkäfer), ggf. Beachtung der Verkehrssicherungspflicht
- Begünstigung von H. pseudoalbidus durch die Prozesse des Klimawandels wird diskutiert

#### Erreger: "Falsches Weißes Stängelbecherchen"

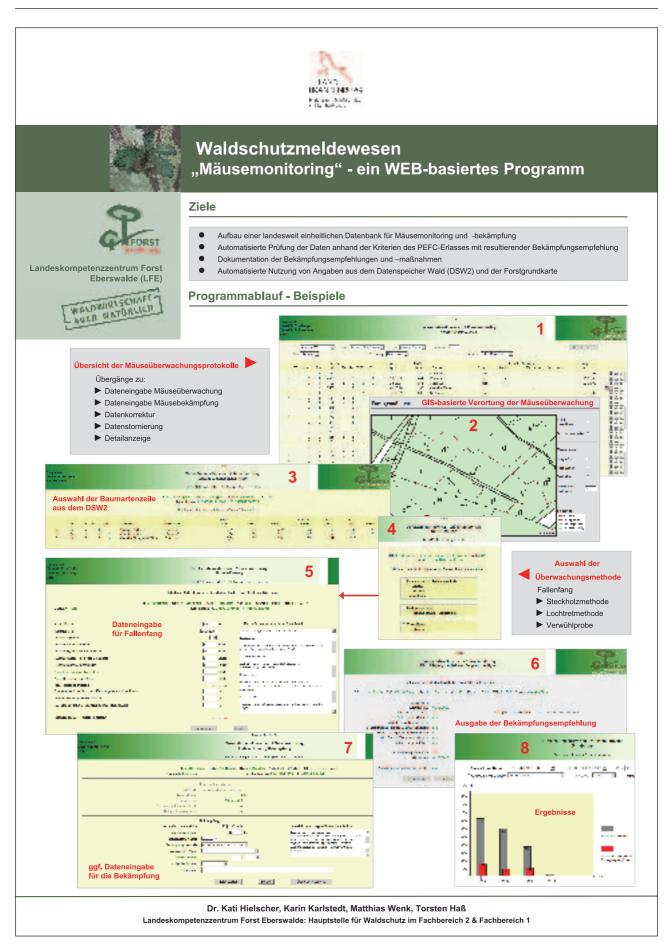
Hymenoscyphus pseudoalbidus V. QUELOZ, C. R. GRÜNIG, R. BERNDT, T. KOWALSKI, T. N. SIEBER & O. HOLDENRIEDER







Bearbeiter: Dr. Paul Heydeck und Christine Dahms, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Februar 2011



Waldschutzmeldewesen "Mäusemonitoring" – ein WEB-basiertes Programm; Kati Hielscher, Karin Karlstadt, Matthias Wenk, Torsten Haß



### Wie viel forstliches Saatgut braucht das Land?



#### Verjüngung - Investition in die Zukunft!

Eine nachhaltige Forstwirtschaft beginnt mit einer standortbezogenen Verjüngung der Baumarten. Die Verjüngungsphase ist entscheidend für die genetische Vielfalt und damit für die ökologische Anpassungsfähigkeit und den ökonomischen Ertrag der Bestände. Bei der Samenbildung werden Erbanlagen neu kombiniert und es entsteht neue Vielfalt. In allen weiteren Phasen eines Bestandeslebens reduziert sich die innerartliche Vielfalt. Anpassung ist nur noch im vorgegebenen Rahmen möglich.

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Erzeugung von forstlichem Vermehrungsgut von den forstlichen Betrieben immer mehr entkoppelt. Das hat durchaus seine Berechtigung, da zur Anzucht von Forstpflanzen umfangreiche Spezialkenntnisse erforderlich sind. Auf der Verbraucherseite hat sich dadurch aber eine "Versandhauskatalog-Mentalität" herausgebildet, die von einer ständigen Verfügbarkeit der gesamten Sortimentspalette ausgeht. Kommt es zu kurzfristigen Änderungen im Nachfrageverhalten, führt das auf der einen Seite zu einer Überproduktion an Pflanzenbeständen und auf der anderen zu Defiziten bei bestimmten Baumarten und Herkünften.

Tab. 1: Flächen (ha) der Stamm- Standortsformen in der Klimastufe t und dazugehörige

SERVINE CHECKE	MAR Stoffstufe	Fläche	Bestandeszieltypen nach "Grünem Ordner"					
	1	(ha)	Kiefer	Douglasie	Rotbuche	Eiche (SEI, TEI)	Schwarzerle	
Organische	R3	174,53				SEI-EDB/RER	RER-EDB/SEI	
Nassstandorte	R4	82,52				SEI-EDB/RER	RER-EDB/SEI	
	K1: K2	2.616.62					RER	
	K3	2.493,13				SEI-EDB/RER	RER-EDB/SEI	
	K4	553.13				SEI-EDB/RER	RER-EDB/SEI	
	M1: M2	526,2					RER-MBI	
	M3	746.97				SEI-RER/MBI	RER-MBI/SEI	
	M4	66,61			RBU-SEI/LI/HBU	SEI-LI/HBU/RBU	RER-SEI/MBI	
	Z2	40,17					RER-MBI	
	Z3	56,54				SEI-MBI	RER-MBI	
	Z4	15,29				SEI-MBI/RBU		
	A1: A2: A3	168.25	GKI-MBI					
Mineralische	R0	439,20					RER-EDB	
Nassstandorte	R1: K1	3,613,01				SEI-EDB/RER	RER-EDB/SEI	
	R2; R3	1.229.65			RBU-EDB/SEI	SEI-EDB/RBU	RER-EDB/SEI	
	K0	96.48					RER-EDB	
	K2: K3	3.815.32			RBU-SEI/LI/HBU	SEI-EDB/RBU	RER-EDB/SEI	
	M1	575.96				SEI-RER/MBI	RER-SEI/MBI	
	M2: M3	4.652.46			RBU-SEI/LI/HBU	SEI-LI/HBU/RBU	RER-SEI/LI/HBU	
	Z1	269.05				SEI-MBI		
	Z2: Z3	3.365.87				SEI-GBI/GKI/RBU		
	A1	224.33	GKI-SEI/MBI					
	A2: A3	1.931.59	GKI-SEI/GBI			SEI-GBI/GKI		
Überflutunas-	R0: K0	152.04					RER-EDB	
standorte	R1	15.81				SEI-EDB	RER-EDB/SEI	
	R2	1.18				SEI-EDB/LI/HBU		
	K1	6,05				SEI-EDB/LI/HBU	RER-EDB/SEI	
	K2	11,67				SEI-LI/HBU/EDB		
	M0	11,71					RER-MBI/SEI	
	M1	10,67				SEI-LI/HBU	RER-SEI/LI/HBU	
	M2	16,12				SEI-LI/HBU		
Wechsel-	R2	37,67			RBU-EDB/SEI	SEI-EDB/RBU		
feuchte	K2; M2	794,73			RBU-SEI/LI/HBU	SEI-LI/HBU/RBU		
Standorte	Z2	266,27				SEI-GBI		
Terrestrische	R1	174,95			RBU-EDB/SEI	TEI-LH/EDB		
Standorte	R2	752,99			RBU-TEI/EDB	TEI-LH/EDB		
	R3: K3	66,66				TEI-LH		
	K1	1.503,40		DG-RBU/EDB	RBU-TEI/EDB	TEI-LH/RBU		
	K2	20.583,51		DG-LH	RBU-TEI/ND	TEI-LH/RBU		
	M1; M+2	19.866,79		DG-LH/GKI	RBU-TEI/ND	TEI-LH/RBU		
	M2; M2g; Mv2	122.328,82	GKI-TEI/LH	DG-LH/GKI		TEI-GKI/LH		
	M3		GKI-TEI			TEI-GKI		
	Z1	14.503,29				TEI-GKI/RBU		
	Z2; Z2g; Zv2	173.963,65	GKI-TEI					
	Z+2		GKI-TEI			TEI-GKI		
	Z3; Zv3		GKI-TEI					
	A1; A+2	10.088,25	GKI-TEI/GBI					
	A2; A3; Av3	42.804,74				1	1	

#### Ermittlung des baumartenspezifischen Flächenpotentials

Ausgehend von den vorhandenen Standorten, den Bestandeszieltypen und der vorhandenen Bestockung wird der Saatgutbedarf für das Land Brandenburg abgeschätzt. Dafür wurden die Flächen der Stamm-Standortsformen (Stand 1.1.2007. Intranet LFV; Liegenschafts- & Walddaten; Auswertungen DSW) mit den Bestandeszieltypen des "Grünen Ordners" verschnitten. Tabelle 1 zeigt das Vorgehen beispielhaft für die Klimastufe in Abhangigkeit von den je Standort geeigneten Baumarten der Bestandeszieltypen, ergeben sich durch prozentuale Aufteilung der verfügbaren Flächen, baumartenbezogene Flächenpotentiale.

- für viele Bestandeszieltypen nur wenig Fläche zur Verfügung steht;
  • für die meisten Standorte nur zwei Hauptbaumarten in
- tur die meisten Standorfe nur zwei Hauptbaumarten in Frage kommen;
   im Wesentlichen nur in der Klimastufe m auf den M2 Standorfen (insgesamt 116 891 ha) die Wahlmöglichkeit zwischen Rotbuche, Douglasie, Kiefer und Traubeneiche besteht, je nach dem, ob die Bestandesausrichtung mehr aus ökologischen oder ökonomischen Gesichtspunkten erfolgen soll.

Bei den nachfolgenden Berechnungen wurden die Baumarten auf den genannten M2 Standorten 30% RBU, 30% TEI, 20% DG und 20% GKI aufgeteilt. Da eine große Fläche hinter diesen Standorten steht, würde eine Verschiebung der Verhältnisse auch zu anderem Saatgutbedarf führen.

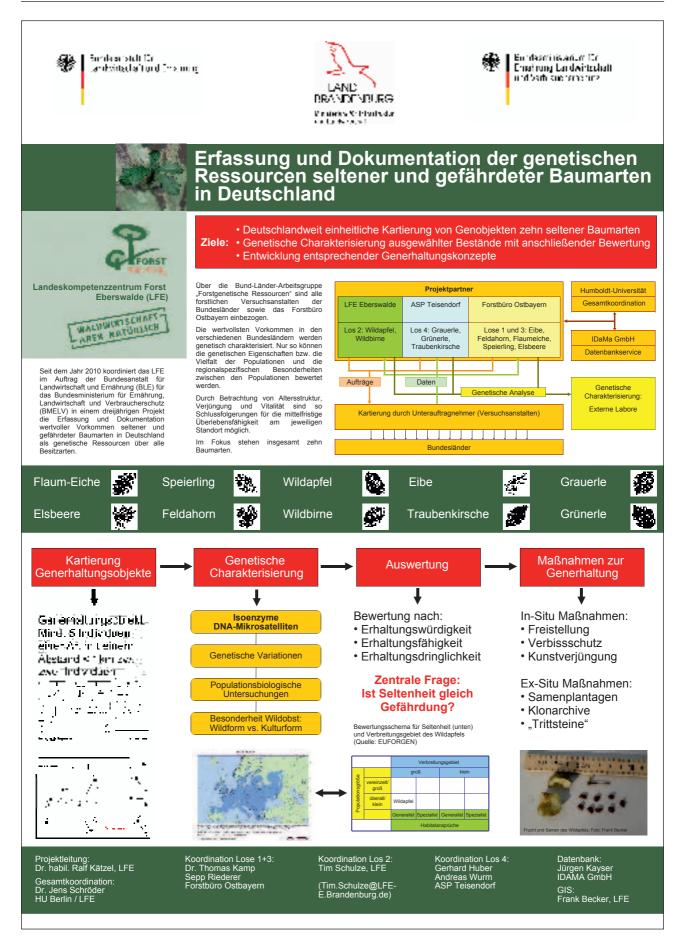
#### Berechnung des Saatgutbedarfs

Das baumartenbezogene Flächenpotential geht in die weiteren Berechnungen des Saatgutbedarfs in der Tabelle 2 abzüglich einer Fläche von 10% ein. Diese Größenordnung wurde pauschal angesetzt für Flächen, die aus den verschiedensten Gründen nicht mehr bewirtschaftet werden. Ein die aus den verschiedensten Gründen nicht mehr bewirtschattet werden. Ein anderer Ansatz an dieser Stelle würde sich stark im Ergebnis auswirken, wie auch bei dem baumartenspezifisch geschätzten Anteil der Naturverjüngung. Saaten wurden zum gegenwärtigen Zeitpunkt der Bedarfsemittlung nicht berücksichtigt. Sie erhöhten den Saatgutbedarf bei Kiefer extrem. Aus Sicht der Saatgutbereitstellung sind sie eigentlich nur zur Nutzung von Überangeboten in sehr guten Samenjahren insbesondere bei Eiche und Buche geeignet.

Der Vergleich des ermittelten Saatgutbedarfs mit dem gegenwärtigen Ernteaufkommen (Tab. 2) zeigt, dass es (kurz bis) mittelfnistig zu einem erhöhten Bedarf an Kiefernsaatgut kommt. Der Bedarf an Eicheln kann in guten Erntejahren gedeckt werden, wenn der Waldumbau auf einen Zeitraum von 50 Jahren angesetzt wird. Der Bedarf an Douglasie und Rotbuche wird mittelfristig sinken, da die für den Anbau geeigneten Standorte in Brandenburg nicht in dem gewünschten Umfang zur Verfügung stehen.

Tab. 2: Berechnung des Saatgutbedarfs

	Kiefer	Eiche (SEI und TEI)	Rotbuche	Schwarzerle	Douglasie	sonstige
Potentialfläche (ha)	435 000	242 100	76 000	12 500	43 900	18 500
Baumartenanteil nach Potential (%)	52.5	29.2	9.2	1.5	5.3	2.3
Fläche Stand 2007 (ha)	708 400	41 000	23 000	-,-	-,-	-,-
- 10% nicht bewirtschaftete Fläche (ha)	43 500	24 210	7 600	1 250		
- verfügbare Fläche (ha)	391 500	217 890	68 400	11 250	39 510	16 650
Umbaupotential (ha)		180 990	47 700			
- Fläche mit Unter- und Zwischenstand (ha)		≈ 14 000	≈ 22 000			
Umbaufläche (ha)		166 990	25 700			
Umbauzeitraum (Jahre)		50	30			
Umbaufläche/Jahre (ha)		3 340	857			
Verjüngungsanteil (%)	1	0,5	0,7	1	1	0,8
Verjüngungsbedarf aus Altbeständen auf Potentialfläche (ha)	3915	184	145	112	395	134
Anteil Naturveriüngung (%)	50	80	80	0	25	
Fläche für Saat und Pflanzung (ha)	1958	37	29	112	296	
Gesamtfläche Verjüngung und Umbau (ha)	1958	3377	886	112	296	
Pflanzenbedarf/ ha (Stück)	8000	7000	5000	3000	2500	
Summe Pflanzenbedarf (Mio.)	15,7	23,6	4,4	0,3	0,74	
Standardsämlingsausbeute (Stück/kg)	71 000	180	2 100	60 000	35 000	
Bedarf Saatgut (kg/a)	221,1	131 100	2 100	5	21,1	
Ausbeute aus Rohware (kg/dt)	1,5	80 - 100	50	9	0,7	
Bedarf Rohware (t/a)	14,7	130	4,2	0,55	3	
Häufigkeit Samenjahre	3 (bis 5)	2	5 (bis 10)	2	5 (bis7)	
Lagerfähigkeit (Jahre)	über 10	nicht lagerfähig	max.5 Jahre	über 10	über 10	
Empfohlene Erntemenge Rohware im Samenjahr (t)	44,1	130	21	1,1 (Zapfen)	15	
Emtemenge Rohware 2009 Brandenburg (t) (sehr gutes Samenjahr)	24,9	131,5	37,5		56,4	







### Zinkbelastung von Waldböden: BZE-Befunde und Bedeutung der Einträge durch Schutzzäune



#### Problemstellung

(National) into such a

Ab Sport visited as a Constant respective or Monard or sent for the terminal and the or expective or 18 cents planted, go to the form of Monard or the terminal and the constant of the sent sent of the constant of the constant of the sent of the General Respective of the sent of the



Abb.4: UnionsuchungsMilche will Zeun

#### Material and Methoden

Die Untersuchung erfolgte auf einem Sandstandort unter einem Kiefern-Buchen-Altbestand im Revier Kahlenberg, Abt.35, ca. sechs km östlich der Stadt Eberswalde (Abb.1). Die Anlage des Wildzaunes zwecks Voranbau fand knapp vier Jahre vor der Probennahme statt. Das Relief ist schwach geneigt. Der Boden wurde als podsolige Braunerde mit der morphologischen Humusform mullartiger Moder angesprochen. Entlang der Trasse wurde bei der Anlage des Zaunes aufgrund der Geländeneigung nicht gepflügt. Der Oberboden ist deshalb verhältnismäßig wenig gestört.

Die Bodenbeprobung (Auflage, 0-5 cm Tiefe) erfolgte auf zwei Transekten zum einen entlang des Zaunes (n=22) und zum anderen parallel hierzu in ca. 10 m Entfernung (Nullvariante, n=25).

Um die auf der Untersuchungsfläche gewonnenen Befunde in ein breiteres Standortsspektrum einordnen und ihre Repräsentativität einschätzen zu können, wurden ergänzend auch Daten der zweiten bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE-2) von Brandenburg in die Auswertung mit einbezogen.

#### **Ergebnisse**

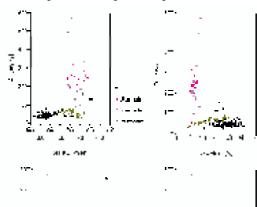
In Abb. 2 sind die Zn-Gehalte der BZE-2-Stichprobe, der Null- sowie der beiden Zaunvarianten (Zaunpfahl, Zaungeflecht) in Abhängigkeit von den möglichen bodenbürtigen Einflussfaktoren, dem pH-Wert und dem C-Gehalt, als Streudiagramme dargestellt.

Innerhalb der brandenburgischen BZE-2-Stichprobe treten Zinkkonzentrationen über den natürlichen, einschließlich durch ubiquitär-diffuse Einträge bedingten Gehalten bei 4 % der Standorte auf. Grundlage für diese Einschätzung ist der von PRÜESS (1994) für das Element Zink angegebene "Vorsorgewert" von 85 mg/kg in der Humusauflage. Der entsprechende "Vorsorgewert" für den Mineralboden liegt für Sandböden bei 35 mg/kg (PRÜESS 1994) und wird bei der brandenburgischen BZE-2-Stichprobe auf 8 % der Flächen überschritten.

Auf der Untersuchungsfläche befinden sich bei der Nullvariante nur 1 Einzelwert (4 % der Stichprobe) über dem Vorsorgewert für Humusauflagen und 7 Einzelwerte (28 %) über demjenigen für Mineralboden. Der Flächenmittelwert liegt sowohl in der Humusauflage als auch in 0-5 cm Tiefe deutlich unterhalb der genannten Vorsorgewerte. Bei der Zaunvariante überschreiten mit einer Ausnahme alle Einzelwerte den Vorsorgewert für Humusauflagen und ausnahmslos alle Werte denjenigen für Mineralböden.

Über alle am Zaun entnommenen Proben liegen die Mediane bei 235 mg/kg in der Humusauflage bzw. bei 109 mg/kg in 0-5 cm Tiefe und damit im Bereich von ökotoxikologisch begründeten Schwellenbereichen für schädliche Wirkungen auf Bodenlebewesen, die sich in der Zusammenschau von Literaturangaben zwischen 200 - 300 mg/kg bewegen (Riek & Wolff, 2007).

In der BZE-Stichprobe und bei den Einzelproben der hier untersuchten Nullvariante sind derart hohe Werte nicht vertreten. Bei der Zaunvariante indes treten Werte > 200 mg/kg bei 71 % der Einzelproben auf. Der Wert 300 mg/kg wird hier bei 19 % der Proben überschritten. Als Maximalwert werden einmalig 574 mg/kg gemessen.





**Abb.2:** Zn-Gehalte in Humusauflage oben) und 0-5 cm Tiefe (unten) in Abhängigkeit vom pH-Wert (links) und C-Gehalt (rechts)

#### Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass es punktuell bzw. linear innerhalb mäßig belasteter Waldflächen zu sehr stark erhöhten Zinkgehalten im Oberboden durch die witterungsbedingte Korrosion von verzinkten Schutzzäunen kommt. Die Gesamtmenge des dadurch im Boden akkumulierten Zinkes ist maßgeblich von der Dauer der Exposition, den jeweiligen Klimabedingungen und Oberbodeneigenschaften abhängig. Je nach Aziditätsgrad werden mehr oder weniger große Mengen des eingetragenen Zinkes mit dem Sickerwasser ausgewaschen.

Aus waldökologischen und -hydrologischen Gründen wird deshalb empfohlen, anstelle der gängigen Zinkzäune auf alternative nicht schwermetall- und schadstoffhaltige Materialien für Flächen- und insbesondere Einzelbaumschutzmaßnahmen auszuweichen, wenn dieses technisch und wirtschaftlich möglich erscheint. Dieses ist vor allem bei kleinflächigen Zäunungen, wie beispielsweise bei der Waldrandgestaltung, sinnvoll.

Kontakt: Prof. Dr. Winfried Riek, LFE und HNE Eberswalde, Alfred-Möller-Str.1, 16225 Eberswalde







### **ENTWURF: HANDLUNGSRAHMEN**

für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen im Land Brandenburg für den Zeitraum 2010 bis 2030

Der Klimawandel ist Realität. Nach den aktuellen Klimaprojektionen ist für das vergleichsweise niederschlagsarme Bundesland Brandenburg in Zukunft neben einer Temperaturzunahme auch mit einer weiteren Abnahme der Niederschläge insbesondere in der Vegetationszeit zu rechnen. Für das Ökosystem Wald bedeutet dies aller Voraussicht nach erheblichen Stress.

Vor dem Hintergrund des Klimawandels bekommt der Waldumbau eine deutlich größere Bedeutung für die nachhaltige Waldwirtschaft. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Auswirkungen des Klimawandels auf die Bewirtschaftung der Wälder weisen derzeit noch große Lücken auf. Daher ist die Diversifizierung der Baumartenstruktur zur Risikominimierung eine der wenigen Strategien, die sowohl unter Wissenschaftlern als auch unter Forstpraktikern uneingeschränkte Anerkennung findet. Ein wesentliches Ziel des Handlungsrahmens ist die übergangsweise Schaffung von Grundlagen zur fachgerechten Auswahl waldumbaugeeigneter

Der hier vorgestellte Entwurf entspricht einem Zwischenstand und stellt die Ergebnisse der Masterarbeit von Daniel Herrigel dar.

Im Mittelpunkt des Handlungsrahmens stehen die Verjüngungsmöglichkeiten für Kiefern-Reinbestände ab einem Alter von 80 Jahren. Gefährdungspotenziale bestehen dabei v.a. durch Trocknis, Insektenkalamitäten und Waldbrand. Das Hauptkriterium ist dabei das den Bäumen in der Vegetationszeit zur Verfügung stehende

- Zwei Aspekte sind ausschlaggebend:
   Die Klimatische Wasserbilanz zeigt an, wie viel Wasser potenziell zur Verfügung
- Die Eigenschaften des Bodens entscheiden darüber, wie viel Wasser den Pflanzen bereit gestellt werden kann (Trocknisgefährdung).

Ausgangspunkt und Rahmen des Konzeptes ist die mögliche Entwicklung der Klimatischen Wasserbilanz bis 2030 anhand eines 2K-Szenarios.



Gefährdungsklassifizierung Brandenburgs hinsichtlich der mögl Entwicklung der Klimatischen Wasserbilanz (Quelle: PIK 2010)

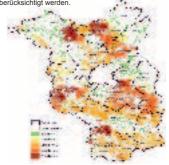
Daraus wird eine Gefährdungsklassifizierung abgeleitet, die dem Forstpraktiker eine erste Einschätzung seiner Flächen in Bezug auf die Wasserversorgung erlaubt.

Die Trocknisgefährdung der Waldböden wird anhand ihrer Substratfeuchte ermittelt. Dabei erfolgt eine Zuordnung aller in Brandenburg vorkommenden terrestrischen Feinbodenformen zu den entsprechenden Substratfeuchtegruppen



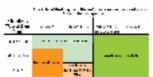
Zuordnung der Substratfeuchtegrup gruppen (Quelle: Konopatzky 1998) egruppen zu den Trocknisgefährdungs Aus den Boden- und Bestandeseigenschaften ergibt sich die standörtlich begründete Waldumbaueignung.

Hinzu kommen die Gefährdungsaspekte Insekten und Waldbrand, die entsprechend ihrer örtlichen Relevanz berücksichtigt werden.

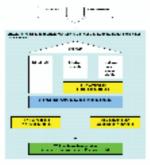


Nonne und Kiefernspinner in Brandenburg Hauptschadgebiete von I (Quelle: Apel et al. 2004)

Aus der Gegenüberstellung und Abwägung aller relevanten Parameter ergibt sich schließlich die Einschätzung von Möglichkeiten zu Waldumbaumaßnahmen



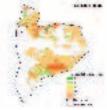
Matrix der Waldumbaumöglichkeiten nach prognostizierte. Klimatischer Wasserbilanz und Trocknisgefährdung der



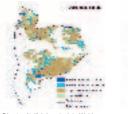
Beispielhafte Anwendung des Handlungsrahmens im Forstrevier Niemegk (Oberförsterei Treuenbrietzen)







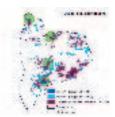
Die Trocknisgefährdungsgruppen zei gen an, wo der Boden in Bezug auf der Wasserhaushalt günstige Bedingungen für Waldumbau bietet.



Die standörtlich begründete Wald-umbaueignung ergibt sich aus der Kombination der vorangegangenen Aspekte Baumart, Alter und Trocknis gefährdung.



deten Kiefernbestände (bis 40 Jahre) müssen für die Festlegung von Schwerpunkten berücksichtigt werden





#### Wuchsdynamik von Traubeneiche und Gemeiner Kiefer in klimatischen Extremsituationen



#### **Christoph Ertle**

Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB), Brauhausweg 2, 03238 Finsterwalde

#### Hintergrund

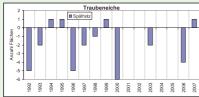
Aktuelle Klimaszenarien führen zu einer Verschiebung der Niederschläge vom Sommer- in das Winterhalbjahr. Durch die erhöhte Lufttemperatur und Sonnenscheindauer werden die Verdunstungsrate ansteigen sowie Extremwetterereignisse zunehmen. Vor diesem Hintergrund sind die Wuchsreaktionen der Leitbaumarten auf veränderte Klimabedingungen ent-scheidend für die zukunftsfähige Strategie der Forstwirtschaft. Insbesondere die standortbezogene Stabilität und Elastizität der Gehölze beeinflusst die Schadereignisse und damit die langfristige Waldökosystementwicklung. Witterungsereignisse führen zu Reaktionen beim jährlichen Radialzuwachs, die dauerhaft im Holzkörper als "Weiser" manifestiert sind. Daher eignen sich Jahrringanalysen, um die Wachstumsreaktionen

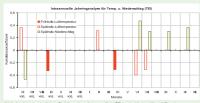
#### **TRAUBENEICHE (TEI)**





#### Intraannueller Jahrringaufbau





#### Gebietskulisse

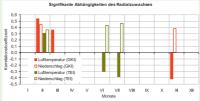




#### Vergleichende Betrachtungen

Die in den Eichen- und Kiefernbeständen aufgetretenen Die in den Eichen- und Kiefernbestanden aufgetretenen negativen Weiserjahrringe 1976, 1992, 1996, 2000 und 2006 gelten für die gesamte Niederlausitz. Positive Weiserjahre mit überdurchschnittlichem Zuwachs konnten auf jenen Eichenflächen gefunden werden, die jünger als 50 Jahre sowie gut wasserversorgt sind. Die Kiefer besitzt mehr positive Weiserjahrringe. Dies dokumentiert, dass die Kiefer kurzfisite, Zuwachseigheiben kann.

positive Weiserjahrninge. Dies ausgleichen kann.
Im Gegensatz zu GKI bildet TEI nur im Spätholz
Weiserjahrninge. Da die Frühholzbildung der Eiche wäherd
einer sehr kurzen Zeitspanne vor dem Laubaustrieb erfolgt,
sind Witterungseinflüsse des folgenden Frühjahrs und Sommers wenig relevant.



#### Zielsetzung

Die Untersuchungen verfolgen das Ziel, die Sensitivität und Leistungsfähigkeit der beiden Hauptwirtschafts-baumarten Gemeine Kiefer und Traubeneiche gegen-über klimatischen Extremsituationen zu analysieren.

Die Beobachtung der Radialzuwachsentwicklung be-zogen auf Weiserjahre stellt einen innovativen Unter-suchungsansatz dar. Abhängigkeiten des Wachstums von den Witterungsvariablen insbesondere Lufttemperatur und Niederschlag sollen herausgearbeitet werden. Mit dem Wissen der Reaktionen heimischer Baumarten

auf sich ändernde Klimaparameter soll die Waldbewirtschaftung auf eine zukunftsfähigere Grundlage gestellt werden.

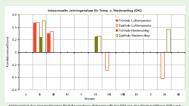
#### **GEMEINE KIEFER (GKI)**





#### Intraannueller Jahrringaufbau





#### Erste Schlussfolgerungen

- Negativer Zuwachseinfluss durch hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschläge in den Sommermonaten Juni, Juli
- · Wetterextremsituationen (Weiserjahre) verschärfen diesen Trend
- TEI-Frühnolzbildung negativ von der Lufttemperatur des Vorjahres September und des April, nicht jedoch vom aktuellen Frühjahr abhängig
  GKI-Frühnolzbildung positiver Einfluss der Februartemperatur und des Juniniederschlages
- im Jahr der Jahrringbildung

- Auswirkung solcher Extremsituationen im Spätholz bei der Eiche weniger kritisch, da das weitlumige Frühholz den Ort des Wasser- und Nährsalztransportes darstellt
   Wachstumsschwankungen und Pufferfähigkeit bezüglich Extremsituationen abhängig vom Wasserhaushalt, höhere Sensitivität auf bindigeren Kippstandorten
   unregelmäßiger Jahrringaufbau als Folge von Wachstumsschwankungen verschlechtert holztechnologische Eigenschaften und damit Werterwartung
   bei TEI führen Zuwachseinbrüche zu geringerer Dichte (milde Eiche), bei GKI verursachen schmalerer, Jahrringe härteres Holz schmalere Jahrringe härteres Holz

Eine zentrale Weichenstellung für die nächsten Jahrhunderte stellt die Baumartenwahl bei Pflanzungsmaßnahmen dar. Mit dem Aufzeigen der Wachstumsabhängigkeiten der Gehölze TEI und GKI von Wetterparametern sowie Bodeneigenschaften lässt sich die standortgerechte Baumarteneignung weiter absichern. Schließlich sind Empfehlungen für die künftige Artenzusammensetzung der Waldökosysteme zu entwickeln.

Dieses Forschungsvorhaben wurde durch das Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) des Landes Brandenburg gefördert.





### **BMELV - Testbetriebsnetz Forstwirtschaft**





#### Rechtsgrundlagen

Bundeswaldgesetz (§ 41 Absatz 3): "Die Bundesregierung berichtet dem Deutschen Bundestag in dem Bericht nach § 4 des Landwirtschaftsgesetzes vom 5. September 1955 (Bundesgesetzbl. I S. 565) auf Grund der Wirtschaftsergebnisse der Staatsforstverwaltungen und der Forstbetriebsstatistik über die Lage und Entwicklung der Forstwirtschaft und der Struktur der Holzwirtschaft des Bundesgebiets sowie über die zur Förderung der Forstwirtschaft erforderlichen Maßnahmen. Dieser Bericht erstreckt sich auch auf die Belastungen aus der Schutz- und Erholungsfunktion."

#### Zweck des BMELV-Testbetriebsnetzes

Mit dem Testbetriebsnetz werden Buchführungsabschlüsse repräsentativ ausgewählter Betriebe der Landwirtschaft (einschließlich des Garten- und Weinbaus), der Forstwirtschaft (ab 200 ha Waldfläche) sowie der Kleinen Hochsee- und Küstenfischerei, gegliedert nach Rechtsform- und Erwerbstyp, Betriebsformen, Betriebsgrößen und Gebieten ausgewertet. Dabei soll die ganze Vielfalt der Erscheinungsformen und Bewirtschaftungsverhältnisse in die Auswahl einbezogen und dargestellt werden. Die Ergebnisse dienen der Information des Bundestages sowie zur Vorbereitung und Bewertung agrarpolitischer Maßnahmen auf nationaler und EU-Ebene.

Das Testbetriebsnetz ist die einzige repräsentative Quelle gesamtbetrieblicher mikroökonomischer Daten und Grundlage für die Buchführungsstatistiken von Bund und Ländern. Darüber hinaus ist das deutsche Testbetriebsnetz Teil des Informationsnetzes landwirtschaftlicher Buchführungen der Europäischen Union (INLB).

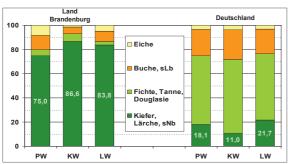
Die Buchführung der Testbetriebe wird nach einheitlichen Regeln mit dem BMELV-Jahresabschluss erstellt. Dazu werden Ausführungsanweisungen bereitgestellt, die jährlich aktualisiert werden. Darüber hinaus werden IT-Programme zur Plausibilitätsprüfung der Datensätze zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen unter:

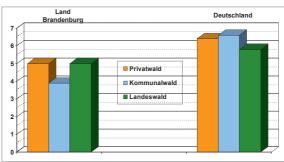
www.bmelv-statistik.de/de/testbetriebsnetz

 $\underline{\text{www.forst.brandenburg.de}} \rightarrow \text{LFE Testbetriebsnetz Forst (BMELV)}$ 

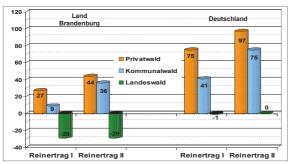
#### Ergebnisse für den Privat-, Kommunal- und Landeswald- Jahr 2009



Anteil am Einschlag (%)



Einschlag (m³/ha HB)



Reinertrag I / Reinertrag II Produktbereiche I bis 3 (E/ha HB) Für das Forstwirtschaftsjahr 2009 wurden 226 Körperschafts- und 135 Privatwaldbetriebe ab 200 ha Waldfläche sowie 10 Landeswaldbetriebe ausgewertet. Die hochgerechneten Daten für Deutschland zeigen, dass sich die Reinerträge gegenüber dem Jahr 2008 verschlechtert haben. Grund dafür war die gesunkenen Nachfrage nach dem Rohstoff Holz infolge der Finanzund Wirtschaftskrise.

Im Körperschaftswald wurden die höchsten Reinerträge in den Betrieben mit überwiegend Eiche/Buche erzielt. Die niedrigsten Reinerträge erwirtschafteten die Kiefern- und Gemischtbetriebe.

Die Einteilung der Betriebe nach der überwiegenden Baumart im Privatwald zeigt, dass die Fichtenbetriebe die höchsten Reinerträge erreichten. In den Kiefernbetrieben war die Ertragslage am schlechtesten.

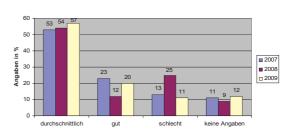
Für das Jahr 2010 wird infolge gestiegener Holzpreise und höherer Einschläge mit einem Anstieg der Reinerträge gerechnet.



### **Testbetriebsnetz Forst – Brandenburg**



#### Einschätzung zur wirtschaftlichen Lage der **Forstwirtschaft**



#### Einleitung

Mit dem Testbetriebsnetz für die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und den Kleinprivatwald werden seit 2007 im Land Brandeburg einheitlich organisatorische, betriebswirtschaftliche und sozioökonomische Daten erhoben. Derzeit sind 43 Forstbetriebsgemeinschaften und 225 Einzelwaldbesitzer als Teilnehmer registriert.
Während es zu den großen Waldbesitzern staltslische Informationen aus dem Testbetriebsnetz des Bundes gibt, exististiert über die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und den Kleinprivatwald (Waldbesitzgroßen kleiner als 200 Hektar) kaum gesichertes Wissen.
Um auch diesen Wald in seiner Bedeutung als Wirtschaftsfaktor im ländlichen Raum angemessen berücksichtigen zu können, werden statistische Informationen benötigt.

#### Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse

Kennziffer	2009	Veränderung
		zum Vorjahr (%)
Bezugsfläche (ha)	43.531	- 18
Anzahl Teilnehmer	43	-27
Umfang Weiterbildung (% von Anzahl Teilnehmer)	32	7
Durchführung forstlicher Maßnahmen (% von Anzahl Teilnehmer)	80	8
Holzeinschlag gesamt (fm)	103.141	-36
Ø Holzeinschlag (fm/ha/a)	2,4	-20
Erträge gesamt (Euro)	3.293.430	-36
Ø Ertrag (Euro/ha)	76	-13
Ø Holzerlös (Euro/fm) ohne Selbstwerbung	38	8
Ø Holzerlös (Euro/fm) Selbstwerbung	26	-11
Aufwand gesamt (Euro)	1.923.568	-4
Ø Aufwand (Euro/ha)	44	16
Reinertrag (Euro/ha)	31	-37

Ausgewählte Kennziffern für das Jahr 2009

Zirka 24 % der FBGs bewirtschaften die Mitgliedsflächen parzellenübergreifend.
In einer Forstwirtschaftlichen Vereinigung bzw.
Waldbesitzerverband sind 65 % der FBGs

organisiert.
Die forstwirtschaftlichen Weiterbildungen
bezogen sich vorrangig auf Themen wie
Holzvermarktung, Waldbau, Waldschutz und

Die Holzart Kiefer hatte im Jahr 2009 einen Anteil von 74 % (2008 – 77 %) am Holzeinschlag. In den Jahren 2007 und 2008 hatte die Selbstwerbung einen Anteil von 86 % bzw. 61 %, dieser verminderte sich im Jahr 2009 auf 50 %. Die Verkaufserlöse ohne Selbstwerbung schwankten in den drei Berichtsjahren zwischen 44 und 38 Euro/fm. Der Anteil der Einnahmen aus dem Holzverkauf liegt zwischen 97 % und 99 %. Das Betriebsergebnis war in allen drei Berichtsjahren positiv. Der Reinertrag reduzierte sich von 49 Euro/Hektar im Jahr 2009.

#### Einzelwaldbesitz

Kennziffer	2009	Veränderung
		zum Vorjahr (%)
Bezugsfläche (ha)	4.631	- 22
Anzahl Teilnehmer	225	-16
Umfang Weiterbildung (% von Anzahl Teilnehmer)	25	10
Durchführung forstlicher Maßnahmen (% von Anzahl Teilnehmer)	52	-
Holzeinschlag gesamt (fm)	16.942	- 57
Ø Holzeinschlag (fm/ha/a)	3,6	- 45
Erträge gesamt (Euro)	335.000	- 60
Ø Ertrag (Euro/ha)	72	- 49
Ø Holzerlös (Euro/fm) ohne Selbstwerbung	31	25
Ø Holzerlös (Euro/fm) Selbstwerbung	20	- 10
Aufwand gesamt (Euro)	292.000	- 4
Ø Aufwand (Euro/ha)	63	20
Reinertrag (Euro/ha)	9	- 90

Ausgewählte Kennziffern für das Jahr 2009

Im grünen Bereich üben ca. 40 % eine Tätigkeit aus bzw. sind in diesem beruflich ausgebildet. Mit 61 % haben mehr als die Hälfte der Waldbesitzer ihren Hauptwohnsitz fünf Kilometer oder weniger von ihrem Waldeigentum entfernt. Darüber hinaus haben 77 % landwirtschaftlichen Besitz, der von 21 % selbst bewirtschaftlichen Meldkeit wird. Das Interesse am Waldkauf überwiegt gegenüber der Absicht, seinen Wald zu verkaufen. Die forstfachliche Leitung bei der Bewirtschaftlich gib reich geseinschaftlichen gelier der Absicht, seinen Wald zu verkaufen. Die forstfachliche Leitung bei der Bewirtschaftlich gib reich geseinschaftlichen seinen Wald zu verkaufen. Die forstfachliche Leitung bei der Bewirtschaftlung ihres Eigentums nehmen ca. die Hälfte der Waldbesitzer und ihre Famillien selbst währ.

Waldbewirtschafung am Gesamteinkommen

liegt überwiegend zwischen 0 – 25 %. Der Zertifizierungsgrad ist mit 3 % gering. Der durchschnittliche Holzeinschlag sank im Zeitraum von 2007 bis 2009 von 6,3 bzw. 6,6 Festmeter/Jahr/Hektar auf 3,6. Der Anteil der Selbstwerbung am Holzeinschlag war durch Schwankungen gekennzeischnet (2007 – 47 %, 2008 - 66 %, 2009 - 43 %). Die Einnahmen aus dem Holzverkauf liegen zwischen 90 und 95 %. Einnahmen durch weitere Leistungen spielen daher eine untergeorfante Rolle. Das Betriebsergebnis war in allen drei Berichtsjahren positiv. Der Reinertrag reduzierte sich von 89 Euro/Hektar im Jahr 2008 auf 9 Euro/Hektar im Jahr 2009.



# Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde Publikationen 2010

#### Forstpolitik, Planung Und Betriebswirtschaft

ENGEL, J. (2010):

**Brandenburg: Kiefernland im Wandel.** MIL aktuell 2: 29-30.

ENGEL, J. (2010):

Nachhaltigkeit – ein Prinzip der Forstwirtschaft macht Karriere. MIL aktuell 4: 27–28.

GRÜLL, M. (2010):

Poster: Ein Modell zur technologisch-ökologischen Optimierung des Forstmaschieneneinsatzes bei der Holzernte, Teil 1 und 2. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 84–85.

HERRIGEL, D. (2010):

Forstwirtschaftlicher Handlungsrahmen für den Waldumbau unter sich ändernden Klimabedingungen im Land Brandenburg für den Zeitraum 2010 bis 2030. Steinbeis-Hochschule Berlin, Master Thesis, August 2010.

KEIL, G. (2010):

Poster: BMELV-Testbetriebsnetz Forstwirtschaft – Ergebnisse der Jahre 2003–2008. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 86.

MÜLLER, J. (2010):

Wie nachhaltig wird gewirtschaftet? – Ergebnisse der Großrauminventur 2008 auf den BWI-Punkten im Land Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 8–13.

Müller, J. (2010):

Ergebnisse der Großrauminventur 2008 im Land Brandenburg. AFZ-Der Wald 10: 39–41.

Rose, B. (2010):

Das neue Forsteinrichtungsverfahren im Landeswald Brandenburgs. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 14–22.

#### Waldbau/Waldwachstum

DEGENHARDT, A. (2010):

Mit heuristischen Verfahren zur optimalen Durchforstung. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik. Göttingen, 20.–21.09.2010, Tagungsbericht.

ENGEL, J. (2010):

Begründungsverfahren der Robinie zur vordringlich energetischen Nutzung. In: Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 89.

Noack, M. (2010):

Holzmesskundliche Untersuchungen zum regionalspezifischen Einzelbaumwachstum der Sitka-Fichte (Picea sitchensis [BONG.] CARR.) im ostseenahen Wuchsraum Mecklenburg-Vorpommerns. Tagungsband der Sektion Ertragskunde im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten anlässlich der Jahrestagung vom 17. bis 19. Mai 2010 in Körbecke am Möhnesee, S.36–43.

Noack, M. (2010):

Ecological pine forest conversion with sessile oak trees in the Northeast German Lowlands. Vortrag auf der IUFRO-Konferenz "Mixed and Pure Forests in a Changing World 2010" in Vila Real (Portugal) am 06.–09.10.2010. http://www.forestchange2010.utad.pt.

Noack, M. (2010):

Growth of underplanted sessile oaks in Northeast German pine stands. Posterdarstellung auf der IUFRO-Konferenz "Mixed and Pure Forests in a Changing World 2010" in Vila Real (Portugal) am 06.–09.10.2010. http://www.forestchange2010.utad.pt.

Noack, M. (2010):

Conversion of pure pine stands not suitable to their sites to near-natural mixed stands of sessile oak trees in the Northeast German Lowlands. Forest Systems, Madrid (im Druck).

Noack, M. (2010):

Partnerschaft zwischen dem Eberswalder Forstlichen Versuchswesen und der Humboldt-Universität besiegelt. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 44: 189.

Wehnert, A.; Lehmann, B.; Müller, M.; Wagner, S. (2010): Wirkungen einzelbaumweise eingemischter Trauben-Eichen (Quercus petraea (Matt.) Liebl.) in Wäldern der Gemeinen Kiefer (Pinus sylvestris L.) auf die Arthropodenfauna unter besonderer Berücksichtigung der Laufkäfer (Carabidae). Allgem. Forst- und Jagdzeitung 181: 133–143.

#### Waldschutz

Berger, R.; Heydeck, P.; Baumgart, A.; Roloff, A. (2010): **Neue Ergebnisse zum Eschentriebsterben.** AFZ-Der Wald 65: 18-21.

Gradinger, C.; Stratev, D.; Messner, K.; Heydeck, P.; Fackler, K. (2010):

Biological control of the blue-stain fungus Sphaeropsis sapinea in the field. Poster: 11th European Workshop on Lignocellulosics and Pulp, Hamburg, 16.08.2010–19.08.2010, in: "Proceedings".

HEYDECK, P.; DAHMS, C. (2010):

Maßnahmen gegen den Kiefern-Wurzelschwamm (Heterobasidion annosum s. str.) in Kiefern-Erstaufforstungen auf Kippenstandorten im Süden Brandenburgs. Vortrag zur 57. Deutschen Pflanzenschutztagung in Berlin. Kurzfassung in: Julius-Kühn-Archiv 428: 240.

HEYDECK, P.; DAHMS, C. (2010):

Im Fokus: Die Gemeine Esche (Fraxinus excelsior L.). Neuartiges Eschentriebsterben. Poster zum 5. Winterkolloquium am 25.02.2010 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 88.

HEYDECK, P.; KNOCHE, D. (2010):

Wurzelschwamm als Krankheitserreger in Ackerund Kippenaufforstungen. Biologische Grundlagen – Symptomanalyse – Abwehrmaßnahmen. Flyer. Hrsg.: Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg, Landesbetrieb Forst Brandenburg, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde.

Heydeck, P.; Knoche, D.; Dahms, C.; Rakel, T.; Bieler, T.; Sauermann, J.; Duhr, M. (2010):

Prophylaktische Maßnahmen zur Abwehr des Kiefern-Wurzelschwammes (Heterobasidion annosum [FR.] BREF.) in Erstaufforstungen auf Kippenstandorten im südlichen Brandenburg (Lausitz). Archiv f. Forstwesen u. Landsch.ökol. 44, 3: 107–115.

HIELSCHER, K., KARLSTEDT, K., WENK, M., HASS, T. (2010): Web-basierte Mäuseüberwachung im brandenburgischen Landeswald. AFZ-Der Wald 19: 27–29.

KNOCHE, D.; HEYDECK, P.; ERTLE, C.; RAKEL, T.; GOTTSCHALK, J.; DUHR, M. (2010):

Biologische Bekämpfung des Kiefern-Wurzelschwamms. AFZ-Der Wald 24: 4–7.

MÖLLER, K. (2010):

Wem schadet der Eichenprozessionsspinner – Wer muss handeln? Argumente für die aktuelle Waldschutzstrategie. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 71–81.

MÖLLER, K. (2010):

Internationale Tagung – Eichenprozessionsspinner auf dem Vormarsch. AFZ-Der Wald 16: 36.

MÖLLER, K.; BRAUNSCHWEIG, A. (2010):

Das "Institut für Waldschutz" in Eberswalde – 70 Jahre Waldschutzgeschichte unter einem Dach. Eberswalder Jahrbuch für Heimat-, Kultur- und Naturgeschichte 2010.

MÖLLER, K.; HEYDECK, P.; SCHULZ, P.-M.; WENK, M.; HIELSCHER, K., DAHMS, CH. (2010):

Waldschutzsituation 2009/2010 in Brandenburg und Berlin. AFZ-Der Wald 7: 34–37.

MÖLLER, K.; SCHULZ, P.-M. (2010):

The oak processionary moth in the federal state of Brandenburg – development of infestation, strategies of monitoring and control. IUFRO-Meeting "Population dynamics, biological control and integrated management of forest insects", Eberswalde. Poster.

MÜNTE, M.; CHRISTOPH, M.; HEYDECK, P. (2010):

Reduzierung der Spätblühenden Traubenkirsche (Prunus serotina) mit dem Violetten Knorpelschichtpilz (Chondrostereum purpureum). Poster zur 57. Deutschen Pflanzenschutztagung in Berlin. Julius-Kühn-Archiv 428, S. 370–371.

Schumacher, J.; Heydeck, P.; Dahms, C. (2010):

Zunehmende Gefährdung von Wäldern durch Wärme liebende Pathogene – dargestellt am Beispiel des Kleinpilzes Diplodia pinea (DESM.) KICKX an Kiefer. Poster zur 57. Pflanzenschutztagung in Berlin. Julius-Kühn-Archiv 428, S. 372.

#### Wildökologie und Jagdwirtschaft

Degenhardt, A.; Blaško, L.; Dobiáš, K. (2010):

Die Entwicklung der Naturverjüngung im Landeswald – Ergebnisse aus dem Kontrollzaunverfahren. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 4: 15–30.

Doвiáš, K. (2010):

Chancen für Lebensraumverbund in Wäldern dank Konjunkturpaket II. Pro Wald 5: 44-45.

Dobiáš, K.; Degenhardt, A. (2010):

Das Verbissmonitoring im Landeswald als Instrument waldbaulichen und jagdwirtschaftlichen Handelns. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45: 7–14.

Dobiáš, K.; Gleich, E. (2010):

Lebensraumvernetzung durch Wildtierpassagen – Aktuelle Ergebnisse zur Erfolgskontrolle an Brandenburgs Grünbrücke über der A 11. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45: 48–59.

GLEICH, E.; DOBIÁŠ, K. (2010):

Untersuchungen zur Nutzung von Brücken und Unterführungen im Nahbereich einer Grünbrücke über die Bundesautobahn 11 durch Damwild (Cervus dama L.). Beitr. z. Jagd- u. Wildforschung 35: 93–101.

GORETZKI, J.; DOBIÁŠ, K. (2010):

Streckenentwicklung des Schwarzwildes und aktuelle Probleme der Bewirtschaftung in Brandenburg. In: Schwarzwild in Brandenburg. Analysen, Perspektiven, Lösungen. Broschüre des LJVB (Hrsg.)

PFANNENSTIEL, H.-D.; DOBIÁŠ, K. (2010):

Analyse der Schwarzwildstrecken in den Landkreisen Brandenburgs seiot Jagdjahr 2004/05. In: Schwarzwild in Brandenburg. Analysen, Perspektiven, Lösungen. Broschüre des LJVB (Hrsg.)

SPICHALE, K.; ENGEL, J. (2010):

In der Kürze liegt die Würze-Zeitliche Planung von Ansitz-Drückjagden. Unsere Jagd 10: 36–37.

#### **Bodenkunde**

HORNSCHUCH, F.; RIEK, W. (2010):

Bodendiversität und -heterogenität als Naturnähe-Indikatoren. Forstarchiv 81 (2): S. 76.

KONOPATZKY, A. (2010):

Humuszustandsveränderungen (C, N) in Brandenburg seit 1985. Vortrag auf gemeinsamer Tagung "Bodenzustandserfassung – aktuelle Gefährdungen und Trends" des DBG-AK Waldböden, Sekt. Wald u. Wasser des VfVFA u. vTI Eberswalde am 18/19.5.2010 in Freiburg/ Brsg. (im Druck).

RIEK, W. (2010):

Regionale und standortsbedingte Unterschiede zu den Auswirkungen des Klimawandels. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44: 38–48.

Russ, A.; RIEK, W. (2010):

Pedotransferfunktionen zur Ableitung der nutzbaren Feldkapazität. Validierung für Waldböden des nordostdeutschen Tieflands. Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. http://www.afsv.de/docs/literatur/ waldoekologie\_online.htm

#### Genetik/Ökophysiologie

BÄUCKER, E.; LÖFFLER, S.; BUES C.-TH.; SCHRÖDER, J. (2010): Bedeutung von Rindennekrosen an Trauben-Eichen (Quercus petraea [Matt.] Liebl.) in Brandenburg für die Holzverwendung. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 44 (4): 145–156.

FÖRSTER, N.; ULRICHS, CH.; ZANDER, M.; KÄTZEL, R.; MEWIS, I. (2010):

Factors influencing the variability of antioxidative phenolic glycosides in Willow spp. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58 (14): 8205-8210.

Kätzel, R. (2010):

Conservation of Forest Genetic Ressources: The Basis of Adaptability in Managed Forests. In: Spathelf, P. (Hrsg.): Sustainable Forest Management in a Changing World: a European Perspective. Springer Verlag, S. 93–114.

KÄTZEL, R; HÖPPNER, K. (2011):

Anpassungsstrategien in der Waldbewirtschaftung unter den Bedingungen des Klimawandels in Brandenburg. Abschlussband der Interdisziplinären Arbeitsgruppe "Globaler Wandel - Regionale Entwicklung" der Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften. Springer Verlag, im Druck.

KÄTZEL, R.; LÖFFLER, S.; HIELSCHER, K.; STROHBACH, B.; HEISTERBERG, B.; HEYDECK, P.; HORNSCHUCH, F. (2010):

Oak Decline in East Germany – Symptoms and Backgrounds. In: The Oak – Ecology, History, Management and Planning II, Isparta, 01.–03.06.2010.

Kätzel, R.; Löffler, S.; Hielscher, K.; Strohbach, B.; Heisterberg, B.; Heydeck, P.; Hornschuch, F. (2010):

Oak Decline in East Germany – Symptoms and Backgrounds. Tagungsband "The Oak – Ecology, History, Management and Planning" 4 S. (eingereicht).

Konnert, M.; Maurer, W.; Degen, B.; Kätzel, R. (2010): Genetic monitoring in forests – early warning and controlling system for ecosystemic changes. iForest (in press).

Schröder, J; Elmer, M.; Kätzel, R.; Hüttl R.F. (2010):
Bewirtschaftung von Eichen-Kiefern-Mischbeständen im
Nordostdeutschen Tiefland. AFZ-Der Wald 4: 6–8.

SCHWAND, I.; KIRCHNER T.; KÄTZEL, R.; VÖGEL R.; IBISCH, R.L. (2010):

Berichts- und Monitoringsystem für die In-situ-Erhaltung genetischer Ressourcen der den Kulturpflanzen verwandten Wildarten (WVK) in Brandenburg. Tagungsband BLE (im Druck).

Walter, J., Hein, R., Auge, H., Beierkuhnlein, C., Löffler, S., Reifenrath, K., Schädler, M., Weber, M., Jentsch, A. (2010):

How do extreme weather events and plant community composition affect host plant metabolites and herbivore performance? Oecologia eingereicht.

ZANDER, M.; KÄTZEL, R.; CHRISTIAN ULRICHS, C.; MEWIS, I, JAN GLOGER, FÖRSTER, N.; LÖFFLER, S.; BECKER, F. (2010):

Ex-situ-Erhaltung salicinreicher Weiden für eine nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt innerhalb der Gattung Salix. Tagungsband BLE (im Druck).

## In der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe sind bisher erschienen:

- Band 1 PAUL-MARTIN SCHULZ: "Biographie Walter Pfalzgraf, des ersten Leiters des Zentralforstamtes in der Sowjetischen Besatzungszone von 1945–1948" ISBN 3-933352-02-9
- Band 2 HORST MILDNER/EKKEHARD SCHWARTZ: "Waldumbau in der Schorfheide, zum Andenken an Oberlandforstmeister Dr. phil. Erhard Hausendorff "
  ISBN 3-933352-06-1
- Band 3 DIETER HEINSDORF u. a.: "Forstliche Forschung im Nordostdeutschen Tiefland (1992–1997)" ISBN 3-933352-07-X
- Band 4 HANS HOLLENDER u.a.: "Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg, Vorträge zur Fachtagung am 4. November 1998 in Eberswalde"
  ISBN 3-933352-10-X
- Band 5 RALF KÄTZEL u.a.: "Forstsaatgutprüfung in Eberswalde 1899–1999, Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft" ISBN 3-933352-12-6
- Band 6 DIETER HEINSDORF: "Das Revier Sauen Beispiel für erfolgreichen Waldumbau" ISBN 3-933352-22-3
- Band 7 KLAUS HÖPPNER u.a.: "Ökologische und ökonomische Gesichtspunkte der Waldbewirtschaftung im südlichen Brandenburg"
  ISBN 3-933352-24-X
- Band 8 Hubertus Kraut/Reinhard Möckel: "Forstwirtschaft im Lebensraum des Auerhuhns, ein Leitfaden für die Waldbewirtschaftung in den Einstandsgebieten im Lausitzer Flachland" ISBN 3-933352-23-1
- Band 9 RALF KÄTZEL u.a.: "Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland; Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000" ISBN 3-933352-30-4
- Band 10 Sonderband; Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: "Landeswaldbericht 1997 und 1998, mit einem Sonderkapitel zur Naturalplanung in Brandenburg" ISBN 3-933352-31-2
- Band 11 HANS-FRIEDRICH JOACHIM: "Die Schwarzpappel (Populus nigra L.) in Brandenburg" ISBN 3-933352-32-0

- Band 12 Christian Brueck u.a.: "Zertifizierung von Forstbetrieben. Beiträge zur Tagung vom 5. November 1999 in Fürstenwalde/Spree (Brandenburg)" ISBN 3-933352-34-7
- Band 13 DIETER HEINSDORF, Joachim-Hans Bergmann: "Sauen 1994 ein gelungener Waldumbau ..."
  ISBN 3-933352-35-5
- Band 14 Sonderband; Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: "Landeswaldbericht 1999 mit einem Sonderkapitel "Regionaler Waldbericht für die Zertifizierung der Waldbewirtschaftung in Brandenburg"
  ISBN 3-933352-37-1
- Band 15 WINFRIED RIEK u.a.: "Funktionen des Waldes und Aufgaben der Forstwirtschaft in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt"
  ISBN 3-933352-47-9
- **Band 16** Jörg Müller u.a.: "Privatwald in Brandenburg Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation" ISBN 3-933352-48-7
- Band 17 AUTORENKOLLEKTIV: "Die Schwarz-Erle (Alnus glutinosa [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland" ISBN 3-933352-52-5
- Band 18 Autorenkollektiv: "Zertifizierung nachhaltiger Waldbewirtschaftung in Brandenburg" ISBN 3-933352-53-3
- Band 19 WINFRIED RIEK, FALK STÄHR u.a.: "Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg Hinweise für die Waldbewirtschaftung" ISBN 3-933352-56-8
- Band 20 AUTORENKOLLEKTIV: "Kommunalwald in Brandenburg Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation" ISBN 3-933352-57-6
- Band 21 Autorenkollektiv: "Naturverjüngung der Kiefer Erfahrungen, Probleme, Perspektiven" ISBN 3-933352-58-4
- Band 22 JÖRG MÜLLER u. a.: "Die zweite Bundeswaldinventur (BWI2) Ergebnisse für Brandenburg und Berlin" ISBN 3-933352-59-2
- Band 23 AUTORENKOLLEKTIV: "Zukunftsorientierte Waldwirtschaft: Ökologischer Waldumbau im nordostdeutschen Tiefland"

- Band 24 Gerhard Hofmann/Ulf Pommer: Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1:200.000 ISBN 3-933352-62-2
- Band 25 AUTORENKOLLEKTIV: Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg ISBN 3-933352-63-0
- Band 26 Wissenstransfer in die Praxis, Tagungsband zum 1. Eberswalder Winterkolloquium am 2. März 2006 ISBN 3-933352-64-9
- **Band 27** Die Schwarz-Pappel, Fachtagung zum Baum des Jahres 2006 ISBN 3-933352-63-0
- Band 28 Naturschutz in den Wäldern Brandenburgs Beiträge der Naturschutztagung vom 2. November 2006 in Eberswalde ISBN 3-933352-97-8
- **Band 29** Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum zweiten Winterkolloquium am 1. März 2007 in Eberswalde
- Band 30 AUTORENKOLLEKTIV: Waldwachstumskundliche Grundlagen für eine effektive Waldbewirtschaftung Zum 100. Geburtstag von Professor Dr. habil. Werner Erteld
- Band 31 AUTORENKOLLEKTIV: 100 Jahre Naturschutzgebiet Plagefenn. Ein Beispiel für erfolgreiches Zusammenwirken von Forstwirtschaft und Naturschutz. Tagungsband zur Tagungs- und Exkursionsveranstaltung vom 11. 12. Mai 2007 in Chorin.
- **Band 32** Autorenkollektiv: Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland. Ökologie und Bewirtschaftung.
- Wald, Forstwirtschaft, Förster und Gesellschaft
   Wälder schaffen Wachstum und sichern Lebensgrundlagen. Tagungsbericht der gemeinsamen Forstpolitischen Jahrestagung vom 14. Juni 2007 in Paaren/Glien.
- Band 34 JOACHIM GROSS: Waldfunktionen im Land Brandenburg
- **Band 35** Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum dritten Winterkolloquium am 28. Februar 2008 in Eberswalde.

- Band 36 Biodiversität-Lebensversicherung des Waldes Tagungsband zur gemeinsamen Jahrestagung des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz und des Brandenburgischen Forstvereins e.V. am 24.04.2008.
- Band 37 Hohenlübbichow: Naturgemäße Waldwirtschaft zwischen Verklärung und Realität– Natur- und Landschaftsschutz im Gebiet um Bellinchen/Bielinek und Hohenlübbichow/Lubiechów Górny.
- Band 38 Heinsdorf, D.; Krauss, H.-H.: Herleitung von Trockenmassen und Nährstoffspeicherungen in Buchenbeständen.
- Band 39 HOFMANN, G. et al. Wildökologische Lebensraumbewertung für die Bewirtschaftung des wiederkäuenden Schalenwildes im nordostdeutschen Tiefland.
- **Band 40** Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum vierten Winterkolloquium am 26. Februar 2009 in Eberswalde.
- Band 41 Lockow, K.-W. Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland-Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise.
- **Band 42** Autorenkollektiv: Risikomanagement im Forstbetrieb.
- Band 43 AUTORENKOLLEKTIV: Die Douglasie im nordostdeutschen Tiefland. Chancen und Risiken in Klimawandel
- Band 44 Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum fünften Winterkolloquium am 25. Februar 2010 in Eberswalde.
- **Band 45** Autorenkollektiv: Aktuelle Beiträge zur Wildökologie und Jagwirtschaft in Brandenburg.
- Band 46 AUTORENKOLLEKTIV: Naturnahe Waldwirtschaft-Dauerwald heute?