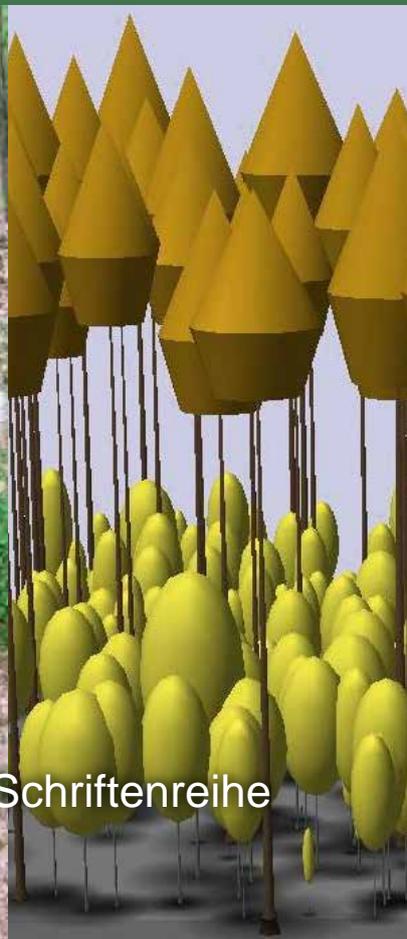


Forstwirtschaft



Eberswalder Forstliche Schriftenreihe
Band 65

**„Versuch macht klug“ –
Anforderungen an das forstliche
Versuchswesen der Zukunft**

Eberswalder Forstliche Schriftenreihe
Band 65

**„Versuch macht klug“ –
Anforderungen an das forstliche
Versuchswesen der Zukunft**

Beiträge zum 13. Eberswalder
Winterkolloquium am 22. Februar 2018



Impressum

Herausgeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg

Gesamtherstellung: DRUCKZONE GmbH & Co. KG

1. Auflage: 1.200 Exemplare, gedruckt auf PEFC-Papier.

Titelfotos: Degenhardt, Engel, LFE-Archiv
Fotos im Text: Von den Autoren der Beiträge, wenn nicht anders vermerkt.

Redaktion: Dr. Jan Engel, Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Eberswalde, im August 2018

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft (MLUL) 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

Bericht aus der Arbeit des LFE im Jahr 2017

DR. MICHAEL EGIDIUS LUTHARDT 7

Veröffentlichungen des LFE im Jahr 2017 9

Forstliche Versuchsflächen im Spannungsfeld zwischen Tradition, Innovation und Machbarkeit

DR. ANNETT DEGENHARDT 13

Strategische Ausrichtung des Versuchsflächenwesens im Landeswald

DR. GERNOD BILKE & EBERHARD LUFT 27

Praxisnahe waldbauliche Langzeituntersuchungen als betriebliche Entscheidungshilfe – Fallbeispiel: Waldverjüngung mit Eiche

DR. FALK STÄHR 31

Die Douglasie nach „Xavier“ am Beispiel des internationalen Provenienzversuches CHORIN 85

DR. STEFAN PANKA 49

Nistkastenbasierte Untersuchungen zum Einfluss von Insektizidanwendungen und Kahlfraßereignissen auf Brutvögel in Kiefernforsten

MARTIN SEDLACZEK 57

Warum Waldfunktionen 2018 und was ist neu?

DETLEF KEIL 65

Technische Befahrbarkeit in Wäldern Brandenburgs – Bereifungsvarianten bei der Holzurückung

DR. RAUL KÖHLER, CHRISTOPH ERTLE, DR. THOMAS HEINKELE & DR. DIRK KNOCHE
FORSCHUNGSINSTITUT FÜR BERGBAUFOLGELANDSCHAFTEN E.V. (FIB), FINSTERWALDE 75

Ausgewählte Posterdarstellungen

• **Trauben-Eichen-Herkunftsversuch in Brandenburg: Versuchsanlage und erste Ergebnisse**
PROF. DR. RALF KÄTZEL & FRANK BECKER 83

• **Heegermühler Kalkungsversuch: Wie stellt sich der Bodenzustand nach 63 Jahren dar?**
PROF. DR. WINFRIED RIEK, DR. ALEXANDER RUSS & DR. JENS HANNEMANN 85

• **Anschauliche Ergebnisse für die Praxis: Versuchsflächen als Demonstrationsobjekte**
- **Wander- und Lehrpfad „Kiefern Europas“ in CHORIN**
- **Informations- und Lehrpfad zur Bewirtschaftung der Robinie in SCHWENOW**
DR. JAN ENGEL 87

Bisher erschienene Bände der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe 91

Bericht aus der Arbeit des LFE im Jahr 2017

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrte Leser,

„Auf den Versuch kommt es an“ – so dachten auch sicherlich die Begründer der „Hauptstation für das Forstliche Versuchswesen“ im Jahre 1871, allen voran Bernhard Danckelmann. Es hatte sich die Erkenntnis durchgesetzt, dass es dauerhafte forstliche Versuchsflächen bedarf, um belastbare Erkenntnisse über das Waldwachstum zu erzielen. Dabei wurde schon damals in sehr langen Zeiträumen gedacht – der Wald wächst nun einmal über Generationen. Diese Flächen wurden nach und nach um Eberswalde herum und im gesamten damaligen Preußen angelegt.

Das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde führt bis heute diese Tradition fort, auch wenn sich die Ausrichtung der Forschung verschoben hat. Immerhin gehören 681 Versuchspartikeln, 65 Baumarten in 127 Versuchsreihen zu dem Bestand. Mehr als 300.000 vermessene Bäume bilden den wertvollen Schatz des Eberswalder Forstlichen Versuchswesens. Diese nehmen insgesamt eine Fläche von rund 125 Hektar ein und repräsentieren die Vielfalt der Wald- und Forstökosysteme in Brandenburg.

Dieser Schatz, mit der ältesten Fläche aus dem Jahr 1878, wurde sicher durch turbulente Zeiten gebracht und nun ist es unsere Aufgabe, ihn für die Zukunft zu bewahren und weiter zu entwickeln. Wie das gelingen soll, wird in den folgenden Beiträgen des 13. Eberswalder Winterkolloquiums dargelegt.

Das Jahr 2017 brachte für die Kolleginnen und Kollegen des LFE wieder viele Herausforderungen, die es oft unter nicht einfachen Bedingungen zu lösen galt. So zum Beispiel die immer näher kommende Afrikanische Schweinepest, die die Bewirtschaftung der Schwarzwildbestände vor neue Fragen stellt. Um eine wirksame Reduktion der überhöhten Bestände zu erreichen, wurde ein Leitfaden von der Wildökologischen Forschungsstelle erarbeitet und durch Schulungen der Praxis vermittelt.

Durch den Klimawandel bedingt kommt es auch immer mehr zu neuen Schaderregern in unseren Wäldern. Das nimmt einen großen Platz im Fachbereich Waldschutz ein. Wichtig sind die Früherkennung und die Empfehlungen von geeigneten Maßnahmen. Auch 2017 mussten wieder Eichenbestände mit Insektiziden behandelt werden, um die weitere Ausbreitung des Eichenprozessionsspinners zu verhindern. Dieser ist ein typischer Gewinner des Klimawandels. Auch wenn es so sicherlich nicht im Gedächtnis geblieben ist – das Jahr 2017 zählte zu den acht wärmsten seit Beginn der Klimaaufzeichnungen.

Immer wieder haben wir es auch mit neuen pilzlichen Schaderregern zu tun. So verzeichneten wir im Jahr 2017 eine Zunahme des Erregers der Dothistroma-Nadelbräune, welcher zu den sogenannten Quarantäneschadpilzen gehört und meldepflichtig ist. Auch er liebt warme

Witterung und trat besonders in Südbrandenburg auf, wo er Schwarz- und Berg-Kieferbestände in den Bergbaufolgelandschaften befiel.

Nachdem die letzten Auswertungen der großen bundesweiten Inventuren (Bodenzustandserhebung, Bundeswaldinventur) so gut wie abgeschlossen sind, laufen schon die Vorbereitungen für die neuen. Unter Beteiligung von Brandenburg finden die Abstimmungen über die zu erhebenden Parameter statt.

Die Forstliche Umweltkontrolle lieferte auch 2017 wieder verlässliche Werte über den Gesundheitszustand unserer Wälder. Die Probenahmen und die Zustandserhebungen auf dem Netz der Waldzustandskontrolle und der LEVEL II – Flächen konnte abgesichert und die Ergebnisse im Dezember der Öffentlichkeit präsentiert werden.

Im Bereich der sogenannten Drittmittelforschung konnten einige Projekte erfolgreich abgeschlossen und neue auf den Antragsweg gebracht werden. Durch die verzögerte Regierungsbildung auf Bundesebene kam es zu einer Verspätung bei der Bewilligung von bundesweiten Verbundprojekten, bei denen das LFE Projektpartner ist.

Die Zusammenarbeit mit den Forstbetrieben und Versuchsanstalten der anderen Bundesländer war auch 2017 eine feste Größe in unserer Arbeit. Besonders im Bereich Waldschutz, wo Brandenburg eine starke Kompetenz besitzt, wurde intensiv mit Mecklenburg-Vorpommern und Berlin zusammen gearbeitet. Der turnusmäßige Erfahrungsaustausch auf der Fläche ist nicht wegzudenken. Aber auch mit den forstlichen Fakultäten der Universitäten und Hochschulen verbindet uns eine sehr gute Zusammenarbeit.

Im Jahr 2017 führten wir mit den Partnerinstituten und der Hochschule für Nachhaltige Entwicklung die erste Lange Nacht der Waldwissenschaften auf dem Waldcampus in Eberswalde durch. Dies war für uns Neuland und es hat vielen Kolleginnen und Kollegen Spaß gemacht, Wissen auch auf unkonventionelle Weise zu vermitteln. Bis nach 22 Uhr kamen trotz schlechten Wetters viele Gäste auf den „Grünen Hügel“.

Im September jährte sich der 125. Gründungstag der IUFRO, der Weltorganisation der forstlichen Forschungsinstitute. Immerhin war auch hier Bernhard Danckelmann in Eberswalde einer der Gründungsväter. Obwohl die Hauptveranstaltung in Freiburg im Breisgau stattfand, gab es in Eberswalde als Gründungsort eine sehr schöne kleine Feier, die allen Teilnehmenden sicherlich lange in Erinnerung bleiben wird. Auch hier war das LFE Mitveranstalter.

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit und des Wissenstransfers ist es uns wieder sehr gut gelungen, die Ergebnisse unserer Arbeit an die Frau und den Mann zu bringen.

Von 70 Pressemitteilungen des Landwirtschaftsministeriums entstammten 34 dem LFE oder sind durch unsere Mitwirkung entstanden. Immer wieder kamen Anfragen der Medien bei uns an, woraus zahlreiche Beiträge für Presse, Rundfunk, Fernsehen und Internet entstanden. Sehr oft standen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des LFE vor den Kameras und Mikrofonen des rbb und anderer Fernsehanstalten.

All diese Aufgaben sind nur auf der Basis von gut ausgebildeten und motivierten Kolleginnen und Kollegen zu erzielen. Wenn auch unter schweren Bedingungen, ist es uns 2017 gelungen, den Verjüngungsprozess voran zu treiben. So konnten wir einige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unbefristet einstellen, andere zumeist in Projekten befristet. Dies muss fortgeführt und ein gleitender Übergang angestrebt werden. Oft besitzen die ausscheidenden Stelleninhaberinnen und –inhaber über sehr viel langjähriges Fachwissen, was unbedingt an die Nachfolgerin oder den Nachfolger weiter gegeben werden muss.

Auch wenn sich am Horizont bereits die ersten Umriss einer weiteren neuen Struktur der Forstverwaltung in Brandenburg abzeichnen, wird darin das LFE auch in Zukunft einen wichtigen Platz einnehmen.

Dr. Michael Egidius Luthardt

Leiter Landeskompetenzzentrums Forst Eberswalde (LFE)

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde Publikationen 2017

Forstpolitik, Planung und Betriebswirtschaft

ENGEL, J. (2017):

Untersuchungen zur Verbreitung bleifreier Jagdmunition – Eine diffusionstheoretische Betrachtung zur Akzeptanz einer potenziellen Umweltinnovation.
Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doctor rerum silvaticarum (Dr. rer. silv.). Technische Universität Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften. 298 Seiten.

ENGEL, J. (2017):

Nachhaltigkeit – Ein Prinzip aus Sachsen macht in Preußen Karriere.
Die Mark Brandenburg, Brandenburgs Wälder (104): 2-11.

Waldbau/Waldwachstum

DEGENHARDT, A.; GUERICKE, M.; SCHRÖDER, J.; HENTSCHEL, R. (2017):

Einsatzbereiche des Wachstumssimulators BWINPro Brandenburg in Forschung, Lehre und Praxis.
AFZ-Der Wald 18: 28-30.

GUTSCH, M.; DEGENHARDT, A.; WENK, M.; KOLLAS, C.; LASCH-BORN, P.; SUCKOW, F. (2017):

Integrating forest disturbance of nun moth into process-based growth modelling.
Conference Paper: IUFRO 125th Anniversary Congress 2017, Sep. 2017.

BECK W., PANKA S. (2017):

Temporally changing climate/growth relationships on long-term forest plots of the Eberswalde Forest Yield Science.

In: Wistuba M. et al. (Edit) 2017: TRACE (Tree Rings in Archaeology, Climatology and Ecology), Vol. 16: 211.

PANKA S. (2017):

Pruscy leśnicy i ich rola w kształtowaniu dzisiejszego oblicza lasów Nadleśnictwa Łopuchówko.
In: Sobalak T., Perz B. (Edit.) 2017: Nadleśnictwo Łopuchówko - Rys historyczny, 2. Aufl.: 334.

SCHRÖDER, J.; KLINNER, S.; KÖRNER, M. (2017):

A New Set of Biomass Functions for *Quercus petraea* in Western Pomerania.
Baltic Forestry 23 (2): 449-462.

SCHRÖDER, J. (2017):

Vom Kambium zum Totholz? Drittmittelforschung am LFE.
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 64: 13-24.

Waldschutz

Hentschel, R.; Wenning, A.; Schröder, J.; Möller, K.; Degenhardt, A. (2017):

Wald(um)bau versus Kieferngefährdung – ein Ausblick in die „nahe“ Zukunft der Waldschutzsituation in Brandenburg.
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Band 64: 55-64.

HIELSCHER, K. (2017):

***Contarinia pseudotsugae* (Condrashoff, 1961) (Diptera, Cecidomyiidae): eine nordamerikanische Gallmücke an Douglasien im Nordostdeutschen Tiefland.**
Journal für Kulturpflanzen 69: 351-358.

HIELSCHER, K. (2017):

Holz- und rindenbrütende Käfer als Forstschädlinge an Nadelbäumen.
Informationen für Waldbesitzer. MLUL, Sonderdruck.

MÖLLER, K.; HENTSCHEL, R.; WENNING, A.; SCHRÖDER, J. (2017):
Improved Outbreak Prediction for Common Pine Sawfly (*Diprion pini* L.) by Analyzing Floating „Climatic Windows“ as Keys for Changes in Voltinism.
Forests 8 (9), 319, 20 S.

MÖLLER, K.; HEYDECK, P.; HIELSCHER, K.; WENK, M.; ENGELMANN, A.; SCHULZ, P.-M.; DAHMS, C.; SCHWABE, K.; LEHMANN, B.; WENNING, A.; PASTOWSKI, F.; EBERT, P.; BRAUNSCHWEIG, A.; BORN, B.; KRÜGER, A. (2017):
Waldschutzordner-Anleitung für die Forstpraxis in Brandenburg – 3. Ergänzung.
Landesbetrieb Forst Brandenburg, Potsdam.

WENNING, A.; HENTSCHEL, R.; SCHRÖDER, J.; MÖLLER, K. (2017):
Datenfriedhof oder Schatzkammer? Nutzungsmöglichkeiten umfassender Waldschutz-Datenbestände für ausgewählte Großschädlinge in Brandenburg.
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 64: 65-72.

SEDLACZEK, M. (2017):

Auswirkungen von Kahlfraß und Insektizid-anwendungen auf Brutvögel in Kiefernwäldern – Eine Feldstudie im Verbundprojekt RiMa-Wald.
Landesbetrieb Forst Brandenburg, Geschäftsbericht 2016: 34-39.

HEYDECK, P.; DAHMS, C.; GÖTZ, B.; HÄNISCH, A.; SCHUMACHER, J. (2017):

Erster Nachweis der Dothistroma-Nadelbräune (*Dothistroma septosporum*) im Nordostdeutschen Tiefland.
Journal für Kulturpflanzen 69 (1): 10-15.

HEYDECK, P.; DAHMS, C.; NIER, N. (2017):
Pilzinfektionen an Blättern von Eiche, Buche, Ahorn, Linde, Ulme, Pappel, Weide, Eberesche und Rosskastanie.
Poster zum 12. Winterkolloquium am 23.02.2017 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 64: 79.

HEYDECK, P.; DAHMS, C.; WALTER, S. (2017):
Zur aktuellen Bedeutung der Kiefernshütte (*Lophodermium seditiosum* MINTER, STALEY & MILLAR) im Nordostdeutschen Tiefland.
58. Österreichische Pflanzenschutztage in St. Pölten, 28.-29.11.2017. Österreichische Arbeitsgemeinschaft für integrierten Pflanzenschutz. Poster, Kurzfassung: Tagungsband, S. 54.

MÖLLER, K.; HEYDECK, P.; HIELSCHER, K.; DAHMS, C. (2017):
Waldschutzsituation 2016 in Brandenburg und Berlin.
AFZ-Der Wald 72 (7): 46-49.

MÖLLER, K.; PASTOWSKI, F.; NIEDZIOLKA, K.; AHRNDT, J. (2017):
IT-gestütztes Waldschutz-Risikomanagement von Insektizid-Applikationsflächen.
AFZ-Der Wald 18: 56-57.

Waldökologie

THURLEY, M.; LÖFFLER, S.; SCHRÖDER, J. (2017):
Erkenntnisse zum Blattaustrieb der Eiche in Brandenburg.
AFZ-Der Wald 20 (2017): 19-23.

Bodenkunde

GRÜNEBERG, E., RIEK, W., SCHÖNING, I., EVERS, J., HARTMANN, P., ZICHE, D. (2017):
Das Kohlenstoffspeichervermögen von Waldböden.
AFZ-Der Wald. 2 (2017): 23-25.

GRÜNEBERG, E., RIEK, W., EVERS, J., SCHÖNING, I., WELLBROCK, N. (2017):
Effects of forest management practices on carbon stocks and carbon stock changes: Results from Germany's National Forest Soil Inventory.
Conference Proceedings: IUFRO 125th Anniversary Congress, 18 – 22 September 2017, Freiburg, Germany. p.385. http://iufro2017.com/wp-content/uploads/2017/09/AbstractIUFRO17_III.pdf.

HANNEMANN, J., RIEK, W. (2017):
Untersuchungen zum Zusammenhang klein- und großskaliger Oberflächenstrukturen.
Horizonte des Bodens, Jahrestagung der DGB 2017, 2.-7.9.2017, Göttingen. <http://eprints.dbges.de/1215/>

HANNEMANN, J., RIEK, W., RUSS, A., SCHWOY, M. (2017):
Kalkungsversuche auf brandenburgischen BZE-Inventurpunkten – Ziele, Stand und Perspektiven eines bundesweiten Projektes.
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 64: 25-36.

HANNEMANN, J., RIEK, W., RUSS, A., SCHWOY, M. (2017):
Kalkungsversuche auf brandenburgischen Bodenzustandserhebungs-Inventurpunkten – Ziele, Stand und Perspektiven eines bundesweiten Projektes.
Geförderte Waldforschung in Brandenburg - Ergebnisse aktueller Bundesforschungsprojekte. Landesbetrieb Forst Brandenburg, Geschäftsbericht 2017: 11-15.

KANTNER, F., RIEK, W. (2017):
Standortseigenschaften von forstlichen Wuchsregionen in Brandenburg – Beurteilung der Variabilität mittels Clusteranalyse.
Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz. Online preview. http://www.afsv.de/download/literatur/waldoekologie-online/waldoekologie-online_heft-17-4.pdf

MEESBURG, H., WELLBROCK, N., LAUER, A., EICKENSCHIEDT, N., HÖHLE, J., GRÜNEBERG, E., EVERS, J., AHRENDT, B., SCHIMMING, C.-G., NAGEL, H.-D., RIEK, W., MEIWES, K.-J. (2017):
Entwicklung der Versauerung von Waldböden in Deutschland.
AFZ-DerWald. 2 (2017): 18-20.

RIEK, W., TALKNER, U., DAMMANN, I., KOHLER, M., MEIWES, K.-J., GÖTTLEIN, A. (2017):
Situation der Waldernährung in Deutschland.
AFZ-DerWald. 2 (2017): 31-34.

RIEK, W., RUSS, A. (2017):
Veränderungen der Zustandsnährkraftstufe (SEA95) von brandenburgischen Waldböden.
Horizonte des Bodens. Jahrestagung der DGB 2017, 2.-7.9.2017, Göttingen. <http://eprints.dbges.de/1215/>

RUSS, A., RIEK, W., MARTIN, J. (2017):
Forstliches Umweltmonitoring Mecklenburg-Vorpommern. Ergebnisse der Untersuchungen auf den Intensivmonitoringflächen (Level II).
Mitteilungen aus dem Forstlichen Versuchswesen. Landesforst Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.). Heft 10. 204 S.

SPATHELF, P., RIEK, W. (2017):
Regionalization of climate change adaptation - dynamic tree species selection in the German federal state of Brandenburg.
Conference Proceedings: IUFRO 125th Anniversary Congress, 18 – 22 September 2017, Freiburg, Germany. p.50. http://iufro2017.com/wp-content/uploads/2017/09/AbstractIUFRO17_III.pdf.

Genetik/Ökophysiologie/Klimawandel

KÄTZEL, R.; FLECK, S.; ALBERT, M. (2017):
Risikoanalyse als Teil eines nachhaltigen Landmanagements im Nordostdeutschen Tiefland.
Geschäftsbericht des LFB Brandenburg 2016: 21-23.

SPELLMANN, H.; KÄTZEL, R.; LÖFFLER, S.; MÖLLER, K.; ZIESCHE, T. (2017):
Nachhaltiges Landmanagement im Norddeutschen Tiefland.
Beiträge aus der NW-FVA, Band 18, 426 S.

KÄTZEL, R.; FLECK, S.; ALBERT, M. (2017):
Die Wälder des norddeutschen Tieflandes unter dem Einfluss aktueller und zukünftiger Risikofaktoren – Beispiele für eine Gefährdungsanalyse.
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 64: 45-54.

LÖFFLER, S.; LANGE, C.; KÄTZEL, R. (2017):
Der kleine Unterschied macht's – Klonprüfung zur Trockenstresstoleranz von Robinien (Ergebnisse des FNR-Projektes – FastWOOD 3).
Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 64: 37-44.

Wildökologie und Jagdwirtschaft

DOBIÁŠ, K. (2017):
Bereicherung oder Belastung? - Von Rückkehrern und Neubürgern in der Fauna Brandenburgs.
Die Mark Brandenburg, Brandenburgs Wälder (104): 34-39.

DOBIÁŠ, K. (2017):
Entwicklung der Schwarzwildstrecken in Brandenburg.
Tagungsband Schwarzwild, MLUL (Hrsg.): 6-14.

DOBIÁŠ, K. (2017):
Mobilität für Mensch und Tier an der BAB 13.
Jahrbuch 2018, NABU Dahmeland (Hrsg.): 40-41.

Forstliche Versuchsflächen im Spannungsfeld zwischen Tradition, Innovation und Machbarkeit

ANNETT DEGENHARDT

1 Forstliche Versuchsflächen ...

Für die Bearbeitung forstlicher Fragestellungen betreut und verwaltet das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) des Landesbetriebes Forst Brandenburg fast 1000 Versuchsreihen mit über 2500 häufig sehr langfristig beobachteten Einzelflächen (teilweise seit 1870), von denen mehr als 1500 Flächen in ca. 250 Versuchsreihen noch unter aktueller Beobachtung stehen. Die derzeit aktiv betriebenen Versuchsflächen nehmen ca. 600 ha Waldfläche ein.

Zur Erfassung der zeitlichen Entwicklung der Versuchsflächen erfolgen Beobachtungen, Messungen bzw. Analysen in Abständen von wenigen Minuten (Datenlogger auf Level II Flächen) bis zu 20 Jahren (Bestandesaufnahmen in Altbeständen oder Naturwäldern).

Je nach Aufgabenstellung werden dabei verschiedenste forstlich relevante Parameter erhoben, die seit der 1980-er Jahren digital erfasst und in Datenbanken abgelegt werden (DEGENHARDT 2005). Mit Beginn des Versuchswesens bis heute werden auf fast allen Flächen die Durchmesser und Höhen der Bäume gemessen. Insgesamt können derzeit ca. 2,8 Mill. Durchmessermessungen und ca. 500 000 Höhenmessungen aus der Datenbank abgerufen werden. Neben mehr als 30000 Kronenansatzmessungen und 10000 Kronenradienmessungen sind vor allem Daten typischer ertragskundlicher Untersuchungen wie Sektionsmessungen, Stammanalysen, Zuwachsbohrungen, Stammfußkoordinaten oder Qualitäts- und Vitalitätsansprachen erfasst. Mit der zunehmenden interdisziplinären Arbeit auf den Versuchsflächen wurde es notwendig, auch boden- und ernährungskundliche, phänologische oder genetische Daten aufzunehmen bzw. mit Klima-, Standorts-, Wasserhaushalts- oder Fernerkundungsdaten zu verknüpfen. Die dadurch gegebene vereinfachte Recherche fachbezogener Daten bildet die Grundlage für eine effektive Planung und Auswertung der Versuche.

2 (im) Spannungsfeld ...

Auch nach 150 Jahren forstlichen Versuchswesens kann man sich den Problemen nicht verschließen, dass belastbare Ergebnisse erst nach relativ langen Beobachtungszeiten ableitbar sind, außerordentlich vielfältige Faktoren die Waldentwicklung beeinflussen können und trotz der verbesserten Messtechnik der Arbeitsaufwand auf den Flächen so hoch ist, dass nur eine begrenzte Zahl von Versuchen angelegt werden kann. Daher wird seit Beginn der forstlichen Forschung das Versuchswesen immer wieder hinterfragt, neu organisiert und aktuellen Zielstellungen angepasst.

Während DANCKELMANN (1869) „Über die Organisation des forstlichen Versuchswesens“ und SCHWAPPACH (1918) über „Die Entwicklung des forstlichen Versuchswesens“ referieren, stellt sich WIEDEMANN (1928) schon den „Zukunftsfragen des Preußischen Forstlichen Versuchswesens“.

Aufbauend aus den Erfahrungen von 40 Jahren Versuchsflächenarbeit und einer bis dahin gültigen Anweisung von SCHWAPPACH (1891) entwirft WIEDEMANN (1931) eine „Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt“. 1958 konkretisierte ERTELD diese Anweisung, indem von ihm „sämtliche Arbeiten möglichst genau beschrieben werden, die bei der Anlage und Bearbeitung langfristiger Versuchsflächen ... in Betracht kommen“ und diese in der „Richtlinien für die Anlage und Bearbeitung von langfristigen waldbaulich-ertragskundlichen Versuchsflächen des IFE“ zusammenfasst.

Durch die fortwährende Neuanlage von Versuchsflächen zu sich immer wieder ändernden Fragestellungen nahm der Umfang der Arbeiten auf den Flächen derart zu, dass über zukünftige Strategien bei der Bearbeitung nachgedacht werden musste (NIEFNECKER 1996, LOCKOW 1999, DITTMAR 2001, NOACK 2007). Im Ergebnis der Diskussionen entstanden VERWALTUNGSVORSCHRIFTEN (1999) bzw. BETRIEBSANWEISUNGEN (2017) zur Weiterführung langfristiger forstlicher Versuchsflächen.

Ähnliche Entwicklungen sind auch in anderen Bundesländern bzw. an anderen Versuchsanstalten zu beobachten. In Publikationen von beispielsweise SPELLMANN et al. (1996) „In der Tradition stehend, neue Wege beschreibend.“, PRETZSCH et al. (2002) „Innovation durch Kontinuität - das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern“, GEROLD (2011) „Sächsische Ertragsversuche - Auslaufmodell oder Erkenntnisquelle?“ oder LEDERMANN (2016) „Dauerversuche - wertvolles Erbe oder schwere Last?“ werden immer wieder ähnliche Fragen diskutiert:

- Warum müssen forstliche Versuchsflächen so langfristig und kontinuierlich gepflegt und beobachtet werden?
- Wie lassen sich aus den Beobachtungen und Messungen Erfahrungen und Erkenntnisse für die Praxis sowie Gesetzmäßigkeiten ableiten?
- Wie können die oft sehr alten Versuchsanlagen für die Beantwortung aktueller Fragestellungen verwendet werden?
- Welche Möglichkeiten der Rationalisierung ergeben sich durch die Entwicklung der Messtechnik und der damit verbundenen Aufnahme-, Datenverarbeitungs- und Auswerteverfahren? Welche Rolle spielt die Digitalisierung?
- Wie lassen sich trotz Personaleinsparungen die sehr aufwendigen Messungen weiterhin absichern?
- Sind langfristige Beobachtung und Messung auf forstlichen Versuchsflächen immer noch notwendig, sind sie Verpflichtung oder eventuell nur noch eine Last?

In den folgenden Abschnitten wird der Versuch unternommen, Antworten für das Brandenburger forstliche Versuchswesen zu finden.

3 (zwischen) Tradition ...

Seit Beginn des forstlichen Versuchswesens ist man bestrebt, die theoretischen Grundsätze der Versuchsdurchführung zu berücksichtigen. Dabei werden sowohl Versuche angelegt, um unbekannte Zusammenhänge zu beobachten und aufzudecken, als auch Hypothesen zu überprüfen. Im Gegensatz zur reinen Beobachtung (Monitoring) werden dazu einige wenige Einflussgrößen gezielt variiert, während alle anderen Einflüsse weitgehend konstant gehalten werden müssen, um unerwünschte Störgrößen auszuschließen.

An den Zielgrößen wie z. B. die Massenleistung, der Volumenzuwachs oder auch die Vitalität von Bäumen und Beständen wird der Effekt der variierenden Einflussgrößen gemessen.

Einzelne Typen forstlicher Versuche beschränkten sich häufig auf die Beobachtung und das Beschreiben unbekannter Zusammenhänge. Dazu zählen insbesondere die ersten Ertragsversuche, die Grundlage für die Charakterisierung der Wachstumsgänge und der Massenleistung einzelner Baumarten waren und schließlich in ersten Ertragstafeln mündeten. Einige dieser sehr alten und ursprünglich ausschließlich für die Ermittlung des Ertrages der einzelnen Baumarten angelegten Versuche sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Beispiel von Versuchen mit dem hauptsächlichen Ziel des Beobachtens und Beschreibens von verschiedensten Zusammenhängen, zum Sammeln von Erfahrungswissen und zur Verbreiterung der Datenbasis für die Aufstellung von Hypothesen sind gleichfalls Anbauversuche, oder aus aktuellerer Sicht auch die Naturwald- und Level-II-Dauerbeobachtungsflächen.

Tab. 1: Die ältesten noch aktiv betreuten Ertragsversuche Brandenburgs

Fläche	Beobachtungszeit	Baumart	Alter
Grumstin 58	67 Jahre (1882-1949)	Buche	100-167
Finowtal 145	131 Jahre (seit 1887)	Kiefer	29-160
Freienwalde 196	71 Jahre (1900-1971)	Erle	33-104
Finowtal 121	106 Jahre (seit 1911)	Douglasie	30-136
Freienwalde 185	105 Jahre (seit 1912)	Eiche-Hickory	28-133
Eberswalde 75	36 Jahre (1929-1965)	Buche	125-161
Freienwalde 161	49 Jahre (1939-1988)	Kiefer	98-147

Der Kieferntragsversuch Finowtal 145 (Abb. 1) ist einer der ältesten und auf Grund seiner Aktualität heute noch unter Beobachtung stehende Versuche des LFE. Die Anlage erfolgte im März 1887 durch Schwappach mit dem Ziel der „Beobachtung der Kiefer im Wagnerschen Lichtwuchsbetrieb“. Die Durchforstung der Kiefer erfolgte konsequent nach den Vorstellungen des damals in Südwestdeutschland wirtschaftenden Forstrates Gustav Wagner, d. h. zeitig beginnender Lichtwuchsbetrieb, Auswahl von Haubarkheits-zukunftsstämmen im Alter von 30 bis 40 Jahren, Astung bis 6 m Höhe zur Qualitätsverbesserung der freigestellten Stämme, kontinuierliche Umlichtung der Z-Stämme. Damit sollten große Kronen und höchste Durchmesserleistungen erzielt werden, um im Alter von 80 Jahren schon Starkholzstämme mit Zieldurchmessern von 30 bis 35 cm entnehmen zu können.

1936, im Bestandesalter von 79 Jahren, war der angestrebte Zieldurchmesser erreicht. Erkauft wurde der mit 17 % über der Ertragstafel liegende Durchmesser mit einem Verlust der Gesamtwuchsleistung von 30 % (DITTMAR 1991a).



Abb. 1: Die Versuchsfläche Finowtal 145 zu den Aufnahmen 1936 und 2000

Die betriebswirtschaftlichen Analysen dieser Durchforstungsweise lieferten gerade auch in den letzten Jahren überzeugende Argumente bei der Überarbeitung der Behandlungsrichtlinien für die Kiefer in Brandenburg.

Der Versuch, die Zuwachsminderleistung durch Unterbau mit Weymouthskiefer, Robinie, Buche und Kiefer zu kompensieren, scheiterte auch schon um 1900 daran, dass die Pflanzen ohne angemessenen Zaunschut durch Verbiss- und Schälsschäden fast vollständig ausfielen.

Von besonderer aktueller Bedeutung im Zuge der Entwicklung waldbaulicher Strategien zum Entgegenwirken der Folgen des Klimawandels ist darüber hinaus, dass weniger stark durchforstete Nachbarbestände 1913 durch Nonnenfraß stark geschädigt und 1924 nach Forleulenbefall völlig vernichtet wurden, während die Lichtwuchsfläche mit den großkronigen Stämmen und dem geringfügig vorhandenen Unterbau die Kalamitäten überstanden.

Die Aktualität der Fläche zeigt sich auch in jüngeren Publikationen, die sowohl Ergebnisse der Standraumerweiterung bewerten (DITTMAR 1988), die Entwicklung der Z-Bäume diskutieren (DITTMAR 1991b) oder Schlussfolgerungen für den Waldumbau im nordostdeutschen Tiefland liefern (LOCKOW 2001).

Zu den ersten Versuchsanlagen, die durch eine gezielte Variation von Einflussgrößen gekennzeichnet sind, gehören die Durchforstungsversuche. Dabei wurden sowohl Flächen mit verschiedenen Durchforstungsarten als auch Durchforstungsstärken angelegt. Insbesondere hat man zunehmend darauf Wert gelegt, dass der Wertebereich der Durchforstungsstärke ein breites Behandlungsspektrum abdeckt, um bei der Modellbildung die eher ungenaue Extrapolation zu vermeiden.

Sehr alte Versuchsanlagen, die auf waldwachstumkundliche und waldbauliche Fragestellungen ausgerichtet waren und bei denen ein bzw. zwei Parameter variiert wurden, sind die Versuche Freienwalde 172 oder Peitz 150.

Der Versuch Freienwalde 172 (Abb. 2) wurde 1878 in einem 1811 durch Saat begründeten Eichenbestand mit dem Ziel angelegt, die „Einwirkung verschiedener Grade der Niederdurchforstung auf die Güte und die Massenleistung der Eiche“ zu erfassen. Die Durchforstung in den vier Flächen variiert von schwach über mäßig bis stark und enthält als Extremvariante die Lichtung und deckt damit ein sehr breites Spektrum der Einflussgröße Durchforstungsstärke ab. Da die Fläche 1878 mit Buche unterbaut wurde und sich Hainbuche seit über 100 Jahren natürlich eingebracht hat, stehen in dem heute 207 Jahre alten Eichenbestand verstärkt Fragen zur Strukturierung und Baumartenmischung im Mittelpunkt der Untersuchungen.



Abb. 2: Die Versuchsfläche Freienwalde 172 zu den Aufnahmen 1929 und 2007



Abb. 3: Versuchsfläche Peitz zu den Aufnahmen 1933 und 2007

Der Kiefernversuch Peitz 150 (Abb. 3) sollte dazu dienen, neben der Durchforstung auch den Einfluss der Bodenbedeckung auf den durch Streunutzung degradierten Böden zu untersuchen. Bei der Anlage 1929 wurden 5 Flächen eingerichtet, die eine Staffelung der Durchforstungsstärke sowie Varianten mit und ohne Reisigdeckung berücksichtigten. Bis heute zeigt sich, dass neben der ausbleibenden Streunutzung auch die langjährige Einwirkung atmosphärischer Emissionen zum Zuwachsanstieg der Kiefer auf den schwächsten Böden Brandenburgs beitrug (NOACK 2012).

Um neben den waldbaulichen Parametern auch standörtliche Einflüsse zu berücksichtigen, werden beispielsweise

Versuchsbestände mit möglichst gleichem Bestandesaufbau entlang von Standort- oder Klimagradierten angelegt. Im Rahmen des BMBF-Projektes „Wachstum von Traubeneiche und Kiefer in Mischbeständen des nordostdeutschen Tieflands (OakChain)“ wurden beispielsweise Kiefer-Eichen-Mischbestände auf mittleren Standorten mit mäßiger Wasserversorgung untersucht. Um die Wirkung des Klimas quantifizieren zu können, erfolgte die Flächenauswahl entlang eines NW-SO-gerichteten Klimagradierten von Sachsen-Anhalt bis Ost-Polen (Abb. 4).

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Versuchsdurchführung besteht in der Notwendigkeit ausreichender Wiederholungen, um statistisch gesicherte Aussagen ableiten zu können. Dabei ist jedoch immer auch abzuwägen, welche Genauigkeit bei vertretbarem Aufwand gefordert werden kann.

Insbesondere bei Provenienz- oder Düngerversuchen erfolgt die Anlage in bis zu dreimal wiederholten Blöcken (Abb. 5). Für die Ertrags- und Durchforstungsversuche liegen in der Regel keine mehrfachen Wiederholungen in einem Waldbestand vor. Hier greift man auf Versuchsreihen, d. h. gleichzeitig angelegte Versuche auf ähnlichen Standorten mit gleichen Zielstellungen, zurück. Typische ertragskundliche Versuchsreihen wurden beispielsweise zur Untersuchung der „Wirkung von Buchenunterbau und verschiedener Durchforstung auf das Wachstum der Kiefer“ (1874: Eberswalde 134, 1886: Eberswalde 16/17, 1889: Eberswalde 138, 1929: Eberswalde 21/22) oder zur Untersuchung der „Wirkung von Durchforstung und Reisigdeckung auf das Wachstum der Kiefer“ (1929: Peitz 104 und Peitz 150) angelegt.

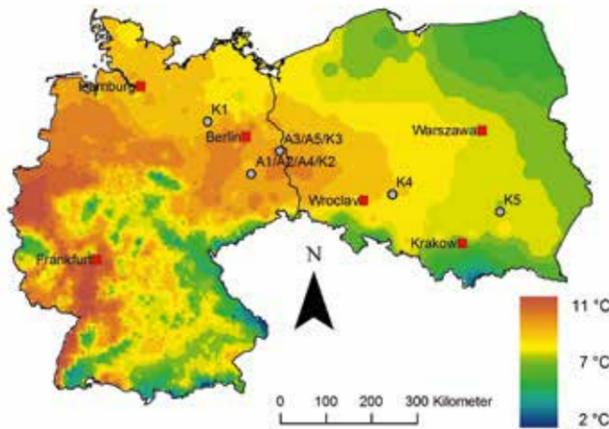


Abb. 4: Fünf Versuchsflächenstandorte entlang eines Klimagradierten (SCHRÖDER & BECK 2009)



Abb. 1 CHORIN 85 - Lageplan (2005)

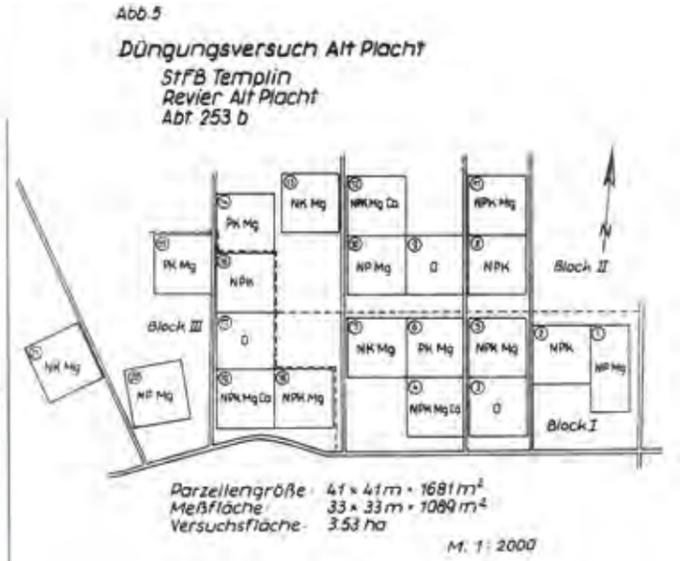


Abb. 5: Beispiele für Blockanlagen: Der Douglasien-Provenienzversuch Chorin 85 (PANKA 2000) (links) und der Düngungsversuch Alt Placht (HEINSDORF & BRANSE 2002) (rechts)

Da die Arbeitszeit eines Menschen nur einem Bruchteil der Lebenszeit heimischer Baumarten (PRETZSCH 2004, PRETZSCH et al. 2016) entspricht (Abb. 6), reichen persönliche Erfahrungen nicht aus, um die Konsequenzen des relativ kurzzeitigen waldbaulichen Wirkens zu übersehen. Daher muss die Kontinuität der Behandlung über mehrere Generationen, möglichst von der Begründung der Bestände bis zum Abtrieb bzw. dem Übergang zu einer neuen Generation, gesichert werden. Zwingende Voraussetzung dafür ist eine exakte Dokumentation der Behandlungsprogramme. Darin eingeschlossen sind eine genaue Definition der steuernden Parameter (z. B. Schlussgrad, Mischungsverhältnis, Düngemengen), eine Beschreibung der Messmethoden, aber auch eine umfassende Dokumentation aller, häufig nicht exakt messbaren Störereignisse (z. B. Insektenkalamitäten, unerwartete Witterungserscheinungen).



Abb. 6: Vergleich der Produktions- und Lebenszeiten des Menschen mit denen der Hauptbaumarten Brandenburgs

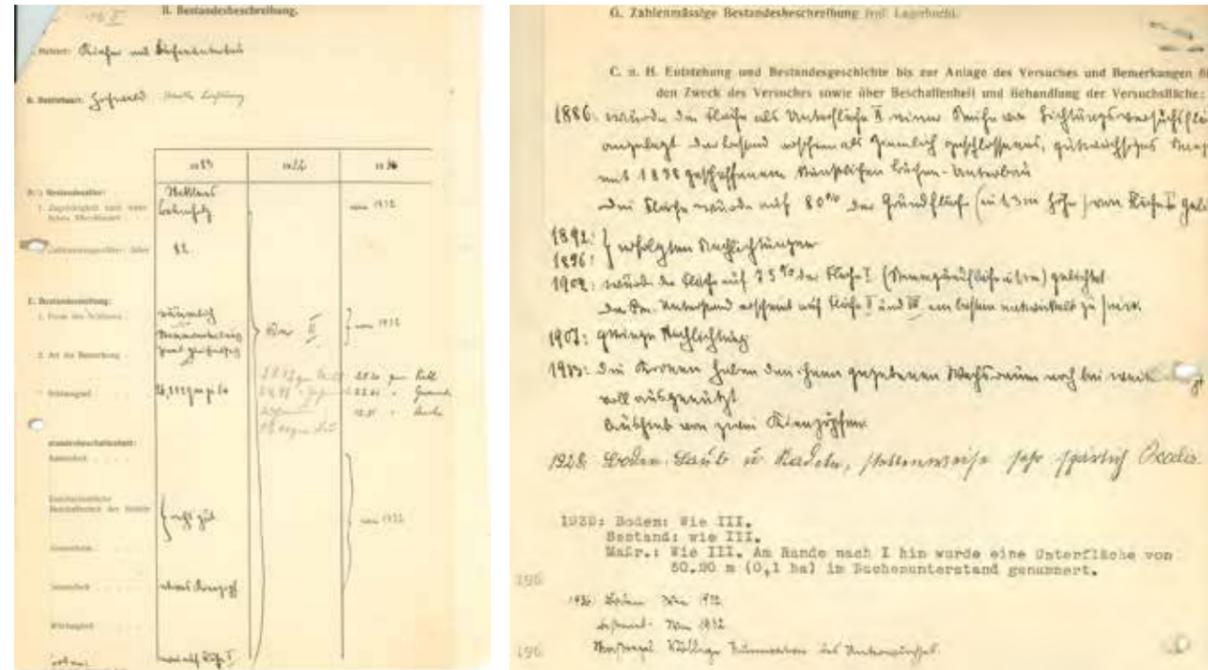


Abb. 7: Handschriftliche Aufzeichnungen zur Bestandesbeschreibung aus den Anfangsjahren des forstlichen Versuchswesens in Eberswalde

WIEDEMANN (1931) weist in seiner „Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt“ darauf hin, dass „Außer der rechnerischen Verfolgung der Bestandesentwicklung besonderes Gewicht auf alle sonstigen Faktoren zu legen“ ist, „welche künftige Auswertungen des Versuchs erleichtern können (z. B. Bodenzustand, Schaffform usw.)“. Auch ERTELD (1958) fordert eine „freie Beschreibung des Boden- und Bestandeszustandes“ zu jeder Aufnahme, um auch nicht gemessene Veränderungen in die Analysen einbeziehen zu können. Schon mit Anlage der ersten Versuchsflächen wurde dem mit großer Sorgfalt nachgekommen (Abb. 7).

Neben den Messwerten sind diese Informationen von besonderem Wert, um die Kenntnisse über ungewollte Einflüsse über Generationen zu bewahren. Die über Jahrzehnte mit sehr großem Aufwand und besonderer Sorgfalt geführten Versuche werden dadurch besonders wertvoll. Leider gelingt uns diese Sorgfalt heute eher selten, was häufig der Kurzfristigkeit der Fragestellungen, eines sofortigen Handlungsbedarfs (NAGEL et al. 2012), aber auch mehrerer Umstrukturierungen im Forstbereich, die mit gravierenden Arbeitskräfteeinsparungen verbunden waren, geschuldet ist.

4 Innovation ...

Grund für die Anlage neuer Versuche sind immer aktuelle Erfordernisse und Fragestellungen. Ausgangspunkt für die Etablierung erster forstlicher Versuche, der Ertragsversuche (Abb. 8), in den 70er Jahren des 19. Jh. war der steigende Holzbedarf und die damit verbundene Notwendigkeit einer planbaren Bereitstellung von Holz. Etwa zur gleichen Zeit wurde schon begonnen, erste Durchforstungsversuche anzulegen, um den Einfluss waldbaulichen

Handelns abschätzen zu können. Dabei wurde die Wirkung von Durchforstungseingriffen verschiedener Art und Stärke auf den Ertrag zunächst hauptsächlich in Reinbeständen verglichen. Mischbestandsversuche wie z. B. Eberswalde 21/22 fanden erst zu Beginn des 20. Jh. stärkere Beachtung.

Die Großkahlfächenwirtschaft des 19. Jh. erforderte für die Wiederaufforstung große Saatgutmengen, die häufig ungeachtet der Herkunft verwendet wurden. Schlechte Schaffformen mit der Aussicht auf geringe Nutzholzmengen waren Anlass, die Eigenschaften von Kiefernherkünften aus den verschiedenen Wuchsgebieten mit Hilfe von Anbauversuchen zu vergleichen (ERTELD 1955). Einer der ersten Versuche dieser Art ist der internationale Kiefernprovenienzversuch Chorin 85, an dem darüber hinaus die Länder Bayern, Belgien, Hessen, Österreich, Russland, Sachsen, Schweden, Thüringen teilnahmen. Weitere Versuche entstanden 1933 für die Douglasie (Freienwalde 171) oder 1940 für die Kiefer (Finowtal 145).

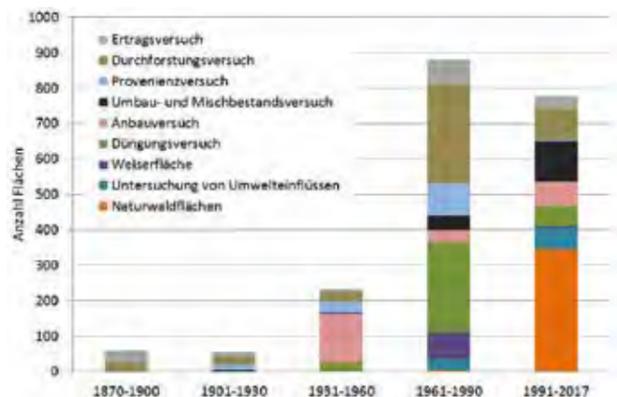


Abb. 8: Anzahl von Neuanlagen nach Versuchsziel



Abb. 9: Versuchsfläche Eberswalde 16/17 zu den Aufnahmen 1936 (links) und 2003 (rechts)

Da zum Ende des 19. Jh. die heimischen Wälder noch durch Übernutzungserscheinungen geprägt waren, versuchte man mit Beginn des 20. Jh. mit der Anlage von Anbauversuchen, die Vorzüge ausländischer Baumarten insbesondere bzgl. der Wuchsleistung und Holzqualität zu untersuchen. Bis heute spielen Anbauversuche eine bedeutende Rolle im langfristigen Versuchswesen, insbesondere auch bei Fragen zu Alternativbaumarten im Klimawandel bzw. zur Resistenz gegenüber biotischen und abiotischen Schäden. Auch die Anlage erster Düngungsversuche zielte auf eine Erhöhung der Ertragsleistungen durch die Verbesserung der Nährstoffsituation auf den durch langfristige Streunutzung verarmten Standorten. Heute können die aus ihnen gewonnenen Erkenntnisse dazu beitragen, Nährstoffmangelerscheinungen und Bodenversauerung aufgrund von Fehlnutzungen oder Luftverunreinigungen entgegen zu wirken.

Verbunden mit der Entwicklung erster Ertragstabellen in der 2. Hälfte des 20. Jh. wurde ein Netz von Weiserflächen zur Überprüfung der verwendeten Wachstumsfunktionen angelegt. In den letzten Jahrzehnten standen dagegen Fragen zur Wirkung von Umwelteinflüssen, der Stabilität und Naturnähe sowie der Möglichkeiten des Umbaus von Reinbeständen in strukturreichere Mischbestände im Mittelpunkt forstlicher Forschung, die vermehrt zur Einrichtung von Umbau- und Mischbestandsversuchen, Naturwaldflächen und Dauerbeobachtungsflächen der Umweltkontrolle führten.

Aufgrund der Vielzahl neuer Fragestellungen ist es nicht immer möglich, jeweils neue Versuche anzulegen. Daher

wird vor jeder Neuanlage geprüft, ob eventuell vorhandene Versuche zur Beantwortung der Fragen geeignet sind. Mitunter können alte Flächen herangezogen werden, gegebenenfalls sind Messungen zusätzlicher Parameter notwendig.

So gewinnt der 1886 mit dem Ziel des „Vergleichs verschieden starker Auflichtung im Kiefernbestand guter Ertragsklasse“ angelegte Versuch Eberswalde 16/17 (Abb. 9) durch seinen ursprünglich zum Massenausgleich ergänzten Buchenunterbau immer wieder an Aktualität. Während zunächst die Ertragsleistung der Kiefer Schwerpunkt forstlicher Analysen war (WIEDEMANN 1935, ERTELD 1951, 1954, 1959, 1961, ERTELD & HENGST 1966), gewann später der Einfluss der Buchenunterbaus auf das Wachstum der Kiefer aber auch auf die Veränderung der Bodenflora an Bedeutung (ERTELD 1953, DITTMAR 1964). Heute steht der Zuwachs- und Ertragsleistung der aus Unterbau unter Kiefer hervorgegangenen Buche im Zusammenhang mit Fragen des Waldumbaus (DITTMAR & KNAPP 1986, LOCKOW 1998) und den Folgen des Klimawandels im Mittelpunkt der Untersuchungen (KOLLAS 2007). Aber auch in Analysen zur Kronendimension der Kiefer (TOMA 1940) und zu Auswirkungen von Sturmschäden (DITTMAR 1974) wurden die Daten der Flächen mit einbezogen.



Abb. 10: Untersuchungen auf der Versuchsfläche „Fünfeichen 57“: Level-II-Messprogramm (oben links), phänologische Beobachtungen (Mitte links), Biodiversitätsaufnahmen (unten links), Kronenansprachen (Mitte), Wachstumsanalysen (oben rechts), Aufnahme der Bestandesstruktur (Mitte rechts), Modellierung (unten rechts)

Zunehmend versucht man aus Effektivitätsgründen, aber auch mit dem Ziel, komplexere interdisziplinäre Zusammenhänge aufdecken zu können, auf ausgewählten Flächen Messungen mit verschiedenen Zielen zu bündeln und auszuwerten. Einerseits arbeiten verschiedenste Akteure auf gemeinsamen Flächen. Andererseits werden einzelne Flächen für verschiedene Projekte verwendet, die Flächen auch immer wieder durch spezielle Untersuchungen ergänzt.

Beispielsweise werden auf der ursprünglich für das Brandenburger Level II Programm angelegte Eichenfläche Fünfeichen 57 Untersuchungen für verschiedene Projekte durchgeführt (MLUL 2016). Im Rahmen des Projektes „Eichensterben“ wurden auf dieser Fläche Vitalitätsuntersuchungen, phänologische Beobachtungen sowie genetische und Biomarker-Analysen durchgeführt. Darüber hinaus ergänzte die Fläche eine Versuchsreihe zur Untersuchung der Biodiversität in verschiedenen strukturierten Eichenbeständen.

Das OakChain-Projekt (ELMER et al. 2009) konzentrierte sich neben der Vitalität und der Qualität der Eichen besonders auch auf das Wachstum und den Zuwachs. Diese Daten fließen schließlich in Wachstumsmodelle ein (Abb. 10).

Eine wichtige Voraussetzung für die Beantwortung zunehmend komplexerer Fragestellungen und interdisziplinärer Auswertung der Versuchsflächen ist die schnelle und digitale Verfügbarkeit der Daten (DEGENHARDT & HASS 2014). Gleichzeitig sind aktuelle, systematische Datenübersichten auch eine wichtige Grundlage für die Zusammenarbeit mit der Forstpraxis und der Forstpolitik sowie für zukünftige Forschungsk Kooperationen.

Auf Grund der Komplexität und Vielfältigkeit der Fragestellungen und Messmethoden sind die erhobenen Daten und Analysen in verschiedenen Fachdatenbanken abgelegt. Um sie den an den Untersuchungen beteiligten Fachteams, aber auch den unterschiedlichsten potentiellen Nutzern über zentrale Datenbanksysteme zur Verfügung stellen zu können, werden viele Metainformationen wie allgemein beschreibende Informationen zu den Versuchsflächen aber auch zu den auf ihnen erhobenen Daten in einer Metadatenbank zusammengefasst. Dazu gehören beispielsweise die Art der Messungen, die Zeitpunkte der Untersuchung, den Ort bzw. die Art der Ablage der Messreihen sowie den jeweiligen Ansprechpartner. Ohne jeden Messwert digital verfügbar zu machen, kann somit dennoch eine schnelle Abfrage darüber garantiert werden, wer wann welche Daten auf den Versuchsflächen erhoben hat und wo diese abgelegt sind.

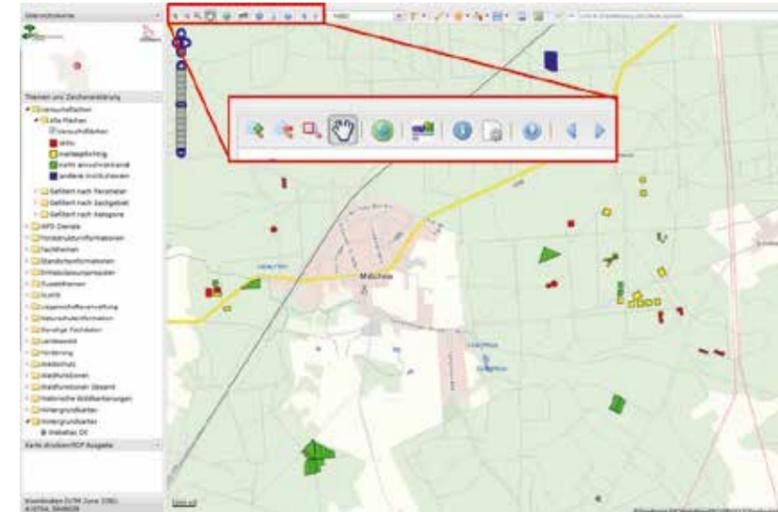


Abb. 11: Aufruf der Versuchsflächen im Geoportal Forst Brandenburg

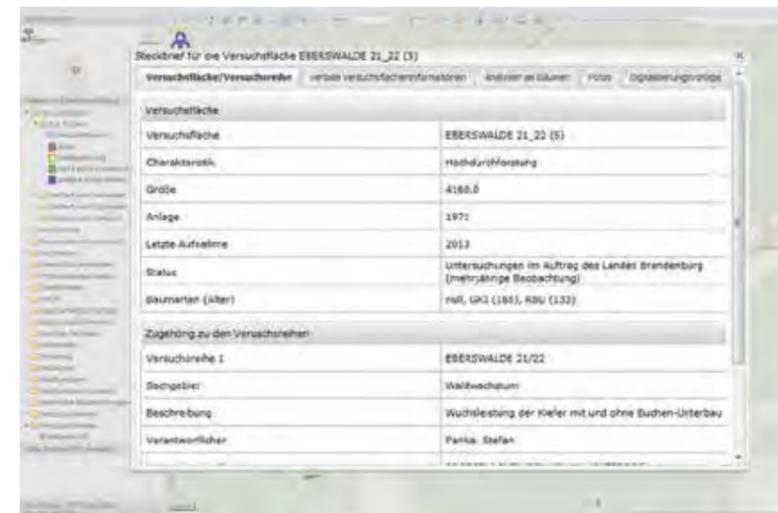


Abb. 12: Steckbrief mit allgemeinen Informationen zur Versuchsfläche

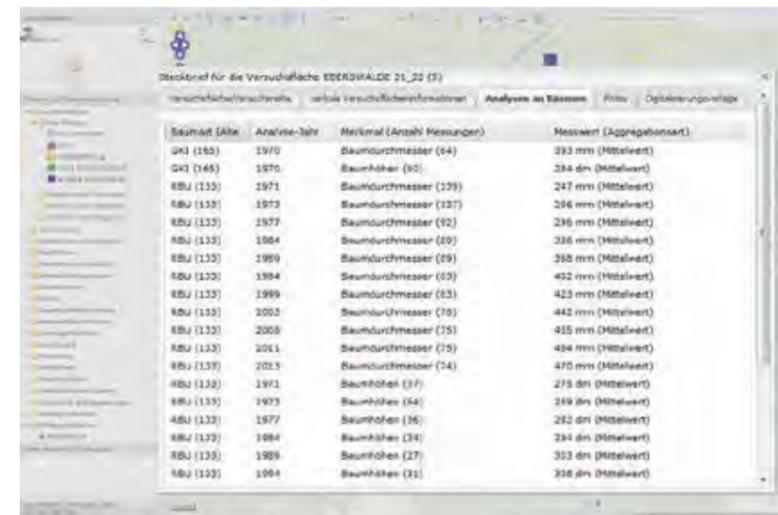


Abb. 13: Informationen zu den auf der Fläche durchgeführten Analysen

Mit der Digitalisierung und Georeferenzierung der zu den Versuchsflächen vorliegenden Lageinformationen werden diese Daten über das Geoportal des Landesbetriebs Forst Brandenburg allen interessierten Nutzern internetweit in einfacher Weise zur Verfügung gestellt (<http://www.brandenburg-forst.de/LFB/client/>; Abb. 11). Im Intranet des LFE (<http://lfebs038.forst.lvnbb.de/LFB/client/>) steht eine Version zur Verfügung, die durch weitere Karten und interne Sachdaten ergänzt ist. Damit ist ein Instrument geschaffen, mit dem Versuchsflächeninformationen kontinuierlich und umfassend bereitgestellt werden können.

Insbesondere lassen sich Versuchs- und Forschungsziele sowie abgeleitete Ergebnisse transparent über „Steckbriefe“ darstellen. Diese Steckbriefe gliedern sich in Abhängigkeit vom vorhandenen Datenumfang in maximal sechs Teilbereiche. Beim Öffnen eines Steckbriefes zu einer ausgewählten Fläche werden in einem zunächst allgemeine Informationen zur Versuchsfläche (Abb. 12), wie die Bezeichnung, Beschreibungen und Charakteristiken, die Größe, das Anlagejahr, der Status, die Baumarten, aber auch das Sachgebiet sowie der Verantwortliche als Ansprechpartner aufgelistet. Daneben können in einem weiteren Teilbereich verbale Angaben zu den Versuchsflächen, die beispielsweise als Bestandesbeschreibungen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen notiert wurden, eingesehen werden. Die Berichtseite „Analysen im Bestand“ enthält eine Auflistung aller für die jeweilige Versuchsfläche vorgenommenen Untersuchungen wie beispielsweise Messungen zur Witterung, zum Wasserhaushalt, zum Boden oder zum Streufall. Zusammengefasst sind die Analysen je Jahr. Dazu werden die gemessenen Merkmale, die Anzahl der Messungen und Messwertaggregationen dargestellt. Ähnlich aufgebaut ist die Seite „Analysen an Bäumen“ (Abb. 13), auf der die für Einzelbäume erfassten Messungen dargestellt werden. Gegliedert nach dem Analysejahr und den untersuchten Baumarten werden die erfassten Merkmale, die Anzahl der zugehörigen Messungen sowie ein aggregierter Messwert aufgelistet.

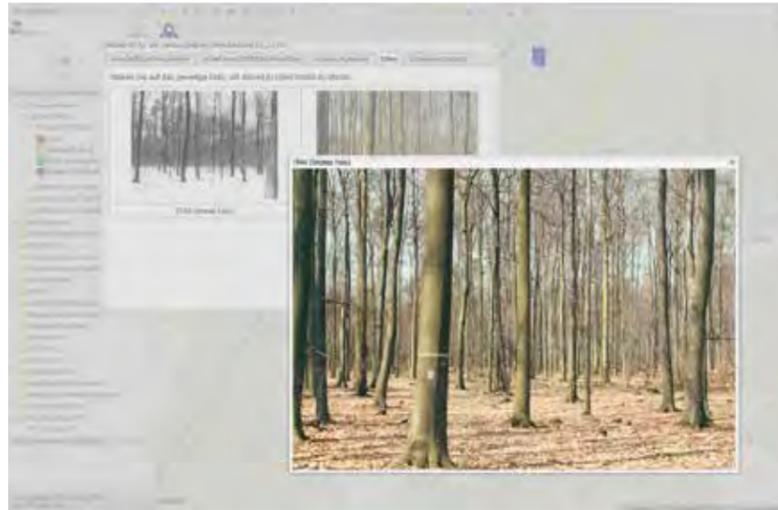


Abb. 14: Darstellung von Versuchsflächenfotos

Auf zwei weiteren Seiten des Steckbriefes lassen sich Versuchsflächenfotos (Abb. 14) und Lageskizzen anzeigen.

Die überall und jederzeit verfügbare Flächenübersicht vereinfacht die Kommunikation mit den Partnern in der Praxis, der Forschung und Politik. Es erleichtert einerseits die Recherche nach fachbezogenen Daten und ermöglicht andererseits die Nachfrage nach den zu den Versuchsflächen detailliert vorliegenden Messreihen.

Mit der Bereitstellung von Versuchsflächendaten auch für externe Nutzer kann das Portal dazu beitragen, Synergien zwischen einzelnen Sachgebieten, Behörden bzw. Institutionen aufzuzeigen, Forschungsaufgaben besser zu koordinieren sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu fördern.

Durch die einfache Verknüpfung aller Versuchsflächeninformationen wird diese Datenbank insbesondere zur Suche nach passenden Daten und Flächen bei neuen Aufgabenstellungen bzw. Forschungsprojekten eingesetzt, so dass oft aufwändige Neuanlagen und Wiederholungsaufnahmen weitgehend vermieden werden können. Darüber hinaus stehen die Dienste zu den Versuchsflächen unter folgender Serveradresse http://www.brandenburg-forst.de:8080/geoserver/Versuchsflaechen_LFE/wms? zur Verfügung. Sie können in alle, die OGC-Norm unterstützenden kommerziellen und Open-Source GIS-Desktop oder GIS-Mobilsysteme eingebunden und für individuelle Fragestellungen oder Druckausgaben verwendet werden. Die Beschreibungen der erstellten Geodatensätze und Geodatendienste (Metadaten gemäß Artikel 3 Nr. 6 der INSPIRE-Richtlinie) sind im MetaVer, dem Metadatenverbund der Länder Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland und Sachsen-Anhalt, erfasst und darüber nutzbar.

5 ... und Machbarkeit

Aktuelle Fragestellungen machen es immer wieder erforderlich, neue Versuche zu konzipieren bzw. vorhandene Versuche durch neue Flächen zu ergänzen. Nicht immer ist man aus Kapazitäts- oder auch Zeitgründen jedoch in der Lage, neue Versuchsflächen anzulegen. Bei besonderer Relevanz und Kurzfristigkeit der Fragestellungen muss

daher mitunter auch auf alternative Versuchsmethoden zurückgegriffen werden.

Mit Hilfe von Wuchsreihen wird beispielsweise versucht, die zeitliche Entwicklung durch einmalige Aufnahmen von verschiedenen Entwicklungsphasen eines Bestandstyps näherungsweise zu ersetzen. Damit lässt sich die Beobachtungszeit erheblich verkürzen und der Beobachtungsaufwand verringern. Diese Methode geht jedoch von der Annahme aus, dass alle Bestände gleichen Wuchsbedingungen und Behandlungen ausgesetzt waren, was meist nicht gesichert werden kann und in der Regel nicht überprüfbar ist.

Eine Verringerung des Messaufwandes lässt sich ebenfalls erreichen, wenn man sich auf die Vermessung von Einzelbäumen beschränkt. Dadurch können einzelne Baumparame-ter mit einer hohen Genauigkeit bestimmt werden. Fragestellungen, die auf das gesamte Bestandesgefüge und die Konkurrenzsituationen abzielen, lassen sich damit jedoch nicht beantworten. Beispielsweise können Jahrringanalysen sehr verlässliche retrospektive Zuwachsdaten liefern. Schlussfolgerungen für den Bestand sind aber nur dann vertretbar, wenn repräsentative Stämme ausgewählt und beprobt wurden. Die Repräsentativität lässt sich aber nur für den Zeitpunkt der Entnahme, nicht aber für die zurückliegende Entwicklung sicher belegen.

In den letzten Jahrzehnten haben sich eine Vielzahl von Monitoring- und Inventurverfahren entwickelt, die zielgerichtet ausgewählte Variablen erfassen, um den Waldzustand für größere Regionen statistisch gesichert abzubilden. Durch die repräsentative Verteilung der Stichprobenpunkte werden häufiger mittlere Verhältnisse getroffen. Die für die Modellierung wichtigen Extrembereiche sind dagegen eher selten, so dass sie nur bedingt Versuchsflächendaten ersetzen können. Darüber hinaus sind die Beprobungsflächen an den Monitoring- und Inventurpunkten im Vergleich zu Versuchsflächen verhältnismäßig klein und erlauben daher kaum Aussagen zur jeweiligen Konkurrenzsituation. Außerdem bleibt die Wirkung aktiver und passiver Einflüsse auf die Bestandesdynamik weitgehend unberücksichtigt, so dass die Daten nicht für die Ableitung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen geeignet sind. Sie können gegebenenfalls die Versuchsflächendaten ergänzen und dazu beitragen, die von Versuchsflächen abgeleiteten Ergebnisse auf die Fläche zu übertragen (NAGEL et al. 2012).

Auch die in den letzten Jahren immer präziser arbeitenden Modelle können dazu beitragen, sich Fragestellungen mit Hilfe von Szenarienanalysen schneller zu nähern. Modelle können aber die Prozesse entsprechend des jeweiligen Abstraktionsgrades immer nur vereinfacht wiedergeben und müssen daher kontinuierlich, auch wieder an den Versuchsflächen überprüft und angepasst werden.

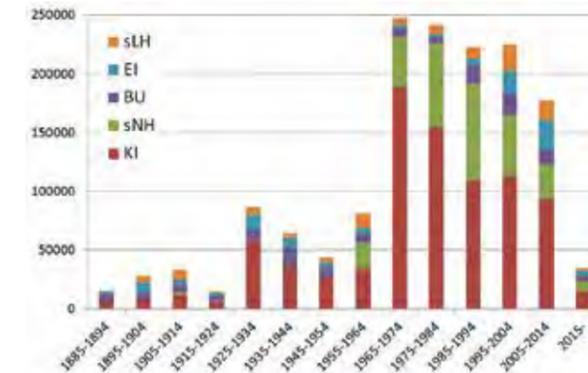


Abb. 15: Anzahl der Durchmessermessungen in den Dekaden seit 1885 (KI = Kiefer, sNH = sonstiges Nadelholz, BU = Buche, EI = Eiche, sLH = sonstiges Laubholz)

Unterdessen wird es mit zunehmender Rationalisierung der Forstwirtschaft und der damit verbundenen Einsparung von Arbeitskräften zunehmend schwieriger, alle vorhandenen und neuen Versuche in gleichbleibender Qualität und Intensität zu messen und zu pflegen. In einzelnen Fällen ist man gezwungen, sich für die Aufgabe von Versuchen oder einzelnen Flächen zu entscheiden, um Platz für Neuanlagen zu schaffen.

Betrachtet man die Anzahl von Durchmessermessungen in den Dekaden seit 1885, dann fällt auf, dass gerade in den 1960-er Jahren außerordentlich viele Versuchsflächenaufnahmen erfolgten, was einerseits auf einen Nachholbedarf aus den Kriegs- und Nachkriegsjahren zurückzuführen ist, aber auch aus einer großen Zahl von Neuanlagen insbesondere in Beständen mit Kiefer, der sogenannten "Brotbaumart" des Nordostdeutschen Tieflandes, resultiert (s. auch Abb. 15). In den Folgejahren hat die Zahl der Messungen wieder geringfügig abgenommen, was hauptsächlich aus der Aufgabe einiger Ertrags- und Durchforstungsversuche resultiert (Abb. 16).

Der Durchmesser ist zwar eine Größe, die seit Beginn des Versuchswesens und auf fast allen Versuchsflächen immer noch erhoben wird, jedoch sind heutige Versuchsanlagen wesentlich komplexer. Je nach aktueller Zielstellung werden modernste Untersuchungsmethoden und Messtechniken eingesetzt. Fast standardmäßig erfolgt die Erfassung der Stammfußkoordinaten der Bäume mit Lasermessgeräten, über elektronischen Sensoren werden Parameter des Energie- und Stoffhaushaltes kontinuierlich gemessen, verschieden Fernerkundungsverfahren helfen, die Struktur von Beständen zu erfassen. Damit verbunden ist ein höherer Bearbeitungs- und Wartungsaufwand auf der Fläche, aber auch ein kontinuierlich steigender Aufwand bei der Aufbereitung und Analyse der Daten.

Um alle Arbeiten in der notwendigen Qualität zu bewältigen, ist man gezwungen, Partner zu suchen und Kooperationen zu schließen. Wichtige Partner sind vor allem Versuchs-

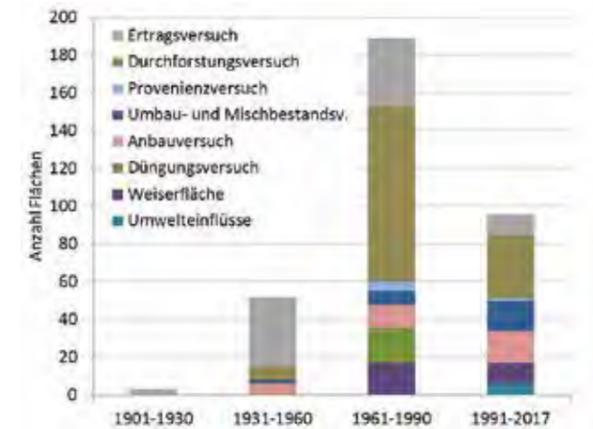


Abb. 16: Verteilung der aufgegebenen Versuchsflächen entsprechend der einzelnen Versuchsziele

anstalten und Forstverwaltungen anderer Bundesländer sowie wissenschaftliche Einrichtungen, Hochschulen und Universitäten der Region. Über einen länderübergreifenden Daten- und Erfahrungsaustausch lassen sich Versuchsreihen ergänzen, insbesondere größere Regionen abdecken und dadurch sowohl gesicherte Erkenntnisse ableiten als auch die Zahl der eigenen Versuchsflächen beschränken. Darüber hinaus ermöglichen länder- und institutsübergreifende Projekte einerseits die gemeinsame Anlage und Auswertung von Versuchen, stellen meist aber auch Gelder für Messtechnik und Ausstattung und vor allem zusätzliche, wenn auch nur befristete Arbeitskräfte zur Verfügung. Mit Unterstützung von Praktikanten und durch die Betreuung von Abschlussarbeiten von Bachelor- oder Masterstudenten sowie Doktoranden können ebenfalls ergänzende Versuchsflächenaufnahmen abgesichert bzw. aktuelle Fragestellungen umfassender bearbeitet werden.

Wichtigster Partner bei der Versuchsflächenarbeit ist jedoch die forstliche Praxis, insbesondere die Kollegen im Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB). Der Großteil der aktiven Versuchsflächen des LFE (Abb. 17, roter Anteil der Balken) liegt im Landeswald, aus historischen Gründen häufig auch in den an Eberswalde angrenzenden Oberförstereien. Um trotz erheblicher Einsparungen im Landesbetrieb den Schutz und die Betreuung der Versuchsflächen gewährleisten zu können, sind die Formen der Zusammenarbeit immer wieder zu überdenken und neu auszurichten. Beispielsweise regelt die 2017 überarbeitete „Betriebliche Anweisung über die Anlage, Betreuung und Bewirtschaftung von forstlichen Versuchsflächen im Landesbetrieb Forst Brandenburg“ noch klarer die Aufgaben und Termine der einzelnen Akteure auf den Flächen, der Landeswaldoberförstereien, der Oberförstereien mit hoheitlichen Aufgaben sowie des LFE. Während die Einhaltung der Regeln eine sichere Basis der Zusammenarbeit bildet, können Motivation und Vertrauen nicht unwesentlich zur Effizienzsteigerung beitragen.

Daher erscheint es dringend erforderlich, die Anforderungen und Probleme der forstlichen Praxis bei der Anlage und Auswertung der Versuchsflächen noch stärker zu berücksichtigen. Häufig konzentriert sich die Bearbeitung der Versuchsflächen und die Analyse der Daten zu stark auf die Ableitung theoretischer Modelle und Gesetzmäßigkeiten. Durch eine wirksamere, vor allem praxisbezogene

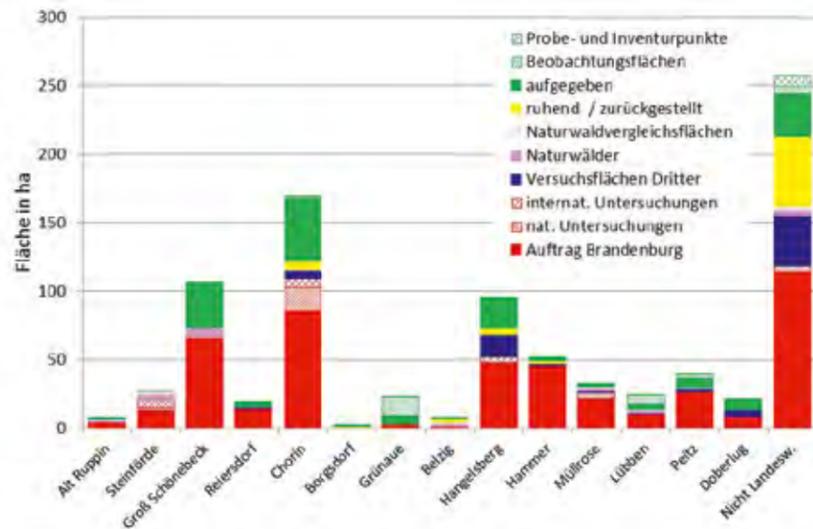


Abb. 17: Fläche in ha nach Landeswaldoberförstereien

Kommunikation sollte es gelingen, die örtlichen Bewirtschafter für die wissenschaftlichen Versuchsergebnisse zu interessieren. Viel häufiger könnten Versuche in die Waldbauberatung oder als Demonstrations- und Schulungsobjekte in die Lehre, Aus- und Weiterbildung einbezogen werden. Nicht zuletzt sollten auch die Erfahrungen und speziellen örtlichen Kenntnisse der Praktiker in die Versuchsflächenarbeit stärker berücksichtigt werden. Gemeinsame Versuchsanlagen tragen zur gegenseitigen Akzeptanz, zum Verständnis, zur Kommunikation und nicht zuletzt zur Motivation aller Beteiligten bei. Beispielgebend hierfür ist der 2014 angelegte Eichen-Durchforstungsversuch Hubertusstock 19, der das LFE, die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) und die forstliche Praxis in einem Bestand vereint. Beachtenswert sind vergleichende Untersuchungen zum Wachstum sowie zur Vitalitäts- und Qualitätsentwicklung von Trauben-Eichen bei vier verschiedenen waldbaulichen Behandlungsstrategien, wobei neben der Nullvariante ohne Behandlung der Leiter des Reviers Hubertusstock, Herr Hamann, die praxisnahe Variante entsprechend der Brandenburger Waldbaurichtlinie „Grüner Ordner“, das LFE eine starke Freistellung und Kronenpflege und die HNEE eine Auslesedurchforstung betreuen. Daneben kann eine regelmäßige kritische Überprüfung des Flächenpools mit dem Ziel der Aufgabe einzelner Versuche oder Flächen, die an ihrer Bedeutung aus verschiedensten Gründen verloren haben, wesentlich zur Verringerung der Arbeitsbelastung und damit auch zu Akzeptanz beitragen. Über die Aufgabe von Flächen sollte nachgedacht werden, wenn das Versuchsziel erfüllt ist, nicht mehr aktuell oder durch unkontrollierte Störungen nicht mehr erreichbar ist. Auch Mängel im Versuchskonzept oder bei der Versuchsdurchführung können zu dieser Entscheidung führen. Die Aufgabe von Flächen bietet letztlich die Möglichkeit einer Neuausrichtung des Versuchsflächennetzes auf aktuell drängende und auch zukünftige Fragestellungen. Durch eine kontinuierliche und umfassende Bereitstellung der Versuchsflächendaten und -ergebnisse sowie der transparenten Darstellung der Aufgaben- und Zielstellungen sollte es gelingen, alle Beteiligten noch stärker für die Versuchsflächenarbeit zu sensibilisieren. Mit dem Geportal Forst Brandenburg ist dafür eine wichtige Plattform geschaffen worden.

Literatur

- BETRIEBSANWEISUNG (2017) des LFB „über die Anlage, Betreuung und Bewirtschaftung von forstlichen Versuchsflächen im Landesbetrieb Forst Brandenburg“. Intern.
- DANCKELMANN, B. (1869): Über die Organisation des forstlichen Versuchswesens. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, 1: 438-448.
- DEGENHARDT, A. (2005): Datenmanagement im forstlichen Versuchswesen. Sektion Forstliche Biometrie und Informatik des DVFFA, Tagungsbericht: 34-39.
- DEGENHARDT, A., HASS, T. (2014): Von ertragskundlichen Versuchen zur interdisziplinären Waldforschung. In: Beiträge zum 9. Eberswalder Winterkolloquium, Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, 45: 88-96.
- DITTMAR, O. (1964): Der Buchenunterbau in ertragskundlicher Sicht. Sozialistische Forstwirtschaft 12: 357-361.
- DITTMAR, O. (1974): Quantifizierung von Sturmschäden und Hinweise für die Weiterbehandlung sturmgeschädigter Bestockungen aus ertragskundlicher Sicht am Beispiel von zwei Revieren im StFB Kyritz. Sozialistische Forstwirtschaft 8: 6-10.
- DITTMAR, O. (1988): Können wir uns eine Verbandserweiterung bei der Kiefer leisten? Beiträge für die Forstwirtschaft, 1: 16-21.
- DITTMAR, O. (1991A): Die langfristige Kiefernversuchsfläche Finowtal 145: WAGNERscher Lichtwuchsbetrieb, AFZ/Der Wald, 11: 403.
- DITTMAR, O. (1991B): Zur Z-Baum-Entwicklung in langfristigen Kiefern-Durchforstungsflächen des nordostdeutschen Tieflandes. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 7: 121-125.
- DITTMAR, O. (2001): Langfristige Versuchsflächenarbeit, Ertragsforschung und Holzmesskunde. In: Dittmar, O.; Endmann, K. J.; Hafemann, E.; Hahn, R.; Kohlstock, N.; Lockow, K.-W.; Schwartz, E.; Wudowenz, R.; Höppner, K.; Adam Schwappach – Ein Forstwissenschaftler und sein Erbe. Nimrod-Verlag, Hanstedt, S. 143-167.

DITTMAR, O.; KNAPP, E. (1986): Zur Zuwachsleistung ehemaligen Buchenunterbaus nach Räumung des Kiefernoberstandes. Sozialistische Forstwirtschaft 7: 210-215.

ELMER, M.; KÄTZEL, R.; BENS, O.; BUES, C.-T.; SONNTAG, H., HÜTTL, R. F. [HRSG.] (2009): Nachhaltige Bewirtschaftung von Eichen-Kiefern-Mischbeständen im Spannungsfeld von Klimawandel, Waldumbau und internationalem Holzmarkt. Oekom-Verlag, München.

ERTELD, W. (1951): Die langfristigen forstlichen Versuchsflächen/ Ermittlung der höchsten Massenertragsleistung der einzelnen Holzarten auf verschiedenen Standorten im Wege der Wiederaufnahmen sämtlicher forstlicher Versuchsflächen. Institut für Forstwissenschaften Eberswalde.

ERTELD, W. (1953): Die Einwirkung des Buchenunterbaus auf die Ertragsleistung von Kiefernbeständen. Archiv für Forstwesen 2/3: 97-114.

ERTELD, W. (1954): Ertragskundliche Merkmale einiger norddeutscher Kiefernwaldgebiete, Archiv für Forstwesen 5/6: 432-440.

ERTELD 1955: Die langfristigen forstlichen Versuchsflächen. Forschungsbericht IFE, 158 S.

ERTELD, W. (1958): Richtlinien für die Anlage und Bearbeitung von langfristigen waldbaulich-ertragskundlichen Versuchsflächen des IFE.

ERTELD, W. (1959): Neue ertragskundliche Ergebnisse der Forschung auf langfristigen forstlichen Versuchsflächen. Forst und Jagd 10: 1-5.

ERTELD, W. (1961): Die Zuwachsleistung der Kiefer im Lichte neuerer Untersuchungen. Archiv für Forstwesen 4/6: 383-398.

ERTELD, W.; HENGST, E. (1966): Waldertragslehre. Radebeul 1966.

GEROLD, D. (2011): Sächsische Ertragsversuche - Auslaufmodell oder Erkenntnisquelle? Sektion Ertragskunde, Cottbus, 06.-08.06.2011, Tagungsbericht: 92-101.

HEINSDORF, D.; BRANSE, C. (2002): Entwicklung der Nährlementgehalte in den Nadeln von Kiefernbeständen auf charakteristischen pleistozänen Standorten Brandenburgs in den Jahren 1964 bis 1999. Forst und Holz 57: 421-428.

LOCKOW, K.-W. (1988): Langfristige Versuchsflächen Eberswalde. Der Kiefern-Lichtungsversuch mit Buchenunterbau Schönholz 16. Beitr. Forstwirtschaft. U. Landsch.ökol. 4: 145-154.

LOCKOW, K.-W. (1999): Konzept zur Sicherung eines abgestimmten Vorgehens der Fachabteilungen der Landesforstanstalt Eberswalde bei der Anlage, Betreuung und Nutzung wissenschaftlicher Versuchsflächen. Intern.

LOCKOW, K.-W. (2001): Aktuelle Versuchsflächen SCHWAPPACHS - Lanzeitergebnisse und Schlussfolgerungen für den Waldumbau im nordostdeutschen Tiefland. Beiträge für die Forstwirtschaft 3: 123-137.

LEDERMANN, T. [HRSG.] (2016): Dauerversuche - wertvolles Erbe oder schwere Last? BFW-Berichte 153, 68 S.

KOLLAS, CH. (2007): Klimafolgenforschung in Brandenburgs Forst - Regionalstudie zu angepassten Waldbausystemen im Forstrevier Schönholz. Magisterarbeit. Berlin.

MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHE ENTWICKLUNG, UMWELT UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES BRANDENBURG (MLUL) (2016): 30 Jahre forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 63, 263 S.

NAGEL, J.; SPELLMANN, H.; PRETZSCH, H. (2012): Zum Informationspotenzial langfristiger forstlicher Versuchsflächen und periodischer Waldinventuren für die waldwachstumskundliche Forschung. Allg. Forst u. Jagdztg. 183: 111-116.

NIEFNECKER, W. (1996): Vorläufiges Konzept zur Weiterführung der langfristigen Versuchsflächen der Abteilung Waldwachstum der Forstlichen Forschungsanstalt Eberswalde. Intern.

NOACK, M. (2007): Konzeption zur Weiterführung und Bearbeitung der langfristigen ertragskundlich-waldbaulichen Versuchsflächen des Fachgebietes Waldwachstum der Landesforstanstalt Eberswalde, Intern.

NOACK, M. (2012): Der langfristige Durchforstungsversuch „PEITZ 150“: Forschungsbeitrag zum Wachstum der Gemeinen Kiefer auf nährkraftschwachen Böden im Land Brandenburg unter dem Einfluss von Standortwandel und Durchforstung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 49: 56-72.

PANKA, S. (2000): Internationaler Douglasienprovenienzversuch Chorin 85 - 38 Jahre Beobachtungszeit. Sektion Ertragskunde des DVFFA, Tagungsbericht: 136-144.

PRETZSCH, H. (2004): Der Zeitfaktor in der Waldwachstumsforschung. LFW Wissen 47: 1-30.

PRETZSCH, H.; UHL, E.; NICKEL, M.; STEINACKER, L.; SCHÜTZE, G. (2016): Die lange Geschichte der ertragskundlichen Versuchsflächen in Bayern. LWF Wissen 76: 7-30.

PRETZSCH, H.; UTSCHIG, H.; BACHMANN, M. (2002): Innovation durch Kontinuität - Das Ertragskundliche Versuchswesen in Bayern. In: Beymüller, H.; Gundermann, E.; Beck, R. [Hrsg.]: 250 Jahre Bayerische Staatsforstverwaltung. Mitteilungen aus der Bayerischen Staatsforstverwaltung, Heft 51, Band II, 425-443.

SCHRÖDER, J.; BECK, W. (2009): Risikoabschätzung durch witterungsbasierte Modelle für Eiche und Kiefer in Nordostdeutschland. Sektion Ertragskunde des DVFFA, Tagungsbericht: 104-113.

SCHWAPPACH, A. (1891): Zur Methode der Massenermittlung bei forstlichen Versuchsflächenarbeiten. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, 517-529.

SCHWAPPACH, A. (1918): Die Entwicklung des forstlichen Versuchswesens. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, 49-56.

SPELLMANN, H.; WAGNER, S.; NAGEL, J., GUERICKE, M.; GRIESE, F. (1996): In der Tradition stehend, neue Wege beschreibend. Forst Und Holz 11: 363-368.

TOMA, G. T. (1940): Kronenuntersuchungen in langfristigen Kieferndurchforstungsflächen. Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 72: 305-340.

VERWALTUNGSVORSCHRIFT (1999) „über die Anlage, Betreuung und Bewirtschaftung von forstlichen Versuchsflächen durch die Landesforstverwaltung des Landes Brandenburg“. Intern.

WIEDEMANN, E. (1928): Zukunftsfragen des Preußischen Forstlichen Versuchswesens. Z. f. Forst- u. Jagdwesen, 257-272.

WIEDEMANN, E. (1931): Anweisung für die Aufnahme und Bearbeitung der Versuchsflächen der Preußischen Forstlichen Versuchsanstalt. Verlag v. J. Neumann. Neudamm 1931.

WIEDEMANN, E. (1935): Die Ergebnisse 40-jähriger Vorratspflege in den preußischen forstlichen Versuchsflächen. Forstarchiv 5/6: 65-108.

Strategische Ausrichtung des Versuchsflächenwesens im Landeswald

GERNOD BILKE, EBERHARD LUFT

Waldbau ist, richtig verstanden, die Anwendung aller Erkenntnisse den Wald und seine peripheren Wissensgebiete betreffend, zur optimalen Erfüllung der Anforderungen an den Wald. Diese Beschreibung des Fachgebietes verdeutlicht, dass sowohl die Grundlagen (Wissen) als auch die Ziele (Anforderungen) im waldbaulichen Handeln äußerst komplex sind. Dadurch dass viele Zielstellungen einander diametral entgegenstehen, sich widersprechen und häufig nur ungenau umrissen sind, wird die Schwierigkeit des Findens einer Lösung fast bis zur Tücke gesteigert.

Diese Komplexität der Materie kann durch Erfahrungswissen (Empirie) auf der Wissensseite deutlich gemindert werden. Wenn ich Rotbuchen eines jeden Alters unter definierten Standortbedingungen vital in Brandenburg vorfinde, so kann ich, ohne Kenntnis der wissenschaftlichen Grundlagen, berechtigt davon ausgehen, dass ich Rotbuchen auf diesen Standorten begründen kann und sie sich frohwüchsig entwickeln werden. Damit könnten die wissenschaftlichen Grundlagen für diese Entscheidung entbehrlich werden.

Die Empirie setzt Erfahrungstiefe, das heißt ein gesichertes Erfahrungswissen durch langfristige Begleitung, für einen konkreten Sachverhalt voraus. Außerdem muss Erfahrungswissen über eine breite Palette von Sachverhalten (Erfahrungsbreite) vorliegen, so dass mit ihm eine weite Spanne von waldbaulichen Entscheidungen, abgedeckt werden kann.

Abb. 1 stellt anhand von Kennmerkmalen die im LFB vorliegende Erfahrungstiefe und Erfahrungsbreite dar.

Merkmal	Werte	Bewertung
Arbeitszeitspanne	1969 – 2018 (49 Jahre)	Grün
Ausbildungsspanne	1969 – 1999 (30 Jahre)	Orange
Ausbildungsortvariation	Ostdeutschland	Rot
Ausbildungsgetriebene Entscheidungen	0 Jahre	Rot
Erfahrungsvariation Landeswald	seit 10 Jahren LW	Orange
Erfahrungsvariation Hoheit	revierabhängig	Orange

Abb. 1: Im LFB vorhandene Erfahrungstiefe und -breite

Aus Abb. 1 geht deutlich hervor, dass im LFB eine bemerkenswerte Erfahrungstiefe (Arbeitszeitspanne, Ausbildungsspanne) zu finden ist. Die Erfahrungsvariation ist hingegen stark begrenzt. So sind sowohl Ausbildungs- als auch Arbeitsort vorherrschend auf Nordostdeutschland begrenzt. Ausbildungsgetriebene Entscheidungen, die häufig im Kontrast zum betrieblichen Mainstream stehen und damit die Variation der Erfahrung erhöhen, finden sich auf Grund der langjährigen Betriebserfahrung, mindestens 20 Jahre, nicht mehr. Frisches forstliches Wissen wurde dem LFB über Neueinstellung in den letzten 20 Jahren nicht mehr zugeführt. Dies ist nicht nur unter dem Gesichtspunkt der fehlenden Erfahrungsvariation, sondern auch unter den Aspekten die Laurence J. Peter (L. J. PETER, R. HULL, "Das PETER-PRINZIP", 1968) für die Entwicklung von hierarchischen Verwaltungen beschrieben hat, fatal.

Hohe Erfahrungstiefe bei geringer Erfahrungsvariation beschreibt ein System, das sehr gut in bisher gegebenen Parametern (Rahmenbedingungen, Ziele) arbeiten kann, das aber nur äußerst begrenzt auf sprunghafte Veränderungen (Rahmenbedingungen, Ziele) reagieren kann. Außerdem ist es in der Regel unfähig, schleichende Veränderungen zu erkennen.

Sind solche Veränderungen der Rahmenbedingungen bzw. der Ziele zu erwarten? Ja und nicht nur das, sie finden auch kontinuierlich statt. Zu den schleichenden Veränderungen sind der Klimawandel, die Entwicklung der Waldstruktur, Veränderungen der Stoffeinträge, Substitution des Rohstoffes Holz, ein sich wandelndes Anforderungsprofil der Gesellschaft an den Wald (Ziele) und die technische Entwicklung beispielhaft zu zählen. Große Schadereignisse, politische Veränderungen, neue Schaderreger und starke Veränderungen am Holzmarkt sind Beispiele für erwartbare sprunghafte Veränderungen. Da beide Veränderungstypen die Grenzen der waldbaulichen Empirie sprengen, müssen hierfür wissenschaftsbasierte Entscheidungsgrundlagen vorbereitet und ständig aktualisiert werden.

Wie kann das geschehen? Ein Weg wäre die permanente Information aus Fachzeitschriften. Hier sind in den letzten 20 Jahren drei Entwicklungen zu vermerken, die die Wirksamkeit dieses Informationsweges stark limitieren. Zum ersten hat die Anzahl der im Nordostdeutschen Raum relevanten Fachzeitschriften in denen waldbauliche Themen behandelt werden eine deutliche Reduktion erfahren. Waren 1991 mit „Der Wald“, „AFZ“, „Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie“ und „Forst und Holz“ noch vier Fachmagazine mit jeweils deutlicher Einnischung verfügbar, ist heute nur die fusionierte „AFZ / Der Wald“ am Markt vertreten. Gleichzeitig hat die Anzahl der Artikel die aus der Landesforstverwaltung (ohne LFE) heraus veröffentlicht wurden und so eine Horizontalinformation darstellen einen dramatischen Rückgang erfahren. Wurden 1991 noch 23 Artikel von Kollegen und Kolleginnen in Fachzeitschriften veröffentlicht, so war es im Jahr 2017 nur noch ein Artikel. Eine ähnliche Entwicklung ist für alle ostdeutschen Bundesländer zu verzeichnen. Der dritte Entwicklungsstrang ist in seinem Umfang schlecht zu quantifizieren, aber in seiner Wirkung am stärksten. Im Wissenschaftsbetrieb hat sich für die Beurteilung wissenschaftlicher Publikationsleistungen der „Journal Impact Factor“ (deutsch Impact-Faktor) durchgesetzt. Dies hat dazu geführt, dass Fachartikel immer häufiger ausschließlich in renommierten englischsprachigen Zeitschriften oder Journalen veröffentlicht werden, um so weltweite Möglichkeiten des Zitierens zu ermöglichen. Damit wird der wissenschaftliche Austausch innerhalb der weltweiten Wissenschaftlergemeinschaft deutlich erleichtert, der Zugang der Forstpraxis aber merklich erschwert.

Elektronische Medien haben die Zugänglichkeit des Wissens erleichtert, setzen aber zu weiten Teilen einen Recherchewillen bzw. -ansatz voraus. Plattformen wie

„waldwissen.net“, der Versuchsanstalten und einzelner Forstverwaltungen sind beispielhaft zu nennen. Sie sind darauf angewiesen, dass sie gefüllt werden. Und der allgemeine Personalabbau macht sich hier in sinkender Qualität und Quantität bemerkbar.

Der Alternative, der Erstellung von Handlungsempfehlungen durch Modellierung, sind ebenfalls enge Grenzen gesetzt. So sind Modelle, die Werte außerhalb des bisher erfassten Wertebereichs generieren sollen, sehr fehleranfällig. Auch ist die Abbildung aller Aspekte von hochkomplexen Systemen, wie sie nun einmal Waldgesellschaften darstellen, in Modellen schwierig.

Abschließend zur Standortsbestimmung muss noch festgestellt werden, dass Brandenburg auf Grund seiner im Vergleich mit den anderen Bundesländern besonderen klimatischen Situation von vielen der beschriebenen Veränderungen besonders früh oder stark betroffen sein und auf Grund des limitierten edaphischen Standortsangebotes äußerst begrenzte Alternativoptionen (z. B. bei der Baumartenwahl) haben wird. Die Übertragbarkeit der Monitoringergebnisse oder von Handlungsoptionen aus anderen Regionen Deutschlands ist somit beschränkt.

Wir finden also eine Situation vor, bei der das erhebliche Risiko besteht, dass tradierte waldbauliche Handlungsempfehlungen ihre Gültigkeit verlieren und von außen nur geringe Impulse zu erwarten sind.

Wie kann dieser Situation begegnet werden? Es muss klar zwischen den schleichenden und sprunghaften Veränderungen unterschieden werden. Schleichende Veränderungen müssen als solche zu allererst erkannt werden. Dies bedingt ein multifaktorielles und sensitives Monitoring zur Detektion und Ursachenbestimmung. Ein permanentes Versuchsflächenwesen, das die häufigsten und die sensibelsten Wald- bzw. Forstgesellschaften in Alter und Struktur spiegelt, bietet sich hierzu an. Auch zum Erhalt der Reaktionsfähigkeit des Waldes auf rapide Veränderungen sind Versuchsflächen das Mittel der Wahl. Die Zielsetzung der Versuchsanlage ist eine andere. Es geht darum Alternativen (Baumarten, Behandlung, Aushaltung) zu testen, die bei angenommenen Veränderung wirksam werden könnten und auf diese Weise Erfahrungen zu sammeln.



Abb. 2: Versuchsflächen, auch mit fremdländischen Baumarten, sind Teil der Zukunftsstrategie des LFB

Hiermit sind zwei der Hauptstoßrichtungen des Versuchsflächenwesens im Landeswald Brandenburgs klar umrissen und generieren einen Bedarf an Versuchsflächen mit hohem Personalbedarf. Die vorhandenen Ressourcen machen aber ein wünschenswertes allumfassendes Versuchsflächenwesen unmöglich. Daher ist eine Schwerpunktsetzung zwingend. Können durch sinnvolle Zusammenfassung von Standorten, Altern und Baumarten erhebliche Reduktionen des notwendigen Umfangs vorgenommen werden, so stellen Behandlungsvarianten eine besondere Problematik dar. Bezogen auf die Dauer einer Baumgeneration wechseln sie sehr häufig. So wurden in der Landesforst Brandenburgs allein in den letzten 25 Jahren für die Kiefern 5 teilweise äußerst unterschiedliche Varianten der Jungbestandespflege vorgeschrieben. Folgt man im Versuchsflächenwesen diesen Entwicklungen, hätte sich für die Kiefer die Anzahl der Flächen ver fünfacht. Dies wäre durch keine Forstverwaltung Deutschlands leistbar.

Eine Alternative wäre die Überprägung der gleichen Versuchsfläche mit unterschiedlichen Behandlungsvarianten in Laufe ihrer Existenz. Dadurch würden die Einflussfaktoren aber nicht stabil gehalten und eine sinnvolle Auswertung wäre nicht mehr möglich. So wichtig dieser Sachverhalt für die Wissenschaft ist, so gering ist das Verständnis der forstlichen Praxis für diesen Zusammenhang. Vielmehr ist der Hauptkritikpunkt mit dem die Sinnhaftigkeit vieler Versuchsflächen in Frage gestellt wird, die Durchforstungsart. Die Niederdurchforstung, zum Zeitpunkt der Anlage vieler Versuchsflächen das gängigste Durchforstungsverfahren, ist heute waldbaulich praktisch obsolet. Trotzdem können Versuchsflächen die dauerhaft niederdurchforstet wurden gerade aus diesem Grund besonders wertvolle Ergebnisse liefern. Ein sehr gutes Beispiel liefern hierzu die Auswertung zur Anzahl und Güte von Habitatstrukturen im ehemaligen bayrischen Forstamt Fabrikschleichach auf 145-jährigen Niederdurchforstungsflächen. Diese Flächen wurden niemals zur Untersuchung naturschutzfachlicher Zusammenhänge angelegt. Die durchgängige Beibehaltung einer Durchforstungsart in klar definierten Abstufungen machte aber die Auswertung erst möglich, die klare Fingerzeige für die weitere Behandlung von Wäldern unter naturschutzfachlichen Gesichtspunkte lieferte.



Abb. 3: Die Anforderungen der Industrie an die Produkte des Waldes haben sich auch schon in der Vergangenheit stark gewandelt



Abb. 4: Forstliche Wissenschaft und forstliche Praxis – lange Tradition und lange Zukunft

Der Wert einer Versuchsfläche ist also weniger von der Nähe der gewählten Behandlungsart zur derzeitigen gängigen waldbaulichen Mode abhängig, als von der Auswertbarkeit hinsichtlich der relevanten waldbaulichen Fragestellungen.

Dieser Erkenntnis folgt die derzeit im LFB laufende Evaluierung der Versuchsflächen. Im Abgleich mit dem Leistungsvermögen, welches neben der Aufnahme und Auswertung auch die wissenschaftliche Auswertung und Veröffentlichung (!) der Ergebnisse mit umfasst, ergibt sich die definierte, begrenzte Anzahl an Versuchsflächen die im Status „aktiv“ gehalten werden können.

Bei der Neuanlage von Versuchsflächen werden die selben Maßstäbe angesetzt. Der fachliche Wert der neu anzulegenden Versuchsfläche muss höher sein als der der Versuchsfläche die durch sie aus dem Status aktiv verdrängt wird.

Welche Fragestellungen werden im Landeswald Brandenburgs priorisiert? An die erste Stelle ist das umfassende, fachübergreifende Waldmonitoring zu setzen. Veränderungstrends kann man nur strategisch begegnen, wenn sie rechtzeitig erkannt und abgeschätzt werden.

Auch die strategische Risikovorsorge nimmt einen hohen Stellenwert ein. Erkrankungen wie das Eschen- und das Ulmensterben haben gezeigt, wie schnell Veränderungen sich vollziehen können. Neue Schadorganismen, die ähnlich tiefgreifende Veränderungen im Wald hervorru-

fen können, sind bereits identifiziert und drohen jederzeit ihren Weg nach Brandenburg zu finden. Die Mittel, sie nach ihrem Eintreffen an der Ausbreitung zu hindern sind so begrenzt bzw. unbekannt, so dass eine Folgeausbreitung mit riesigen Schadensbildern äußerst wahrscheinlich erscheint. Somit ist die Kenntnis über alle Aspekte, an dieser Stelle nur grob umrissen mit Standortspektrum, Wüchsigkeit, Ausbreitungspotenzial und zielangepasster waldbaulicher Behandlung, von Alternativbaumarten zur Erhaltung der waldbaulichen Reaktionsfähigkeit unumgänglich. Aufgrund des weitgefassen Spektrums von potenziellen Baumarten erfolgt, in Abstimmung mit den anderen Bundesländern, ein Schwerpunkt auf 5 Baumarten.

Als letzter, aber nicht unwichtigster Schwerpunkt sei die permanente Überprüfung und Verfeinerung der eingesetzten waldbaulichen Methodik genannt. Wie in keinem der anderen Punkte ist der andauernde Austausch zwischen „Wissenschaft“ und „Praxis“ der wirkliche Schlüssel zum Erfolg. Hier wird im LFB ein modellhafter bidirektionaler Informationsaustausch gepflegt. Das jährliche „Winterkolloquium“, die überarbeitete Betriebsanweisung „Forstliche Versuchsflächen“ und letztlich die gelebte tägliche Zusammenarbeit sind bereiter Beleg dessen.

Haben Versuchsflächen im Landeswald eine Zukunft? Diese Frage ist klar zu beantworten. Sie haben nicht nur eine Zukunft im Landeswald, sie sind die Bedingung dafür, dass sowohl der Landeswald, wie auch der Wald aller Eigentumsarten in Brandenburg eine Zukunft hat.

Praxisnahe waldbauliche Langzeituntersuchungen als betriebliche Entscheidungshilfe – Fallbeispiel: Waldverjüngung mit Eiche

FALK STÄHR

1 Einleitung

Die waldbaulichen Versuchsanlagen am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) sind ein wesentlicher Baustein des Forstlichen Versuchswesens im Land Brandenburg. Die Versuchsziele orientieren sich an den komplexen multifunktionalen Anforderungen der Gesellschaft hinsichtlich zeitgemäßer Waldbewirtschaftung und den waldbauwirtschaftlich-waldökologischen Zielen des Landesbetriebes Forst Brandenburg (LFB). Die Einrichtung und die wissenschaftliche Bearbeitung waldbaulicher Versuchsanlagen basieren einerseits auf größtmöglicher Praxisnähe und andererseits auf einem Versuchsflächendesign, das wissenschaftliche Auswertbarkeit und somit letztendlich belastbare waldbauliche Schlussfolgerungen zulässt. Einige zentrale waldbauliche Fragestellungen, wie bspw. die Entwicklung standortspezifischer Raum-Zeit-Strukturen oder die Entwicklung neuer waldbautechnologischer Verfahren sind nicht ausschließlich auf der Grundlage von Momentaufnahmen, unechten Zeitreihen oder mathematischen Modellen bzw. Prognosen zu klären. Zielfokussierte waldökologisch-waldbauwirtschaftliche Prozessstudien, -analysen und -bewertungen sind daher ein bislang unverzichtbares Instrument wissenschaftlicher Arbeit und elementare Voraussetzung für die Entwicklung zeitgemäßer waldbaulicher Konzepte. Die Ergebnisse wissenschaftlicher Langzeituntersuchungen liefern im Landesbetrieb Forst Brandenburg folgerichtig wichtige Sachargumente bei der Weiterentwicklung von Waldbaurichtlinien („Grüner Ordner“, Autorenkollektiv 2008).

Unter den waldbaulichen Themenfeldern, die am LFE wissenschaftlich bearbeitet werden, wurde exemplarisch der Untersuchungsschwerpunkt „Waldverjüngung mit Eiche“ ausgewählt, um den Anspruch des waldbaulichen Versuchswesens, zur Entwicklung zeitgemäßer Waldbaukonzepte beizutragen, zu veranschaulichen.

2 Untersuchungsschwerpunkt: Waldverjüngung mit Eiche

2.1 Waldbauliche Zielstellung und waldbauliche Perspektive der Eiche im Land Brandenburg

Zeitgemäßer Waldbau hat den Auftrag, stabile, standortgerechte, naturnahe und produktive Wälder zu entwickeln und zu erhalten, das betriebliche Risiko zu minimieren sowie effizient und nachhaltig zu wirtschaften. Zudem sind die protektiven (z. B. naturschutzfachliche Ziele, positive Rückwirkung auf den Landschaftswasserhaushalt) und rekreativen Funktionen (z. B. hoher Erholungswert) des Waldes zu gewährleisten.

Der Umbau einschichtiger Kiefernforsten in eichendominierte Mischwälder spielt im nordostdeutschen Tiefland bei der Umsetzung dieser Zielstellung eine zentrale Rolle.

Im Gesamtwald des Landes Brandenburg beträgt die Fläche der ≥ 80 jährigen Kiefernforsten auf potenziell mit Eiche umbaufähigen Waldstandorten derzeit 106.805,31 ha. Die im Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB) angestrebte waldbauliche Zielstellung im Hinblick auf die Bewirtschaftung von Eichenwäldern („Grüner Ordner“, Autorenkollektiv 2008) fokussiert auf die Entwicklung und den Erhalt gesunder und stabiler Wälder aber auch auf die Sicherung der Wertnachhaltigkeit. Demnach soll, zumindest im landeseigenen Wald, die Waldfläche nicht nur per se mit Eiche angereichert werden. Vielmehr wird die Entwicklung einer multifunktionalen eichendominierten Folgegeneration angestrebt, die ausdrücklich auch wirtschaftliche Erwartungen erfüllt.

Die Umsetzung dieser waldbaulichen Zielstellung auf dem Weg der gelenkten Initiierung und Entwicklung einer Eichen-Folgegeneration bedarf im Einzelfall einer Berücksichtigung insbesondere folgender baumartenspezifischer Vor- und Nachteile:

Vorteile der heimischen Eiche(n):

- standortsangepasste, naturnahe Baumart im nordostdeutschen Tiefland (HOFMANN 1997, HOFMANN und POMMER 2004, 2006),
- vielfältige waldökologische Vorteilswirkungen (z. B. bodenmeliorative Effekte), naturschutzfachliche Bedeutung (entomologische, ornithologische Besiedlung),
- wichtiges Struktur- und Habitatalement, trägt zur Entwicklung einer ökosystemtypischen Biodiversität bei, bedeutungsvoll als Lebensraum für Gegenspieler biotischer Schadfaktoren (MÖLLER 2008),
- wirtschaftliche Bedeutung durch überdurchschnittliche monetäre Wertschätzung wertvoller Holzsortimente (Submissionsware).

Nachteile der heimischen Eiche(n):

- besonders mittelalte und alte Eichen (> 60 Jahre) sind derzeit von Schadfaktoren stark betroffen (z. B. Frühjahrsfraßgesellschaft, Eichen-Prozessionsspinner),
- kosten- und pflegeintensive Baumart in der Kulturphase,
- anspruchsvolles Licht- und Standraummanagement bei mehrschichtigem Bestandaufbau und/oder Baumartenmischung,
- als Ringporer physiologisch vglw. schlecht angepasst an Trockenphasen (KÄTZEL et al. 2013, 2015).

Entscheidend ist demnach, Bewirtschaftungskonzepte zu entwickeln, die die Vorzüge der Eiche nutzen, ohne die Risiken dieser Baumart aus dem Auge zu verlieren und dem Wirtschaftler letztendlich ermöglichen, die genannte waldbauliche Zielstellung zu erreichen.

2.2 Versuchsziele und -flächen

Aus der waldbaulichen Zielstellung leiten sich die Ziele für die wissenschaftliche Arbeit ab. Unter dem Themendach „Verfahren zum Umbau von Kiefernreinbeständen mit Eiche“ lässt sich das Versuchsziel wie folgt zusammenfassen:

Wie kann eine eichendominierte Folgegeneration effizient initiiert und entwickelt werden, die nicht „nur“ strukturelle und walddökologische Vorteilswirkungen generiert, sondern als vitale und qualitativ hochwertige Verjüngung auch wirtschaftliche Erwartungen erfüllt?

Die in den vergangenen zehn Jahren am häufigsten gestellten konzeptionellen Fragen in der forstlichen Praxis zur Waldverjüngung mit Eiche befassten sich mit:

- der waldbaulichen Perspektive und Übernahmefähigkeit von Eichen-Naturverjüngungen,
- der Entwicklung und Anwendung nichtflächiger Verjüngungstechnologien,
- der Ausgangssituation hinsichtlich der Eignung von Bestockungsstruktur und Standortgüte für Eichenverjüngungsverfahren,
- der waldbaulichen Steuerung des Lichtregimes im Oberstand,
- der waldbaulichen Steuerung der Eichenverjüngung,
- der Entwicklung von Baumartenmischungen und -strukturen in Eichenverjüngungen,
- der Auswahl und Förderung der Eliteexemplare.

Demgemäß basieren die Untersuchungen des Fachteams Waldbau am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde zur „Waldverjüngung mit Eiche“ insbesondere auf den in Tab. 1 dargestellten Themenschwerpunkten und Versuchsanlagen.

Nachfolgend werden einige ausgewählte Ergebnisse der beiden umfangreichsten Themenschwerpunkte vorgestellt. Das sind:

1. die Bewertung von Eichen-Naturverjüngungen aus Hähersaat und
2. das Verfahren der plätzweisen künstlichen Verjüngung mit Eiche.

Tab. 1: Versuchsanlagen am LFE/Fachbereich Waldressourcenmanagement zum Themenschwerpunkt „Waldverjüngung mit Eiche“

Versuchsanlage / Versuchsziel	Waldorte	Anzahl der Flächen/ Flächengröße	Untersuchung seit ...	Standorte
Erfassung und Bewertung natürlicher Eichenverjüngung („Hähersaat“)	Lobf. Chorin, Obf. Milmersdorf, Lobf. Grünaue, Obf. Neuendorf, Obf. Brieselang, Lobf. Hammer, Lübben, Obf. Baruth, Foa. Treuenbrietzen	33 Flächen á 0,1 ha in drei Regional-komplexen zzgl. 5 Vergleichsflächen ohne Naturverjüngung	1998 (Nordkomplex) 1999 (Mittelkomplex) 2000 (Südkomplex)	Z2 m bis K2 m/t, M2 m bis K2 m, NA2 t, Z2 m/t bis M2 m/t
Anlage, Entwicklung und Beurteilung plätzweiser Eichen-Kunstverjüngung	Lobf. Chorin, Lobf. Hammer	Versuch I: 6,03 ha Nesterpflanzung + 2,66 ha Reihenpfl., jeweils 4 + 1 Varianten, Versuch II - SW: 3,83 ha, 6 Varianten, Versuch II - HM: 6,82 ha, 6 Varianten	Versuch I: 1999 Versuch II: 2001	Versuch I: Z2 t ↔ M2+ t, Versuch II - SW: Z2 t ↔ M2+ t, Versuch II - HM: Z2 m ↔ M2 m
Saat vs. Pflanzung	Lobf. Grünaue, Rev. Schäferberg	3,97 ha, 8 Varianten	Anlage 2001/2002, Aufnahme ab 2003	A2 g t ↔ Z2 g t
Eichensaat und -pflanzung bei unterschiedlicher Lichtstellung und Verjüng.-verfahren	Lobf. Grünaue, Rev. Schäferberg	7,26 ha, 18 Varianten	Anlage 1998 (LOCKOW), Aufnahmen bis 2010, reaktiviert und neu eingerichtet 2016, Aufnahmen Waldbau 2016/2017	NA3, A1, A2 g, Z3 t
Konkurrierende Eichen-/Kiefern-Verjüngung	Lobf. Chorin, Rev. Melchow	0,75 ha, 3 Varianten	2005	M2 m

3 Ausgewählte Untersuchungsobjekte und -ergebnisse

3.1 Eichen-Naturverjüngung

3.1.1 Lage der Untersuchungsobjekte

Die Untersuchungsobjekte zum Themenschwerpunkt „Hähersaat“ sind im Land Brandenburg auf drei regionale Komplexe verteilt (Abb. 1):

1. einen Nordkomplex in der Lobf. Chorin,
2. einen Mittelkomplex in der Lobf. Grünaue und Privatwaldflächen in den Obf. Brieselang und Neuendorf mit regionalem Schwerpunkt im Raum Borgsdorf/Oberkrämer,
3. einen Südkomplex, der weitläufiger verteilt ist, da die Auswahl geeigneter Objekte im südlichen Landesteil zum Zeitpunkt des Untersuchungsbeginns vglw. schwierig war; die untersuchten Flächen liegen überwiegend in den Lobf. Lübben und Hammer.

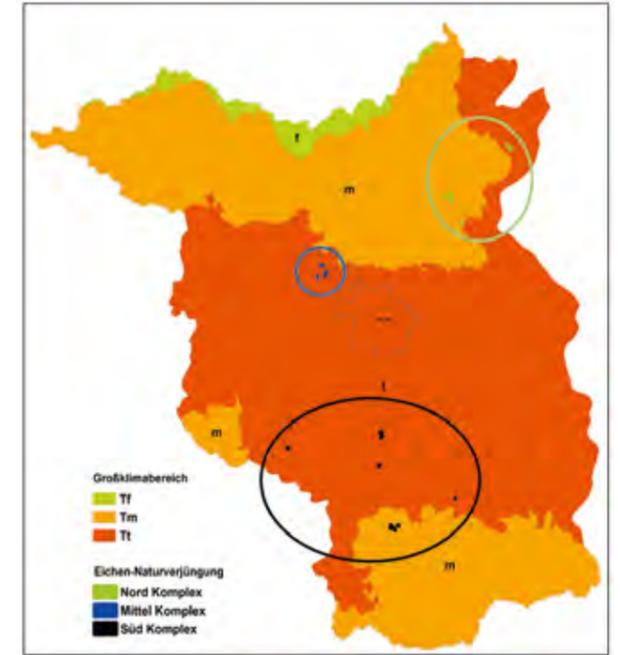


Abb. 1: Lage der Untersuchungsobjekte zum Thema „Waldverjüngung mit Eiche – Hähersaat“

Die Flächen repräsentieren weitgehend das gesamte Standortsspektrum, auf dem im nordostdeutschen Tiefland Eichen-Naturverjüngung vorgefunden wurde, welcher zudem bei Untersuchungsbeginn eine waldbauliche Entwicklungsfähigkeit unterstellt werden konnte. Außerdem wurde auch der nahezu gesamte Höhenrahmen abgedeckt, in dem Eichen-Naturverjüngung vorhanden war (Abb. 2.1 und 2.2). Die Flächen werden regulär bewirtschaftet und sind nicht gezäunt.



Abb. 2.1: Eichen-Naturverjüngung aus „Hähersaat“ im Höhenbereich bis 6 m

Nach der standörtlichen Einwertung der Flächen erfolgten turnusmäßig Bewertungen der gesamten natürlichen Verjüngung ab > 2,0 m Höhe nach verschiedenen Vitalitätsindikatoren und Qualitätsparametern. Wachstumskundliche Kenndaten, Koordinateneinmessungen und Florenaufnahmen ergänzten die Untersuchungsmethodik und somit letztendlich die Datenbasis zur Beurteilung der waldbaulichen Entwicklungs- und Übernahmefähigkeit der untersuchten eichendominierten Naturverjüngungen. Es handelt sich ausschließlich um Eichen-Naturverjüngungen, die aus Saat durch Eichelhäher (*Garrulus glandarius*) hervorgegangen sind. Das Aufnahmeintervall beträgt 5 Jahre.



Abb. 2.2: Eichen-Naturverjüngung aus „Hähersaat“, die bereits in den Oberstand einwächst

3.1.2 Individuenzahlen

Die nachfolgenden Darstellungen zur Entwicklung der Individuenzahlen umfassen die Ergebnisse der Flächen des Nord- und Südkomplexes.

Abb. 3.1: Individuenzahlen des Nordkomplexes, incl. Standortseinwertung der Flächen, Entwicklung der Bestockungsgrade sowie Alter des Kiefern-Oberstands und Höhenrahmen der Naturverjüngungseichen zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme

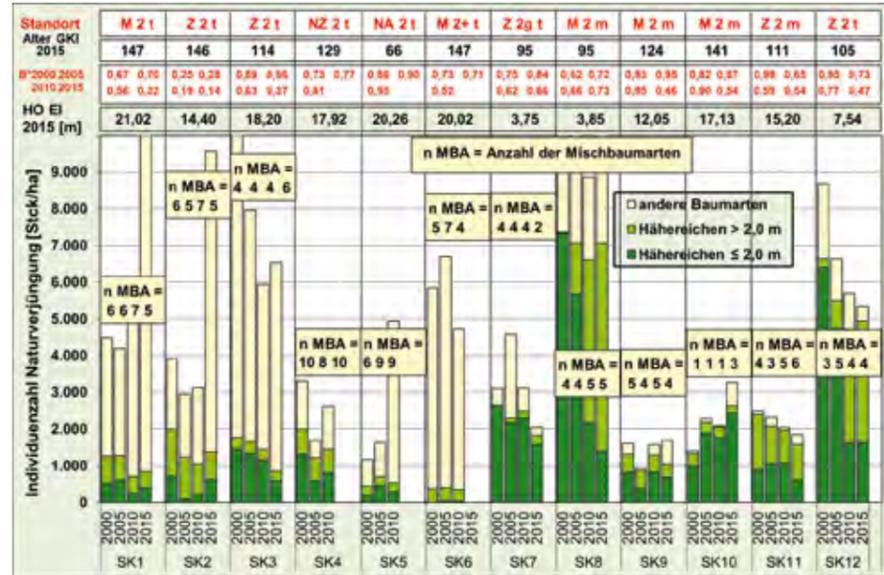
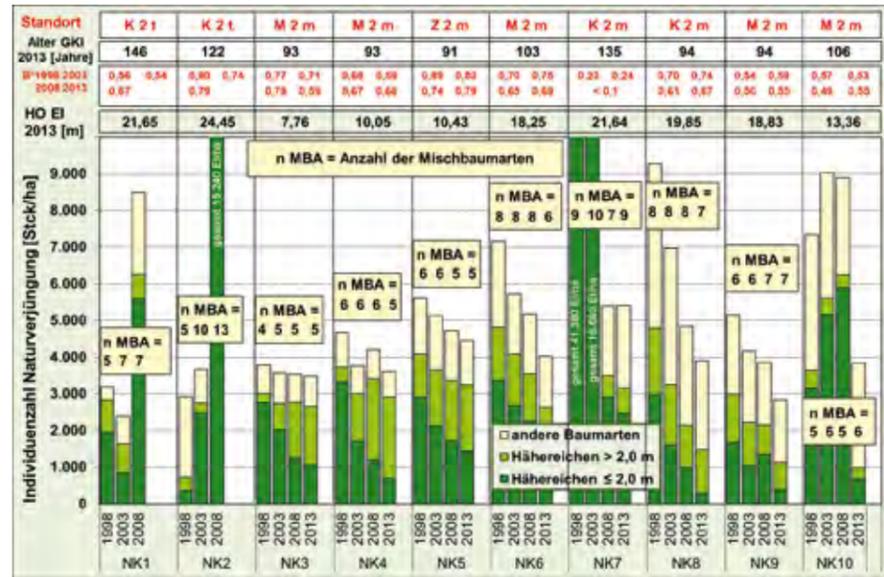


Abb. 3.2: Individuenzahlen des Südkomplexes, incl. Standortseinwertung der Flächen, Entwicklung der Bestockungsgrade sowie Alter des Kiefern-Oberstands und Höhenrahmen der Naturverjüngungseichen zum Zeitpunkt der letzten Aufnahme

Im Nordkomplex schwankten die Individuenzahlen der aus Hähersaat hervorgegangenen Eichen auf den Einzelflächen, die derzeit noch untersucht werden zum Zeitpunkt der letzten Erhebung im Jahr 2013 zwischen 990 (NK10) und 3.250 Stck/ha (NK5) (Abb. 3.1). Hinzu kamen die Individuenzahlen der Mischbaumarten mit bis zu 2.850 Stck/ha (NK10). Im Nordkomplex wurden 2013 bis zu 10 „andere Baumarten“ je Fläche festgestellt.

Auf den Flächen des Südkomplexes, die noch Bestandteil des Untersuchungsprogramms sind, wurden im Zuge der letzten Aufnahmen im Jahr 2015 zwischen 840 (SK1) und 7.060 Naturverjüngungseichen (SK8) je ha erfasst (Abb. 3.2). Auf 50 % der Flächen des Südkomplexes fällt ein sehr hoher Anteil „anderer Baumarten“ auf (SK1 bis SK6), der insgesamt bis zu 10 „andere Baumarten“ je Fläche einschließt. Die Individuenzahlen der „anderen Baumarten“ im Südkomplex variierten im Jahr 2015 zwischen 210 (SK7) und 9.260 Stck/ha (SK1).

Die Zuordnung der jeweiligen Einzelflächen-Individuenzahlen der beiden Flächenkomplexe zur Standortseinwertung, dem Alter der oberstandsbildenden Gemeinen Kiefer, den Bestockungsgraden und dem Höhenrahmen der Eichen-Naturverjüngung auf den jeweiligen Flächen zeigt, dass sich zunächst kein monokausaler Zusammenhang zwischen der Individuenzahl und den genannten Faktoren herleiten lässt.

Eine ausschließlich an den Zeitfaktor gebundene Tendenz im Hinblick auf eine Zu- oder Abnahme der Individuenzahlen im Beobachtungszeitraum lässt sich in der Gesamtschau und ohne differenzierte Berücksichtigung möglicher Einflussgrößen ebenfalls nicht ableiten. Zudem zeigt die Anzahl der in den Hähersaaten festgestellten Misch- und Begleitbaumarten keine gesicherten regionalen Unterschiede. So wurden während des gesamten Untersuchungszeitraumes im Nordkomplex insgesamt 4 bis 13, im Mittelkomplex 3 bis 10 und im Südkomplex 1 bis 10 „andere Baumarten“ je Einzelfläche nachgewiesen.

Im Höhenbereich > 2,0 m dominierte auf den untersuchten Standorten meist die Eiche das natürliche Verjüngungsgeschehen. Lediglich auf den Flächen SK3 und SK6 entwickelte die Spätblühende Traubenkirsche eine überlegene interspezifische Konkurrenzsituation durch höhere Individuenzahlen im Vergleich mit den Hähereichen. Die Individuenzahlen resultierten somit aus einem Faktorenkomplex. Hinzu kam die rückwirkend schwierige Quantifizierung der Verbisswirkung durch Schalenwild.

3.1.3 Vitalitäts- und Qualitätsmerkmale

3.1.3.1 Methodik

Die Auswertung der Beziehungen und tendenziellen Zusammenhänge zwischen den Vitalitätsweisern, nachfolgend anhand des Weisers Kronentyp, bzw. den Qualitätsmerkmalen, nachfolgend anhand des Merkmals Stammform einerseits, und der soziologischen Zuordnung der Naturverjüngungseichen andererseits, erfolgte zunächst komplexweise. Die daraus aggregierten nachfolgenden Darstellungen umfassen den gesamten Flächenpool aller drei Regionalkomplexe. Die Daten der komplexweisen Auswertung ergaben grundsätzlich keine, von der aggregierten Auswertung abweichenden Schlussfolgerungen.

Die Entwicklung einer vitalen, gleichmäßigen Krone mit arttypischen Langtrieben ist eine elementare Grundlage für eine optimale physiologische Entwicklung der Eiche und die Ausnutzung des standörtlichen Ertragspotenzials. Die Vitalitätsansprachen anhand der Kronenstruktur erfolgten auf der Grundlage des Bewertungsverfahrens von RoLoff (1993, 2001) in fünf Stufen, die folgenden Kronentypen (KT) entsprechen:

- KT1: Exploration – gleichmäßiger Kronenaufbau und Langtriebe bzw. Normaltrieblängen
- KT2: Exploration – sperrig-protzige Krone, Langtriebe bzw. Normaltrieblängen
- KT3: Degeneration – einseitige Kronen oder Kronenfenster und/oder verkürzte Triebblängen, Krone regenerationsfähig
- KT4: Stagnation – Krone eingeklemmt, und/oder Abflachung des Wipfels und/oder Kurztriebbildung, Krone bedingt regenerationsfähig
- KT5: Resignation – Krone verkümmert, absterbende Wipfeltriebe, deutliche Kurztriebbildung, nicht regenerationsfähig

Die Qualitätsbeurteilung erfolgte zum einen anhand gemessener Merkmale wie Stammkrümmung und Astigkeit und zum anderen auf der Grundlage gutachterlicher Beurteilungen. Für die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse wurde die gutachterliche Bewertung des Merkmals Stammform (SF) herangezogen. Dabei erfolgte eine Klassifizierung in folgende Stufen:

- SF1: wipfel- und geradschaftig,
- SF2: geradschaftig,
- SF3: leichte Fehler, die im Verlauf des weiteren Wachstums ihre Bedeutung voraussichtlich verlieren und perspektivisch den Holzwert des Baumes nicht oder unwesentlich mindern, z.B. kurze Knicke,
- SF4: bogig,
- SF5: knickig und/oder bogig.

Der Bezug der Vitalitäts- und Qualitätsmerkmale zur soziologischen Zuordnung der Naturverjüngungseichen basiert auf den Stammklassen nach KRAFT (1884):

- Klasse 1: vorherrschende Bäume mit ausnahmslos kräftig entwickelten Kronen,
- Klasse 2: herrschende Bäume, i.d.R. den Hauptbestand bildend,
- Klasse 3: gering mitherrschende Bäume, die die untere Grenzstufe des herrschenden Bestandes bilden,
- Klasse 4: beherrschte Bäume,
 - a) zwischenständig, im Wesentlichen schirmfrei, oft eingeklemmte Kronen,
 - b) teilweise unterständig, oberer Teil der Kronen frei, unterer Teil der Kronen über-schirmt,
- Klasse 5: unterständige Bäume,
 - a) mit lebensfähiger Krone,
 - b) mit absterbenden oder abgestorbenen Kronen.

3.1.3.2 Ergebnisse

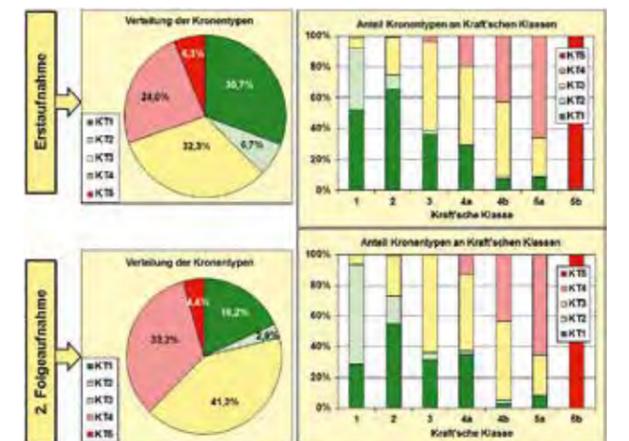


Abb. 4: Verteilung der Kronentypen in den untersuchten Eichen-Naturverjüngungen und soziologische Zuordnung der Kronentypen

Abb. 4 stellt die Verteilung der Eichen-Kronentypen und deren soziologische Zuordnung zum Zeitpunkt der Erstaufnahme und zum Zeitpunkt der zweiten Folgeaufnahme, d. h. nach 10-jähriger Beobachtung, dar. Die Untersuchungen ergaben:

1. Der Anteil großkroniger und vitaler Eichenkronen (KT1 und KT2), die ungestörte physiologisch-produktive Individualprozesse sicherstellen, nimmt in der Untersuchungsdekade von 37,4 % auf 21,1 % ab. Demgegenüber steigt der Anteil an Eichen mit regenerationsfähigen Kronendeformationen und verkürzten aber noch nicht dauerhaft vitalitätsbeeinträchtigenden Triebblängen (KT3) von 32,3 % auf 41,3 %. Der Anteil an deutlich geschädigten Kronen und unsicherer Regenerationsperspektive (KT4) nahm ebenfalls zu (+ 9,3 %). Ursache hierfür könnte sein, dass der zunehmende Lichtbedarf der Eiche durch reguläre Durchforstungen im Kiefern-

oberstand nicht gewährleistet wurde. NoACK (2005, 2008) verweist darauf, dass bereits Eichen im Alter von 7 bis 14 Jahren einer freiflächenartigen Verfügbarkeit von Licht bedürfen, um sich ernährungsphysiologisch und wachstumskundlich optimal zu entwickeln.

- Allerdings lag der Individuenanteil der waldbauwirtschaftlich entwicklungs-fähigen Exemplare resp. der Eichen mit den Kronentypen KT1 bis KT3 zum Zeitpunkt der zweiten Folgeaufnahme trotz langzeitlicher Überschirmung noch immer bei ca. 2/3 der Eichen-Gesamtindividuenzahl (62,4 %).
- Die KT1 bis 3 sind erwartungsgemäß überwiegend den Kraft'schen Klassen 1 bis 3 zuzuordnen. Der höchste Anteil an Eichen mit protziger Kronenentwicklung (KT2) entfiel auf die Kraft'sche Klasse 1 (vorherrschend). Bei soziologisch geringrangigen Zuordnungen (Kraft'sche Klassen 4 und 5) nehmen die Individuenanteile in den KT-Klassen „Stagnation“ und „Resignation“ (KT4 und 5) sprunghaft zu. Die Eichen in den Kraft'schen Klassen 4a bis 5b sind somit zwar waldbauökologisch-bodenmeliorativ wirksam und fördern Höhenentwicklung sowie Schaftpflege soziologisch übergeordneter Exemplare. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sie zumeist als wirtschaftliche Leistungsträger im Sinne der Wert- und Sägeholzproduktion keine nennenswerte Rolle spielen. Im Umkehrschluss bestätigt sich, dass die Hähereichen im vorherrschenden und herrschenden Bereich im Falle einer wirtschaftszielorientierten Weiterentwicklung besonders zu beachten und zu fördern sind.

Im Weiteren wird der Fokus von der Individuengesamtheit auf die individuelle Betrachtung verlagert. Am Beispiel der Kronentypen 1 und 3 in der Kraft'schen Klasse 3 (mitherrschend) wird der Einfluss einer artspezifisch-vitalen Krone für die weitere soziologische und letztendlich auch physiologische Individualentwicklung verdeutlicht (Abb. 5, roter Rahmen).

Im Zuge der Erstaufnahme entfielen 29 Exemplare mit dem Merkmal KT 1 (Exploration) auf die Kraft'sche Klasse 3. Nach Ablauf der Folgedekade wiesen diese 29 Naturverjüngungseichen folgende soziologische Verteilung auf: 11 Eichen sind in der Kraft'schen Klasse 3 verblieben, 17 Eichen sind in die Kraft'schen Klassen 1 und 2 soziologisch aufgestiegen und ein Exemplar ist in die Kraft'sche Klasse 4 abgestiegen. Demzufolge zeichnete sich aufgrund des hervorragenden Vitalitätsstatus' bei der Erstaufnahme in den folgenden 10 Jahren eine klare soziologische Verlagerung zu den hochrangigeren, herrschenden Strukturebenen, verbunden mit einer vitalen Individualentwicklung ab.

Demgegenüber deutet sich bereits bei der individuellen Entwicklung der Naturverjüngungseichen mit KT3 (Degeneration) eine Trendwende an. Zum Zeitpunkt der Erstaufnahme wurden 103 Eichen, die den KT3 aufwiesen der Kraft'schen Klasse 3 zugeordnet. Diese Naturverjüngungsexemplare verteilten sich nach weiteren 10 Jahren auf die soziologischen Ebenen wie folgt: 55 Hähereichen wurden unverändert wieder mit der Kraft'schen Klasse 3 bewertet, 14 Eichen gelang eine soziologische Verbesserung in die Kraft'schen Klassen 1 und 2. 37 Eichen sind jedoch in soziologisch niedrigrangigere Klassen abgestiegen. Obwohl KT3 nur eine geringe Degeneration beschreibt, die als absolut regenerationsfähig beurteilt wurde, ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese Individuen im intraspezifischen Konkurrenzkampf soziologisch absteigen größer als die Wahrscheinlichkeit, soziologisch aufzusteigen.

Für die waldbauwirtschaftliche Perspektive der Hähersaaten ist neben der Bewertung der Vitalität maßgebend, ob auch die qualitativen Merkmale der Eichen-Naturverjüngungen den wirtschaftlichen Erwartungen genügen. Hierzu wurden unterschiedliche qualitative Merkmale beurteilt. Nachfolgend fungiert exemplarisch das Merkmal Stammform als aussagefähiger Qualitätsweiser (Abb. 6).

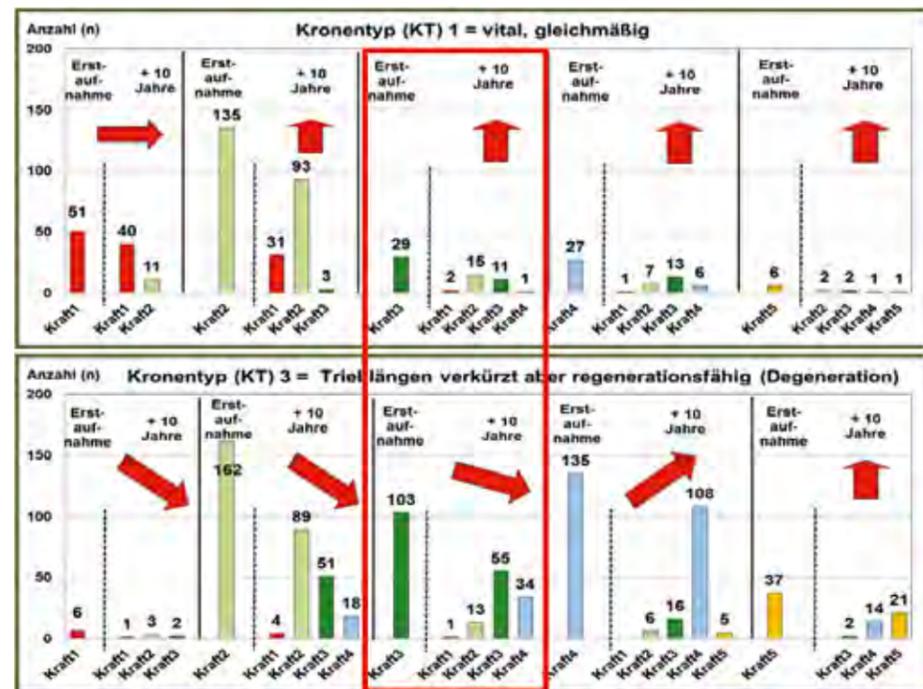


Abb. 5: Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Eichen-Kronentypen und der individuellen soziologischen Zuordnung

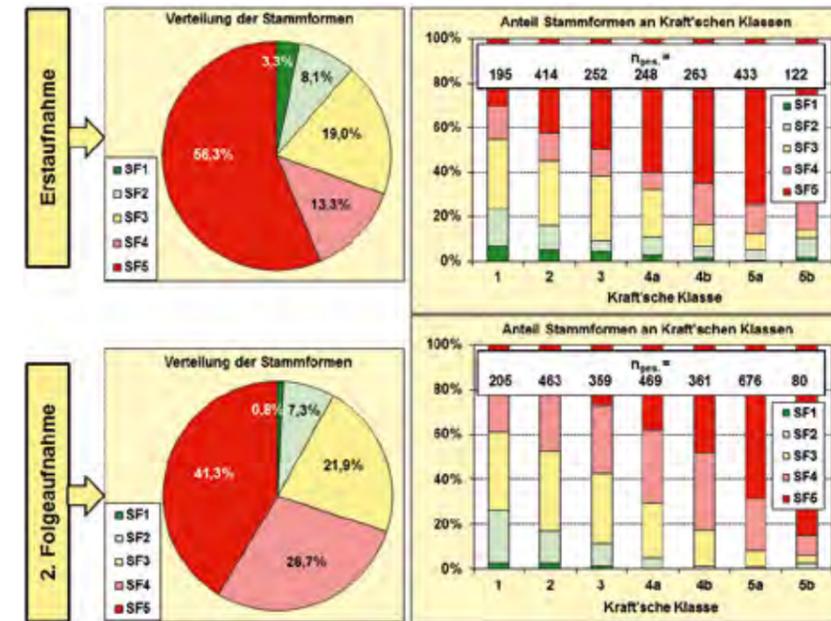


Abb. 6: Verteilung der Stammformen in den untersuchten Eichen-Naturverjüngungen und soziologische Zuordnung der klassifizierten Stammformen

Die Beurteilung der Stammformen (SF) der Naturverjüngungseichen vor und nach der Untersuchungsdekade ergab:

- Bei der Erstaufnahme waren 69,6 % und bei der zweiten Folgeaufnahme 70,0 % der Individuen den unerwünschten Stammformen SF4 und SF5 zuzuordnen. Diese Eichen weisen bogige und knickige Stammformen und somit eine deutlich geminderte Sägeholztauglichkeit auf. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bei immerhin rd. 30 % der Individuen erwünschte Stammformen feststellbar waren.
- Allerdings verschieben sich die Anteile zwischen den Merkmalsklassen SF4 und SF5. So verringerte sich der Anteil der Stammklasse SF 5 in der Untersuchungsdekade um 15,0 %; der SF4-Anteil nahm im gleichen Zeitraum um 15,4 % zu. Das könnte darauf hindeuten, dass sich bei der Eiche negative Qualitätsmerkmale im Schafsbereich „auswachsen“. Insbesondere die Knickigkeit der Stämme scheint mit zunehmendem Alter bzw. Durchmesser, möglicherweise durch ungleichmäßige Anlagerung der Jahresringe, an Bedeutung zu verlieren. Der besonders starke Rückgang des Anteils der Stammform SF5 zugunsten SF4 bei Eichen in den Kraft'schen Klassen 1 bis 3 bestätigt diese Aussage. Demnach nimmt der Anteil knickiger Stammformen am raschesten tendenziell bei den Exemplaren mit soziologisch hochrangigen und überdurchschnittlich wüchsigen Eichen ab.
- Ein nennenswerter, über den gesamten Untersuchungszeitraum vorhandener Anteil geradschaftiger Individuen (SF1 und SF2) war erwartungsgemäß nur bei Naturverjüngungseichen in den Kraft'schen Klassen 1 bis 3 feststellbar. Die Aggregation des Anteils der wirtschaftlich entwicklungs-fähigen Individuen, d. h. Eichen mit dem Merkmal SF1 bis SF3, ergibt zwei Entwicklungstendenzen: Zum einen stieg der

summarische Anteil der wirtschaftlich erwünschten Stammformen in der Untersuchungsdekade in allen drei herrschenden Ebenen an (in der Kraft'schen Klasse 1 um 6,0 %, in der Kraft'schen Klasse 2 um 7,2 %, in der Kraft'schen Klasse 3 um 4,0 %). Zum anderen fällt der summarische Anteil der Stammklassen SF1 bis SF3 von den vorherrschenden Eichen zu den mitherrschenden Exemplaren drastisch ab. Während bei der zweiten Folgeaufnahme in der Kraft'schen Klasse 1 noch 60,9 % der Individuen erwünschte Stammformen aufwiesen, betrug dieser Anteil in der Kraft'schen Klasse 3 zu diesem Zeitpunkt noch 42,6 %.

Für den hohen Anteil an Naturverjüngungseichen mit unerwünschten Stammformen zeichnen sich drei Ursachen ab:

- die langzeitliche und teilweise massive Überschirmung der untersuchten Naturverjüngungen,
- Schalenwildverbiss, der teilweise mehrfach erfolgte und aufgrund der eichentypischen Knospenstellung nur mühsam durch das alternative Nachziehen eines Seitentriebes kompensiert werden konnte,
- fehlendes waldbauliches Augenmerk, da das Hauptaugenmerk der Wirtschaftler in den untersuchten Strukturen bislang zumeist im Oberstand lag und sich die Eichen-Naturverjüngung im Regelfall ohne unterstützende oder lenkende Eingriffe entwickeln musste.

3.1.4 Baumartenzusammensetzung in der natürlichen Verjüngung

Die nachfolgende Analyse der Baumartenzusammensetzung in den untersuchten Verjüngungen basiert auf den am häufigsten vorgefundenen, repräsentativen Standortformengruppen. Dies war einerseits die Standortseinwertung M2 m und andererseits eine Aggregation der Standorte Z2 t – Z2g t – Z2 m.

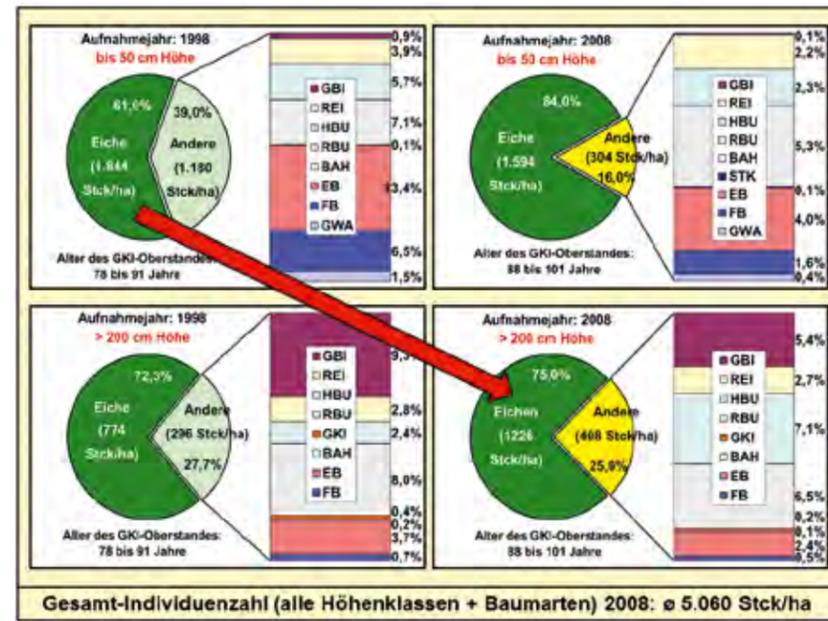


Abb. 7.1: Entwicklung der Baumartenzusammensetzung in der natürlichen Verjüngung – Stammstandortsformengruppe M2 m (n = 5)

Im Nordkomplex bildet die Standortseinwertung M2 m mit fünf untersuchten Flächen (NK3, 4, 6, 9, 10) die am häufigsten vorgefundene Stammstandortsformengruppe. Abb. 7.1 stellt die Änderung der Baumartenzusammensetzung im Untersuchungszeitraum und in den Höhenklassen bis 50 cm und > 200 cm dar.

In beiden Höhenbereichen dominierte sowohl zum Zeitpunkt der Erstaufnahme als auch zum Zeitpunkt der nach zehn Jahren anschließenden zweiten Folgeaufnahme die Eiche die Baumartenzusammensetzung in der Naturverjüngung. Zudem entwickelte sich folgende Baumartenzusammensetzung:

Stammstandortsformengruppe M2m, Höhenbereich bis 50cm:

Im Aufnahmejahr 1998 wurden im Höhenbereich bis 50 cm neben durchschnittlich 1.844 Eichen/ha weitere 1.180 Mischbaumartenindividuen/ha festgestellt, die sich aus acht Baumarten zusammensetzten – insbesondere Rot-Eiche, Hainbuche, Rot-Buche und Eberesche. Bemerkenswert ist, dass im Zuge der Aufnahme 2008 trotz zunehmender Beschattung weitere 1.594 Eichen und 304 Mischbaumartenindividuen/ha „nachgeliefert“ wurden. Wiederum sind Rot-Eiche, Hainbuche, Rot-Buche und Eberesche wesentliche Bestandteile der natürlichen Verjüngung.

Stammstandortsformengruppe M2m, Höhenbereich > 200cm:

Im weitgehend verbissicherten Höhenbereich > 200 cm setzte sich zum Untersuchungsbeginn die natürliche Verjüngung aus 774 Eichen/ha und rd. 300 Pflanzen standortspezifischer Mischbaumarten/ha zusammen. Nach 10jähriger Entwicklungsdauer ist die Anzahl der Naturverjüngungseichen aufgrund des Einwachsens der Eichen aus dem Höhenbereich bis 50 cm (1998) in den Höhenbereich > 200 cm (2008) auf 1.226 Stck/ha angewachsen. Dies zeigt, dass die 1998 ermittelte, ursprünglich geringe Individuenzahl der Eichen im Höhenbereich > 200 cm offenbar nicht nur auf Verbisseinwirkung durch Schalenwild,

sondern auch auf rein strukturelle Entwicklungen zurückzuführen ist. An beiden Aufnahmezeitpunkten wurden unverändert acht Mischbaumarten nachgewiesen. Wiederum sind Rot-Eiche, Hainbuche, Rot-Buche und Eberesche maßgeblich strukturbildende Elemente in der natürlichen Verjüngung. Hervorzuheben ist zudem der beträchtliche Anteil der Gemeinen Birke im Jahr 1998 und die Tatsache, dass bis 2008 eine hohe Stückzahl der lichtbedürftigen Gemeinen Birke nicht untergegangen ist (1998: 100 Stck/ha, 2008: 88 Stck/ha). Allerdings wachsen nunmehr auch kaum noch Exemplare der Gemeinen Birke aus niedrigeren Höhenklassen in den Höhenbereich > 200 cm ein.

Analog zur Stammstandortsformengruppe M2 m erfolgte auch eine Gruppierung der charakteristischen Z2-Standorte des Südkomplexes für eine standortspezifische Untersuchung der Verjüngungsdynamik (Abb. 7.2). Dabei wurden neben der Stammstandortsformengruppe Z2 t (SK2 und SK3) auf Grundlage einer ganzheitlichen Bewertung der Standortsgüte und der geochronologischen Verwandtschaft auch die Z2g t-Standorte (SK7 und SK8) sowie der altpleistozän geprägte resp. geochronologisch eng verwandte Standort Z2 m (SK12) einbezogen. Die Gruppierung der genannten Standorte umfasst demnach fünf Untersuchungsobjekte des Südkomplexes. Sie ist durch folgende Baumartenzusammensetzung gekennzeichnet:

Stammstandortsformengruppen Z2(g) t und m, Höhenbereich bis 50 cm:

Grundsätzlich beeindruckt die individuen- und baumartenreiche natürliche Verjüngung auf den vermeintlich im Vergleich zur Stammstandortsformengruppe M2 m verjüngungsträgeren ziemlich nährstoffarmen Referenzstandorten. Bei der Erstaufnahme im Jahr 2000 wurden im Höhenbereich bis 50 cm insgesamt zehn Mischbaumarten auf dieser Standortgruppierung festgestellt, im Jahr 2010 waren es noch acht Mischbaumarten. Die bedeutendsten Anteile nahmen dabei die Baumarten Gemeine Kiefer, Rot-Eiche, Gemeine

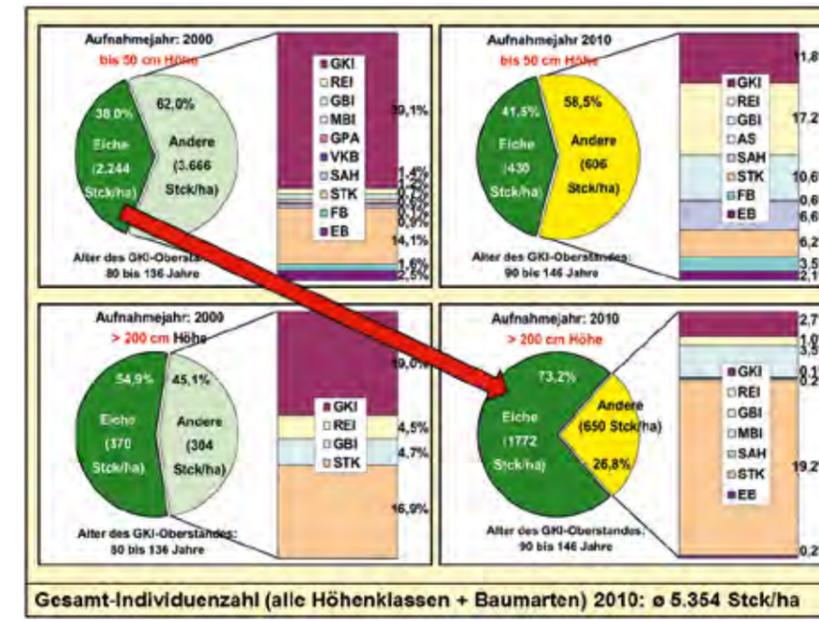


Abb. 7.2: Entwicklung der Baumartenzusammensetzung in der natürlichen Verjüngung – Stammstandortsformengruppen Z2 t/m und Z2g t (n = 5)

Birke und Spätblühende Traubenkirsche ein, so dass eine von der Stammstandortsformengruppe M2 m deutlich abweichende Baumartenvergesellschaftung vorlag.

An beiden Aufnahmezeitpunkten (2000 und 2010) dominierte im Unterschied zum Standort M2 m der summarische Individuenanteil der Mischbaumarten. Ferner war die Anzahl der nachrückenden Mischbaumartenindividuen im Höhenbereich bis 50 cm zum Zeitpunkt der Folgeaufnahme 2010 mit 606 Stck/ha fast doppelt so hoch wie bei der adäquaten Baumartengruppierung auf M2 m. Demgegenüber hatte sich die Individuenzahl der nachrückenden Eichen auf 430 Stck/ha verringert.

Ein hervorzuhebender Effekt war die Verringerung des Kiefernanteils im Verjüngungsbereich bis 50 cm innerhalb der untersuchten Dekade von 39,1 % auf 11,8 % – insbesondere zugunsten der Baumartenanteile von Rot-Eiche und Gemeiner Birke. Hauptursachen für die deutliche Abnahme des Kiefernanteils waren zunehmende intra- und interspezifische Konkurrenz, Wildverbiss und zunehmende Beschattung.

Stammstandortsformengruppen Z2(g) t und m, Höhenbereich > 2,0 m:

Im Höhenbereich > 2,0 m dominierte die Eiche die Baumartenvergesellschaftung in der natürlichen Verjüngung. Die Gruppe der Mischbaumarten setzte sich im Wesentlichen an beiden Erhebungszeitpunkten aus vier Baumarten zusammen: Gemeine Kiefer, Rot-Eiche, Gemeine Birke und Spätblühende Traubenkirsche. Die Erstaufnahme im Jahr 2000 ergab im Höhenbereich > 2,0 m lediglich 370 Eichen/ha und weitere 304 Stck/ha Mischbaumartenindividuen. Die Anzahl der Eichen stieg jedoch in der Folgedekade durch das Einwachsen der Eichen des Höhenbereiches bis 50 cm in die darüberliegenden Höhenbereiche sprunghaft an (2010: 1.772 Eichen/ha). Die Anzahl der Mischbaumartenindividuen betrug nun 650 Stck/ha. Gemessen an der individuenreichen Beteiligung der Mischbaumarten bei der

Erstaufnahme im Höhenbereich bis 50 cm überraschten deren geringe Anteile im Höhenbereich > 2,0 m an beiden Erhebungszeitpunkten. Sie lassen sich kausal zunächst nur durch Verbisseinwirkung und zunehmende Beschattung erklären.

Die drastische Zunahme des Anteils der Spätblühenden Traubenkirsche im Höhenbereich > 2,0 m erwies sich als extrem verjüngungsfeindlich hinsichtlich der standortsökologisch und waldbaulich erwünschten Mischbaumarten Gemeine Kiefer und Gemeine Birke und sogar hinsichtlich der vergleichsweise konkurrenzstarken Rot-Eiche. Im Jahr 2010 waren bereits 71,6 % aller Mischbaumartenindividuen im Höhenbereich > 2,0 m der Spätblühende Traubenkirsche zuzuordnen.

3.1.5 Präferierte Bodenflorenelemente

Tab. 2: Bodenflorentypen, die im Rahmen des Untersuchungsprogramms vom Eichelhäher bevorzugt angefliegen wurden

häufigste Bodenflorentypen letzte Aufnahme (2013 - 2015)	n	Ø N/ha NV gesamt	Ø N/ha Eichen ges.	Ø N/ha Eichen < 2 m
Beerkraut-Drahtschmielentyp	n = 7	4.889	3.633	2.463
Drahtschmielentyp	n = 2	7.900	4.445	1.490
Drahtschmielen-Beerkrauttyp	n = 2	8.005	2.485	2.150
Beerkrauttyp	n = 8	4.639	2.961	1.565
Brombeertyp	n = 2	4.655	2.320	1.375
Beerkraut-Adlerfarntyp	n = 2	3.780	985	550

Tab. 2 stellt dar, welche Bodenfloregesellschaften bevorzugt vom Eichelhäher angefliegen wurden, um Eicheln zu verstecken, die nunmehr ein wesentliches Strukturelement der Folgegeneration sein können. Es zeigt sich, dass der Häher vor allem Beerkraut-Drahtschmielendecken mit unterschiedlichen Anteilen beider Florenelemente präferierte, wobei in beiden Florenelementen Eicheln versteckt wurden (Abb. 8.1 und 8.2).



Abb. 8.1: Beerkräutdecken als günstiges Medium für die Hähersaat

Auch der Brombeertyp wurde vom Eichelhäher angenommen. Begünstigend wirkte, dass das Schalenwild bei diesem Florentyp einen erschwerten Zugang zu den auflaufenden Pflanzen hat. Die Schattentoleranz der Eiche reicht demnach in der Etablierungsphase aus, um Brombeeren zu durchwachsen.

3.1.6 Ausgewählte waldbauliche Empfehlungen

Aus den vorgestellten Ergebnissen lassen sich einige grundsätzliche waldbauliche Empfehlungen ableiten:

- Bereits im Höhenrahmen > 2,0 m ist die Vitalität (Kronentyp) der Eichen ein entscheidendes Merkmal für die Beurteilung der waldbaulichen Entwicklungsperspektive von Hähersaaten und demgemäß zu nutzen.
- Die lfd. Steuerung des Oberstandes erfolgt zwischen der Abdeckung des artspezifischen Lichtbedarfs und dem Erhalt der Schutzwirkung durch den Oberstand.
- Es ist eine laufende, waldbaulich anspruchsvolle Steuerung der Entwicklung der natürlichen Verjüngung im Sinne einer Standraum- und Mischungsregulierung erforderlich.
- Die konsequente, schwerpunktorientierte Bejagung ist für die Entwicklung von Eichen-Naturverjüngungen essenziell.

Die zusammenfassende Betrachtung der vorgestellten Untersuchungsergebnisse ergibt weiterhin folgende waldbaupraktische Empfehlungen bzw. Entscheidungsschritte im Hinblick auf die Übernahme und Weiterentwicklung von Eichen-Naturverjüngungen:

1. Schritt: Grundsatzentscheidung

Zunächst ist grundsätzlich zu entscheiden, ob im konkreten Einzelfall die Eiche in der Folgegeneration eine waldbaulich-waldwirtschaftliche Bedeutung haben soll. Diese Entscheidung hängt primär ab von:

- der waldbaulichen Zielstellung (Beachtung von Standortseignung, Wirtschaftlichkeit sowie Baumartenzusam-



Abb. 8.2: Eichen-Naturverjüngung aus Hähersaat in beerkräutdominierten Bodenflora

- mensetzung in der potenziellen natürlichen Vegetation),
- der betrieblichen Zielstellung (Liquidität, Wertaufbau, Wertabschöpfung, angestrebte Baumarten- und Altersstruktur),
- der forstsanitären Situation (Risikoabschätzung, -streuung und -minimierung).

2. Schritt: Funktionsentscheidung

Darauf aufbauend beinhaltet der zweite Schritt die Festlegung der angestrebten Funktion der Eiche in der nächsten Waldgeneration. So kann die Eiche unter Beachtung der im ersten Schritt benannten Rahmenfaktoren als führende Baumart oder als Misch- bzw. Begleitbaumart am Waldaufbau beteiligt bzw. weiterentwickelt werden. Während sie als führende Baumart im Regelfall auch als Hauptwirtschaftsbaumart fungiert, könnten bspw. bei einer Beimischung der Eiche waldbau- oder bodenökologische sowie naturschutzfachliche Vorteilswirkungen im Vordergrund der Bestandeszieltypenplanung stehen (STÄHR et al. 2006).

3. Schritt: Übernahmzeitraum

Im nächsten Schritt muss der Wirtschaftler, jeweils am Einzelfall, entscheiden, wann bzw. bei welchem Waldentwicklungsstand die aktive Übernahme der natürlichen Verjüngung der Eiche in die nächste Waldgeneration angestrebt werden soll. Hierbei sind Zustand und Entwicklungsstatus des Oberstandes maßgeblich, der im Regelfall von Gemeiner Kiefer dominiert wird. Folgende Kriterien sind insbesondere entscheidungsrelevant:

- der Durchforstungsstand und -fortschritt im Kiefern-Oberstand,
- Alter, Wertentwicklung, Wüchsigkeit, Vitalität, forstsanitärer Zustand des Kiefern-Oberstandes (z. B. je geringer Wüchsigkeit, Vitalität oder perspektivische Ertragsleistung der Kiefern sind, desto eher erfolgt die Einleitung und/oder Etablierung einer Folgegeneration),
- die Alters-/Höhendifferenz zwischen Hähersaat und Kiefern-Oberstand.

Entscheidend ist das Vorliegen einer Verjüngungsdringlichkeit. Wird die Verjüngung zu früh eingeleitet bzw. der waldbauwirtschaftliche Schwerpunkt zu zeitig vom Kiefern-Oberstand auf die Folgegeneration verlagert, führt dies zu unnötigem waldbaulichen Zugzwang und ggf. zu Zuwachs- und Wertverlusten im Oberstand.

4. Schritt: Übernahmefähigkeit

Die Übernahmefähigkeit einer Hähersaat bemisst sich an der Beurteilung, ob die vorgefundene Naturverjüngung die der Eiche im zweiten Schritt zugeordneten Funktionen erfüllen kann. Für diese Entscheidung sind die vorgestellten Merkmale Individuenzahl, Vitalität und Qualität wichtige Maßstäbe. Die Vorgabe absoluter Übernahmekriterien ist nicht zielführend. So ist bspw. die grundsätzliche Übernahme einer Verjüngung ab einer fixen Pflanzzahl je ha in definierter Höhe (z. B. Übernahme ab 1.500 Hähereichen/ha bei ø 2,0 m Höhe) abzulehnen, da zu beachten ist, wie viele der vorhandenen Pflanzen qualitativ übernahmewürdig und physiologisch stabil (vital) sind. Zudem hängt die Übernahmeentscheidung im Einzelfall auch von Faktoren ab wie:

- den standörtlichen Voraussetzungen,
- dem voraussichtlichen Schalenwildvorkommen,
- der vorhandenen Waldstruktur,
- der angestrebten Waldentwicklung,
- dem angestrebten Verjüngungszeitraum.

5. Schritt: Steuerung der Verjüngungsentwicklung

Die Entwicklung der natürlichen Verjüngung entsprechend der waldbaulichen Zielstellung ist kein Selbstläufer und erfordert eine gezielte laufende Steuerung.

3.2 Plätzweise Kunstverjüngung mit Eiche

3.2.1 Versuchsanlage

Im Herbst 2001 wurde im Revier Schwenow (Abt. 5180 a³, derzeit Landeswaldoberförsterei Hammer) eine Versuchsanlage zur plätzweisen Verjüngung mit Eiche angelegt, um die zu diesem Zeitpunkt wenig bekannten und in der Praxis kaum verwendeten Waldbautechnologien Nesterpflanzung (SZYMANSKI 1986) und Truppmpflanzung (GOCKEL 1994) unter Praxisbedingungen im nordostdeutschen Tiefland zu untersuchen. Für die Wahl der standörtlichen und lichtökologischen Rahmenbedingungen waren wesentlich:

- die Sicherstellung des Verfahrenserfolges,
- die Vergleichbarkeit und synoptische Auswertbarkeit der Versuchsvarianten.

Der ausgewählte Standort weist eine Wechsellage der Stammstandortsformen Z2 t (70 %) und M2 t (30 %) auf. Die potenzielle natürliche Vegetation auf dieser Standortzuordnung entspricht bei Z2 t dem Blaubeer-Kiefern-Trauben-Eichenwald oder Drahtschmielen-Eichenwald und reicht bei M2 t vom Waldreitgras-Kiefern-Trauben-Eichenwald, Straußgras-Eichenwald, Waldreitgras-Trauben-Eichen-Hain-

buchenwald bis zum Waldreitgras-Winter-Linden-Hainbuchenwald oder Hainrispengras-Hainbuchen-Buchenwald (HOFMANN und POMMER 2004, 2006).

Da die Standortsgüte am leistungsschwächeren Ende der für das Verfahren geeigneten Standortsamplitude liegt, wurden für die Eiche weitgehend optimale Lichtverhältnisse hergestellt, um den Verfahrenserfolg zu gewährleisten. So lag der Bestockungsgrad des zum Zeitpunkt der Versuchsanlage 86-jährigen Kiefern-Oberstandes in den Versuchsvarianten mit geringen Schwankungen bei ø 0,5. Im Jahr 2013 erfolgte eine Wiederherstellung des ursprünglichen Bestockungsgrades durch Nutzung von 85,5 Vfm/ha auf der gesamten Teilfläche. Die angestrebte, weitgehend gleichmäßige Überschildung und die rasterförmige Anlage der Pflanzplätze stellen zudem die Auswertbarkeit der Versuchsanlage, insbesondere hinsichtlich des Variantenvergleichs, sicher.

Der Grundaufbau der Pflanzplätze ist stets gleich (Abb. 9). Auf jedem Pflanzplatz wurden 21 Eichen des Sortiments 2/0 gepflanzt. Das ursprünglich präferierte Sortiment 1/0 war im Jahr 2001 nicht verfügbar. Die Pflanzung entspricht einem Quadrat mit abgeschnittenen Ecken. Die grünen Kacheln in Abb. 9 kennzeichnen die einzelnen Eichen-Pflanzstandorte. Zudem wurde die Hälfte der Pflanzplätze mit einem Ring aus jeweils 16 Ebereschen (gelbe Kacheln) mit folgender Intension umpflanzt:

1. Eindämmung der Starkastbildung an den Randecken des Pflanzplatzes,
2. Unterstützung des Differenzierungsprozesses und somit der qualitativen Entwicklung auf dem Pflanzplatz,
3. strukturelle und bodenmeliorative Vorteilswirkungen.

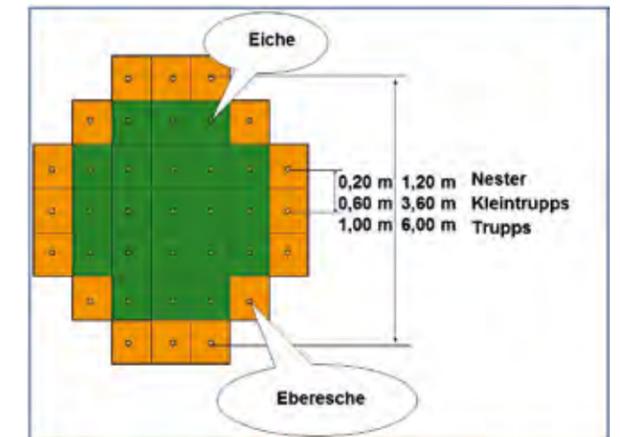


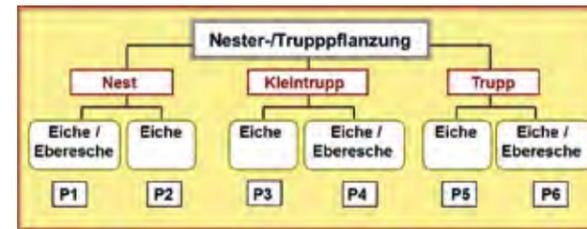
Abb. 9: Grundaufbau der Pflanzplätze

Der Variantenunterschied resultiert in erster Linie aus der Wahl des Pflanzenabstandes in den Eichen-Pflanzplätzen (Abb. 9). Er beträgt in den Nestervarianten 0,20 m, in den Kleintruppvarianten 0,60 m und in den Truppvarianten 1,00 m. Dies bedeutet, dass sich die Pflanzplatzausdehnung von den Nester- zu den Truppvarianten vergrößert. Zugleich verringert sich aufgrund der stets gleichen Rasteranordnung der Pflanzplätze die Fläche zwischen den



Pflanzplätzen, die der Besiedlung durch natürliche Verjüngung überlassen wird. Somit verbleiben letztendlich sechs Versuchsvarianten (Tab. 3).

Tab. 3: Varianten der Versuchsanlage Nester-/Trupppflanzung im Revier Schwenow



Die Nester-, Kleintrupp- und Trupp-Pflanzplätze wurden im Raster von 10 x 10 m auf den Versuchsflächen angelegt, so dass 100 Pflanzplätze je ha entstanden. Die Pflanzplatzzahl orientierte sich an der Individuenzahl in einem erntereifen Eichen-Altbestand. Nach ERTELDE (1961) besteht der verbleibende Bestand eines 200-jährigen hochdurchforsteten gleichaltrigen Eichen-Reinbestandes in der I. Ertragsklasse (Ekl.) aus 82, in der II. Ekl. aus 91 und der III. Ekl. aus 104 Stck/ha. Die Abb. 10.1 bis 10.4 dokumentieren exemplarisch die angelegten Pflanzplätze.

3.2.2 Individuenzahlen und Höhenentwicklung

Die Untersuchungen zur Entwicklung der Individuenzahlen in den Versuchsvarianten ergaben, dass im Zeitraum von 2001 bis 2014 in allen Varianten keine nennenswerten Ausfälle zu verzeichnen waren (Abb. 11). Lediglich in

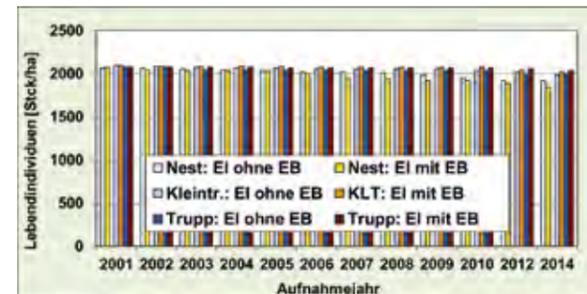


Abb. 11: Entwicklung der Anzahl der Eichen-Lebendindividuen in den Pflanzplatzvarianten

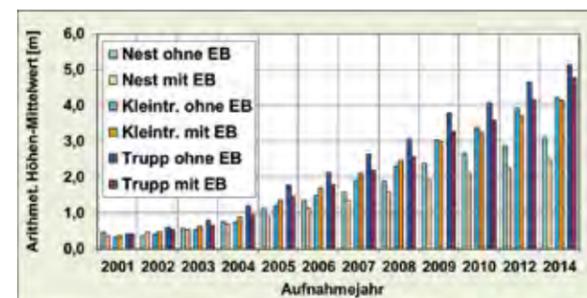


Abb. 12: Höhenentwicklung der Eichen in den Pflanzplatzvarianten

Abb. 10.1 bis 10.4: Eichen-Pflanzplätze nach 11jähriger Entwicklung

den Nestervarianten traten ab dem 6. Standjahr geringfügige Verluste auf. Nach 13 Standjahren lag jedoch die Eichen-Pflanzzahl in den Nestervarianten noch immer bei 93 % (Nester ohne Eberesche) bzw. 88 % (Nester mit Eberesche) der ursprünglichen Pflanzzahl. Die erfassten Individuenzahlen in den Kleintrupp- und Truppvarianten entsprachen im Jahr 2017 94,7 % bis 97,8 % der Ausgangspflanzzahl; die Ausfälle waren somit marginal.

Abb. 12 stellt die Höhenentwicklung der Eichen in den Pflanzplatzvarianten dar. Dabei zeigt sich, dass

- in den ersten vier Jahren ein „eichentypisch“ sehr verhaltenes Höhenwachstum, ab etwa dem 5. Standjahr jedoch ein zügiges stetes Höhenwachstum erfolgte,
- die Höhenzuwächse umso größer ausfielen, je größer der Pflanzenabstand resp. je größer der individuelle Standraum der Eichenpflanzen war; so wiesen ab 2005 die Nestervarianten die geringsten und die Truppvarianten die höchsten Pflanzenhöhen auf, wobei sich der Trend mit zunehmender Entwicklungsdauer verstärkte,
- die Pflanzplatzvarianten mit einem Außenring aus Eberesche ab dem Jahr 2009 geringere Durchschnittshöhen hatten als die Varianten ohne einen Außenring; ein „Treibholzeffekt“ durch den Pflanzplatzaußenring mit der Baumart Eberesche (P1, P4 und P6) war somit nicht nachweisbar.

Eine Erhöhung der intra- und interspezifischen Konkurrenz beschleunigte demnach nicht das Höhenwachstum der Eiche. Die intraspezifische Konkurrenz durch Pflanzenabstände < 60 cm führte möglicherweise zu physiologischen Stressreaktionen, die sich negativ auf das Höhenwachstum der Eichen auswirkten. Im Umkehrschluss deuten die Höhenwachstumsdaten darauf hin, dass Pflanzenabstände zwischen 60 und 100 cm für den Anwuchs- und Etablierungsprozess der Pflanze günstiger waren als Pflanzenabstände < 60 cm.

3.2.3 Vitalitäts- und Qualitätsmerkmale

3.2.3.1 Methodik

Die Erstbeurteilung einer Pflanzplatzvariante hinsichtlich ihres Vitalitätsstatus und ihrer Qualitätsmerkmale erfolgte, wenn > 50 % der Eichen in dieser Variante eine Höhe > 2,0 m erreicht hatten. Die im Weiteren vorgestellten Ergebnisse basieren auf der Erstaufnahme im Jahr 2011.

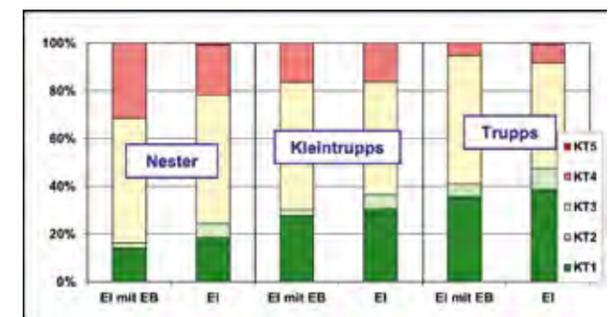


Abb. 13: Verteilung der klassifizierten Kronentypen in den Eichen-Pflanzplatzvarianten

Die Vitalitätsbeurteilung der Eichen in den Pflanzplatzvarianten entspricht dem in Kapitel 3.1.3.1 beschriebenen 5stufigen Verfahren zur Klassifizierung von Kronentypen nach ROLOFF (1993, 2001). Die nachfolgend verwendete gutachterliche qualitative Bewertung des Merkmals Stammform weicht hingegen vom o. g. Verfahren wie folgt ab:

- SF1: geradschaftig,
- SF2: knickiger Wuchsabschnitt i. S. einer Abweichung von der lotrechten geradschaftigen Stammform, die sich im Laufe der Produktionsdauer verringern oder durch ungleichmäßige Jahrringlanlagerung „auswachsen“ könnte,
- SF3: bogig,
- SF4: bogig und knickig.

Zudem werden im Weiteren Ergebnisse der Untersuchungen zu den Qualitätsmerkmalen Neigungswinkel und Zwieselbildung vorgestellt, die wie folgt klassifiziert wurden.

- NEIG1: bis 10 ° Neigung¹⁾,
- NEIG2: > 10° bis 25° Neigung¹⁾,
- NEIG3: > 25°¹⁾.

Anm. 1): Die Messung erfolgte geradlinig vom Stammfuß bis zur Terminaltriebsspitze.

- ZW1: ohne Zwiesel,
- ZW2: Einfachzwiesel unter Krone (Tiefzwiesel),
- ZW3: Einfachzwiesel in der Krone (Hochzwiesel),
- ZW4: Mehrfachzwiesel in der Krone (mehrfache, nicht verwachsene Hochzwiesel),
- ZW5: rhythmischer Zwiesel.

3.2.3.2 Ergebnisse

Der Vergleich der Kronentypen in den Pflanzplatzvarianten nach einer Entwicklungsdekade verdeutlicht einen klaren kausalen Zusammenhang zwischen der individuellen Standraumverfügbarkeit und dem Vitalitätsstatus resp. den Kronentypen der Eichen. Von den Nester- über die Kleintrupp- zu den Truppvarianten nahm der Anteil der vitalen Kronen (KT1) deutlich zu und der Anteil der nichtregenerationsfähigen, unzureichende Vitalität signalisierenden Kronen (KT4) stark ab (Abb. 13). Der Anteil degenerierter aber regenerationsfähiger Eichenkronen (KT3) war im direkten Vergleich bei den Nestervarianten nur geringfügig höher als bei den vergleichbaren Truppvarianten (Nester ohne Eberesche = 53,5 %, Trupps ohne Eberesche = 44, 0 %). Damit bestätigt sich die Aussage, dass bereits bei Eichen mit KT3 durch hohe inter- und intraspezifische Konkurrenz ein soziologischer Abstieg und damit weitere Vitalitätseinbußen häufiger auftreten als ein soziologischer Aufstieg – verbunden mit einem Revitalisierungsprozess (vgl. Kap. 3.1.3.2, Abb. 5).

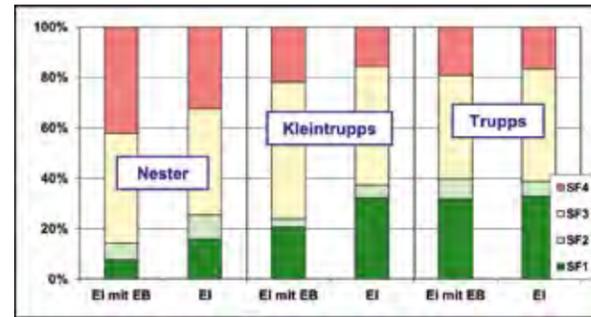


Abb. 14: Verteilung der klassifizierten Schaftformen in den Eichen-Pflanzplatzvarianten

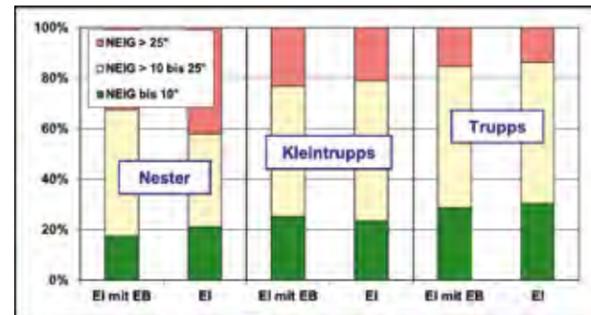


Abb. 15: Verteilung des Merkmals Neigungswinkel in den Eichen-Pflanzplatzvarianten



Abb. 16: „Blumenstraußförmiger“ Wuchs der Eichen in den Nestervarianten

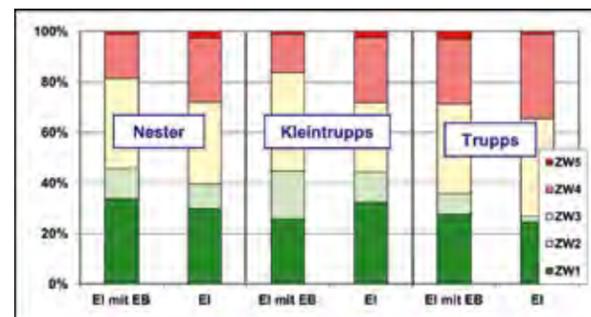


Abb. 17: Verteilung der klassifizierten Zwieseltypen in den Eichen-Pflanzplatzvarianten

Der Variantenvergleich des Qualitätsmerkmals Stammform führt zu einer adäquaten Tendenz, wenngleich der Merkmalsunterschied zwischen den Kleintrupp- und Trupppvarianten geringer ausfiel. Abb. 14 verdeutlicht, dass der Anteil der wirtschaftlich erwünschten geraden Stammformen (SF1) von den Nester- über die Kleintrupp- zu den Trupppvarianten tendenziell zunahm. Demgegenüber verringerte sich in dieser Reihenfolge der Anteil der wirtschaftlich unerwünschten bogigen und knickigen Stammformen (SF4). Der Anteil der knickigen (SF2) oder bogigen Stammformen (SF3) war indifferent.

Die kritische Qualitätsbeurteilung in den Nestervarianten wurde durch die Beurteilung des Merkmals Neigungswinkel bestätigt (Abb. 15). Auffällig war vor allem der hohe Individuenanteil an Eichen mit Neigungswinkeln > 25° in den Nestervarianten. Aufgrund des geringen Pflanzenabstandes von 0,20 m und der Ausweichmöglichkeit in die Pflanzplatzzwischenfelder kippen einige Eichen-Nestervarianten „blumenstraußförmig“ auseinander (Abb. 16). Die damit verbundenen Einbußen hinsichtlich der Kronenentwicklung und der Stammform sind zumeist irreversibel. Im Vergleich zwischen den Kleintrupp- und Trupppvarianten zeichnete sich in den Eichen-Trupppflanzungen ein geringfügig höherer Anteil an Eichen mit Neigungswinkeln bis 10° und ein ebenfalls geringfügig niedrigerer Anteil an Eichen mit Neigungswinkeln > 25° ab.

Die Erfassung des Merkmals Zwieselbildung (Abb. 17) ergab erwartungsgemäß keinen kausal erklärbaren Zusammenhang zwischen den Pflanzplatzvarianten und der Klassifizierung der Zwieselbildung an den beurteilten Eichen, da sich das Merkmal Zwieselbildung primär genetisch determiniert entwickelt. Anzumerken ist, dass die Merkmale ohne Zwiesel (ZW1) bei 24,4 % (P3) bis 33,7 % (P6) der Eichenindividuen und das hinsichtlich der Kronen- und Stammformentwicklung negativ wirkende Merkmal Mehrfachzwiesel in der Krone (ZW4) bei 15,1 (P1) bis 33,3 % (P3) der Eichenindividuen festgestellt wurde.

Tab. 4: Anzahl der derzeit potenziell als Z-Baumanwärter und Ausleseebäume geeigneten Eichen in den Pflanzplätzen der Versuchsanlage

Aufnahme 2011 durchschnittliche Anzahl / Pflanzplatz	Variante					
	Nester		Kleintrupp		Trupp	
	mit Außenring	ohne Außenring	mit Außenring	ohne Außenring	mit Außenring	ohne Außenring
Anzahl potenzieller Z-Baumanwärter (je m / Pflanzplatz)	0,7	1,3	1,8	2,8	3,3	2,8
Anzahl potenzieller Ausleseebäume (potenz. sägeholzfähig) (je m / Pflanzplatz)	1,1	1,8	1,8	3,2	4,0	3,2
gesamt	1,8	3,1	3,6	6,0	7,3	6,0

Die Zusammenführung aller gutachterlich bewerteten und gemessenen Qualitätseigenschaften ergab eine Wertentwicklungsperspektive für jede erfasste Eichenpflanze. Da die Eichen bislang eine Entwicklungsdauer von lediglich einer Dekade vollzogen haben, handelt es sich bei den nachfolgenden Zuordnungen um eine erste, unterstellte und derzeit noch unsichere Wertentwicklungsprognose. Entscheidend sind hierbei nicht die absoluten Werte der Zuordnung, sondern die Wertedifferenzen und die Wertetendenzen zwischen den Pflanzplatzvarianten. In Tab. 4 wur-

de die durchschnittliche Anzahl der zum Zeitpunkt der Erhebung potenziell als Z-Baumanwärter oder Auslesebaum geeigneten Eichen je Pflanzplatz dargestellt. Dabei wurden im Segment „potenzielle Z-Baumanwärter“ absolute, auf Wertholzproduktion orientierte Maßstäbe angesetzt. Diese Eichen waren absolut vital und qualitativ tadellos. Demgegenüber konnten bei der Auslesebaumorientierung vitalitäts- und qualitätsbezogene Abstriche erfolgen, soweit das Produktionsziel sägefähige Ware noch erreichbar erschien. Tendenziell waren zwei wesentliche Aussagen ableitbar:

1. Von den Nester- über die Kleintrupp- zu den Trupppvarianten nimmt die durchschnittliche Individuenzahl je Pflanzplatz der als mögliche Z-Baumanwärter (von ø 0,7 Stck/Nest bis ø 3,3 Stck/Trupp) und als mögliche Ausleseebäume (von ø 1,1 Stck/Nest bis ø 4,0 Stck/Trupp) geeigneten Eichen tendenziell zu.
2. Der Pflanzplatz-Außenring aus Eberesche hatte keine generell qualitätsverbessernde Wirkung. Zum einen war die erwartete Eindämmung der Starkastbildung an den Randeichen des Pflanzplatzes durch den Außenring nicht gesichert nachweisbar. Zum anderen konnte, gemessen an der durchschnittlichen Anzahl potenziell geeigneter Z-Baumanwärter und Ausleseebäume je Pflanzplatz, keine generell bessere Differenzierung der Eichen in den mit Eberesche

umpflanzten Untervarianten festgestellt werden. In den Nester- und Kleintruppvarianten fiel in beiden Kategorien die durchschnittliche Anzahl je Pflanzplatz mit Begleitbaumartenring geringer aus (Nester: um -0,5 und -0,7 Eichen/Pflanzplatz, Kleintrupp: um -1,0 und -1,4 Eichen/Pflanzplatz). In den Trupppvarianten lag hingegen die durchschnittliche Anzahl der ausgewählten Exemplare sowohl im Hinblick auf die potenziell geeigneten Z-Baumanwärter als auch die potenziellen Ausleseebäume in den mit Eberesche umpflanzten Plätzen über denen der Pflanzplätze ohne Außenring (+0,5 und +0,8 Eichen/Pflanzplatz). Die wald- und bodenökologischen Vorteilswirkungen der Ebereschen-Außenringe blieben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt.

3.2.4 Baumartenzusammensetzung in der natürlichen Verjüngung

Ein wesentliches waldbauliches Element des Verfahrens der plätzweisen Begründung ist die Kombination aus künstlicher Verjüngung (Pflanzplätze) und natürlicher Verjüngung (Pflanzplatzzwischenfelder). Die Abb. 18.1 bis 18.6 stellen die Entwicklung der natürlichen Besiedlung in den Zwischenfeldern der Pflanzplatzvarianten hinsichtlich Individuenzahl und Baumartenzusammensetzung dar.

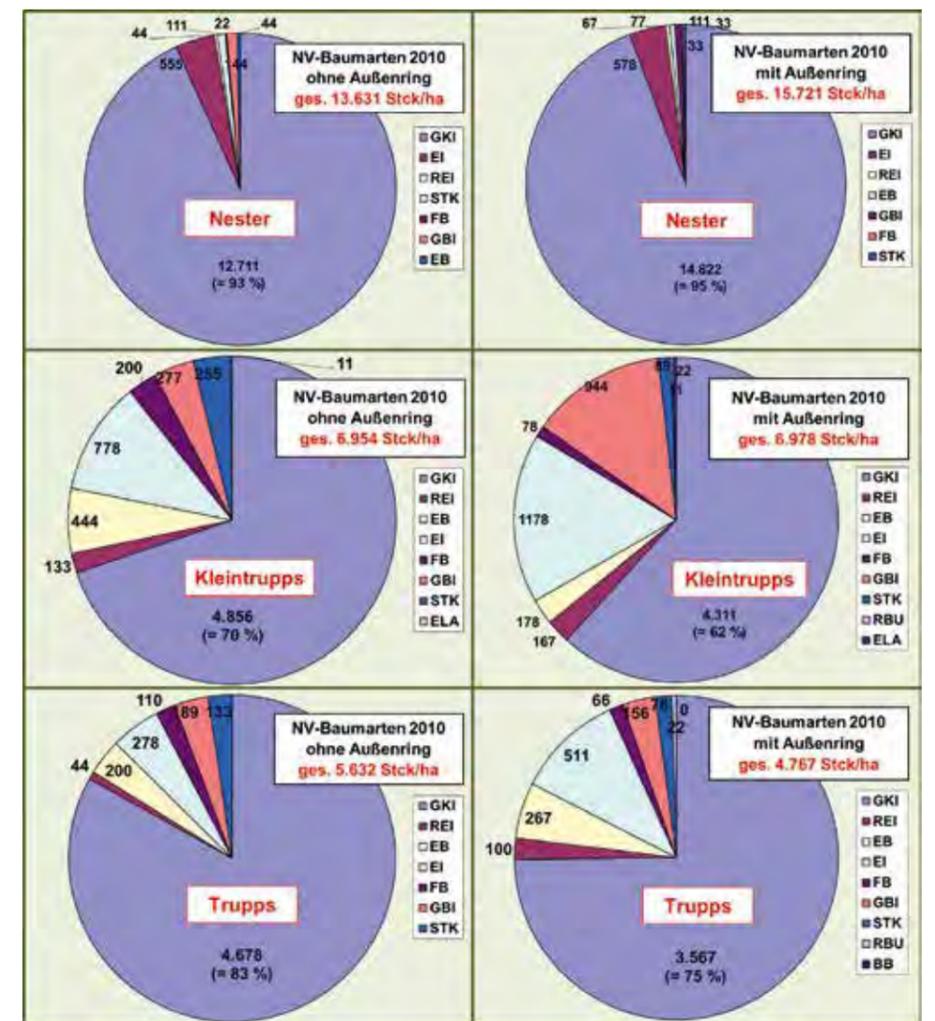


Abb. 18.1 bis 18.6: Entwicklung der natürlichen Baumartenzusammensetzung in den Varianten und Untervarianten der Versuchsanlage Schwenow zur plätzweisen künstlichen Verjüngung mit Eiche (Angaben in Stck/ha)

Die Erhebungen erfolgten am Ende der ersten Entwicklungsdekade.

In den Nestervarianten zeigt sich eine klare Dominanz der Baumart Gemeine Kiefer (GKI) in der natürlichen Verjüngung der Pflanzplatz-Zwischenfelder (Abb. 18.1 und 18.2). Mit 12.711 Stck/ha und 14.822 Stck/ha nach 10jähriger Entwicklung wiesen die Nestervarianten der Versuchsanlage zudem hohe GKI-Individuenzahlen auf. Diese lassen sich insbesondere mit Rohbodenfreilage begründen, die im Zuge der Versuchsanlage und durch mehrfach in den Zaun eingedrungenes Schwarzwild entstand. Einen weiteren nennenswerten Anteil nahmen lediglich die heimischen Eichenarten ein (555 Stck/ha und 578 Stck/ha). Gleichwohl wurden in den Nestervarianten sieben Naturverjüngungsbaumarten festgestellt.

In den Kleintrupp- und Truppvarianten zeichnet sich eine im Wesentlichen adäquate Baumartenzusammensetzung ab (Abb. 18.3 bis 18.6). Dominante Baumart in der natürlichen Verjüngung war wiederum die Gemeine Kiefer. Allerdings wurden in beiden Varianten waldbaulich relevante Anteile vor allem der Baumarten Eberesche (EB), Eiche (EI), Rot-Eiche (REI), Gemeine Birke (GBI) und zunehmend der Spätblühende Traubenkirsche (STK) nachgewiesen. Die Anzahl der Mischbaumarten betrug nach 10-jähriger Entwicklung in den Kleintruppvarianten acht bzw. neun und in den Truppvarianten sieben bzw. neun.

Die Gesamtindividuenzahl der natürlichen Verjüngung verringerte sich von den Nestervarianten (13.631 Stck/ha und 15.721 Stck/ha) über die Kleintruppvarianten (6.954 Stck/ha und 6.978 Stck/ha) zu den Truppvarianten deutlich (5.632 Stck/ha und 4.767 Stck/ha). Diese Tendenz resultiert primär aus dem in beschriebener Richtung zunehmenden Pflanzenabstand, der zu einer Ausdehnung des gesamten Pflanzplatzes und somit zu einer Verringerung der Pflanzplatz-Zwischenfeldfläche führt (vgl. Kap. 3.2.1).

3.2.5 Ausgewählte waldbauliche Empfehlungen

Aus den dargestellten Teilergebnissen lassen sich waldbauliche Empfehlungen ableiten, von denen nachfolgend eine Auswahl vorgestellt wird:

- Sofern sich der Wirtschaftler für das beschriebene Verfahren der plätzweisen Kunstverjüngung mit Eiche entscheidet, sind die Kleintrupp- und Truppvarianten, d. h. Verfahren mit einem Pflanzenabstand von 60 bis 100 cm, waldbaulich klar zu präferieren.
- Umpflanzungen des Eichen-Pflanzplatzes eignen sich nicht grundsätzlich als Unterstütsungsmaßnahme für die qualitative Entwicklung der Eichen. Eine Unterstütsung der qualitativen Entwicklung der Eichen durch einen Begleitbaumarten-Außenring aus Eberesche deutete sich lediglich bei den Truppvarianten an. Zudem startete die Eberesche häufig dynamischer („Schnellstarter“) als die Pflanzplatz-Eichen, so dass aufgrund eines „Kellereffektes“ eine zusätzlich Beeinträchtigung der Lichtverfügbarkeit für die Eichenpflanzen entstand. Ungeachtet dessen erbringen jedoch die beschriebenen Außenringe wald- und bodenökologische sowie mikro-klimatische Vorteilswirkungen.
- In den Pflanzplätzen fand sich häufig natürliche Verjün-

gung anderer Baumarten ein – vor allem REI, GBI und STK, die die Eichen rasch in Bedrängnis brachten. Unerwünschte Begleitbaumarten sind in den Pflanzplätzen daher laufend zu beseitigen. Der Eichen-Pflanzplatz muss baumartenrein bleiben.

- In den Pflanzplatzzwischenfeldern ist die Entwicklung einer artenreichen, strukturierten Baumartenmischung durch laufende Standraum- und Mischungsregulierung zu fördern und zu steuern.
- Vor Erreichen eines Höhenbereiches von 6 bis 8 m sind konkurrenzsteuernde Maßnahmen in den Eichen-Pflanzplätzen nicht erforderlich.
- Die Beseitigung von Starkkästen und Zwieseln an Eliteexemplaren im Rahmen der turnusmäßigen Durchmusterung verbessert das Wertentwicklungspotenzial der Eichen deutlich.

Auch hinsichtlich des Verfahrens der plätzweisen Kunstverjüngung mit Eiche ergeben sich aus den Untersuchungsergebnissen waldbauliche Entscheidungsschritte, die das Verfahren waldbautechnologisch optimieren:

Die Schritte 1 und 2 decken sich mit dem unter Kapitel 3.1.6 beschriebenen Vorgehen.

3. Schritt: Maßnahmezeitraum

Analog zum Übernahmezeitraum für Hähersaat muss der Wirtschaftler am Einzelfall entscheiden, wann bzw. bei welchem Waldentwicklungsstand die plätzweise Verjüngung mit Eiche erfolgen soll. Zustand und Entwicklungsstatus des Oberstandes (im Regelfall Gemeine Kiefer) entscheiden darüber, ob dieser „verjüngungsreif“ ist. Folgende Kriterien sind wiederum entscheidungsrelevant:

- der Durchforstungsstand und -fortschritt im Kiefern-Oberstand,
- Alter, Wertentwicklung, Wüchsigkeit, Vitalität, forstsanitärer Zustand des Kiefern-Oberstandes,
- die Alters-/Höhendifferenz zwischen der Eichenverjüngung und dem Kiefern-Oberstand.

Die Verjüngungsmaßnahme darf den Wirtschaftler nicht in vorzeitigen Nutzungsdruck resp. zu einer suboptimalen Wertschöpfung zwingen.

4. Schritt: Durchforstung

Es erfolgt nunmehr eine konsequente Durchforstung im „verjüngungsreifen“ GKI-Oberstand. Oberstandskiefern, die ihr voraussichtliches Wertoptimum noch nicht erreicht haben, werden nicht entnommen.

5. Schritt: Auswahl und Markierung der Pflanzplätze

An die Durchforstung schließt sich die Anlage der Pflanzplätze an. Diese erfolgt nicht wie vorgestellt rasterförmig, sondern strukturangepasst. Demzufolge werden die Pflanzplätze in Lichtschächten bzw. Oberstandslücken platziert, um die Etablierung und Entwicklung der Eichen durch ausreichende Lichtverfügbarkeit zu fördern. Die Pflanzplatzabstände variieren somit auf der Fläche.

6. Schritt: Beräumung und Pflanzung

Nach der Beräumung der Pflanzplätze im Falle des Vorhandenseins verjüngungshemmender Bodenfloren erfolgt die Pflanzung der Eichen – bevorzugt als Sortiment 1/0 (einjährige Pflanzen) oder 2/0 (zweijährige, unverschulte Pflanzen), um eine weitgehend artgerechte Wurzelentwicklung sicherzustellen.

7. Schritt: Steuerung der Verjüngungsentwicklung

Die Steuerung der Verjüngungsentwicklung in den Pflanzplätzen betrifft in der ersten Dekade lediglich die Entnahme unerwünschter konkurrierender Verjüngung in den Pflanzplätzen und die Konkurrenzschwächung bedrängender, dominanter Begleitfloren.

4 Fazit

Aus den vorgestellten Ergebnissen lassen sich drei Kernaussagen extrahieren:

1. Die Entwicklung und Übernahme von Eichen-Naturverjüngungen und die plätzweise Pflanzung der Eiche sind bei strukturangepasstem Vorgehen geeignete Waldbautechnologien zur Umsetzung der waldböologisch-waldwirtschaftlichen Ziele im Land Brandenburg – insbesondere im Hinblick auf den ökologischen Waldbau.
2. Die vorgestellten Verfahren sind insgesamt eine wertvolle Ergänzung zu den klassisch-(klein)flächigen Verfahren der Waldverjüngung mit Eiche.
3. Waldbauliche Langzeituntersuchungen sind eine elementare Voraussetzung, um Prozesse der Waldentwicklung verstehen, beurteilen und steuern zu können.

5 Ausblick

Ausgehend vom Beitragsthema, d. h. der Sicherstellung praxisnaher waldbaulicher Langzeituntersuchungen als betriebliche Entscheidungshilfe, den komplexen, vielfältigen Erwartungen der forstlichen Praxis im Gesamtwald an „wissenschaftliche Dienstleistung“ und den derzeit noch verfügbaren zeitlichen und personellen Valenzen im Fachteam Waldbau des LFE wird perspektivisch die **Einrichtung eines dauerhaften Fachgremiums** empfohlen. Das Ziel besteht in der:

- zügigen, vollständigen Formulierung und Weiterleitung fachlicher Fragestellungen an das Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE),
- Sortierung und Wichtung der vielfältigen Fragestellungen und Erwartungen,
- Bewertung der bedarfsgerechten Bearbeitung der Fragestellungen,
- wechselseitigen Information über Forschungsvereinbarungen mit Dritten,
- effizienten Planung und Bereitstellung personeller und zeitlicher Kapazitäten.

Das angestrebte dauerhafte Fachgremium könnte sich zusammensetzen aus:

- Mitarbeitern/Innen des Landesbetriebes Forst Brandenburg (LFB),
- Mitarbeitern/Innen des Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE),
- Vertreter des Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Landwirtschaft des Landes Brandenburg (MLUL),
- Interessenvertreter privater und kommunaler Waldeigentümer,
- temporär Einbezogene (bspw. für spezielle Aufgabenschwerpunkte oder für Interessenkoordinierung).

Der Koordinierungsaufwand ist, gemessen am Effizienzgewinn, gering, jedoch für die Strukturierung und Bearbeitung zeitgemäßer wissenschaftlicher Aufgaben bei geringer Personalverfügbarkeit perspektivisch zwingend erforderlich. Zudem könnte auf diesem Weg die Abstimmung der wissenschaftlichen Arbeit mit anderen Forschungseinrichtungen am Standort Eberswalde (Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Thünen-Institut für Waldökosysteme Eberswalde) optimiert werden.

Danksagung

Die Untersuchungen zur Waldverjüngung mit Eiche am Landeskompetenzzentrum Forst (LFE) basieren maßgeblich auf Ideen und fachlichen Impulsen von Thomas Peters (jetzt Revierleiter im Revier Pausin). Für die vorgestellten Teilergebnisse wurden langjährige, sehr umfangreiche Datenerhebungen genutzt, deren Erhebung, Verarbeitung, Verwaltung und auswertefähige Vorbereitung nahezu komplett durch die Mitarbeiterinnen des Fachteams Waldbau am Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Kerstin Hainke und Gudrun Lübge, erfolgten. Den genannten Mitarbeiterinnen gilt deshalb besonderer Dank. Vielen Dank an die forstliche Praxis für die langjährige Unterstützung des Fachteams Waldbau bei der wissenschaftlichen Arbeit und für die Umsetzung der abgestimmten Durchforstungsmaßnahmen auf den zahlreichen Untersuchungsobjekten zur natürlichen Verjüngung der Eiche („Hähersaat“). Ferner ist Lothar Welke und Joachim Schmelz für die konzeptionelle Mitgestaltung der Versuche und für die Unterstützung bei der Anlage der Versuchsobjekte zur plätzweisen künstlichen Verjüngung mit Eiche im Revier Schwenow, für die innovativen Pflegekonzepte und für die Unterstützung bei Fach- und Schulungsexkursionen zu danken.

Literatur

Autorenkollektiv (2008): Waldbau-Richtlinie 2004 „Grüner Ordner“ der Landesforstverwaltung Brandenburg, Kapitel 6: Eiche – Verjüngung, Pflege und Nutzung. Hrsg.: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLUV). Potsdam, 19 S.

ERTELD, W. (1961): Eiche – Ertragstafel für Hochdurchforstung. In: Erteld, W. (1963) Ertragstafelauszüge für den Gebrauch in der Praxis, Neumann Verlag, Radebeul und Leipzig, 170 S.

GOCKEL, H. (1994): Soziale und qualitative Entwicklungen sowie Z-Baumhäufigkeiten in Eichenjungbeständen / Die Entwicklung eines neuen Pflanzschemas „Die Trupp-pflanzung“. Diss. Forstwiss. Fachbereich, Georg-August-Univ. Göttingen, 168 S.

HOFMANN, G. (1997): Natürliche Waldgesellschaften Brandenburgs als Grundlage waldbaulicher Zielstellungen. Tagungsber. d. Brandenburgischen Forstverein e.V. z. Jahrestagung v. 14.5.1997, Eberswalde, 6-22.

HOFMANN, G.; POMMER, U. (2004): Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation von Berlin und Brandenburg. i. A. d. Bundesamtes f. Naturschutz u. d. Landesumweltamtes Brandenburg. FKZ: 89885013.

HOFMANN, G.; POMMER, U. (2006): Die Potenzielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin. Hrsg.: Minist. f. Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MLUR) und Landesforstanstalt Eberswalde (LFE), Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. XXIV, Eberswalde und Potsdam, 312 S.

KÄTZEL, R.; LÖFFLER, S.; SCHRÖDER, J. (2013): Sterben vor der Zeit – Das Eichensterben als Komplexkrankheit. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Bd. 53: 21-34.

KÄTZEL, R.; ZANDER, M.; LÖFFLER, S. (2015): Wenn der Durst kommt – Eiche, Buche, Kiefer, Douglasie im Trockenstresstest. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe, Band 55: 40-54.

KRAFT, G. (1884): Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. Hannover.

MÖLLER, K. (2008): Was bringt biologische Vielfalt für den Waldschutz? Eberswalder Forstliche Schriftenreihe Bd. XXXVI: 41-47.

NOACK, M. (2005): Waldwachstumskundliche Untersuchungen vorangebauter Trauben-Eichen in Kiefernbeständen des Nordostdeutschen Tieflandes und Schlußfolgerungen für den ökologischen Waldumbau auf standörtlicher Grundlage. Dissertation. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. 181 S.

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.

ROLOFF, A. (1993): Kronenentwicklung und Vitalitätsbeurteilung ausgewählter Baumarten der gemäßigten Breiten. Inst. f. Waldbau, Univ. Göttingen, Schr.-reihe Forstl. Fakult. d. Univ. Göttingen u. d. Niedersächs. VA, Bd. 93, Sauerländer's Verlag, Frankfurt a.M., 258 S.

ROLOFF, A. (2001): Baumkronen – Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens. Verl. Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 164 S.

STÄHR, F., KÖHLER, F., ROSE, B. (2006): Neufassung der Bestandeszieltypen für das Land Brandenburg. AFZ/Der Wald 61, 754-757.

SZYMANSKI, S. (1986): Die Begründung von Eichenbeständen in „Nest-Kulturen“ – Eine wirksame und sparsame Methode des Waldbaus auf wüchsigen Standorten. Der Forst- und Holzwirt, 41, H. 1, 3-15.

Die Douglasie nach „XAVIER“ am Beispiel des internationalen Provenienz-Durchforstungsversuchs CHORIN 85

STEFAN PANKA

1 Einleitung

Am 5. Oktober 2017 jagte das Sturmtief XAVIER über weite Gebiete Deutschlands mit Windgeschwindigkeiten, die sogar im Flachland Orkanstärke erreichten (s. Abb. 1). Regional kamen dazu heftige Niederschläge, die vielerorts mehr als 50 mm/m² innerhalb von 24 Stunden brachten (HAESLER 2017).



Abb. 1: DWD-Karte zur Wetterlage am 5.10.2017 um 12 UTC (HAESLER 2017)

In ganz Deutschland fielen dem Wind zahlreiche Bäume zum Opfer, auch solche, die stabil aussahen. Betroffen davon waren überwiegend diejenigen, deren voll belaubte Kronen dem Wind eine große Angriffsfläche boten, und Bäume, die, im durch den Regen aufgeweichten Boden stehend, instabil geworden waren.

In vielen Brandenburgischen Oberförstereien richtete XAVIER auf diese Weise großen Schaden an. Der verhältnismäßig geringe Windwurfschaden in dem internationalen Douglasien-Provenienz-Durchforstungsversuch CHORIN 85 war Anlass für eine eingehende Windwurfanalyse.

Ziele dieser Untersuchung waren:

- die Erstellung einer Dokumentation des Schadensgeschehens,
- eine Analyse der Wurfvorgänge,
- das Erkennen von Indizien für die Windwurfgefährdung,
- die Erarbeitung von Schlussfolgerungen für die Praxis.

2 Das Material

Bei dem kombinierten Douglasien-Provenienz-Durchforstungsversuch CHORIN 85 handelt es sich um eine typische Blockanlage, in der 26 Douglasien-Herkünfte aus den USA und Kanada, in dreifacher Wiederholung angeordnet, seit 1961 beobachtet werden (s. Abb. 2). Jede Wiederholung (Block) wird mit unterschiedlicher Bestandesdichte, gemessen

am Bestockungsgrad (BG=0,75; 0,85; 0,95) des verbleibenden Bestandes (BERGEL 1985), gehalten.

Dieser inzwischen schon 60jährige Bestand, der im April 1961 mit 3jährigen Pflanzen in einem 1,5 m-Quadratverband begründet wurde, besteht heute aus 70 0,1 ha großen Versuchspartellen und ist Teil einer 1958 durch den Verband Deutscher Forstlicher Versuchsanstalten initiierten JUFRO Versuchsreihe (DITTMAR et al. 1985, PANKA 2000). Insgesamt wurden in der Versuchsanlage 37 Windwürfe registriert, die meisten davon fielen in süd-östlicher Richtung (s. Abb. 3).



Abb. 2: CHORIN 85 – kombinierter Douglasien-Provenienz-Durchforstungsversuch. Schematischer Lageplan mit Kennzeichnung der Wurfpartellen (orange) nach Durchzug von Sturmtief XAVIER am 5.10.2017

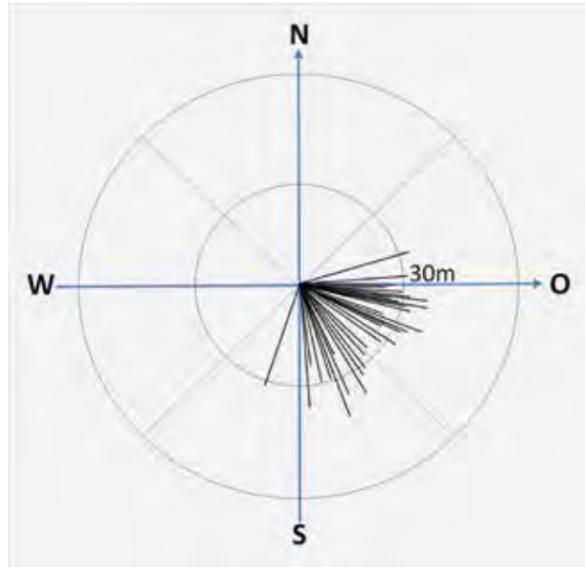


Abb. 3: CHORIN 85 – Wurfriktion und Baumlänge der einzelnen Bäume

Betroffen waren 16 Herkünfte auf insgesamt 22 Parzellen, wobei in den Teilen mit einem Bestockungsgrad von 0.75, 0.85 und 0.95 entsprechend 8, 21 und 8 Würfe verzeichnet (s. Abb. 2) wurden. Herkunftbezogen waren mit jeweils 3 Parzellen und 5 Würfeln bzw. 4 Würfeln die aus Nord-Oregon stammende Provenienz-Nr. 300 (Molalla) bzw. die aus dem Gebiet am Kaskadenwesthang in Mittel-Washington kommende Herkunft 204 (Ashford) am stärksten in Mitteleuropa gezogen.

3 Methodik

Für die Berechnung und Visualisierung wurden die Software von DEGENHARDT (2001) BestGrafSQL und das Simulationsprogramm BWINPro von NAGEL (2009) verwendet.

Für die Windwurfanalyse standen von allen Bäumen die Stammfußkoordinaten zur Verfügung. Außerdem erfasst wurden die Höhen bzw. Baumlängen, die Brusthöhendurchmesser, die Kronenansätze, die Kronenradien und der

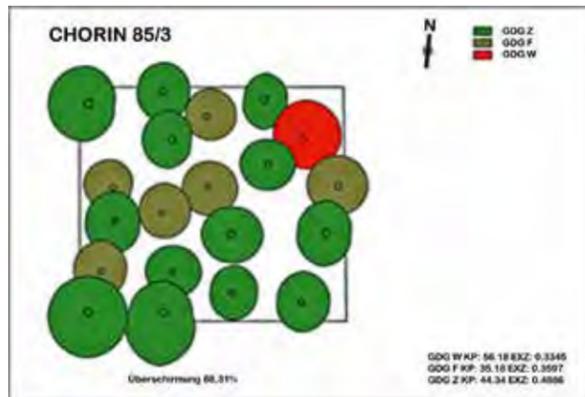


Abb. 4: Kronenprojektionskarte mit Hilfe von BestGrafSQL

Befall mit Stammfuß- bzw. Wurzelfäule sowie die Wurzelwerkdimensionen (Durchmesser/Tiefe). Dabei wurden der h/d-Wert (1), die mittlere Kronenbreite (2) aus mindestens 4 Kronenradien (kr), die Kronenschirmfläche (3) sowie die Kronenlänge (4) ermittelt. Die Kronenmantelfläche (5) als Paraboloidmantelfläche wurde nach DONG (1985) in KRAMER (1988) berechnet.

$$hdw = \frac{h}{d} \quad (1)$$

wobei h – Baumhöhe (m); d – Brusthöhendurchmesser (cm)

$$kb = 2 \cdot \sum_{i=1}^n kr_i \quad (2)$$

wobei kr_i – Kronenradius (m)

$$ks = kb^2 \cdot \frac{\pi}{4} \quad (3)$$

$$kl = h - ka \quad (4)$$

wobei ka – Kronenansatz (m)

$$km = \frac{\pi \cdot kr}{6 \cdot kl^2} \cdot \left[(4 \cdot kl^2 + kr^2)^{\frac{3}{2}} - kr^3 \right] \quad (5)$$

wobei kr – mittlerer Kronenradius (m)

Bei der Analyse des kurz vor dem Windwurfgeschehen durchgeforsteten Bestandes lag der Fokus auf dem einem Wurf direkt benachbarten Raum (Abb. 9). Die Relationen zwischen den Wurfbäumen und ihren Nachbarn sollten

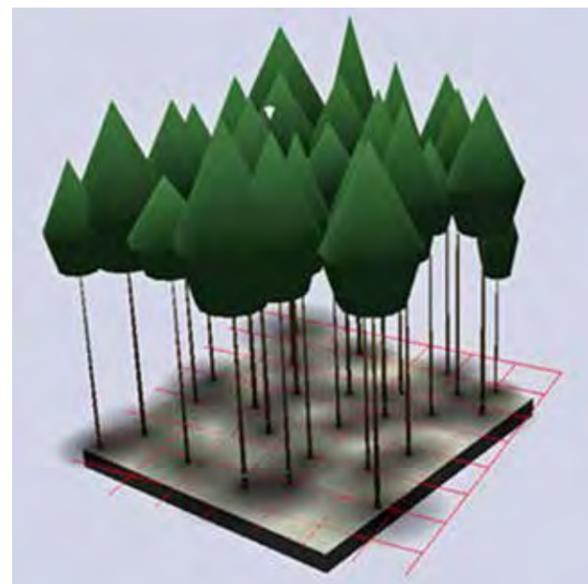


Abb. 5: Dreidimensionale Bestandesvisualisierung mit BWINPro

das Erkennen von potentiellen Indizien für die Windwurfgefährdung ermöglichen. Um den Konkurrenzdruck im Kronenraum zu bewerten, wurde der Konkurrenzindex C66 (WENSEL et al. 1987) mithilfe von BWinPro (NAGEL 1999) berechnet (6).

$$C66_i = \frac{\sum_{i=1}^n ks66_i}{A} \quad (6)$$

wobei ks66_i – Kronenschirmfläche in 66% Höhe des Bezugsbaumes; A – Flächengröße (ha)

Der verwendete Konkurrenzindex wird durch die Summe der Kronenschirmfläche aller Bäume, wenn sie in einer Höhe von 66% der Kronenlänge eines Bezugsbaumes geschnitten werden, im Verhältnis zur Flächengröße definiert und lässt sich als Kronenschlussgrad interpretieren. In unserem Fall, bei vorhandenen Stammfußkoordinaten aller Bäume, wurde diese Komponente als distanzabhängige Größe (C66xy) berechnet.

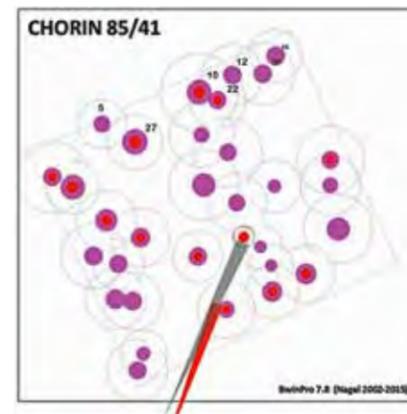


Abb. 6: CHORIN 85, 2-D-Kronenkarte der Parzelle 41, erzeugt mit BWinPro (Kronen als Kreis). Folgewurf-Fall, bei dem der Baum Nr. 111 von Baum Nr. 89 geworfen wurde

In unserer Betrachtung mussten alle Wurfbäume, deren Wurfvorgang zusätzlich beeinflusst wurde, ausgeschlossen werden. Das betraf z.B. Würfe, die erkennbar von anderen Bäumen umgeworfen wurden (Abb. 6), oder auch Bäume, die von Wurzelfäule befallen (Abb. 7) und dadurch besonders instabil waren.



Abb. 7: Durch Wurzelfäule erfasster Wurfbaum in der Parzelle 51

Um die Rolle, welche konkrete Bäume bei einem Wurfgeschehen in Bezug auf den Wind und zu dem geworfenen Baum selbst spielten, besser zu verdeutlichen, wurden sie als Luv-Bäume bzw. als Lee-Bäume bezeichnet. Dabei ist im Verhältnis zu dem jeweiligen Wurf Luv der dem Wind zugewandte und Lee der vom Wind abgewandte Bereich in einem Betrachtungsraum (Abb. 8).

Abb. 8: Luv- und Lee-Bereiche um einen Wurf

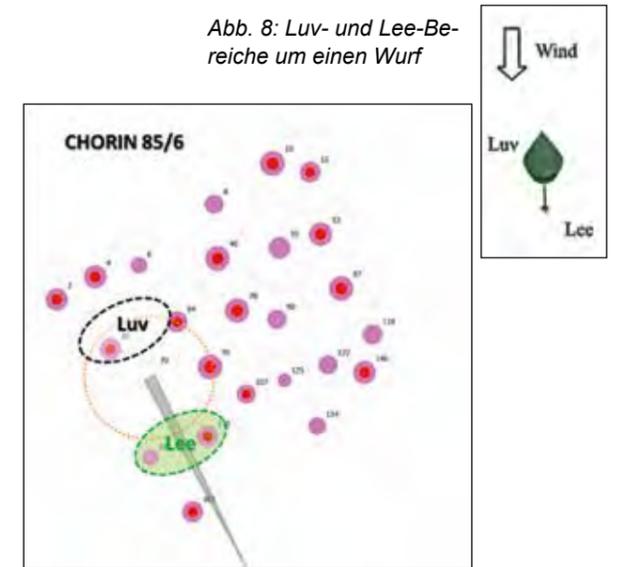


Abb. 9: Luv- und Lee-Bereiche um einen Wurf am Beispiel des Baumes Nr. 70 in der Parzelle 6

Die vermutliche Windrichtung zum Zeitpunkt des Geschehens in einem Betrachtungsraum markierte, wie hier in der Parzelle 6, der Wurf selbst (Abb. 9).

4 Ergebnisse

Die erste Inventur zeigte, dass das Durchmesser- und Längenspektrum aller in CHORIN 85 geworfenen Stämme verhältnismäßig breit war. Die Werte variierten beim Brusthöhendurchmesser zwischen 16 und 51 cm (Abb. 10) und bei der Baumlänge zwischen 23 und 36 m (Abb. 11). Die Hälfte der Würfe waren Z-Bäume. Es wurde kein Windbruch festgestellt.

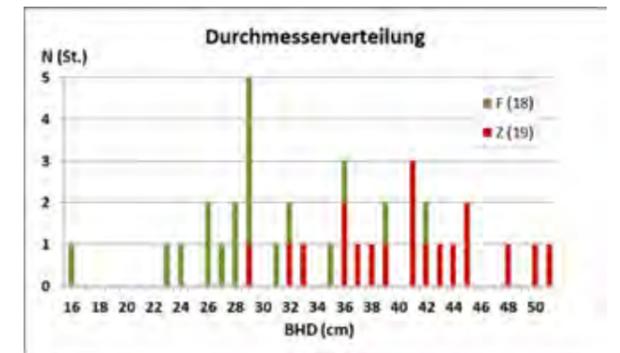


Abb. 10: Durchmesserspektrum aller geworfenen Douglasien in CHORIN 85

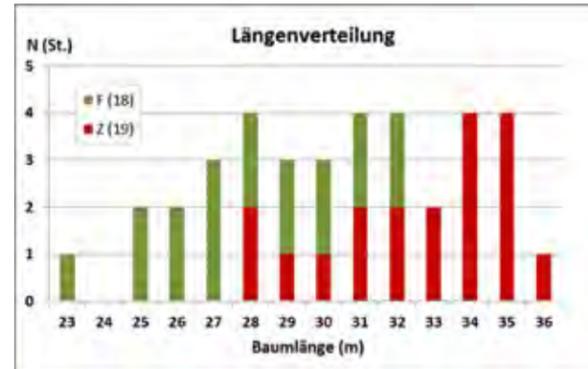


Abb. 11: Baumlängen-Übersicht aller Würfe in CHORIN 85

Nach dem Aussondern der in den Abbildungen 6 und 7 genannten Wurfälle blieben insgesamt 24 Würfe (14 Herkunftse auf 19 Parzellen) übrig, die eindeutig ausschließlich dem Windsturm XAVIER zugerechnet werden konnten (Tab. 1). Davon waren 15 Würfe Z-Bäume (s. Abb. 12 und 13).

Tab. 1: CHORIN 85 – Windwurfverteilung nach Herkunft und Bestockungsdichte

Herkunft	Parzellen			Würfe		
	0,75	0,85	0,95	0,75	0,85	0,95
3 (Santiam)	1	1		1	1	
24 (Darrington 1)			1			1
26 (Darrington 4)	1	1		1	1	
27 (Darrington 3)			1			1
31 (Salmon Arm)		1				2
34 (Darrington 4b)	1			1		
200 (Joyce)		1				3
203 (Mineral)			1			1
204 (Ashford)		1	1			1
206 (Humpulips)			1			1
208 (Seaquest)			1			1
219 (Silver Lake)		1				1
300 (Molalla)	1	1	1	1	2	1
305 (Detroit)		1				2
	14	4	8	7	4	13
						7

Die Würfe konnten dabei 2 Szenarien zugeordnet werden:

1. Würfe ohne Entnahme in der Nachbarschaft,
2. Würfe mit Entnahme mindestens eines Nachbarbaumes.

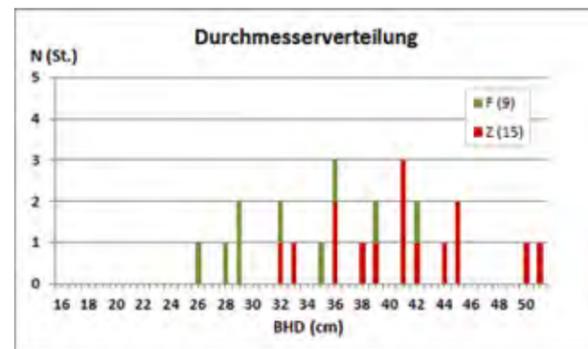


Abb. 12: Durchmesserspektrum der ausschließlich dem Sturm XAVIER zugerechneten Würfe in CHORIN 85

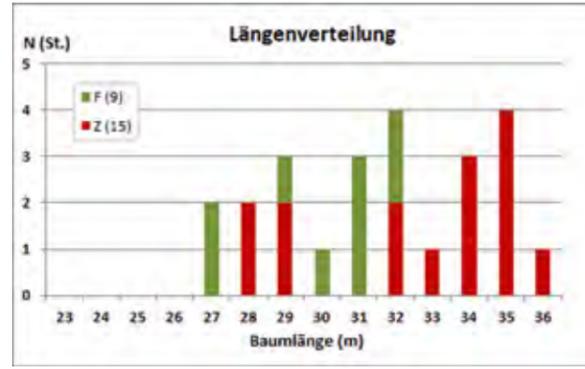


Abb. 13: Baumlängen-Übersicht der ausschließlich dem Sturm XAVIER zugerechneten Würfe in CHORIN 85

Die Relation Höhe/Durchmesser (h/d-Wert) gibt das Verhältnis der Baumhöhe zum Brusthöhendurchmesser an. Je höher der h/d-Wert, desto schlanker und windwurfgefährdeter ist der Baum. So wurde bei dieser Windwurfanalyse der h/d-Wert als Indikator für die Standfestigkeit eines Baumes berechnet. Es stellte sich heraus, dass lediglich 9 (37,5%) der 24 analysierten Würfe als stabile Bäume (h/d < 0,8) bezeichnet werden konnten (s. Abb. 14). Viel interessanter aber ist dabei die Tatsache, dass von den insgesamt 573 Bäumen in allen 22 untersuchten Parzellen 369 (64,4%) einen labilen h/d-Wert aufwiesen (h/d > 0,8) und dass davon lediglich 15 Bäume (4,1%) geworfen wurden.

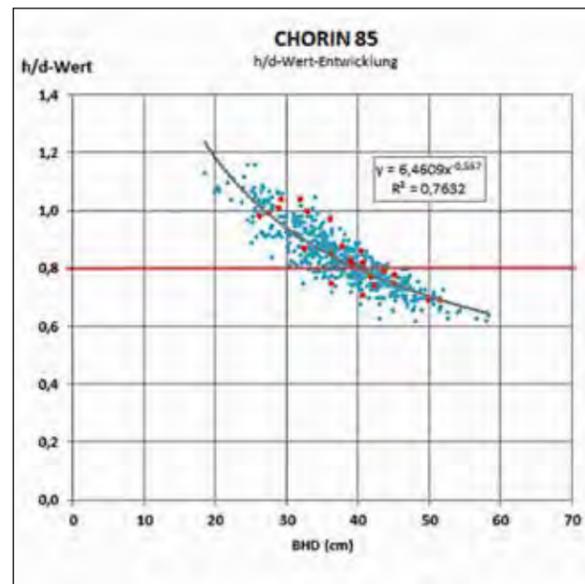


Abb. 14: Entwicklung des h/d-Verhältnisses aller Bäume in den betroffenen Parzellen (Würfe rot markiert)

Genauerem Hinschauen erlaubt uns die Abbildung 15, in der die direkte Umgebung von Wurfen betrachtet wird. Die hier dargestellte Relation des h/d-Wertes der Luv- und der Lee-Bäume zu „ihrem“ Wurf – hier rot markiert – veranschaulicht uns, dass fast alle Luv-Bäume und die Mehrheit der Lee-Bäume einen sturmsichereren h/d-Wert aufwiesen als die entsprechenden Wurfbaume selbst.

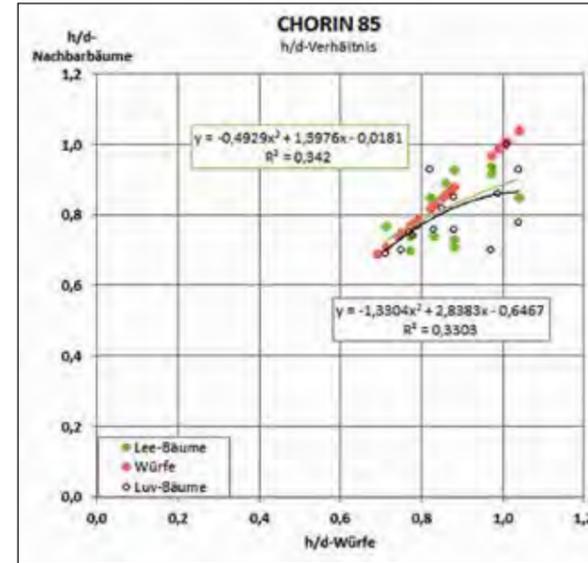


Abb. 15: Sturmfestigkeit der Würfe im Verhältnis zu ihren Nachbarbäumen, gemessen an ihrem h/d-Wert

Schauen wir uns die Kronenbreite und –länge an, so wird deutlich, dass der Gefahrenbereich bei dem erfassten Material entsprechend bei 6,5 m Kronenbreite und 10 m Kronenlänge beginnt (Abb. 16 und 17).

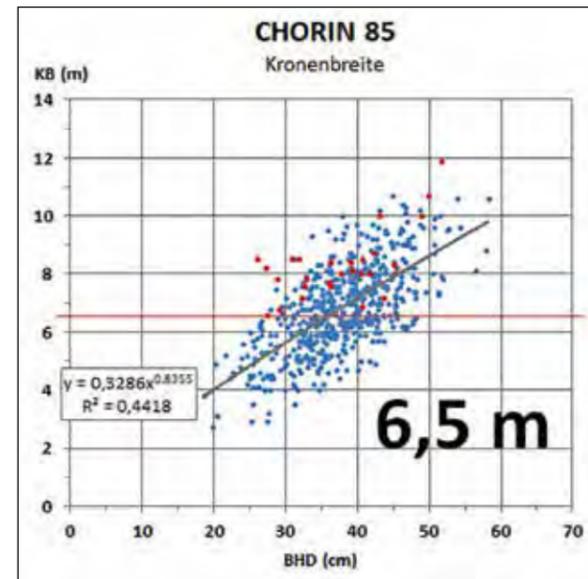


Abb. 16: Entwicklung der Kronenbreite aller Bäume in den betroffenen Parzellen (Würfe rot markiert)

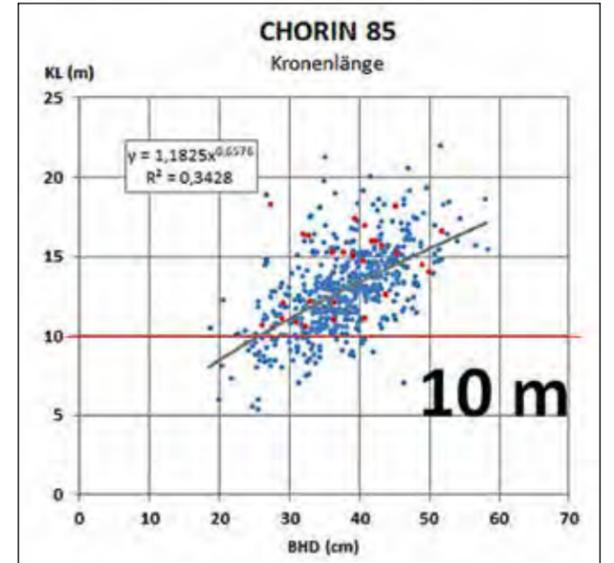


Abb. 17: Entwicklung der Kronenlänge aller Bäume in den betroffenen Parzellen (Würfe rot markiert)

Die nach DONG (1985) in KRAMER (1987) berechnete Kronenmantelfläche der Luv-Bäume (5) ordnet sich wie erwartet unter der ihrer Würfe (Abb. 18) ein und bestätigt damit die These, dass die dimensionsbezogenen morphologischen Kroneigenschaften der Luv-Bäume eigentlich weniger ausgeprägt sein müssten als die der vor ihnen stehenden künftigen Wurf-Bäume. Den Wert der Kronenmantelfläche der in CHORIN 85 sturmfesten Luv-Bäume drückt die Potenzfunktion (7) aus.

$$f(x) = 3,2411 \cdot x^{1,0796} \quad (7)$$

wobei x – Brusthöhendurchmesser (cm)

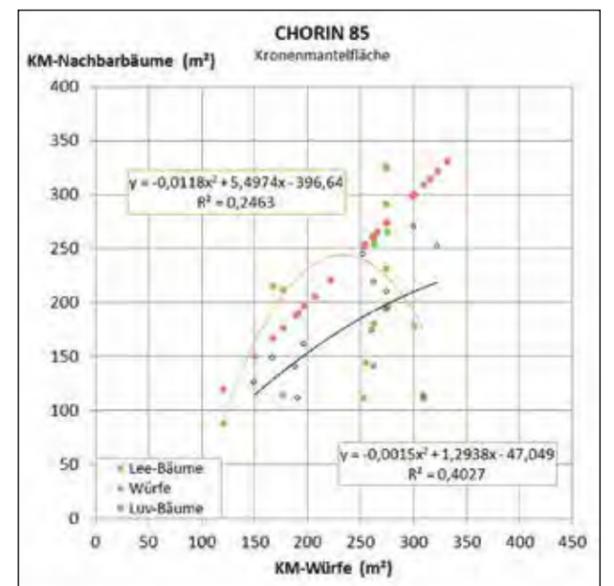


Abb. 18: Relationen der Kronenmantelfläche der Würfe zu ihren Nachbarbäumen

Der gewählte Konkurrenzindex, berechnet nach (WENSEL et al. 1987), gibt uns die Möglichkeit, den Konkurrenzdruck der Würfe und ihrer Nachbarbäume zu bewerten. Wie aus der Abb. 19 hervorgeht, können wir davon ausgehen, dass sowohl die Würfe als auch ihre Nachbarbäume, abgesehen von einigen Ausnahmen, annähernd dem gleichen Konkurrenzdruck ausgesetzt waren.

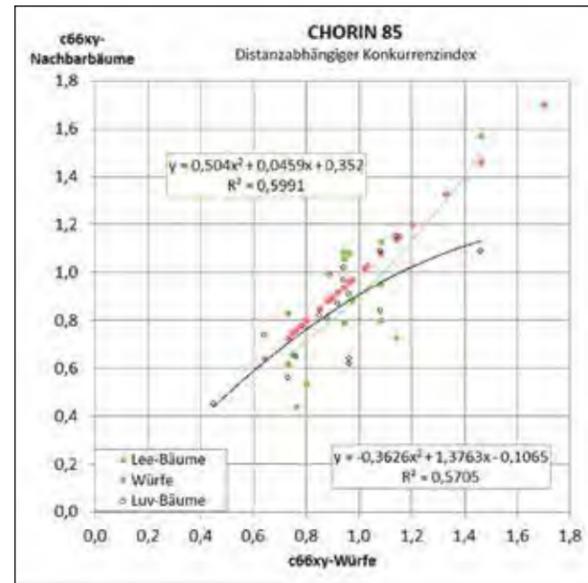


Abb. 19: Konkurrenzsituation der Würfe und ihrer Nachbarbäume im Vergleich, ausgedrückt als Konkurrenzindex nach (WENSEL et al. 1987)

5 Diskussion und Schlussbetrachtung

Leider sind wir nicht in der Lage, so wie das bei zahlreichen industriellen Bauprojekten praktiziert wird, unseren Douglasienbestand modellhaft in einem Windkanal vielseitig durchzutesten. Dennoch ist es mit unseren Mitteln möglich, einige für das künftige waldbauliche Handeln wichtige Schlussfolgerungen zu ziehen und Grenzen der Belastbarkeit eines solchen Douglasienbestandes wie Chorin 85 aufzuzeigen.

Auffällig viele Würfe (57%) befanden sich in dem WW-exponierten, durchschnittlich dicht gehaltenen Block (0,85). Die Tatsache, dass in den beiden anderen extrem unterschiedlichen BG-Varianten verhältnismäßig weniger Würfe zu verzeichnen waren, lässt vermuten, dass der bestandesbezogene Wert des Bestockungsgrades in unserem Fall nicht das entscheidende Indiz für die Bewertung der Windwurfprädisposition war. Der Blick auf die Abb. 20 lässt uns vermuten, dass die gen Westen ausgerichtete Exposition dieses Teiles des Versuchs für den vermehrten Windwurfschaden in Block 0,85 verantwortlich sein könnte. Dank der Tatsache, dass der westlich an den Block angrenzende Kieferbestand eine seit 1909 beobachtete Versuchsanlage ist, kennen wir seine derzeitige Charakteristik sehr genau. Der Douglasienbestand hebt sich hier an der Schnittstelle in der Höhe von dem deutlich lichter gestellten Kieferbestand um bis zu 6,5 m ab und ist damit jedem aus dieser Richtung kommenden Wind direkt ausgesetzt.

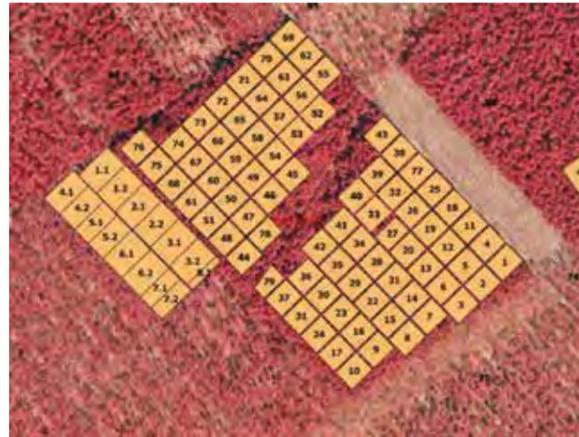


Abb. 20: Die Infrarotaufnahme des Douglasien-Provenienz-Durchforstungsversuchs CHORIN 85 verrät dessen exponierte Lage gegenüber der Umgebung

Der hier festgestellte nicht eindeutige Zusammenhang zwischen dem h/d-Wert aller untersuchten Bäume und dem der Würfe lässt vermuten, dass wir es in Chorin nicht mit einem sich flächenmäßig gleich stark entwickelnden Wind zu tun hatten, sondern mit orkanartigen Böen, die als Windspitzen gerade dort, wo sie zuschlugen, die am ungünstigsten gestellten Bäume umwarfen. Diese Schlussfolgerung wird auch durch die Analyse der Kronenbreite, Kronenlänge und Kronenmantelfläche unterstützt. Dank der stehengebliebenen Bäume kennen wir jetzt ihre Belastbarkeitsgrenzen in solchen Windwurfgeschehen wie dem Sturmtief XAVIER 2017. Hier sind vor allem die vor dem jeweiligen Wurfbaum stehengebliebenen Luv-Bäume für uns von Bedeutung. Die Ausprägung ihrer Kronen zeigt, dass die Belastbarkeitsgrenzen bei 6,5 m Kronenbreite (s. Abb.16), bei 10 m Kronenlänge (s. Abb. 17) und bei einer Kronenmantelfläche, die den Wert der Potenzfunktion (7) in dem jeweiligen Szenario nicht wesentlich überschritt, lagen.

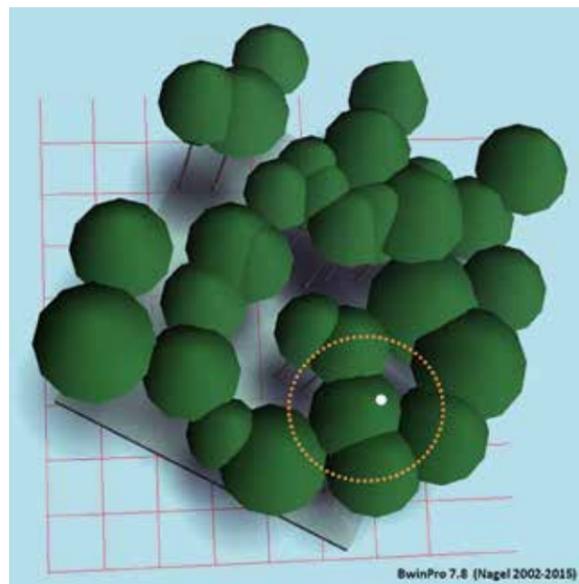


Abb. 21: CHORIN 85, Parzelle 24, Baum-Nr. 116. Lücken in direkter Umgebung der Würfe (hier mit weißem Punkt markiert) – ein ständiger Begleiter der Wurfbaume

Von großer Bedeutung für die Sturmfestigkeit des Bestandes erscheint auch die Beobachtung, dass in allen Fällen, sowohl in Szenario 1 als auch in Szenario 2, in der direkten Nachbarschaft der Wurfbaume Bestandeslücken festgestellt wurden (Abb. 21). Dies lässt vermuten, dass die fehlende Stütze im Hintergrund das in Chorin beobachtete Wurfgeschehen maßgeblich begünstigte.

Außerordentlich schmerzhaft ist der Verlust an qualitativ besonders wertvollen Bäumen. Über 50% der Würfe sind freigestellte, mit hohem finanziellen Aufwand hochgeastete Z-Bäume (Abb. 22). Ihr Ausscheiden reißt im Bestandesgefüge noch größere Lücken auf und trägt damit zur Verschärfung der Situation in dem so immer inhomogeneren Douglasienbestand bei. Einen kleinen Trost für den örtlichen Bewirtschafter stellt die Tatsache dar, dass in CHORIN 85 ausschließlich Würfe festgestellt wurden und kein Windbruch.

Insgesamt 16 Herkünfte waren von dem Windereignis betroffen. Wenn uns auch die Sturmentwicklung in Chorin zufällig erscheint, ist dennoch festzuhalten, dass am stärksten die beiden Herkünfte aus den USA mitgenommen wurden: 300 (Molalla) vor den Westkaskaden in Oregon und 204 (Ashford) – Westhang der Kaskaden in Washington. Es wurden jeweils drei Parzellen in allen drei Bestockungsvarianten mit insgesamt 9 Würfeln registriert.



Abb. 22: CHORIN 85, Parzelle 65, Baum-Nr. 69. Über 50% der Würfe sind freigestellte, mit hohem finanziellen Aufwand hochgeastete Z-Bäume

Sturm- und Orkantiefs bilden sich bevorzugt im Herbst und Winter, da dann der Temperaturunterschied zwischen den subtropischen und polaren Gebieten erhöht ist (HAESLER 2017). Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass die Sturmhäufigkeit, ihre Heftigkeit und ihr früheres Kommen zunehmen (HAESLER 2017). Das beste Beispiel dafür ist das Sturmtief XAVIER selbst. Es kam schon am 5. Oktober ungewöhnlich früh für die Jahreszeit, und richtete im Gegensatz zu CHORIN 85 in ganz Brandenburg hohen Schaden an, der in einer ersten Bilanz des Landwirtschafts- und Umweltministeriums vom 11.10.2017 auf über 40 Mio. Euro beziffert wurde. Man muss niemandem erklären, welche Folgen für die Volkswirtschaft solche Katastrophen mit sich bringen. Um dieser für unsere Wälder höchst gefährlichen Entwicklung zu begegnen, ist es unbedingt notwendig, dass

wir uns bei unserem Wirken in der Natur von größerem Verantwortungsbewusstsein und unseren oft aus bitteren Erfahrungen gewonnenen Erkenntnissen leiten lassen, denn der nächste Sturm kommt ganz bestimmt.

Für die forstliche Praxis lassen sich für sturmgefährdete Bestände oder Bestände mit schnellwachsenden fremdländischen Baumarten, wie z.B. die Douglasie, folgende Empfehlungen zusammenfassen:

- schon bei der Begründung solcher Bestände für ihren späteren Seitenschutz sorgen, damit sie auch im Alter durch ihr schnelleres Wachstum nicht schutzlos dem Wind ausgesetzt werden,
- für die Erhaltung einer möglichst lückenfreien, homogenen Bestandesstruktur, die Durchforstungsmaßnahmen nach dem Prinzip lieber öfter und mäßiger als seltener und stark planen und
- die Eingriffe in den letzten Winterwochen realisieren, damit die durchgeforsteten Bestände noch die Möglichkeit erhalten, sich den neuen Wuchsbedingungen während der Vegetationsperiode anzupassen und sich so gegen die zu erwartenden Herbst- und Winterstürme zu wappnen.
- In sturmgefährdeten Beständen sollte bei der Begünstigung der Z-Bäume durch Beherzigung des Prinzips „viele gute Stämme im Hauptbestand“ für eventuellen Ersatz gesorgt und so das Risiko minimiert werden.

6 Literatur

BERGEL, D. (1985): Douglasien-Ertragstafel für Nordwestdeutschland. In: SCHÖBER, R. 1987 (Hrsg.) Ertragstafeln wichtiger Baumarten. J. D. Sauerländer's Verlag, 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Frankfurt am Main.

DEGENHARDT, A. (2001): Algorithmen und Programme zur waldwachstumkundlichen Auswertung von Versuchs- und Probeflächen. LFE-Jahresbericht 5/2001: 37.

DITTMAR, O.; KNAPP, E.; SCHULSEN, B. (1985): Ergebnisse des internationalen Douglasienprovenienzversuchs 1961 im Pleistozän der DDR - Beiträge für die Forstwirtschaft Nr.1/85, Band 19, Berlin: 8-18.

HAESLER, S. (2017): Sturmtief XAVIER zieht am 5. Oktober 2017 mit Orkanböen über Deutschland. Deutscher Wetterdienst, Abt. Klimaüberwachung, https://www.dwd.de/DE/leistungen/besondereereignisse/stuerme/20171009_sturmtief_xavier_deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff am 17.02.2018, 14:20).

HANSEN, J.; NAGEL, J. (2014): Waldwachstumkundliche Softwaresysteme auf Basis von TreeGroSS – Anwendung und theoretische Grundlagen. Beiträge aus der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, Bd. II: 224.

KRAMER, H. (1988): Waldwachstumslehre. Parey, Hamburg und Berlin.

NAGEL, J. (1999): Konzeptionelle Überlegungen zum schrittweisen Aufbau eines waldwachstumskundlichen Simulationssystems für Nordwestdeutschland. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, Bd. 128: 122.

NAGEL, J. (2009): Waldwachstumssimulation mit dem Softwarepaket TreeGrOSS – Neuerungen, Erweiterungsmöglichkeiten und Qualitätsmanagement. In: RÖMISCH K., NOTH-DURFT, A.; WUNN, U. (Hrsg.): Tagungsband der gemeinsamen Jahrestagung der Sektion Forstliche Biometrie und Informatik im DVFFA (20. Tagung) und der AG Ökologie u. Umwelt in der Intern. Biometr. Gesell., 22.-24.09.2008 in Freiburg. Die Grüne Reihe: 174-178.

PANKA, S. (2000): Internationaler Douglasienprovenienzversuch CHORIN 85 - 38 Jahre Beobachtungszeit. Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten, Sektion Ertragskunde, Jahrestagung 2000, Kaiserslautern, 05.-07.06.2000, Tagungsbericht: 136-144.

WENSEL, L.; MEERSCHAERT, W.; BIGING G.S. (1987): Tree Height and Diameter Growth Models for Northern California Conifers. *Hilgardia*, University of California, Volume 55, No. 8.: 1-18.

Nistkastenbasierte Untersuchungen zum Einfluss von Insektizidanwendungen und Kahlfraßereignissen auf Brutvögel in Kiefernforsten

MARTIN SEDLACZEK

1 Einleitung

Insektizideinsätze im Wald sind in der Regel erst bei Prognose eines drohenden Bestandsverlustes das Mittel der Wahl. Insbesondere flächige Applikationen vom Hubschrauber aus werden intensiv nach ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten abgewogen. Ein Grund ist der Rahmen der Zulassung von Insektiziden für die Applikation mit Hubschraubern durch die EU. In der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln ist ein grundsätzliches Verbot von Luftfahrzeugen formuliert. Ausnahmen sind laut EG-Verordnung nur möglich, wenn keine Alternativen bestehen und eine besondere Bewertung des Risikos erfolgt. 2012 wurden im neuen Pflanzenschutzgesetz (6. Februar 2012, BGBl. I S. 148, 1281) als Ausnahmen für den Einsatz von Hubschraubern Wald und Steillagen im Weinbau für Deutschland festgeschrieben. Die besondere Bewertung des Risikos für den Naturhaushalt hat die Hürden für Neuzulassungen von Insektiziden für den Hubschraubereinsatz im Wald oder auch Genehmigungen sehr hoch gelegt, aber so auch bestehende Forschungsdefizite offenbart.

Um die ökologische Abwägung im Hinblick auf den Erhalt des Waldes und damit auch seiner Lebensraumfunktionen zu qualifizieren, muss auch der Kenntnisstand zu direkten und langfristigen Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln (PSM) bzw. von Kahlfraßereignissen forstschädlicher Insekten auf Nichtzielorganismen verbessert werden. Im besonderen Fokus stehen hier die natürlichen Gegenspieler wie Vögel, Spinnen, räuberische und parasitoide Insekten.

Brandenburg ist zu einem hohen Anteil von Kiefern-Reinbeständen auf armen, sandigen Standorten mit geringen Jahresniederschlägen geprägt. Insbesondere im Süden Brandenburgs neigen die Kiefern-Großschädlinge zu ausgeprägten Massenvermehrungen. Insektizid-Einsätze in Kiefernwäldern führen zum Zeitpunkt der Anwendung wirkungsvoll zum Absterben der nadelfressenden Raupen bzw. Larven von Kieferschädlingen. Es ist davon auszugehen, dass Arthropoden-Nichtzielorganismen, insbesondere Arten die sich im Kronenraum aufhalten, je nach Selektivität und Dosis der eingesetzten insektiziden Wirkstoffe betroffen sind. Arthropoden stellen die Hauptnahrungsquelle für Singvögel (*Oscines*, syn. *Passeres*) zur Brutzeit dar. Eine veränderte Nahrungsverfügbarkeit dürfte sich trotz geeigneter Habitatausstattung demzufolge potenziell negativ auf deren Bruterfolg auswirken. Gleichzeitig führen Licht- bzw. Kahlfraßereignisse in Folge des Nadelverlustes in den Baumkronen zu Bestandesverlichtungen. Diese natürlichen Störungen verursachen Vitalitätseinbußen bei den Bäumen bis hin zu deren Absterben. Derart veränderte Habitatstrukturen bedingen eine sich ändernde Arthropodengemeinschaft (MÖLLER 2002, REIKE & MÖLLER 2018), welche ebenso einen populationsrelevanten Einfluss auf die Wald-Avizönose und deren Strukturmerkmale (Abundanz, Dominanz) erwarten lässt.

Vor diesem Hintergrund beteiligt sich das Waldschutzteam des LFE seit 2016 an dem vom BMEL finanzierten Verbundprojekt „Zukunftsorientiertes Risikomanagement für biotische Schadereignisse in Wäldern zur Gewährleistung einer nachhaltigen Waldwirtschaft“ (RiMa-Wald, Förderkennzeichen 22012015), mit dem Untersuchungsschwerpunkt zu den Effekten von Insektizidmaßnahmen und natürlichen Störungen auf insektivore Brutvögel in Kiefernwäldern. Ein wesentlicher Teil des Vorhabens wird über ein Nistkastenmonitoring realisiert.

Für das Bemessen von Effekten durch PSM-Einsätze oder Kahlfraßereignisse werden der Bruterfolg sowie die ihn beschreibenden Parameter Gelegezahl, Schlupferfolg, Nestlingssterblichkeit und Ausfliegeerfolg als repräsentativer Bewertungsmaßstab angesehen. Somit wird gleichzeitig die sensible Phase der Jungenaufzucht beleuchtet, in der brütende Vögel in ihrer Mobilität beschränkt und demzufolge auf ausreichende Nahrungsverfügbarkeit in Nestnähe angewiesen sind. Indirekt wird die Nahrungssituation im Bruhhabitat - also das Vorkommen von Insekten und anderen Gliedertieren - widerspiegelt.

2 Methodik

2.1 Untersuchungsgebiete und Flächenauswahl

Die Befallsituation während der Projektlaufzeit ermöglichte bei der Auswahl der Untersuchungsgebiete (Abb. 1) potenzielle Effekte in langfristig (Auswirkungen ab 2 Jahre nach Fraßereignis bzw. Insektizidapplikation) und kurzfristig (unmittelbar folgende Jahre nach Fraßereignis bzw. Insektizidapplikation) zu unterteilen (Abb. 2).

Als Untersuchungsgebiet für die Bewertung der langfristigen Effekte wurden die im Jahr 2014 von Kahlfraß durch die Raupen des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini*) betroffenen Kiefernwälder der Lieberoser Heide im Südosten des Landes Brandenburg ausgewählt (Abb. 3 und 4). Dort hatten bereits 2013 Nonnenraupen (*Lymantria monacha*) zu starken Nadelverlusten geführt.

Mit dem Massenwechselfausbruch der Gemeinen Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini*) (2. Generation) und entsprechenden PSM-Maßnahmen im Spätsommer 2016 in der Niederlausitzer Heidelandschaft (UG Herzberg) wurde die Möglichkeit ergriffen, umgehend mit der folgenden Brutsaison die kurzfristigen Auswirkungen auf insektivore Brutvögel zu beobachten (Abb. 5 und 6).

In beiden Untersuchungsgebieten kam das Kontakt-Insektizid Karate Forst flüssig per Hubschrauber zum Einsatz.

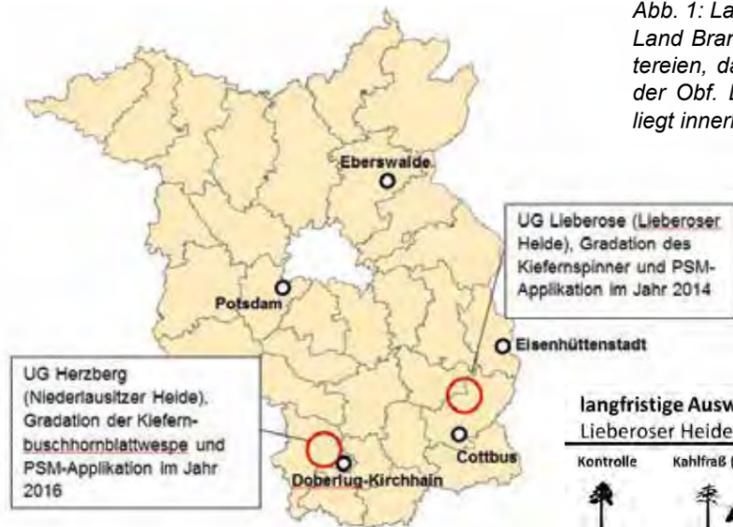


Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete, dargestellt ist das Land Brandenburg mit den Grenzen der Hoheitsoberförstereien, das UG Lieberose erstreckt sich in den Grenzen der Obf. Lieberose und Obf. Cottbus, das UG Herzberg liegt innerhalb der Obf. Herzberg



Abb. 2: Übersicht zum Versuchsaufbau und Zustandsvarianten



Abb. 3: UG Lieberose, Revier Pinnow, Fraßfläche im Juni 2016, durch Sanitärhiebe stark aufgelichteter 57-jähriger Kiefernbestand mit zunehmender Drahtschmielen-Vergrasung



Abb. 4: UG Lieberose, Revier Pinnow, Kontrollfläche im März 2016, 60-jähriger Hagermoos-Kiefernforst, schwaches Baumholz an der Grenze zur Überbestockung



Abb. 5: UG Herzberg, DBU-Naturerbefläche Forsthaus Weißhaus, Fraßfläche im Mai 2017, 65-jähriger Beerstrauch-Kiefernforst mit geringer Benadlung in Folge des Fraßgeschehens 2016



Abb. 6: UG Herzberg, Revier Buchhain, PSM-Fläche im Mai 2017, 62-jähriger Hagermoos-Kiefernforst mit vom Vorjahr befallenen Kronen

Im Mittelpunkt der Versuche stehen der Bruterfolg insektenfressender Vögel und damit auch die Frage nach indirekten Effekten durch ein verändertes Nahrungsangebot. Grundsätzlich werden die betrachteten Kiefernbestände in drei Zustandsvarianten unterteilt und miteinander verglichen (Abb. 2):

- „Fraß“, unbehandelt mit Kahlfraß
- „PSM“, Insektizid behandelt, geringer bzw. kein Fraß
- „Kontrolle“, keine Insektizid-Anwendung, kein Fraß in den letzten 10 Jahren

Vögel sind stark strukturgebunden (LAUTERBACH 2007, TREICHEL 2005). Wichtige Strukturparameter, welche das Arteninventar der Waldvogelgemeinschaft beeinflussen, sind beispielsweise die Wuchsklasse (BHD), der Bestockungsgrad, die Baumartenmischung und die Bestandsschichtung. Unter Verwendung des DSW 2 (Datenspeicher Wald) und der dokumentierten Fraßschäden aus 2014 (GIS-Rasterdaten aus Satellitenaufnahmen, RapidEye, BlackBridge) wurden mehrere Untersuchungsflächen vergleichbarer Standort- und Bestandeseigenschaften ausgewählt. Der Fokus lag dabei auf Kiefernreinbeständen nährstoffarmer, sandiger Böden der Altersklassen III bis IV. Aus forstwirtschaftlicher Sicht ist in diesem Altersbereich der höchste Wertzuwachs zu erwarten.

2.2 Nistkästen

Nistkastenbasierte Untersuchungen bieten vergleichbare Nisthöhlenbedingungen und liefern mit vertretbarem Erhebungsaufwand und geringer Störungsintensität qualitativ hochwertige Daten zum Brutgeschehen. Zudem lassen sich Höhlenbrüter in Gebieten mit fehlender Nisthöhlenausstattung relativ problemlos ansiedeln.

Homogene Kiefernwälder mittleren Alters, die Untersuchungskulisse in diesem Teilvorhaben, sind gekennzeichnet durch eine vergleichsweise arten- und individuenarme Avizönose (FLADE, 1994). Dementsprechend wurde zu Beginn der Untersuchungen auf vielen Flächen Nist-

kästen für das zu erwartende Artenspektrum in geringen Stückzahlen angebracht. Im 1. Untersuchungsjahr im UG Lieberose kamen insgesamt 144 Holzbeton-Nisthöhlenkästen der Firma Schwegler, insbesondere Meisenkästen mit Lochdurchmessern von 26 mm und 32 mm verteilt auf 18 Flächen in den drei genannten Zustandsvarianten zum Einsatz (Tab. 1). In geringen Stückzahlen (< 10) wurden auch Halbhöhlen-, Kleiber-, Star- sowie Kauz Kästen verwendet, die sich durch ein unterschiedliches Brutinnenraum-Volumen und in der Größe des Lochdurchmessers unterscheiden.

Entsprechend der Erfahrungen des 1. Versuchsjahres im UG Lieberose wurde im Jahr 2017 die Flächenzahl reduziert und die Nistkastenauswahl auf 2 Holzbeton-Nistkastentypen beschränkt (Abb. 7 und 8). Die beiden Nistkastentypen wurden abwechselnd mit einem Mindestabstand von 50 m zueinander, rasterförmig im Bestand verteilt angebracht. Zum Flächenrand beträgt der Abstand ebenfalls mindestens 50 m. Zu benachbarten Waldflächen eines anderen Status (z. B. Wechsel von Fraß- zu Insektizidflächen) oder sonstigen Randlinien wie beispielsweise zu Baumbeständen höherer Altersklassen bzw. mit anderer Baumartenzusammensetzung, wurden Mindestabstände von über 100 m eingehalten.

Tab. 1: Übersicht zu der je Untersuchungsgebiet und Zustandsvariante bearbeiteten Flächenzahl und der verwendeten Nistkästen

Untersuchungs- gebiet	1. Untersuchungsjahr (Mai - August 2016)				Nistkästen Stückzahl
	Fraß	PSM	Kontrolle	Gesamt	
Lieberose	6	6	6	18	144
Untersuchungs- gebiet	2. Untersuchungsjahr (März - August 2017)				Nistkästen Stückzahl
	Fraß	PSM	Kontrolle	Gesamt	
Lieberose	3	2	3	8	180
Herzberg	2	4	3	9	180



Abb. 7: Bayerischer Giebelkasten, verwendet mit ovalem Einflugloch 30 x 45 mm und mit Rundloch 27 mm, der vorgezogene Giebel soll vor dem Zugriff durch Nesträuber schützen



Abb. 8: Schwegler Typ 1B, verwendet mit den Lochgrößen 32 mm und 26 mm, hier ausgestattet mit Tinytag Temperatur-Datenlogger; PT 100 probe



Abb. 9: Kohlmeise am Einflugloch, UG Lieberose 2017, Foto: K. Hielscher



Abb. 10: Offenes Kohlmeisen-Gelege, während der Brutphase über einen Teleskopspiegel inspiziert, UG Herzberg 2018, Foto: A. Menge

Die ausgebrachte Anzahl an Nistkästen pro Untersuchungsvariante „Fraß“, „PSM“, „Kontrolle“ betrug in beiden Untersuchungsgebieten 60, damit 180 je UG und insgesamt 360 Nistkästen (Tab. 1). Alle Kästen wurden zu gleichen Stückzahlen auf die Zustandsvarianten verteilt. In Ermangelung großflächiger Untersuchungsbestände vergleichbarer Bestands- und Standorteigenschaften entsprechend der Auswahlkriterien variiert die Flächenzahl um ein bis zwei Flächen zwischen den Untersuchungsvarianten.

Jede Untersuchungsfläche bzw. Teilfläche wurde mit einem Hellmann-Niederschlagsmesser und einem Tinytag-Temperatur-Datenlogger bestückt. Wenn es die Örtlichkeit zuließ, wurde ein zweiter Niederschlagsmesser in einer Freifläche als Referenz postiert.

Zudem kamen im Nahbereich der Nistkästen Wildkameras der Marken Dörr Snap Shot und Seca Cam zum Einsatz.

2.3 Nistkastenmonitoring

Die Kontrollen wurden in einem Abstand von 5 - 10 Tagen durchgeführt. Somit ergibt sich je Kalenderwoche mindestens eine Kontrolle der besetzten Nistkästen. Bei jedem zweiten Kontrolltermin erfolgte eine komplette Durchsicht aller besetzten und unbesetzten Kästen. Ab nachgewiesener Nestbauaktivität wurde der betreffende Kasten wöchentlich inspiziert. Für die Kontrolle wurde ein beleuchteter Teleskopspiegel verwendet (Abb. 10). Bei Anwesenheit eines brütenden oder hudernden Altvogels wurde der Kasten umgehend wieder verschlossen und ggf. nachkontrolliert.

Die Dokumentation der brutbiologischen Parameter erfolgt je Kasten auf einer Nestkarte. Dort werden auch Fledermausvorkommen und weitere Nistkastenbewohner registriert.

Folgende Parameter wurden erfasst:

- Eizahl
- Schlupferfolg (Ei-Mortalität)
- Nestlingszahl
- Nestlings-Altersbestimmung (nach Henryi Bouwmeester, NIVON Goor 2008)
- Ausfliegerfolg (Nestlingssterblichkeit)

Gleichzeitig werden die SD-Karten bzw. Batterien der Kameras gewechselt, die Niederschlagsmesser abgelesen und entleert sowie die Funktionstüchtigkeit der Temperaturdatenlogger überprüft.

3 Ergebnisse

3.1 UG Lieberose, langfristige Auswirkungen

Für das UG Lieberose liegen Ergebnisse aus zwei Untersuchungsjahren vor (Tab. 2). Weitere 10 Holzbeton-Nistkästen, die bereits im Untersuchungsgebiet vorgefunden wurden, sind in das Nistkastenmonitoring im Jahr 2017 integriert worden. Zu beachten ist, dass Meisenarten oft zwei Jahresbruten durchführen und dafür einen Nistkasten mitunter mehrfach beziehen. Zudem kann bei den erfassten Höhlenbrüterarten ein Gelegeverlust in der frühen Brutpha-

se zu einem Nachgelege im selben Kasten führen. Insofern stimmt die Anzahl der registrierten brutaktiven Nester nicht mit der Zahl der besetzten Kästen überein.

Die Kohlmeise (*Parus major*) tritt mit ca. 75 Prozent aller Nistkastenbruten als dominierende Brutvogelart in den drei Flächenzuständen „Fraß“, „PSM“ und „Kontrolle“ auf. Kleine Meisenarten wie Haubenmeise (*Parus cristatus*) oder Tannenmeise (*Parus ater*) als typische Brutvögel der Kiefernwälder sind nur in geringen Anzahlen vertreten. Im Gegensatz zu Hauben- oder Tannenmeise ist die Blaumeise (*Parus caeruleus*) in reinen Kiefernforsten selten. Der Gartenrotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*) brütete in insgesamt sieben Kästen und nutzte dafür die Halbhöhlen- und die Kauzstätten überwiegend auf den Fraßflächen. Wegen der Gefahr des Ausräuberns erwiesen sich Halbhöhlenkästen jedoch einmal mehr als ungeeignete Brutkästen im Wald. Auch Höhlenkästen, hierbei ausschließlich die des Typs 1B (Fa. Schwegler) wurden in acht Fällen geräubert. Einige derart vorgefundene Kästen wurden nachweislich vom Baumrarder aufgesucht. Der Trauerfliegenschnäpper (*Ficedula hypoleuca*), ein Langstreckenzieher mit späterer Ankunft im Brutgebiet, bezog 16 Meisenkästen. Zusammengefasst ist eine höhere Brutaktivität in den Kiefernforsten der Zustandsvarianten „Kontrolle“ und „Fraß“ gegenüber „PSM“-Flächen feststellbar. Das Artenspektrum ist als erwartbar einzustufen, die Brutzahlen der Kleinmeisen sind verhältnismäßig gering.

Tab. 2: UG Lieberose, Brutzeitraum 2016 bis 2017 (1. und 2. Untersuchungsjahr zusammengefasst), **Nistkastenbelegung, Vogelartenspektrum und Anzahl der registrierten Nester mit Brutaktivität** (Nester mit mindestens 1 Ei) unterteilt in Flächenzustand und Vogelart

Anzahl Nistkästen 2016/2017	42/66	52/60	50/64	144/190	
davon besetzt 2016/2017	19/22	14/29	15/17	48/68	davon
Vogelart	Fraß	Kontrolle	PSM	Gesamt	prädiert
Blaumeise	1	1	-	2	-
Gartenrotschwanz	4	2	1	7	2
Haubenmeise	-	-	2	2	-
Kohlmeise	37*	41	26	104	8
Tannenmeise	2	1	2	5	-
Trauerschnäpper	4	6	6	16	-
Gesamtzahl der Nester	48	51	37	136	10
Nester 2016/2017	23/25	17/34	17/20	57/79	6/4

* 1x Scheinbrut enthalten

In der weiteren Ergebnisdarstellung werden die erfassten brutbiologischen Parameter der Kohlmeise in den Zustandsvarianten miteinander verglichen. Für die anderen Vogelarten gibt es derzeit noch zu wenige Datensätze (Tab. 2), so dass sich die Auswertung im Wesentlichen auf die Kohlmeise beschränken muss.

Hierbei werden alle Nester mit Gelege aus denen Jungvögel schlüpften einbezogen. Bereits bei der Auswahl der für diesen Vergleich in Frage kommenden Brutnester schrumpft die Zahl der auswertbaren Kohlmeisen-Bruten von 104 Nestern (Kriterium mindestens 1 Ei) auf 73 Nester (Kriterium Schlupferfolg). Bei den übrigen Nestern handelt

es sich um bereits im Legestadium aufgegebene bzw. vor dem Schlüpfen der Jungvögel verlassene Gelege. Das bereits festgestellte höhere Brutaufkommen der Kohlmeise auf den Kontroll- und Fraßflächen (Tab. 2) relativiert sich bei der Betrachtung der Gelege mit Schlupferfolg (Abb. 11).

Kohlmeise Brutzeitraum 2016 & 2017

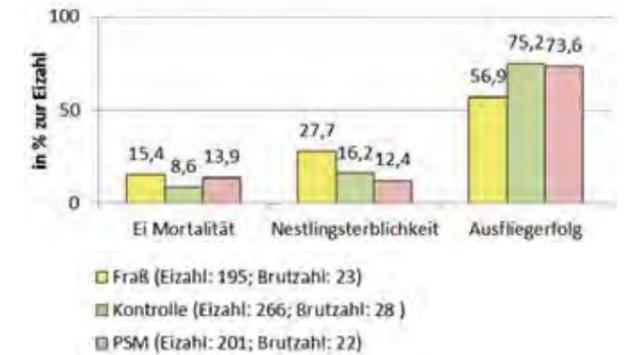


Abb. 11: UG Lieberose, Brutparameter der Kohlmeise unterteilt in die Zustandsvarianten „Fraß“, „PSM“ und „Kontrolle“, die Werte sind bezogen auf die Gesamtzahl der gelegten Eier, enthalten sind alle Nester mit Schlupferfolg (mind. 1 Junges geschlüpft)

Zu erkennen ist, dass bezogen auf die Gesamtzahl der gelegten Eier der Anteil der ausgeflogenen Nestlinge mit 57 % in den „Fraß“ Kiefernforsten gegenüber den PSM- und Kontrollflächen mit 74 % bzw. 75 % flügger Jungvögel am geringsten ist. Der geringere Ausfliegerfolg der Kohlmeise auf den Fraßflächen wird insbesondere durch die vergleichsweise höchste Nestlingssterblichkeit von knapp 28 % bedingt. Der Anteil der nicht geschlüpften Eier ist hingegen in den Kiefernforsten „Fraß“ und „PSM“ mit 15 % bzw. 14 % ähnlich hoch. Die geringsten Mortalitätswerte und die daraus resultierende höchste Erfolgsrate ausgeflogener Kohlmeisenjungen ist auf den Kontrollflächen zu verzeichnen.

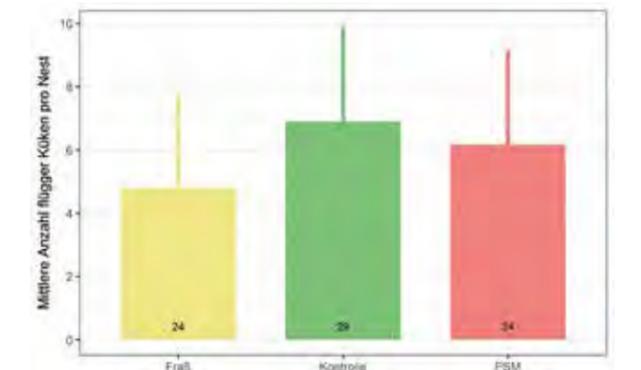


Abb. 12: UG Herzberg, Brutzeitraum 2016-2017, mittlerer Bruterfolg der Kohlmeise unterteilt in die Zustandsvarianten „Fraß“ (gelb), „PSM“ (rot) und „Kontrolle“ (grün), dargestellt ist die mittlere Anzahl ausgeflogener Jungvögel pro Nest mit positiver Standardabweichung, einbezogen sind alle Nester mit nachgewiesener Brutaktivität, die kleine Zahl in den Balken gibt die Zahl der berücksichtigten Nester an

Der durchschnittliche Bruterfolg der Kohlmeise im UG Lieberose ist dementsprechend auf den Fraßflächen mit 4,8 (± 2,9) flüggen Jungvögeln je Brut am geringsten (Abb. 12). Die Kohlmeisen in den Kiefernforsten „PSM“ liegen mit 6,2 (± 3,0) Juv./Brut unterhalb des höchsten mittleren Fortpflanzungswertes von 6,9 (± 3,0) Juv./Brut auf den Kontrollflächen. Der Unterschied im mittleren Bruterfolg zwischen den Kiefernforsten „Fraß“ und „Kontrolle“ ist hochsignifikant (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 7.8424$, p-value = 0.005103).

3.2 UG Herzberg, kurzfristige Auswirkungen

Für das UG Herzberg liegen Ergebnisse aus einem Untersuchungs-jahr vor (Tab. 3). Auf der im Gebiet der DBU Forsthaus Weißhaus gelegenen Fraßfläche wurden bereits vorhandene Schwegler Typ 1B Kästen in das Monitoring integriert, daher ist dort die Gesamtzahl der Kästen um zwei Stück höher.

Auch hier gilt bei Betrachtung der Tabelle 3, dass die Anzahlen der registrierten Brutversuche nicht der Zahl der belegten Kästen entsprechen.

Die Kohlmeise (*Parus major*) ist auch hier mit mindestens 50 % Anteil die dominante Brutvogelart, gefolgt von Tannenmeise (*Parus ater*) mit 23 % und Trauerschnäpper (*Ficedula hypoleuca*) mit 22 % Anteil am Brutvogelspektrum. Auffällig ist in den Kiefernforsten „Fraß“ die hohe Brutaktivität der Tannenmeise während der Trauerschnäpper als Brutvogel insbesondere in den Kiefernforsten „PSM“ vertreten war. Auf den Kontrollflächen findet ein vergleichsweise sehr geringes Brutaufkommen statt.

Tab. 3: UG Herzberg, Brutzeitraum 2017 (1. Untersuchungsjahr), Nistkastenbelegung, Vogelartenspektrum und Anzahl der registrierten Nester mit Brutaktivität (Nester mit mindestens 1 Ei) unterteilt in Flächenzustand und Vogelart

Anzahl Nistkästen 2017	62	60	60	182	davon prädiert
davon belegt	35	15	32	82	
Vogelart	Fraß	Kontrolle	PSM	Gesamt	
Haubenmeise	-	-	2	2	-
Kohlmeise	22	10*	17	49	7
Tannenmeise	15	2	5	22	2
Trauerschnäpper	5	5	11	21	3
Gesamtzahl der Nester	42	17	35	94	12

* 2x Scheinbrut enthalten

Zusammengefasst zeigt sich die höchste Besiedlung durch Höhlenbrüter in den Kiefernforsten „Fraß“, gefolgt von den Kiefernforsten „PSM“. Verluste durch Prädation traten vermehrt auch im UG Herzberg auf. Auffällig war dabei, dass auch Nester in den Bayerischen Giebelkästen der Nesträuber zum Opfer fielen. Dieser Umstand konnte nachweislich mittels Wildkamera auf die Aktivität von Waschbären zurückgeführt werden (Abb. 17).

Ein relativer Vergleich der Brutparameter, hier wieder für die häufigste Brutvogelart Kohlmeise, offenbart für die Kiefernforste „Fraß“ mit knapp 20 % den höchsten Anteil nicht

geschlüpfter Eier an der Gesamtzahl aller bebrüteter Eier (Abb. 13). Wiederum ist die Nestlingssterblichkeit mit knapp 17 % in den Kiefernforsten „PSM“ am höchsten. In der Folge ist der Anteil flügger Jungvögel auf den Fraß- bzw. PSM-Flächen mit 71 % bzw. 72 % ausgeglichen. Für die Kontrollflächen ist zwar der höchste Ausfliegerfolg mit 80 % dokumentiert, aufgrund der zu geringen Zahl an Brutnestern jedoch kaum repräsentativ. Trotz des relativ gleich hohen Ausfliegerfolgs der Kohlmeisen in den Kiefernforsten

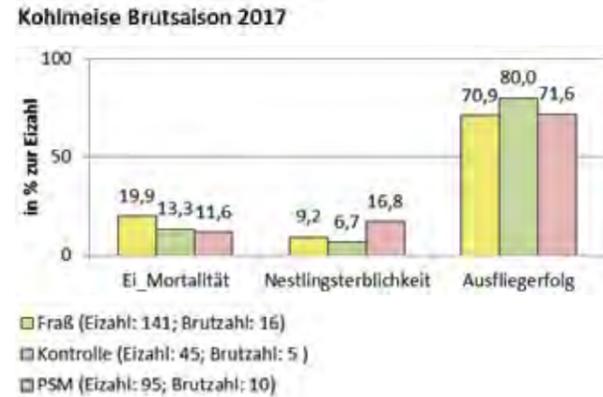


Abb. 13: UG Herzberg, Brutparameter der Kohlmeise unterteilt in die Zustandsvarianten „Fraß“, „PSM“ und „Kontrolle“, die Werte sind bezogen auf die Gesamtzahl der gelegten Eier, enthalten sind alle Nester mit Schlupferfolg (mind. 1 Junges geschlüpft)

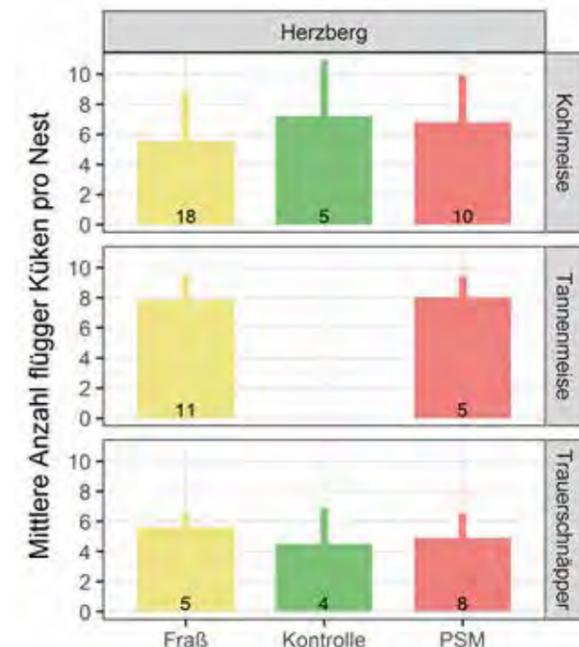


Abb. 14: UG Herzberg, Brutzeitraum 2017, mittlerer Bruterfolg von Kohlmeise, Tannenmeise und Trauerschnäpper unterteilt in die Zustandsvarianten „Fraß“ (gelb), „PSM“ (rot) und „Kontrolle“ (grün), dargestellt ist die mittlere Anzahl ausgeflogener Jungvögel pro Nest mit positiver Standardabweichung, einbezogen sind alle Nester mit nachgewiesener Brutaktivität, die kleine Zahl in den Balken gibt die Zahl der berücksichtigten Nester an

„Fraß“ und „PSM“ ist die Produktivität, also die Anzahl ausgeflogener Kohlmeisenjunge auf den Fraßflächen mit 100 gegenüber 68 auf „PSM“-Flächen und 38 auf den Kontrollflächen am höchsten einzustufen.

Im Vergleich der durchschnittlichen Bruterfolgswerte für die Kohlmeise weisen die Kiefernforste „Fraß“ mit 5,6 (± 3,2) flüggen Jungvögeln pro Nest den geringsten Bruterfolg gegenüber den Kontrollflächen mit 7,2 (± 3,7) Juv./ Brut und PSM-Flächen mit 6,8 (± 3,1) Juv./ Brut auf (Abb. 14). Diese Unterschiede sind nicht signifikant (Kruskal-Wallis -Test). Für die Höhlenbrüter Tannenmeise (*Parus ater*) und Trauerfliegenschnäpper (*Ficedula hypoleuca*) sind geringe Unterschiede im Ausfliegerfolg feststellbar, allerdings auf Grundlage einer sehr heterogenen Zahl an auswertbaren Brutnestern für die jeweiligen Flächenzustände „Fraß“, „Kontrolle“, „PSM“.



Abb. 15: Schlüpfende Trauerschnäpper, UG Herzberg 2017, Foto: A. Menge

4 Zusammenfassung und Fazit

Die Ergebnisse zeigen erste Tendenzen für die jeweiligen Flächenzustände auf. Diese sind allerdings aufgrund der sehr heterogenen Anzahl an auswertbaren Brutnestern bisher vornehmlich beschränkt auf die Vogelart Kohlmeise

4.1 UG Lieberose, langfristige Auswirkungen

Für den Zeitraum 2016 bis 2017 ist ein hochsignifikanter Unterschied im mittleren Bruterfolg (ausgeflogene Jungvögel/Nest) bei der Kohlmeise zwischen den Flächenzuständen „Fraß“ und „Kontrolle“ festzustellen. Der mittlere Bruterfolg bezieht sich dabei auf die gesamte Brutsaison.

Der geringe Bruterfolg der Kohlmeise in den Kiefernforsten „Fraß“ ist auf eine erhöhte Nestlingssterblichkeit zurückzuführen. Mit zunehmendem Körpergewicht der Küken sinkt in der Regel die Mortalität, die Überlebenschance steigt. Bei einem Nestlingsalter von ≥ 10 Tagen ist bei Meisenarten die kritischste Phase der Jungenaufzucht überwunden. Im Jahr 2016 war der Anteil der gestorbenen

Küken mit einem Alter von ≥ 10 Tagen am höchsten. Als Todesursache werden u. a. Überhitzungserscheinungen angenommen. Im Jahr 2017 war das Verhältnis umgekehrt und bedeutend mehr Küken sind in einem Alter < 10 Tagen gestorben. In beiden Untersuchungs-jahren trat jeweils die höchste Nestlingssterblichkeit insgesamt in den Kiefernforsten „Fraß“ im Vergleich zu den Kiefernforsten „PSM“ bzw. „Kontrolle“ auf.

Ein vorläufiges Fazit ist, dass die Auswirkungen der fraßbedingten Störung auf die Habitatqualität im Vergleich zu denen einer PSM-bedingten Störung als Haupteinflussfaktor auf den Bruterfolg insektivorer Höhlenbrüter anzusehen sind.

4.2 UG Herzberg, kurzfristige Auswirkungen

Der mittlere Bruterfolg für die Kohlmeise unterscheidet sich zwischen den Flächenzuständen nicht signifikant. Die Brutaktivität und die Gesamtzahl erbrüteter Eier sind auf den Fraßflächen am höchsten, bei durchschnittlich geringstem Bruterfolg im Vergleich zu den Kiefernforsten „PSM“ und „Kontrolle“. Bemerkenswert sind die vergleichsweise vielen Nistkastenbruten des Trauerschnäppers für das erste Untersuchungs-jahr im gesamten UG Herzberg. Die Prädationsrate ist im Vergleich zum UG Lieberose höher. Flächen, in deren Umgebung bereits vor den Untersuchungen Nistkästen gehangen haben, sind stärker betroffen.



Abb. 16: Ein erfolgreicher Nesträuber – der Baummarder, „PSM“-Fläche UG Herzberg 2017



Abb. 17: Giebelkästen sind auch vor dem Waschbär nicht sicher, „Fraß“-Fläche UG Herzberg 2017

5 Ausblick

Mit Fortsetzung des nistkastenbasierten Brutvogelmonitorings wird die statistische Robustheit der Datenlage wesentlich verbessert. Ein mehrjähriges standardisiertes und somit vergleichbares Nistkastenmonitoring schafft die Voraussetzung, mehr Brutnester der charakteristischen Kiefernwald-Höhlenbrüterarten in die Auswertung einzubeziehen, bildet die jährlichen Besiedlungsschwankungen lokaler Populationen ab und erhöht so die Repräsentativität.

Danksagung

Für die Unterstützung bei der Flächeneinrichtung und Felddatenerhebungen bedanke ich mich bei dem gesamten Waldschutzteam des LFE und den externen Kollegen, insbesondere bei: Alexander Menge, Aline Wenning, Anja Cervenc, Cornelia Jacob, Jens Schröder, Kaspar Kremer, Kati Hielscher, Katrin Möller, Pascal Ebert, Rainer Hentschel

Das Verbundprojekt RiMa-Wald wird dankenswerterweise vom BMEL/ FNR finanziert (Förderkennzeichen 22012015).

6 Literatur

FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung.- IHW Verlag, Eching, 879 S.

LAUTERBACH, M.: (2007): Kiefernwälder – Lebensraum für Vögel? in LWF Wissen 57: Beiträge zur Waldkiefer, Berichte der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.

MÖLLER, K. (2002): Der Einfluss von Störungen auf die Arthropodenfauna in Kiefernforsten Brandenburgs. Beitr. Forstwirtsch. u. Landsch.ökol. 36, 2, 77-80.

REIKE, H.-P.; MÖLLER, K. (2018): Neufunde und Seltenheiten in Brandenburgischen Kiefernforsten. Entomologische Nachrichten und Berichte, im Druck.

TREICHEL, D. (2005): Avizönosen in Kiefernwäldern des Nationalparks Unteres Odertal – Untersuchungen zur Strukturabhängigkeit. OTIS 13, Sonderheft: 19-28 S.

Warum Waldfunktionen 2018 und was ist neu?

DETLEF KEIL

1 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für die Aktualisierung der Waldfunktionen ist in § 7 Absatz (1) in Verbindung mit dem § 32 Absatz (1) Punkt 3. des Waldgesetzes des Landes Brandenburg (LWaldG)¹⁾ geregelt.

Die Erfassung und Darstellung der Waldfunktionen erfolgte auf der Basis des Erlasses des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft vom 10. September 2012 (Amtsblatt für Brandenburg-Nr. 40 vom 10. Oktober 2012). Im allgemeinen Teil ist dazu folgendes beschrieben. „Forstliche Rahmenpläne sind darauf gerichtet, die für die Entwicklung der Lebens- und Wirtschaftsverhältnisse erforderlichen Funktionen des Waldes zu sichern. Grundlage dafür ist die Erfassung und Darstellung der Waldfunktionen, insbesondere der Schutz- und Erholungsfunktion des Waldes, die für die Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen und die Erholung der Bevölkerung von zunehmender Bedeutung sind. Waldfunktionen stellen die Wirkung des Waldes dar, die der Allgemeinheit zur Daseinsvorsorge dienen. Ihre Berücksichtigung ist deshalb unerlässlich für die nachhaltige Bewirtschaftung des Waldes (§ 4 Absatz 2 LWaldG), bei behördlichen Entscheidungen insbesondere im Rahmen von Waldumwandlungsverfahren (§ 8 Absatz 2 LWaldG) sowie bei allen sonstigen den Wald betreffenden Planungen und Maßnahmen Dritter (§ 6 LWaldG).“

In dem Erlass ist auch ausgeführt, dass wesentliche Grundlagen, die „Liste der Waldfunktionen“ und die „Anleitung zur Ausweisung und Kartierung von Waldfunktionen im Land Brandenburg“ von der obersten Forstbehörde in der jeweiligen aktuellen Fassung in Kraft gesetzt werden.

Die Erfassung erfolgt eigentumsübergreifend und flächendeckend. Es handelt sich um eine Erhebung die keine Planungsaussagen enthält. Für die Erfassung und Darstellung ist die untere Forstbehörde zuständig.

2 Anlass der Überarbeitung

Die letzte flächendeckende Waldfunktionenkartierung wurde im Jahr 2008 (Stichtag 1.1.2010) durchgeführt. Insofern war es notwendig, dass neben den jährlichen Fortschreibungen auch eine grundlegende Überarbeitung erfolgte.

Auf der Bundesebene erarbeitete die Projektgruppe Waldfunktionenkartierung der Arbeitsgruppe Forsteinrichtung einen aktualisierten „Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes“, welcher im Jahr 2015 zur Veröffentlichung kam. Es ist nach 1974, 1982 und 2003 die vierte Auflage. Hierin sind neue Erkenntnisse aufgeführt, die es galt bei der Überarbeitung zu berücksichtigen. Unabhängig davon gab es im Zusammenhang mit einer Volksinitiative zu Windrädern im Wald einen Landtagsbeschluss, die Waldfunktionen zeitnah zu aktualisieren.

3 Zeitablauf

Mit der Überarbeitung der Waldfunktionen wurde bereits im Jahr 2013 begonnen. In dem und in dem darauffolgenden Jahr stand die Vorbereitung der Evaluierung der Waldfunktion Erholungswald im Vordergrund. Auf der Grundlage des Entwurfs des Bundesleitfadens erfolgte die Prüfung der Anwendbarkeit der dort vorgestellten Bewertungsmatrix für diese Waldfunktion. In den fünf Oberförstereien (Eberswalde, Brieselang, Wünsdorf, Erkner und Cottbus) fand ein Variantenvergleich statt. Hier galt es zu prüfen, welchen Einfluss unterschiedliche Wichtungen der Bewertungsfaktoren haben, und welche Variante die tatsächlichen Gegebenheiten am besten abbildet.

Im Jahr 2015 wurde die komplette Kartieranleitung überarbeitet und mit Stichtag 1.1.2016 in Kraft gesetzt. Somit war die Grundlage für eine Überarbeitung durch die Oberförstereien gegeben. Im Jahr 2016 erfolgte die Bearbeitung der Waldfunktion Erholungswald. Im Jahr 2017 kartierten die Oberförstereien allen anderen Waldfunktionen neu.

4 Neue Ziele

Neben der Umsetzung der inhaltlichen Änderungen bei den einzelnen Waldfunktionen bestand die grundsätzliche Aufgabe nachfolgend aufgeführte Sachverhalte umzusetzen:

- Die Erarbeitung einer technischen Lösung die es ermöglicht, dass die Revierförster die Waldfunktionen permanent aktualisieren können.
- Eine Erhöhung der Objektivität bei der Überarbeitung der Waldfunktionen durch die Bereitstellung von Dateninformationen aus dem Datenspeicher Wald und aus der Standortskarte.
- Die Flächenabgrenzung der Waldfunktionen erfolgt auf der Grundlage der Kriterien aus der Kartieranleitung und ist nicht an forstliche Flächenstrukturen (z.B. Abteilung oder Teilfläche) gebunden.
- Bei den einzelnen Waldfunktionen werden Sachdateninformationen erhoben, die zum besseren Verständnis der Ausweisung dienen.

5 Beteiligte und Verfahrensinformationen

Für die Organisation der Aktualisierung der Waldfunktionen und die Überarbeitung der Kartieranleitung war der Fachbereich Forstliche Gemeinwohlleistung in der Abteilung für Forstliche Gemeinwohlleistung und Forsthoheit im Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB) zuständig. In die Überarbeitung der Kartieranleitung wurden Mitarbeiter des Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (LFE) und auch andere Mitarbeiter der LFB einbezogen, die ihre speziellen Kenntnisse bei einzelnen Waldfunktionen mit einbrachten. Diese standen dann auch bei der Umsetzung für die Revierleiter zur Verfügung und führten die Qualitätskontrollen durch.

¹⁾ Waldgesetz des Landes Brandenburg (LWaldG) vom 20. April 2004 (GVBl. I S. 137), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. Juli 2014 (GVBl. I Nr.33)

Durch den Fachbereich Informationstechnik erfolgte die Ableitung nach vorgegebenen Merkmalen aus dem Datenspeicher Wald und der Standortkarte. Das betraf die Waldfunktionen des Bodenschutzwaldes und der Waldflächen mit hoher ökologischer Bedeutung. Um die Geländeneigung besser als durch das vorhandene digitale Geländemodell abzubilden, wurde auf der Basis von Laserscannigdaten ein Hangneigungsmodell erzeugt. Die dabei entstandenen Flächendaten wurden in fünf Geländeneigungsklassen zusammengefasst.

Ein wichtiger Grundbaustein war die Programmierung einer speziellen IT-Lösung im WEB Office. Die Programmversion wurde als ein dreistufiges Bearbeitungsverfahren gestaltet. Auf der Ebene der Revierleiter standen die „Altdaten“ der vorherigen Kartierung zur Verfügung bzw. neu abgeleitete Daten. Diese konnten gelöscht, die Flächen geändert, oder neue Flächen hinzugefügt werden. In den Fällen der Flächenänderung und der Flächenneuanlage mussten die jeweiligen Sachdaten ergänzt werden. Diese wurden überwiegend in einem Drop-Down-Menü angeboten. Im Einzelfall gab es auch die Möglichkeit Texteingaben vorzunehmen. In den Oberförstereien wurden dann die dort geprüften Daten bestätigt oder abgelehnt. Im Fall der Ablehnung standen diese Daten dann wieder auf der Revierebene zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung. Eine direkte Bearbeitung auf der Ebene der Oberförstereien wurde ausgeschlossen. Alle die von den Oberförstereien bestätigten Daten prüfte der Fachbereich Forstliche Gemeinwohlleistungen auf der Grundlage einer Stichprobe. Bei größeren Datenbeständen waren es mindestens 5 Prozent der Gesamtdatenmenge je Oberförsterei. Wurden hier Sachverhalte festgestellt, die eine erneute Prüfung durch die Revierleiter erforderlich machten, konnten auch aus dieser Ebene Daten abgelehnt werden.

Als Hauptakteure fungierten die Revierleiter und die Mitarbeiter der Oberförstereien, die für die praktische Umsetzung auf der Fläche zuständig waren.

6 Übersicht der Waldfunktionen

In diesem Abschnitt ist ein Überblick der Waldfunktionen dargestellt. Diese können in drei große Gruppen unterteilt werden. Die erste Gruppe sind die Waldfunktionen, die von den Oberförstereien an Amts wegen festgestellt werden. Die zweite Gruppe sind die Waldfunktionen die von spezialisierten Mitarbeitern des LFB permanent bearbeitet werden und die dritte Gruppe sind die Waldfunktionen, die von Dritten übernommen werden. In der nachfolgenden Abbildung 1 sind alle drei Gruppen aufgeführt.

Erfassung durch Oberförsterei	Zentrale Bearbeitung LFB	Übernahme von Daten Dritter
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bodenschutzwald ➤ Lokaler Klimaschutzwald ➤ Lokaler Immissionsschutzwald ➤ Lärmschutzwald ➤ Sichtschutzwald ➤ Waldbrandschutzstreifen ➤ Kl. Waldfl. im waldarmen Gebiet ➤ Arboretum ➤ Historische Waldbewirtschaftung ➤ Wald mit hoher ökologischer Bedeutung ➤ Wald mit hoher geologischer Bedeutung ➤ Bestattungswald ➤ Erholungswald ➤ Nicht betretbare Fläche ➤ Nicht bewirtschaftbare Fläche 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschützte Waldgebiet mit Rechtsbindung • Wissenschaftliche Versuchsfläche • Naturwald • Forstliches Vermehrungsgut • Forstliche Genressource • Erholungswald mit Rechtsbindung • Nutzwald (rechnerische Herteilung) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wasserschutzgebiet ○ Überschwemmungsgebiet ○ Schutzgebiet nach dem Naturschutzrecht (Totalreservat, NSG, LSG, FFH, SPA, Geschütztes Biotop und geschützter Landschaftsbestandteil) ○ Naturdenkmal ○ Mooreinzugsgebiet ○ Bodendenkmal ○ Bau- und Gartendenkmal

Abb. 1: Liste der Waldfunktionen

7 Beispiele

In diesem Abschnitt wird an fünf Waldfunktionen dargestellt, was sich bei der Ausweisung der Waldfunktion zwischen den Kartierungen der Jahre 2008 (veröffentlicht 2010) und 2018 verändert hat. Dazu werden die Definition verglichen, die Hilfsinformationen zur Flächenabgrenzung beschrieben und an Flächenausschnitten bildhaft die Veränderungen gezeigt.

7.1 Waldfunktion Kleine Waldfläche im waldarmen Gebiet

Definition 2010:

Kleine Waldflächen in waldarmen Gebieten liegen in Landschaftsteilen mit einem Bewaldungsanteil unter 15 % und sind maximal 150 ha groß. Die Definition und Abgrenzung ergibt sich aus der Landesentwicklungsplanung und der Landschaftsplanung. Liegen keine auswertbaren Planungsergebnisse vor, wird der genannte Bewaldungsanteil von 15 % hilfsweise auf Gemarkungsebene zugrunde gelegt (Die 15 % ergeben sich aus der derzeitigen Rechtsprechung zu § 8 des Landeswaldgesetzes hinsichtlich der Waldarmut von Gebieten).

Definition 2018:

Kleine Waldflächen in waldarmen Gebieten liegen in Landschaftsteilen mit einem Bewaldungsanteil (bezogen auf die Gemarkung) unter 15 % und sind maximal 50 ha groß. Nach aktueller Rechtsprechung wird unabhängig von der absoluten Flächengröße ein Bewaldungsanteil unter 20 % als forstpolitisch problematisch angesehen, ein Waldanteil von unter 10 % gar als bedenklich eingestuft (KLOSE/ORF, Kommentar zum Waldrecht des Bundes und der Länder, § 9 BWaldG Rn. 74; VG Potsdam, Urteil vom 10. März 2006 – 4 K 2256/03; VG Potsdam, Urteil vom 8. April 2013 – 4 K 2386/11). Eine kleine Waldfläche, die direkt an ein benachbartes Waldgebiet mit einer Flächengröße von über 50 ha angrenzt, welches aber in einer anderen Gemarkung liegt, ist keine „kleine Waldfläche“. In diesen Fällen bleibt die Gemarkungsgrenze unberücksichtigt. Eine eigenständige kleine Waldfläche wird erfasst, wenn der **Abstand** zur nächsten benachbarten Waldfläche **mindestens 100 Meter** beträgt.

Beim Definitionsvergleich zwischen den Jahren 2010 und 2018 gibt es zwei Veränderungen. Die maximale Flächengröße für eine kleine Waldfläche im waldarmen Gebiet beträgt 50 ha (bisher 150 ha). Der Abstand zur nächsten Waldfläche muss mindestens 100 Meter betragen, ansonsten werden diese Flächen als eine zusammenhängende Waldfläche angesehen.

Als Hilfsmittel zur Flächenabgrenzung wurde eine Liste mit allen Gemarkungen erstellt, für die die aufgeführten Bedingungen zutreffend sind. Im Bearbeitungsprogramm erhielten die Oberförstereien ein Gemarkungsshape zur Lageabgrenzung dieser Waldfunktion.



Abb. 2: Kartenausschnitt der Waldfunktion Kleine Waldfläche in waldarmen Gebieten (Jahr 2010)

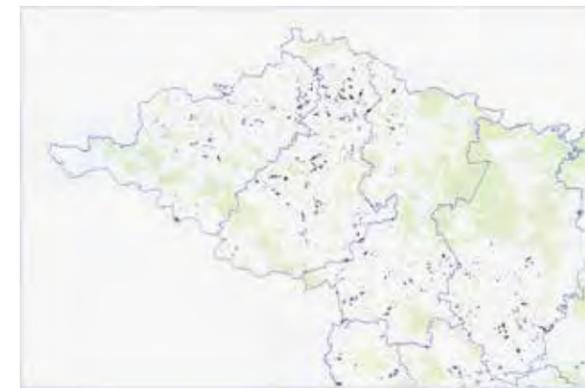


Abb. 3: Kartenausschnitt der Waldfunktion Kleine Waldfläche in waldarmen Gebieten (Jahr 2018)

In den Abbildungen 2 und 3 ist beispielhaft dargestellt, zu welchen Auswirkungen es durch die Änderung der Definition gekommen ist. Im Jahr 2010 waren es 5540 Flächen in 663 Gemarkungen und im Jahr 2018 sind es 7004 Flächen in 890 Gemarkungen. Die Gesamtflächengröße hat sich um ca. 8 % erhöht. Die einzelnen Flächen sind jetzt teilweise kleiner und alle Gemarkungen wurden vollständig erfasst.

7.2 Waldfunktion Lokaler Immissionsschutzwald

Definition 2010:

Immissionsschutzwald mindert schädliche oder belästigende Einwirkungen von Stäuben oder Strahlungen sowie Lärm auf Wohn-, Arbeits- oder Erholungsbereiche oder andere schutzbedürftige Objekte durch Absorption, Ausfilterung oder Sedimentation, sowie durch Förderung von Thermik und Turbulenz. Er mindert die Schallausbreitung von Lärmquellen.

Definition 2018:

Immissionsschutzwald mindert schädliche oder belästigende Einwirkungen von Stäuben, Aerosolen, Gasen oder Strahlungen sowie Lärm auf Wohn-, Arbeits- oder Erholungsbereiche oder andere schutzbedürftige Objekte durch Absorption, Ausfilterung oder Sedimentation, sowie durch Förderung von Thermik und Turbulenz. Er mindert die

Schallausbreitung von Lärmquellen. Immissionsschutzwald ist definiert durch seine Lage zwischen dem Emittenten und einem zu schützenden Bereich.

Als Grundlage für die Prüfung möglicher Waldflächen, die als Immissionsschutzwald ausgewiesen werden können, wurde ein Flächenshape der Anlagen die einer immissionschutzrechtlichen Genehmigung bedürfen vom Landesamt für Umwelt (LfU) zur Verfügung gestellt. Diese Anlagen sind in der Abbildung 4 ersichtlich.

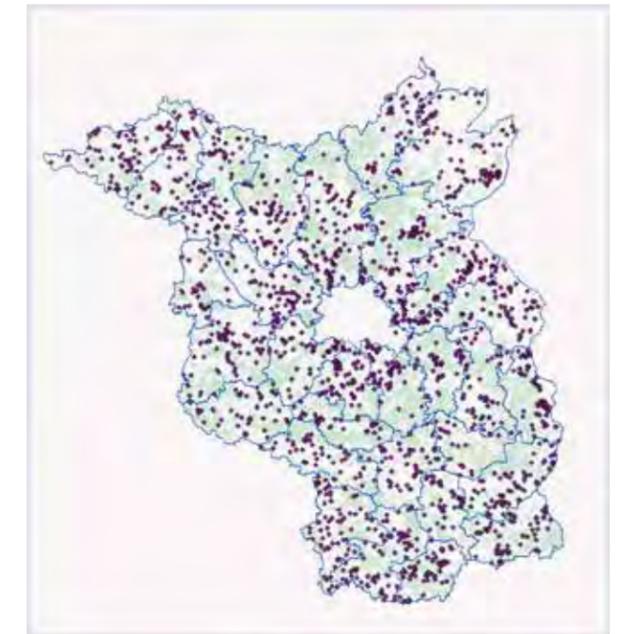


Abb. 4: Immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen

Weiterhin kam der Abstandserlass des Landes Nordrhein-Westfalen, der normierte Abstände ausweist zur Anwendung. Dieser ist nach Anlagen bzw. Betriebsarten gegliedert und wird in der Bauleitplanung dem Schutz der Nachbarschaft vor unzumutbaren Belastungen verwendet („Immissionsschutz in der Bauleitplanung“, MUNLV, 2007). In Ermanglung einer Abstandsregelung für Tierhaltungsanlagen wurde für diese Anlagengruppe zusätzlich eine Abstandsempfehlung durch das LfU im Jahr 2017 bereitgestellt. Neben der topografischen Karte und den Orthofotos erhielten die Oberförstereien ein Summenthema aller Schutzwaldfunktionen. Mit diesem Thema war zu prüfen, ob eine dieser Schutzwaldfunktionen im Abstandsbereich des Emittenten liegt.

Im Beispiel (Abbildung 5) sind die Lage des Emittenten (Punkt) und seine Anlagenfläche dargestellt. Aus der Abstandsregelung ergibt sich dann ein Umring um die Anlage. Die darin befindliche Fläche ist ein Immissionsschutzwald, wenn ein schützenswertes Objekt vorhanden ist. Das kann ein Wohn-, Arbeits-, oder Erholungsbereich sein, bzw. wenn eine Schutzfunktion vorliegt. Im Beispiel sind ein Wohnbereich (Siedlungsbereich) und ein Schutzfunktion vorhanden.

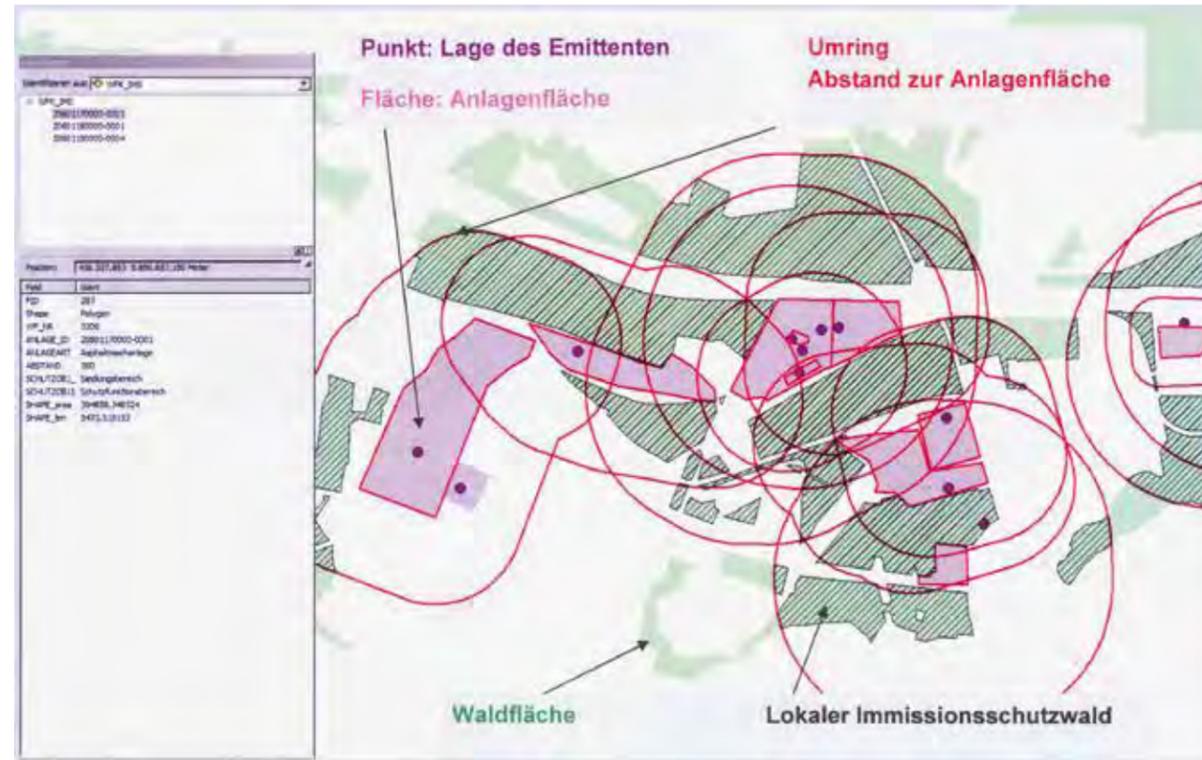


Abb. 5: Beispiel für Abgrenzung des Immissionsschutzwaldes

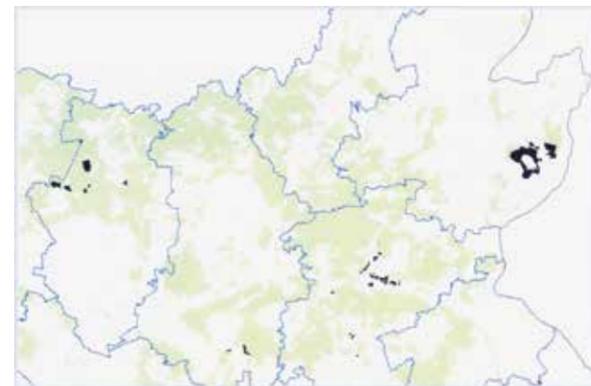


Abb. 6: Kartenausschnitt der Waldfunktion Lokaler Immissionsschutzwald (Jahr 2010)

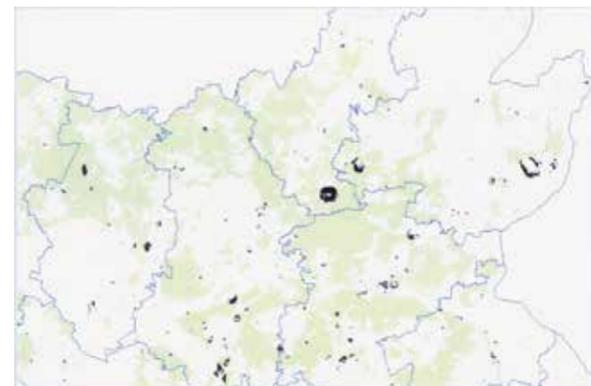


Abb. 7: Kartenausschnitt der Waldfunktion Lokaler Immissionsschutzwald (Jahr 2018)

Als Sachdateninformationen werden die Anlagen-Identifikationsnummer, die Anlagenart, der Abstand und die festgestellten schützenswerten Objekte gespeichert.

In den Abbildungen 6 und 7 sind die Ergebnisse aus den Jahren 2010 und 2018 für einen Teilbereich von Brandenburg dokumentiert.

Es ist deutlich zu erkennen, dass viele Anlagen im Vergleich der beiden Kartierungen hinzugekommen sind und der Immissionsschutzwald um die einzelnen Anlagen eine kleinere Flächenausdehnung aufweist. Insgesamt sind 1431 Anlagen ausgewiesen worden.

7.3 Waldfunktion Wald auf erosionsgefährdetem Standort

Definition 2010:

Wald auf erosionsgefährdeten Steilhängen, dessen Boden je nach Standortmerkmalen zu wasserbedingter Erosion und Bodenbewegung neigt. Der Bodenschutzwald dient hier dem Schutz des Standortes sowie benachbarter Flächen vor Wassererosion, Rutschungen und Bodenkriechen.

Definition 2018:

Bodenschutzwald schützt erosions- oder verhagerungsgefährdete Standorte (Eigenschutz) sowie benachbarte Flächen (Fremdschutz) vor den Auswirkungen von Wasser- oder Winderosion, Bodenrutschung, Erdabbruch, Steinschlag, Aushagerung, Austrocknung und Humusabbau (Degradation).

Die benachbarten schutzrelevanten Flächen können Einzelobjekte, Verkehrswege, Siedlungs- und Industriegebiete, Landwirtschafts- und Gartenbauflächen oder Gewässer sein.

Im Vergleich der Definitionen wird deutlich, dass sich diese Waldfunktion im Jahr 2018 nicht nur auf die erosionsgefährdeten Steilhänge (Wassererosion) beschränkt, sondern die Wasser- und Winderosionsgefährdung komplexer betrachtet wurde. Entsprechende Anregungen wurden aus dem „Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes“ (2015) entnommen. In Anlehnung an das Informationsheft zum landwirtschaftlichen Bodenschutz im Land Brandenburg Teil Bodenerosion MLUR (2002) wurde eine Bewertungsmatrix für die Gefährdung durch Wassererosion erstellt. Eingangsgrößen sind hier die Bodenartengruppe und die Hangneigungsklasse. Bei starker und sehr starker Gefährdung wurde ein Bodenschutzwald kartiert.

Matrix für Wassererosionsgefährdung

Bodenarten- gruppe	Hangneigung			
	gering geneigt > 3 bis 5 Grad	mäßig geneigt 6 bis 10 Grad	stark geneigt 11 bis 20 Grad	steil und schroff mehr als 20 Grad
tonig	gering	gering	mäßig	stark
reinsandig	gering	mäßig	stark	sehr stark
lehmig	mäßig	stark	stark	sehr stark
schluffig	mäßig	stark	stark	sehr stark
lehmiger Sand und sandiger Lehm	mäßig	stark	stark	sehr stark

3.2.1 - Tabelle 1
Quelle: Matrix zur Bestimmung der potenziellen Wassererosionsgefährdung in Abhängigkeit von Bodenartengruppe und Hangneigungsklasse (im Anhang an MLUR (2002), Informationsheft zum landwirtschaftlichen Bodenschutz im Land Brandenburg – Teil Bodenerosion)

Abb. 8: Matrix für die Wassererosion (Kartieranleitung 2018)

In gleicher Form gibt es für die Winderosion auch eine Bewertungsmatrix. Hier sind die Eingangsgrößen die Substrattypengruppe und die Bodenart der Deckzone sowie die Hangneigung. Weiterhin wurden alle Flächen mit aufgenommen die in der Standortkartierung als Flugsandflächen ausgewiesen sind. Auch hier wurde bei starker und sehr starker Gefährdung ein Bodenschutzwald kartiert.

Matrix für Winderosion und zusätzlich Flugsandflächen

Substrattypengruppe und Bodenart Deckzone	Hangneigung		
	wenn bis 2 Grad	gering geneigt 3 bis 5 Grad	mäßig geneigt 6 bis 10 Grad
Sand, reinsandiger Mittelsand	gering	gering	mäßig
Sand, anlehmiger Mittelsand	mäßig	mäßig	stark
Staubsand, reinsandiger Feinsand	stark	stark	sehr stark
Staubsand, anlehmig	sehr stark	sehr stark	sehr stark
Staubsand, schluffiger Sandschluff	sehr stark	sehr stark	sehr stark

3.2.1 - Tabelle 2
Matrix zur Bestimmung der potenziellen Winderosionsgefährdung in Abhängigkeit von Bodenart und Hangneigungsklasse (im Anhang an MLUR (2002), Informationsheft zum landwirtschaftlichen Bodenschutz im Land Brandenburg – Teil Bodenerosion)

Abb. 9: Matrix für die Winderosion (Kartieranleitung 2018)

Zur besseren Flächenabgrenzung der Waldflächen, die mehr als 20 Grad Hangneigung haben, wurde ein Hangneigungsmodell erzeugt. Es basiert auf Laserscanningdaten im Abstand von 5 Meter x 5 Meter. Dadurch lassen sich kleinflächige Hänge besser erkennen und auch exakter abgrenzen. In der Abbildung 10 ist dazu ein Kartenauszug beispielhaft dargestellt.

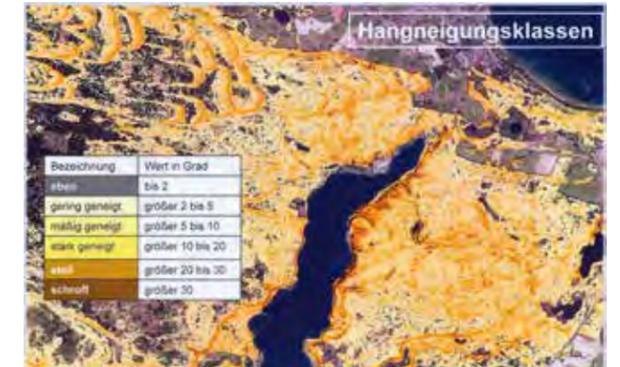


Abb. 10: Kartenausschnitt mit Hangneigungsklassen

Das Hangneigungsmodell ist auch sehr gut geeignet Flugsandflächen auf Sanddünen besser abzugrenzen. Das wird in der Abbildung 11 verdeutlicht.



Abb. 11: Kartenausschnitt Hangneigungsmodell auf einer Flugsanddüne

Durch die Erweiterung der Abgrenzungskriterien der Waldfunktion Wald auf erosionsgefährdetem Standort in Bezug der möglichen Winderosionsflächen und die flächendeckende Ausweisung der Wassererosion hat sich die Flächenkulisse erweitert. Dadurch wird diese Waldfunktion auch dem Bodenschutz im erforderlichen Maße gerecht. Die Abbildungen 12 und 13 zeigen wiederum die Änderung der Flächenkulisse an einer Beispielsregion von Brandenburg.

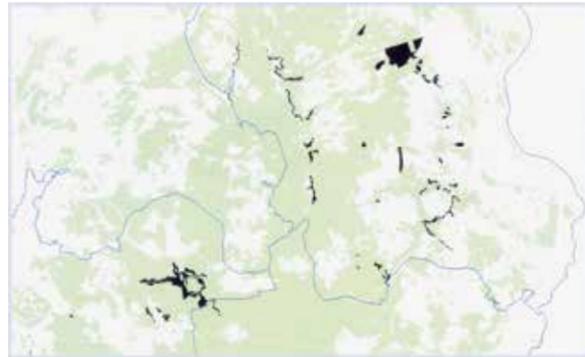


Abb. 12: Kartenausschnitt der Waldfunktion Wald auf erosionsgefährdetem Standort (Jahr 2010)

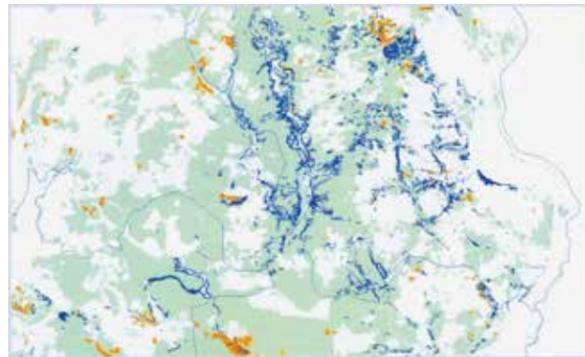


Abb. 13: Kartenausschnitt der Waldfunktion Wald auf erosionsgefährdetem Standort (Jahr 2018) – gelbe Flächen Winderosion – blaue Flächen Wassererosion

7.4 Waldfunktion Wald mit hoher ökologischer Bedeutung

Definition 2010:

Unter der Schutzfunktion sind Waldbestände zu verstehen, die aufgrund einer besonderen Empfindlichkeit oder Seltenheit gefährdet oder im besonderen Maße erhaltungswürdig oder schutzbedürftig sind oder sich durch ihre hohe ökologische Wertigkeit oder Wirkung auf zu erhaltende und zu fördernde edaphischer Gegebenheiten sich deutlich von ihrer Umgebung unterscheiden.

Definition 2018:

Waldbestände, die aufgrund einer besonderen Empfindlichkeit oder Seltenheit in besonderem Maße erhaltungswürdig oder schutzbedürftig sind. Diese Bestände haben eine hohe ökologische Wertigkeit, die sie deutlich von ihrer Umgebung unterscheidet. Es können auch Waldbestände sein,

auf denen seltene Pflanzenarten anzutreffen sind. Wald mit hoher ökologischer Bedeutung unterscheidet sich von der Waldfunktion 6610 (geschütztes Biotop) in der Form, dass er nicht wie dieses per Gesetz geschützt ist.

Eine wesentliche Änderung der Definition gab es nicht. Neu hingegen ist, dass potentielle Waldflächen ermittelt wurden. Basis für diese Flächenabgrenzung ist ein festgelegtes Merkmalspektrum. Die Flächenvorauswahl erfolgte aus dem Datenspeicher Wald. Das Merkmalspektrum ist in der Abbildung 14 dargestellt. Zusätzlich zu prüfen waren ökologisch wertvolle Kleistrukturen, die im Datenspeicher auf Grund der Unterschreitung des zehntel Anteils einer Teilfläche oder Behandlungseinheit nicht enthalten sind. Haben die aus dem Datenspeicher Wald ermittelten Flächen nicht mehr die aufgeführten Bestockungen, so waren die Flächen zu löschen bzw. die Flächen auf den Flächenanteil zu reduzieren, der den Bedingungen entspricht.

Bezeichnung	Auswahlmerkmale
Laubbaumbestockungen	Alle Laubbaumbestockungen mit einem Alter von über 100 Jahre und einem Durchmesser von mehr als 40 cm
Nadelbaumbestockungen	Alle Kiefernbestockungen mit einem Alter von mehr als 140 Jahre und einem Durchmesser von mehr als 50 cm
Bestände mit hoher ökologischer Bedeutung	Waldbestände mit naturnahen Bestandesstrukturen, Kleinstrukturen und/oder bedeutsamen Biotop-, Altbaum- und/oder Totholzteilen
Organische und Mineralische Nassstandorte	Alle organischen und mineralischen Nassstandorte
Ungleichaltrige Bestände	Alle Waldbestände die ungleichaltrig sind

Abb. 14: Auswahlkriterien für Wald mit hoher ökologischer Bedeutung

In den Abbildungen 15 und 16 ist beispielhaft ein Flächenausschnitt von Brandenburg dargestellt. Dieser verdeutlicht die Veränderungen von größeren zusammenhängenden Flächen zu kleinstrukturierten Ausweisungen.

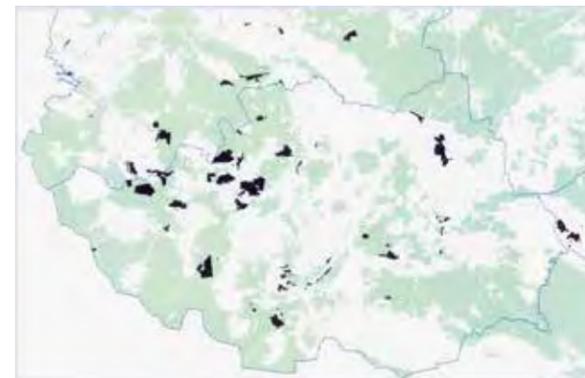


Abb. 15: Kartenausschnitt der Waldfunktion Wald mit hoher ökologischer Bedeutung (Jahr 2010)

und des Wohlbefindens. Wald mit einer besonderen Inanspruchnahme durch Erholungssuchende wird mit zwei Intensitätsstufen erfasst.

Es wird unterschieden zwischen:

- der Intensitätsstufe 2 (im regionalen Vergleich überdurchschnittlich stark besucht) und
- der Intensitätsstufe 1 (so intensiv frequentiert, dass das forstliche Management maßgeblich von der Erholungsnutzung bestimmt wird).

Neu im Vergleich mit dem Jahr 2010 ist, dass neben der Reduzierung der Erfassung in nur zwei Intensitätsstufen die Beurteilungskriterien quantifiziert wurden. Die Bewertungsmatrix ist in den Abbildungen 17 und 18 dargestellt. Zur Unterstützung der Flächenabgrenzung erhielten die Oberförstereien ein Flächenshape für die Einzugsbereiche von Städten und Kur- und Erholungsorten.

Die Hauptkriterien zur Beurteilung sind:

Rahmenbedingungen (Einwohnerzahl im Umring der Städte, Kur- und Erholungsorte sowie die Erreichbarkeit)

Erholungseignung (Ausflugsziele, Wegeerschließung und Markierung, Waldparkplätze und Infotafeln sowie die Störungsfreiheit)

Bewirtschaftung (Aufwand, Einschränkung, Konzept)

Weitere Kriterien (Allgemeine Darstellung, Naturschutzrecht, Konflikte Besuchergruppen)

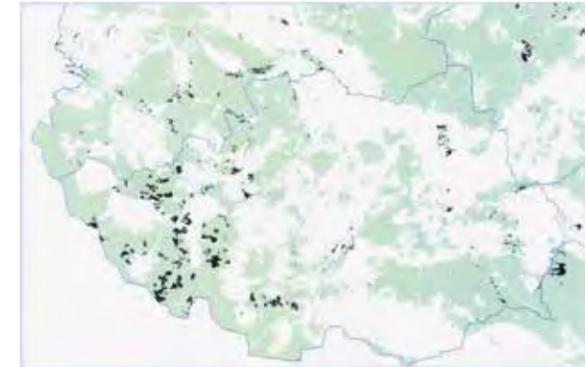


Abb. 16: Kartenausschnitt der Waldfunktion Wald mit hoher ökologischer Bedeutung (Jahr 2018)

7.5 Waldfunktion Erholungswald mit Intensitätsstufen

Definition 2010:

Der Wald dient der Bevölkerung zur Förderung ihrer Gesundheit, Leistungsfähigkeit und ihres Wohlbefindens. Die besondere Bedeutung von Wald mit Erholungsfunktion zeigt sich in der auffallenden Inanspruchnahme durch Erholungssuchende. Die Erholungswälder werden in drei Intensitätsstufen erfasst.

Definition 2018:

Der Wald dient neben seiner Nutz- und Schutzfunktion der Bevölkerung zur Erholung, zur Förderung der Gesundheit

Indikator	Beurteilungskriterium	Punkte	Bemerkung
Im Bereich von Städten und Gemeinden	über 30 Tsd. Einwohner Radius 10 km	3 oder	Interne Liste
	Stadt Berlin Radius 50 km		Umringshapes für Berlin 50 km
	10 bis 30 Tsd. Einwohner Radius 5 km	2 oder	Zur Ermittlung der Einwohnerzahl liegt eine interne Datei zur Einstufung vor
	5 bis 10 Tsd. Einwohner Radius 3 km		
Kur- und Erholungsorte	5 bis 10 Tsd. Einwohner Radius 5 km	3	Liste über anerkannte Kur- und Erholungsorte
Gute Erreichbarkeit	mit öffentlichem Verkehrsmittel und mit Rad und mit Kfz. und fußläufig	3 oder	
	mit Rad und Kfz. und fußläufig	2 oder	
	mit Kfz. und fußläufig	1	
Summe Rahmenbedingungen		max. 9	
Indikator	Beurteilungskriterium	Punkte	Bemerkung
Ausflugsziele	Objekte bei schönem Wetter mehr als 100 Besucher	3	Die Objekte sind zu benennen
Erschließung	Wegenetz überregional oder regional	2	Rad- oder Wanderweg
Wegemarkierung	Zielorientiert, aktuell und deutlich	1	
Waldparkplätze Infotafeln	Anzahl/Dichte	2	gebrauchsfähiger Zustand
Störungsfrei	Keine oder geringe Beeinträchtigung	1	Die Beeinträchtigungen dürfen den Erholungswert nicht einschränken
Summe Erholungseignung		max. 9	

Abb. 17: Bewertungsmatrix Erholungswaldeinstufung Teil 1

Indikator	Beurteilungskriterium	Punkte	Bemerkung
Erholungsnutzung ist hier prioritär	Aufwand	4	Wegesystem vorrangig im Hinblick der Erholungsnutzung gepflegt, gezielte Waldbewirtschaftung z.B. zur Verbesserung des Waldbildcharakters, gezielte Waldrandgestaltung
Einschränkungen	Beurteilung, ob Einschränkungen zu erwarten sind	3	z.B. Holzeinschlag und Holzurückung nur im I. und IV. Quartal
Konzept	existiert ein Konzept zur Gestaltung der Erholungswaldfläche	2	
Summe Bewirtschaftung		max. 9	
Indikator	Beurteilungskriterium	Punkte	Bemerkung
Information	Hinweisschilder, Flyer, Internetauftritt	1	z.B. in der Gemeinde
Naturschutzrecht	Naturschutzgebiet, Landschaftsschutzgebiet, Großschutzgebiet, Naturdenkmal	1	liegen Gebiete oder Teile davon im Schutzgebiet
Konflikte zwischen Besuchergruppen	Keine Konflikte	1	Wanderer, Radfahrer, Reiter
Summe weiterer Kriterien		max. 3	
Summe Gesamt		max. 30	

Abb. 18: Bewertungsmatrix Erholungswaldeinstufung Teil 2

Konnten für das festgestellte Erholungsgebiet in der Summe aller Indikatoren zwischen 10 und 19 Punkte vergeben werden, so erfolgte die Einordnung in die Intensitätsstufe 2.

Ab einer Gesamtpunktzahl von 20 und der Feststellung das der Indikator *Erholungsnutzung ist hier prioritär* (beim Beurteilungskriterium Bewirtschaftung Aufwand) zutreffend ist, ergab sich die Intensitätsstufe 1.

Das Ergebnis zeigt, dass der Erholungswaldschwerpunkt sich um die Stadt Berlin und größere Städte in Brandenburg konzentriert. In weniger bevölkerten Gebieten gibt es kleinflächige Erholungsschwerpunkte die touristische Besonderheiten aufweisen. Auch Bereiche an Seen und stärker frequentierten Rad- und Wanderwege zeichnen sich durch die Ausweisung von Erholungswäldern aus. Insgesamt kam es zu einer deutlichen Flächenreduzierung durch die Anwendung der Bewertungsmatrix, was in den Abbildungen 19 und 20 deutlich wird.



Abb. 19: Kartenausschnitt der Waldfunktion Erholungswald mit Intensitätsstufen (Jahr 2010)



Abb. 20: Kartenausschnitt der Waldfunktion Erholungswald mit Intensitätsstufen (Jahr 2018)

8 Was ist nun neu bei der Waldfunktionenkartierung?

- Es ist eine rechentechnische Lösung vorhanden, die eine permanente Aktualisierung der Waldfunktionen gewährleistet.
- Dadurch wird eine kontinuierliche Bearbeitung durch die Revierleiter und die Oberförstereien im normalen hoheitlichen Dienstablauf ermöglicht.
- Es wurden der Datenspeicher Wald und die Standortkarte zur Vorauswahl von potentiellen Flächen für Waldfunktionen eingesetzt.
- Neben dem digitalen Geländemodell kam ein Hangneigungsmodell zur besseren Flächenabgrenzung für Flächen im geneigten Gelände zum Einsatz.
- Beim Erholungswald fand eine Bewertungsmatrix Anwendung. Diese dient zur objektiveren Herleitung.
- Es wurden Sachdaten ergänzt bzw. aufgenommen die eine bessere Nachvollziehbarkeit der Entscheidung garantieren.

9 Stand der Waldfunktionenkartierung und künftige Aufgaben

Mit der Aktualisierungsrunde in den Jahren 2016 und 2017 wurden alle Waldfunktionen nach einheitlichen Vorgaben flächendeckend bearbeitet. Nach der Freigabe durch die oberste Forstbehörde werden die Daten im internen und externen Geoportal dargestellt. Neben der Veröffentlichung der Kartieranleitung wird im Laufe des Jahres 2018 eine Broschüre zu den Waldfunktionen und auch ein aktualisiertes Faltblatt erstellt. Eine Kartendarstellung im Maßstab von 1:10 000 im PDF Format wird ebenfalls erfolgen. Erforderliche Änderungen werden in der jährlichen Fortschreibung durchgeführt und dann zum 1.1.2019 wirksam.



Abb. 21: Beispielbilder der dargestellten Waldfunktionen

Forsttechnische Befahrbarkeit in Wäldern Brandenburgs – Bereifungsvarianten bei der Holzurückung

RAUL KÖHLER, CHRISTOPH ERTLE, THOMAS HEINKELE & DIRK KNOCHÉ
Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V. (FIB)

Im Spannungsfeld zwischen Wirtschaftlichkeit und Ressourcenschutz

Vor allem betriebswirtschaftliche Zwänge führen zum Einsatz hochmechanisierter und immer leistungsfähigerer Holzerte- und Rückefahrzeuge. Mit der gewünschten Effizienzsteigerung erhöhen sich aber auch die Fahrzeuggewichte, Nutzlasten und Geschwindigkeiten. Diese Entwicklung erfordert eine fortlaufende Bewertung des Maschineneinsatzes und angemessene Berücksichtigung des vorsorgenden Bodenschutzes. Ein vorrangiges Ziel ist es dabei, die Befahrbarkeit des Feinerschließungssystems dauerhaft zu erhalten und nachteilige Auswirkungen auf den angrenzenden Bestand zu vermeiden.

Technische Innovationen zur Verringerung des Kontaktflächendrucks, wie etwa neue Tragbänder oder eine breitere Bereifung, erweitern zwar das Einsatzspektrum schwerer Forstmaschinen auf befahrungsempfindlichen Standorten. Dennoch kommt es in schwer vorhersehbaren Situationen, etwa nach Kalamitäten, immer wieder zu inakzeptablen Befahrungsschäden.

So sind in Brandenburg rund 113.300 Hektar Holzbodenfläche nur eingeschränkt forsttechnisch befahrbar. Hinzu kommen 26.800 Hektar, deren Befahrung kaum bis nicht möglich ist. In diesem Standortsbereich wird nun die forsttechnische Befahrbarkeit des unbefestigten Feinerschließungssystems mit konventionellen Rückemaschinen betrachtet. Dabei steht die Einsatzbeurteilung sogenannter Superbreitreifen auf besonders empfindlichen Böden im Vordergrund.

Vergleichende Befahrungsversuche mit Bereifungsvarianten – Standorte und Maschinenteknik

In der Landeswaldoberförsterei Doberlug, Landkreis Elbe-Elster wurden in den Jahren 2016 und 2017 vergleichende Befahrungsversuche auf (1) einem typischen Sand-Humusgley und (2) einem Decklehm-Anmoorgley durchgeführt.

Am Standort 1 handelt es sich um einen dicht gelagerten, grobsandigen Mittelsand mit mittlerem Skelettgehalt. Der Standort 2 ist als skelettfreier tonig-lehmiger, mineralischer Nass-Standort charakterisiert. In beiden Versuchsfeldern liegt der Grundwasserflurabstand weniger als 70 cm unter Geländeoberkante. Nach den aktuellen Vorgaben des Landesbetriebes Forst Brandenburg (LFB) werden diese beiden Standortstypen als „kaum befahrbar“ eingestuft.

Aufstockend sind in ein 81-jähriger Kiefern-Birken-Mischbestand bzw. 60-jähriges Pappel-Altholz, gemischt mit Schwarzerle und Gemeiner Kiefer. Direkt angrenzend liegen Grünlandparzellen vergleichbarer Standorteinheiten.

Ganz bewusst erfolgte der Maschineneinsatz bei besonders ungünstigen Witterungsverhältnissen, das heißt im Spätwinter und mit Bodenwassergehalten nahe der Feldkapazität. Dadurch wird eine Analyse der Grenzbereiche des Maschineneinsatzes möglich.

Zum Einsatz kam ein konventioneller, radgetriebener Holzrückebug der Tragschlepper-Klasse 2 (Nutzlast 10 bis 14 Tonnen), hier der 6-rädrige HSM 208 F 6WD. Dessen Vorderachse war in allen Prüfgliedern mit identischen Reifen (Trelleborg TWIN 422 SB 710/55-34 LS-2, 2,4 bar Nenn-Druck) bestückt. Diese weisen gegenüber den Standardreifen einen größeren Abrollumfang auf und ermöglichen damit ein verbessertes Traktionsverhalten. Der Lastschwerpunkt der Maschine liegt im beladenen Zustand auf der hinteren Bogieachse, die mit den folgenden Bereifungsvarianten geprüft wurde:

<i>Bv710</i>	Standardbereifung	Breite: 710 mm
<i>Bv940</i>	Superbreitreifen	Breite: 940 mm
<i>BvTerra-X</i>	Standardbereifung + Terra-X-Bogiebänder	Breite: 820 mm

Das auf den Boden einwirkende Bruttogewicht einschließlich Zuladung betrug am Standort 1 zwischen 27,4 und 29 Tonnen. Am Standort 2 waren dies 22,9 bis 24,5 Tonnen.



Abb. 1: Forwarder HSM 208 F 6WD mit Bogiebändern (Terra-X TXL 150, links) und Superbreitreifen (rechts)

In der „realen“ Befahrungssituation: Versuchsdesign und Messprogramm

Die Befahrung von Rückegassen mit schweren Forwardern kann gerade auf sensiblen Nass-Standorten zur unerwünschten Spurgleisbildung führen. Mitunter reicht schon eine Lastfahrt aus, um das Feinerschließungssystem dauerhaft zu beeinträchtigen. Nach der betrieblichen Anweisung BA 35/2013 des Landesbetriebes Forst Brandenburg (LFB 2013) sind solche irreversiblen Schäden dann nicht mehr tolerierbar, wenn auf den Fahrspuren Spureintiefungen mit seitlicher Spurrandaufwölbung oder sekundärer Vernässung bzw. Bodenerosion auftreten.

Für den Versuch wurden in den beiden Waldbeständen neue Rückegassen aufgeschlossen. Als Referenz ohne Bestockungseinfluss dienten Fahrlinien auf dem jeweils angrenzenden Grünland. Nach der Erstbefahrung durch einen Harvester Typ Ponsse Ergo 8W (Leergewicht 19,5 t) erfolgten bis zu 20 Lastüberfahrten des Forwarders mit einem kumulierten Überfahrtgewicht von maximal 580 Tonnen, soweit die technische Befahrbarkeit möglich blieb (kein „Aufsetzen“ der Maschine). Das in der Rückegasse bewegte Holzvolumen entsprach etwa zwei bis drei praxisüblichen Durchforstungen.

Messverfahren zur Bestimmung der Spureintiefung

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Quantifizierung der Oberflächenverformung mittels Nahbereichs-Photogrammetrie. Ihre Vorteile gegenüber manuellen Stichprobenverfahren liegen vor allem in der rationellen und lückenlosen Datenaufnahme und einer für die hochauflösende Oberflächenmodellierung geeigneten Punktdichte. Gegenüber anderen bildgebenden 3D-Messverfahren, wie z. B. dem terrestrischen Laserscanning (TLS), ist die Datenaufnahme der Photogrammetrie weniger zeitaufwändig, leichter handhabbar und kostengünstig. So kann die Dokumentation der einzelnen Überfahrten in kurzer Zeitabfolge bei annähernd gleichbleibenden Versuchsbedingungen erfolgen - vor allem hinsichtlich des für die Befahrung kritischen Bodenwassergehaltes.

Die photogrammetrische Oberflächenrekonstruktion basiert auf der Bestimmung von Punktpositionen im dreidimensionalen Raum aus mehreren Fotos mit unterschiedlichen Blickwinkeln. Hierzu sind verschiedene Informationen notwendig: Lage der Punkte auf den einzelnen Bildern, Kamera-Parameter (Objektivverzeichnung, Brennweite) sowie relative Position und Orientierung der Kamera. Als Rechenresultat liegt eine 3D-Punktwolke mit optimierten Punktpositionen vor.

Für die Datenauswertung sowie Rekonstruktion der Spurgleise wird die Software Photomodeler Scanner 2016/2017 von EOS Systems verwendet. Als kalibriertes Aufnahmesystem kommt eine Spiegelreflex-Kamera zum Einsatz (Canon EOS 7D & Objektiv mit 18 mm Brennweite). Wichtig sind gleichbleibende Belichtungsverhältnisse im Messfeld: Nur so lassen sich die Bildpunkte einer Fotoreihe u. a. durch Textur, Farbe und Helligkeit eindeutig zuordnen. Variable Schattenwürfe und Reflexionen sowie Bildbereiche ohne einen echten Informationsgehalt (Schlagschatten, Spitzlichter, etc.) erschweren die Auswertung.

Zur besseren Einordnung der photogrammetrischen Informationen werden verschiedene bodenkundlichen Standardmethoden genutzt. Das betrifft neben der horizontweisen Trockenrohddichte-Bestimmung in 100-cm³-Stechzylindern insbesondere die Bemessung von Eindringwiderstand und Scherfestigkeit. Hinzu kommt eine Aufzeichnung der Bodenwassergehalte zum Befahrungszeitpunkt.

Von der photogrammetrischen Messung mittels Hilfsrahmen...

Den Grundbaustein für die Quantifizierung der Spureintiefung bildet ein portabler Hilfsrahmen (6,00 m x 1,84 m) aus Aluminiumprofilen, welcher über die Spurbreite einer Rückegasse installiert wird. Dessen Nivellierung erfolgt mit einer elektronischen Totalstation (SOKKIA Set5). Dabei muss die absolute Auflagehöhe des Rahmens durch die Befahrung unbeeinträchtigt sein. Nur so lässt sich die relative Oberflächenveränderung nach erneuter Befahrung feststellen.

Der Randbereich jedes Messfeldes wird durch kodierte Marker begrenzt. Sie unterstützen die Scanner-Software bei der Foto-Orientierung und Positionsbestimmung der Kamera. Zudem erhalten die resultierenden 3D-Oberflächenmodelle ihre eindeutige räumliche Zuordnung mittels Ursprung, Maßstab und Rotation.



Abb. 2: Aluminium-Messrahmen für die photogrammetrische Datenaufnahme (links) und elektronische Totalstation SOKKIA Set5 zur Lagebestimmung sowie Nivellierung des Messrahmens (rechts)

... zur Aufnahme ganzer Rückegassen-Abschnitte

Die Verwendung eines positionsstabilen Hilfsrahmens mit Markern gewährleistet die hochauflösende Abbildung von Fahrspuren. Allerdings gelten die so gewonnenen Ergebnisse nur für den Gassenbereich, der durch den Messrahmen abgedeckt ist. Neben der vergleichbaren bodenkundlichen Ausgangssituation ist also auch die Repräsentativität des Messfeldes für die Befahrungssituation bedeutsam. Dazu werden erstmalig 20 Meter lange Rückegassen-Abschnitte photogrammetrisch betrachtet. Das betrifft sowohl die Spurgleisbildung als auch die Aufwölbungen zwischen den beiden Fahrspuren und am Gassenrand.

Als Parameter der forsttechnischen Befahrbarkeit gilt hier die mittlere zentrale Brutto-Spurtiefe des Forwarders unterhalb der Achsen. Dafür wird der Abstand zwischen Spurtiefe und Bodenaufwölbung unter Beachtung des expliziten lokalen räumlichen Bezugs bestimmt. Nur so lässt sich der Einfluss des kleinräumig heterogenen Oberflächenreliefs einer Rückegasse auf die Befahrbarkeit beurteilen. Hierzu wird das 3D-Geländemodell genutzt, und in einzelne, aufeinander lückenlos folgende Sektionen zu jeweils 10 cm Breite unterteilt. Wurzelstubben werden bei der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt.

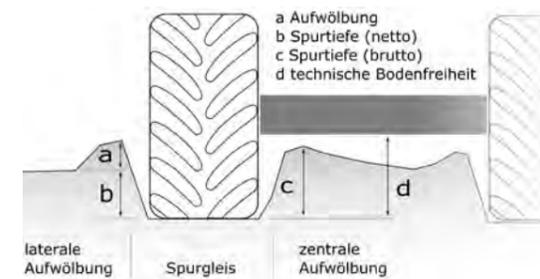


Abb. 3: Skizze eines Spurgleisprofils mit seinen Kennzahlen, angelehnt an Haas et al. (2016)

Validierung der photogrammetrischen Messungen

Detaillierte Informationen zur Eignung und Messgenauigkeit von photogrammetrischen Auswertungen liegen bisher v. a. aus dem Architekturbereich, der Unfallforschung und Archäologie vor (Kersten & Lindstaedt 2012, Erickson et al. 2013). Dagegen stellt die forstliche Technikfolgenabschätzung eine bisher noch kaum genutzte, aber besonders vielversprechende Anwendung dar (bei Haas et al. 2016).

Zur Prüfung der Methode werden im Versuch 43 einzelne 3D-Modelle aus dem Messrahmen mit Hilfe manueller Stichprobenmessungen validiert: Die mittleren Höhenabweichungen der erzeugten 3D-Modelle gegenüber einer händischen Einmessung liegen im Waldbestand zwischen mittleren +0,8 mm und +1,6 mm. Demnach schätzen die

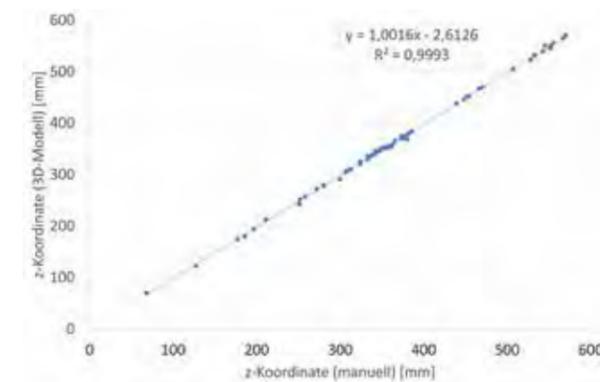


Abb. 4: Gegenüberstellung der z-Koordinaten aus 3D-Oberflächenmodellen und manuellen Validierungsmessungen (n = 66), Standort 1 – Grünland

Modelle die Spurtiefen im Messrahmen im Mittel um 0,8 mm geringer ein als die Kontrollmessungen. Auf der Grünlandparzelle beträgt die Abweichung 1,6 mm bis 2,0 mm. Es werden keine Ausreißer beobachtet, die auf methodenbedingte Einschränkungen hinweisen. Somit ist eine realitätsnahe, hochdetaillierte und dabei sehr robuste Rekonstruktion der Bodenoberfläche möglich.

Eine Interpretationshilfe: Bodenzustandseigenschaften vor und nach Befahrung

Verdichtung der organischen Auflage und des Mineralbodens

Am Standort 1 zeichnen alle Befahrungsvarianten indem die Humusaufgabe sichtbar komprimiert wird, wobei eine Differenzierung zwischen den verschiedenen Bereifungen jedoch nicht möglich ist. Besonders empfindlich reagiert die sehr locker gelagerte Of-Lage, hier steigt die Trockenrohddichte (TRD) beispielsweise im Falle der Variante Bv-Terra-X von 0,2 g/cm³ auf über 0,4 g/cm³ schrittweise an. Die Oh-Lage verdichtet sich bereits ebenfalls bei der Erstbefahrung, wenn auch bei höheren Vorverdichtung deutlich weniger. Alle weiteren Lastfahrten des Forwarders haben keinen verstärkenden Effekt, obgleich die Mächtigkeit des betrachteten Horizontes weiter abnimmt. Auf dem Standort 2 führt der Forwarder schließlich zu einem vollständigen Verlust der dort nur geringmächtig ausgebildeten organischen Auflage.

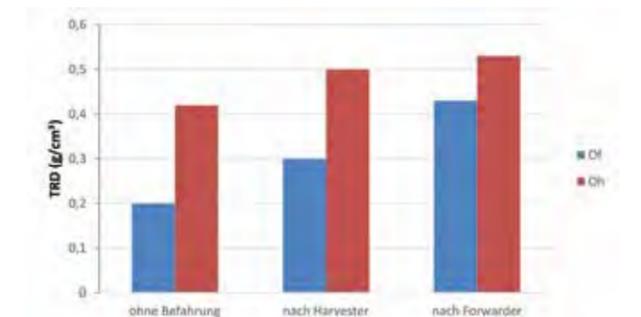


Abb. 5: Änderung der Trockenrohddichte (TRD) der Of- und Oh-Lagen bei der Variante BvTerra-X – nach einmaliger Befahrung mit Harvester bzw. nach 20 Vollastüberfahrten mit Forwarder, Standort 1 – Waldbestand

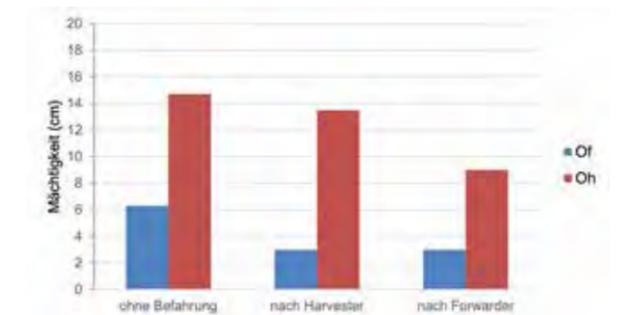


Abb. 6: Änderung der Mächtigkeit der Of- und Oh-Lagen bei der Variante BvTerra-X – nach einmaliger Befahrung mit Harvester bzw. nach 20 Vollastüberfahrten mit Forwarder, Standort 1 – Waldbestand

Bei Betrachtung des Mineralbodens lässt sich zusammenfassend feststellen: Am Standort 1 bewirken die Überfahrten nur unwesentliche Veränderungen der Trockenrohdichten. Eine signifikante Verdichtung ist nur in den oberen 10 Zentimetern und bei den Varianten Bv940 und BvTerra-X nachweisbar. Die Normalbereifung verursacht keine Verdichtung, allerdings ist die Vorverdichtung in der befahrenen Gasse auch höher. Im Ergebnis aller Lastfahrten sind die Trockenrohdichten bei allen drei Bereifungsvarianten vergleichbar.

Im Waldbestand des Standortes 2 ergibt sich nach 20 Vollastfahrten folgende Reihenfolge der Trockenrohdichten des Mineralbodens in der obersten Tiefenstufe: BvTerra-X < Bv940 < Bv710. Dabei korrespondiert die Dichtelagerung bei den Standard- und Superbreitreifen mit der Befahrung, im Gegensatz zur Bändervariante. Auf dem benachbarten, stärker vorverdichteten Grünland erhöhen sich die TRD bei den Varianten Bv710 und BvTerra-X geringfügig, aber signifikant. Die Superbreitreifen führen dagegen dort zu keiner statistisch gesicherten Veränderung.

Tab. 1: Trockenrohdichten (TRD) des Mineralbodens (g/cm³) in unterschiedlichen Tiefenstufen vor und nach Befahrung, Standort 2 – Waldbestand

Variante	Tiefenstufe (cm)	TRD vor Befahrung (g/cm ³)	TRD nach Befahrung (g/cm ³)
Bv710	0-20	0,63	0,84 *
	20-40	1,66	1,82 *
	60-70	1,77	1,68
Bv940	0-20	0,64	0,77 *
	20-40	1,60	1,65
	60-70	1,61	1,74 *
BvTerra-X	0-20	0,58	0,59
	20-40	0,78 ¹	1,82
	60-70	1,74	1,63

¹ Probe durch Totholz gestört

*Signifikanz

Eindringwiderstand und Scherfestigkeit

Alle Messungen des Eindringwiderstands erfolgen mit einem Sondierkonus von 1,0 cm² Bodenkontakfläche bis zu einer angestrebten Messtiefe von 80 cm. Auf dem Standort 1 liegen die Eindringwiderstände bei allen Untersuchungsvarianten nach 20 Vollastfahrten auf einem ähnlichen Niveau. Am Standort 2 dagegen differenzieren die Ergebnisse: Bei den Varianten Bv710 und Bv940 nimmt der Eindringwiderstand nach einem initialen Anstieg mit der Überfahrthäufigkeit stetig ab. Nach 20 Überfahrten liegen die Werte sogar unterhalb des Ausgangsniveaus. Im Gegensatz dazu steigt bei den Tragbändern der Eindringwiderstand nach den ersten Überfahrten an, ohne nachfolgenden Rückgang. Nachteilige Auswirkungen der Befahrung auf den Waldboden abseits der Rückegassen lassen sich aber bei allen Prüfgliedern ausschließen.

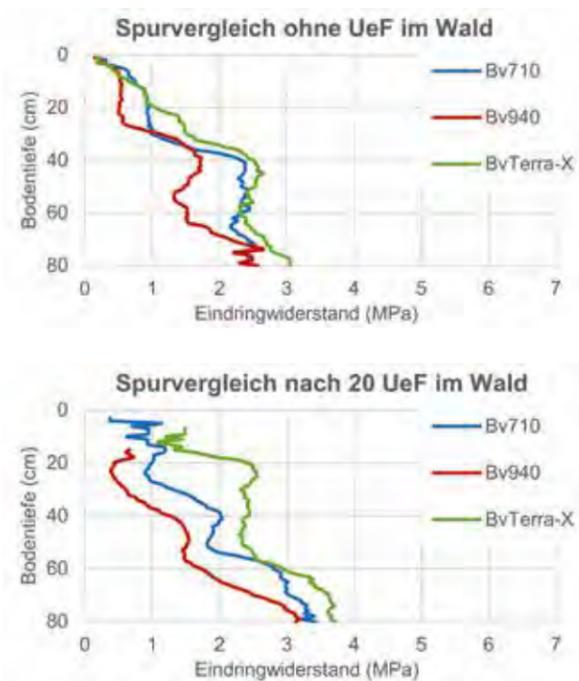


Abb. 7: Eindringwiderstände vor dem Einsatz (oben) und nach 20 Vollastüberfahrten (unten), Standort 2 – Waldbestand, UeF = Überfahrt

Der Maschineneinsatz führt im Befahrungsversuch immer zu einem Anstieg der Scherfestigkeit im Oberboden. Während am Standort 1 keine Varianten-Unterschiede bestehen, lässt sich für den Standort 2 folgende Abstufung beobachten: Bv940 < Bv710 < BvTerra-X. Die Superbreitreifen zeigen die geringsten Anstiege der Scherfestigkeit.

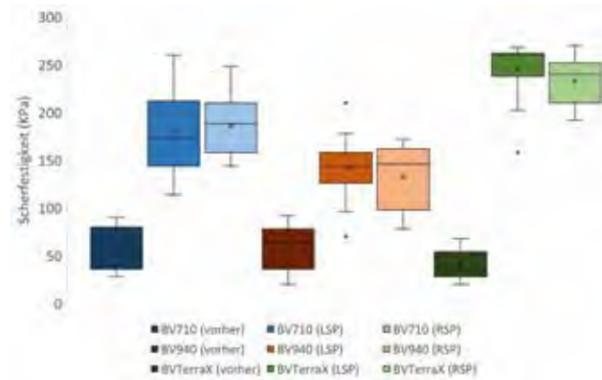


Abb. 8: Scherfestigkeit des Oberbodens unbefahren (vorher) und nach dem Maschineneinsatz (LSP: linke Fahrspur bzw. RSP: rechte Fahrspur), Standort 2 – Waldbestand

Spureintiefungen/Oberflächenverformung durch Befahrung

In der Grünlandsituation am Standort 1 führen Tragbänder (BvTerra-X) zu einem länger tolerierbaren Maschineneinsatz (20 Überfahrten gegenüber 14 Lastfahrten). Der Einsatz von Superbreitreifen (Bv940) zeigt zwar gegenüber der Standardbereifung Bv710 Vorteile, was ihre geringere Spurausbildung betrifft, erlaubt aber auch nur maximal 14 Überfahrten.

Ganz anders in der Rückegasse: Hier bilden die Standardreifen und Bogieebänder die tiefsten Fahrspuren aus. Dagegen verhalten sich die Superbreitreifen am pfleglichsten. Eine ausgeprägte Spurgleisbildung unterbleibt, und die Spurrandaufwölbungen sind gegenüber der Normalbereifung tolerierbar. Das Beispiel zeigt, dass vermeintlich eindeutige Ergebnisse von Befahrungsversuchen im Grünland nicht auf die relevante Bestandessituation übertragen werden können.

Am Standort 2 sind die Spureintiefungen im Waldbestand aufgrund unterschiedlicher Wassergehalte zu den einzelnen Befahrungsterminen nicht vergleichbar. Es handelt sich hierbei um einen Boden, dessen Tragfähigkeit sich durch Entwässerung binnen weniger Tage – während des Versuchszeitraumes – veränderte. Die Untersuchungen auf der angrenzenden Grünlandparzelle bestätigen aber die zuvor beobachteten Vorteile von Superbreitreifen (Bv940) gegenüber der Standardbereifung (Bv710).

In diesen Versuchen überlagert also die tagesaktuelle Bodenfeuchte den Einfluss der Bereifung. Dies wird indirekt durch eine weitere Messkampagne bei Sommertrockenheit am Standort 1 bestätigt (hier nicht dargestellt): Nach weitgehender Entwässerung des Bodens unterscheiden sich dort die drei Bereifungen hinsichtlich ihrer Spurbildung kaum mehr voneinander.

Zusammenfassung & Schlussfolgerungen für die Forstpraxis

Nahbereichs-Photogrammetrie zur Beurteilung der forsttechnischen Befahrbarkeit

- Mit den jüngsten Entwicklungsfortschritten ist die Nahbereichs-Photogrammetrie heute zur Beurteilung der forsttechnischen Befahrbarkeit im Wald geeignet. Unter Praxisbedingungen lassen sich verschiedene Maschinenkonfigurationen vergleichend bewerten (Bereifung, Anzahl der Achsen, Radlastregelsysteme, Stützrollenlaufwerke, etc.).
- Zwar weniger für die Prozessaufklärung geeignet, so liegt der große Vorteil darin, dass das gesamte System Boden-Bestand-Maschine in einer „realen“ Befahrungssituation dokumentiert werden kann. Das betrifft vor allem die stabilisierende Wirkung des Grobwurzelsystems.
- Für die Ergebnisinterpretation sind detaillierte und aktuelle Zustandsinformationen zum Boden notwendig, gerade auf bindigen Substraten und bezüglich des Wassergehaltes.

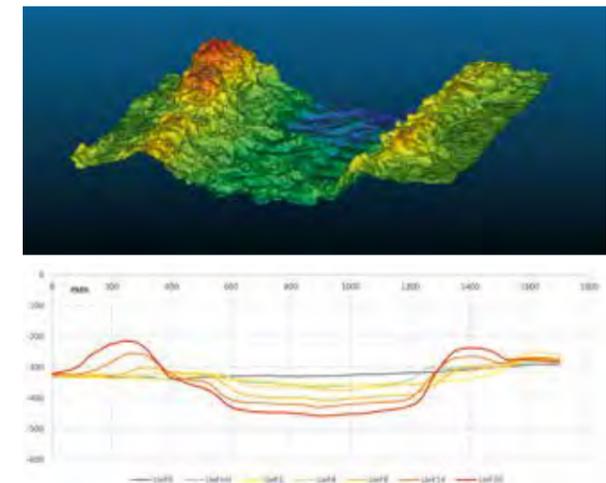


Abb. 9: 3D-Oberflächenmodell nach UeF20 (oben) und Bodenniveau-Profil (unten) für die Befahrung mit Standardreifen (Bv710), Standort 1 – Waldbestand, UeF = Überfahrt

Superbreitreifen – eine bodenschonende Variante auf Nass-Standorten

- Die geprüften Superbreitreifen stellen auf problematischen Nass-Standorten eine bodenschonende Alternative zur Standardbereifung dar. Gegenüber den untersuchten Tragbändern zeigen sie ebenfalls ihr großes Potential. Hinzu kommen betriebswirtschaftliche und logistische Vorteile sowie geringere Bestandes- und Wegeschäden.
- Allerdings spielt der aktuelle Wassergehalt des Bodens für die Befahrbarkeit sensibler Nass-Standorten eine größere Rolle als die Bereifungsvariante selbst. Die Befahrung im Sommer ist von Vorteil.

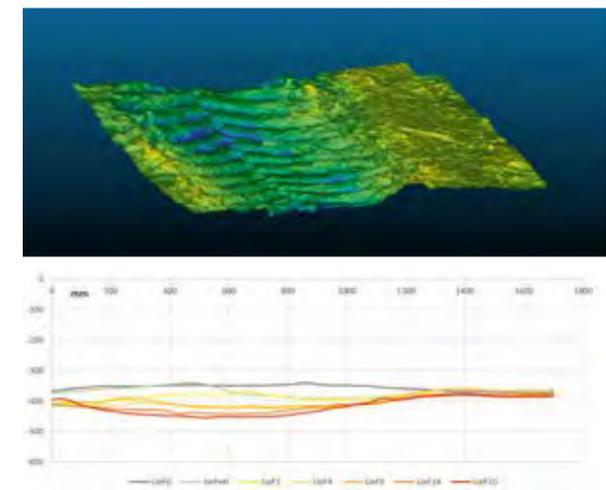


Abb. 10: 3D-Oberflächenmodell nach UeF20 (oben) und Bodenniveau-Profil (unten) für die Befahrung mit Superbreitreifen (Bv940), Standort 1 – Waldbestand, UeF = Überfahrt

Danksagung

Dieses F&E-Projekt wird vom Land Brandenburg gefördert. Die Autoren danken dem Landesbetrieb Forst Brandenburg (LFB) mit seinen beteiligten Dienststellen für die umfassende Unterstützung, vor allem was die Durchführung der anspruchsvollen Technikversuche betrifft.

Literaturverzeichnis

ERICKSON, M. S., BAUER, J. J., HAYES, W. C. (2013): The Accuracy of Photo-Based Three-Dimensional Scanning for Collision Reconstruction Using 123D Catch. SAE International 2013-01-0784.

HAAS, J., HAGGE ELLHÖFT, K., SCHACK-KIRCHNER, H., LANG, F. (2016): Using photogrammetry to assess rutting caused by a forwarder – A comparison of different tires and bogie tracks. Soil and Tillage Research, 163: 14-20.

KERSTEN, T.P., LINDSTAEDT, M. (2012): Generierung von 3D-Punktwolken, durch kamera-basierte low-cost Systeme – Workflow und praktische Beispiele. Terrestrisches Laserscanning 2012 (TLS2012), Band 69: 25-46.

LFB (2013): Betriebliche Anweisung Praxisleitfaden „Vorsorglicher Bodenschutz bei der Holzerte“. BA 35/2013 „Holzerntetechnik“.

**Ausgewählte
Posterpräsentationen**



Trauben-Eichen-Herkunftsversuch in Brandenburg Versuchsanlage und erste Ergebnisse

Hintergrund
Die Trauben-Eiche gehört zu den wichtigsten Laubbäumen in Brandenburg, vor dem Hintergrund des Klimawandels stellt sich die Frage, ob kulturspezifische Herkünfte der Trauben-Eiche langfristig besser an die trockenen Standortbedingungen angepasst wären als herkunftsnahe. Um dies experimentell zu prüfen, wurden Trauben-Eichenplantagen auf sommergrünen Standorten in der Ukraine, Rumänien, Bulgarien, Griechenland, Österreich sowie auf Rheinstad-Platz und Brandenburg angelegt und überwiegend erntefähig (20-30 Mäuerdämme) bereits im Vordergrund der Untersuchungen stellt neben der Wiederherstellung die Bewertung der Trocken- und Frosttoleranz der Nachkommensgruppen im Norden der Elbe und im Süden Brandenburgs.

Ziele
• Bewertung des adaptiven Potenzials verschiedener Trauben-Eichen-Herkünfte unter den Standortbedingungen Brandenburgs zur Ableitung von Herkunftsempfehlungen.
• Erfassung der Variation zwischen und innerhalb der Herkünfte bezüglich Wachstum, Qualität, Phänologie, Vitalität, Frostschäden, Trockenverträglichkeit, Schädlingempfindlichkeit.
• Untersuchung und Dokumentation geographischer Verteilungsmuster der Trauben-Eiche unter den Standortbedingungen Brandenburgs.
• Vergleich der Untersuchungsmerkmale zwischen den vier unterschiedlichen Standorten Brandenburgs zur Überprüfung der Genort-Umwelt-Interaktion (GxU).
• Bewertung der Risiken bei der Verwendung fremder Eichenherkünfte.

Verwendete Herkünfte
AT Österreich
BE Brandenburg (Pflanzjahr 2010, 8 Pflanzjahr 2016)
BG Bulgarien
GR Griechenland
RO Rumänien
RU Rheinstad-Platz
UA Ukraine

Anlage der Versuchsfelder

Pflanzenanzuchten
Im Herbst 2011 erfolgten die ersten Anzuchten von Trauben-Eichen-Saatgut aus zentraler auf Herkunftsländern Brandenburg (Rheinstad-Platz, Österreich, Rumänien und der Ukraine) in der landesweiten Forstbauschule Stadlitz. Im Frühjahr 2012 verlor ein Sechstel unter -20°C nahezu das gesamte Saatgut, auch das der Herkunft Brandenburg. Zur Wiederholung des Versuchs wurde im Frühjahr 2012 Saatgut aus Bulgarien, Rumänien und Griechenland neu beschafft. Die Anzucht erfolgte ebenfalls in der Baumschule als auch in Gewächshäusern (Climacell).

Versuchsfelderanlage

Bestandung	Flächengröße	Herkunft	Schicht
1. Neulinden	2,8 ha	BE u. UA in 2010 BR u. GR in 2012	0/4
2. Stierapfel	0,5 ha	Keller E04	0/4
3. Hühnerstiege	4,7 ha	Keller E04	0/4
4. Tschirwalle	3,8 ha	Keller E04	0/4

Fläche 1 „Neulinden“
Anlage auf ehemaligen Äckern

Fläche 2 „Hühnerstiege“
Anlage von ausgepflanzten Kiefern-Überhälft (3:1) Pflanzung in Pflanzreihen

Anwuchsleistung und Mortalität 2015

Phänologie und Frostschäden

Legende
Ausfall 2015 in %
0-20
20-40
40-60
60-80
80-100
100-120
120-140



Heegermühler Kalkungsversuch: Wie stellt sich der Bodenzustand nach 63 Jahren dar?

Einführung

Die Ergebnisse der Bodenzustandserhebung haben für Brandenburg eine starke Versauerungstendenz der Waldböden aufgezeigt. Weitegleich die Untersuchung der Baumernährung an den BZE-Punkten derzeit nur selten Hinweise auf Mangelsituationen gibt, ist denkbar, dass zukünftig Kalkungsmaßnahmen zur Säurekompensation zu überlegen sind und erforderlich werden könnten. Um die Effekte der Kalkung auf den Boden- und Ernährungszustand zu untersuchen, werden seit 2 Jahren neu angelegte Kalkungsversuchsflächen fortlaufend überwacht. Zusätzlich sind durch die Auswertung früherer Kalkungsversuche auch langfristige positive und negative Wirkungen von Kalkungsmaßnahmen zu eruiieren. Der im Jahr 1954 angelegte „Heegermühler Kalkungsversuch“ erschien hierfür besonders geeignet.



Abb.1: Parzelle 22 – gerodet (links) und Parzelle 25 – angepflanzte (rechts).

Material und Methoden



- Legende**
- 0 Vollbruch mit Hilfsfanzanbau
 - HS 15 15 t Hochofenschlacke / ha
 - HS 30 30 t Hochofenschlacke / ha
 - HS 60 60 t Hochofenschlacke / ha
 - HS 120 120 t Hochofenschlacke / ha
 - Ca 15 15 t Calciumcarbonat / ha

Die Versuchsfläche „Heegermühle“ wurde auf einer Finowtaler Sandbraunerde, einem degradierten, mäßig nährstoffversorgten Standort südlich der Stadt Eberswalde, angelegt. Die heute im Privatbesitz befindliche Fläche wurde im Jahr 1954 errichtet, indem der Kiefernaltbestand entnommen wurde. Weiterhin wurden die Stöcke gerodet und die Fläche vollständig gepflügt. Die insgesamt ca. 3 ha große Versuchsfläche wurde in 28 Parzellen eingeteilt, von denen die Parzellen 22 und 25 im Mai 2017 erneut bodenkundlich untersucht wurden (Abb.1-2). Hierbei handelt es sich um eine Nullfläche und eine mit 15 t/ha Calciumcarbonat gekalkte Variante. Diese Kalkungsmenge war die geringste des Versuchs. Auf beiden Teilflächen wurden mittels Wurzelbohrer Humus- sowie Mineralbodenproben entnommen. Auf der Nullfläche erfolgte dies im 3x3m-Raster, also mit 9 Probe-punkten und auf der gedüngten Fläche mit 12 Probepunkten im 3x4m-Raster. Alle Laboranalysen wurden gemäß Handbuch Forstliche Analytik (HFA) durchgeführt.

Ergebnisse und Ausblick

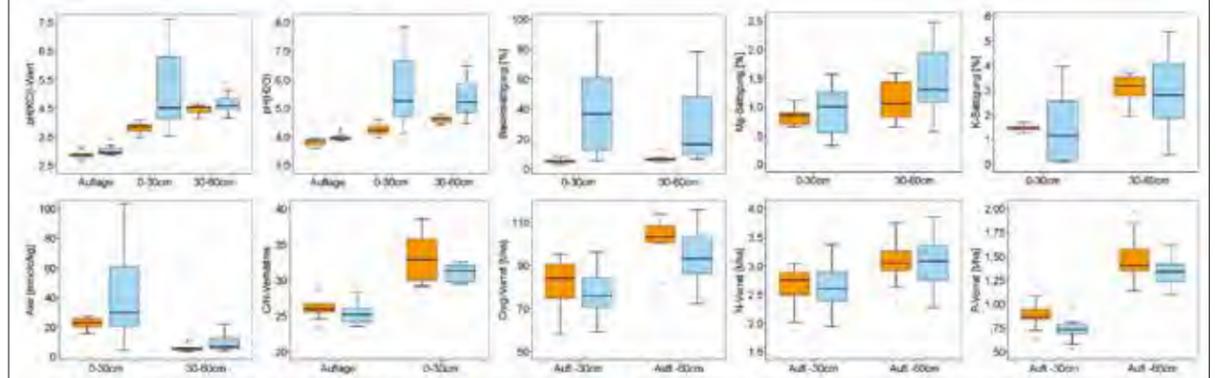


Abb.3: Beispiel wichtiger bodenchemischer Kenngrößen im Vergleich von gekalkter (Ca15) und ungekalkter (0) Versuchsvariante (pH-Wert, Basensättigung, Mg- und K-Sättigung, Kationenaustauschkapazität, C/N-Verhältnis sowie Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphorvorrat).

Im Ergebnis der bodenchemischen Analysen lassen sich überwiegend deutliche Unterschiede zwischen der Kalkungs- und Nullvariante erkennen (Abb.3). Mit Blick auf den pH-Wert, die Basensättigung und Kationenaustauschkapazität sind die Differenzen zwischen gekalkter und ungekalkter Fläche in der Tiefe 0-30cm am größten, wobei auf der Kalkungsvariante immer auch eine sehr starke Streuung zu verzeichnen ist. Die Erhöhung der Basensättigung nach Kalkung beruht auf der Zunahme der Calciumsättigung, während Magnesium nur geringfügig zugenommen und Kalium sogar abgenommen hat. Letzteres könnte auf Verdrängungsprozesse am Austausch zurückzuführen sein. Die organischen C-Vorräte sind auf der Kalkungsvariante etwas niedriger, die N-Vorräte nahezu identisch. Das C/N-Verhältnis ist demzufolge auf der gekalkten Fläche eingengt. Die Phosphorvorräte liegen auf der Kalkungsfläche niedriger als auf der ungekalkten. Zur Überprüfung und Absicherung dieser ersten Befunde sollen weitere Versuchsparallelen der Varianten 00 und Ca15 (vgl. Abb.2) untersucht werden. Zudem sind wachstums- und ernährungskundliche Erhebungen geplant, um die langfristige Wirkung der durch die Kalkung veränderten Bodeneigenschaften auf den Bestand zu beleuchten.





Forstwirtschaft



Anschauliche Ergebnisse für die Praxis Versuchsflächen als Demonstrationsobjekte

Wander- und Lehrpfad „Kiefern Europas“ in CHORIN



Eröffnung im Jahr 2008
Ein drei Kilometer langer Rundweg am südlichen Ortseingang des Choriner Ortsteils Sandkrug (an der L 200 6 km nördlich von Eberswalde) soll Waldbesucher neugierig auf den „Forschungswald“ in Chorin machen.

Hier können 110 Jahre alte Kiefern aus Frankreich, Russland, Lettland, Schottland, Polen und Frankreich bestaunt werden und der Weg führt vorbei an Versuchsflächen



nordamerikanischer Douglasien, Lebensbaum und der heimischen Kiefer.

Versuchszweck

Mit dem internationalen Provenienzversuch CHORIN 85 wird die Anbaueignung sowie die Zuwachs- und Ertragsleistung verschiedener europäischer Herkünfte der Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*) untersucht. Über die Quantität und Qualität des Wachstums hinaus interessieren die ökologischen, waldbaulichen und holztechnologischen Eigenschaften der europäischen Kiefern sowie die Resistenz gegenüber Schadeinflüssen (Trockenheit, Sturm, Pilze etc.). Der Versuch wurde im Jahr 1908 unter der Leitung des Eberswalder Professors Dr. Adam Schwappach (1851-1932) angelegt. Vergleichsversuche gibt es noch in Tharandt (Dresden), Hessen, Holland und Schweden.

Versuchsanlage

Im April 1908 wurden die Pflanzen, deren Samen zuvor in 8 europäischen Regionen beschafft wurden, auf dieser Versuchsfläche (Größe 2 Hektar) im Pflanzabstand 1,3 x 0,3 m gepflanzt. 1929 wurde dieser Versuch als langfristige Versuchsfläche eingerichtet und um verschiedene Durchforstungsvarianten ergänzt. Bisher wurde der Versuch 16 mal komplett aufgenommen (Baummessungen und ertragskundliche Berechnungen) sowie ökologische und genetische Untersuchungen durchgeführt.

Versuchsergebnisse

Unter den gegebenen Standortbedingungen

- erreicht die heimische Kiefer die höchste Gesamtwuchsleistung. Die südfranzösische Kiefer hat den geringsten Holzzuwachs.
- haben die Kiefern aus Rheinland-Pfalz das stärkste und die südfranzösischen Kiefern das schwächste Durchmesserwachstum.
- weisen die Kiefern aus Lettland und Ostpolen die besten Holzqualitäten und Astigkeitsmerkmale auf. Die Qualitäten der westeuropäischen Kiefern (Rheinland-Pfalz, Belgien, Frankreich) sind deutlich schlechter.
- zeigt die rheinpfälzische Kiefer die höchste Anfälligkeit für Sturmschäden. Die heimischen und osteuropäischen Herkünfte sind sturmbarer als die westeuropäischen.
- leidet die lettische Kiefer am stärksten unter dem Pilz Kiefernwindenblasenrost („Kienzopf“).
- vereinen die brandenburgischen und masurischen Kiefern von allen getesteten Kiefernherkünften am besten eine hohe Wuchs- und Qualitätsleistung mit einer stabilen Ertragssicherheit.





Forstwirtschaft



Anschauliche Ergebnisse für die Praxis Versuchsflächen als Demonstrationsobjekte

Informations- und Lehrpfad zur Bewirtschaftung der Robinie in SCHWENOW

Eröffnung im Jahr 2014



Die Robinie – Eine Lichtbaumart beendet ihr Schattendasein: Mit ihrer Beständigkeit schickt sie sich an, eine wichtige Baumart für die forstliche Nutzung in Brandenburg zu werden. Unter welchen Voraussetzungen wächst sie am besten? Wo liegen ihre Nutzungspotenziale? Und: Ist die Robinie in Zeiten des Klimawandels ein Baum mit Zukunft für die Waldbewirtschaftung? Zur Beantwortung dieser Fragen wurden im Projekt fastWOOD gemeinsam mit dem FIB neun Versuchsflächen im Land Brandenburg angelegt. Eine dieser Flächen mit fünf Parzellen befindet sich im Revier Schwenow und wurde als Lehr- und Informationspfad für Forstleute, Landwirte, Wissenschaftler und Studenten eingerichtet.



Versuchszweck

Ziel des Forschungsprojektes ist es, Kenntnisse zur optimalen Verjüngung und Bewirtschaftung von vorhandenen Robinienbeständen zu erlangen, Konzepte für eine effiziente Saatgutgewinnung zu entwickeln und biochemische Eigenschaften der Robinie (Trockenstress, Frostresistenz) zu untersuchen.

Versuchsanlage

Der Weg vom Parkplatz zum Informationspfad ist circa 1,5 Kilometer lang und durch Schilder gekennzeichnet. Gruppenführungen sind nach vorheriger Anmeldung möglich.



Verteilungskarte der Robinie in Brandenburg (2012) Lage des Lehrpfades und Schemata der Versuchsflächenanlage mit unterschiedlichen Behandlungsvarianten

Versuchsergebnisse

Die Untersuchungen am Standort Schwenow und an acht weiteren FastWOOD-Standorten zeigen, dass mehrjährige Rotationszeiten (>5 Jahre) den durchschnittlichen Gesamtzuwachs (dGZ) erhöhen. Erst diese Rotationszeit begünstigt den Einsatz innovativer Erntetechnologie und kann zu einem positiven Betriebsergebnis führen. Die Ergebnisse konnten durch finanzmathematische Berechnungen im Wesentlichen bestätigt werden.

Waldbaulich empfiehlt sich, ein kombiniertes System zu entwickeln. Vor dem Erreichen des Bestandesalters von 10 Jahren sollten Zukunftsbaum-Anwärter ausgewählt und durch das „Auskesseln“ von ihren direkten Bedrängern freigestellt werden. Diese dienen als Werträger insbesondere zur Erziehung von qualitativ hochwertigen Einzelstämmen. Für den verbleibenden Nebenbestand ist eine energetische Nutzung in Rotationszeiträumen von mindestens 10 Jahren sinnvoll.

Der Nutzungszeitpunkt des zu verjüngenden Ausgangsbestandes hängt ab von dessen Qualität und Alter. Je höher die Qualität und je geringer die Gefahr von Stammfäule, desto später muss der Bestand verjüngt werden. Für eine frühere Nutzung und einen waldbaulichen Neuanfang sprechen Bestände schlechter Qualität.



Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Wissenstransfer & Öffentlichkeitsarbeit, Alfred-Möller-Str. 1, 18225 Eberswalde
Email: jan.engel@ifb.brandenburg.de

Dr. Jan Engel



In der Eberswalder Forstlichen Schriftenreihe sind bisher erschienen

SCHULZ, P.M.: Biographie Walter Pfalzgraf, des ersten Leiters des Zentralforstamtes in der Sowjetischen Besatzungszone von 1945–1948. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 1. ISBN 3-933352-02-9

MILDNER, H.; SCHWARTZ, E.: Waldumbau in der Schorfheide, zum Andenken an Oberlandforstmeister Dr. phil. Erhard Hausendorf. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 2. ISBN 3-933352-06-1

HEINSDORF, D. et al.: Forstliche Forschung im Nordostdeutschen Tiefland (1992–1997). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 3. ISBN 3-933352-07-X

HOLLENDER, H. et al.: Planung der Waldentwicklung im Land Brandenburg, Vorträge zur Fachtagung am 4. November 1998 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 4. ISBN 3-933352-10-X

KÄTZEL, R. et al.: Forstsaatgutprüfung in Eberswalde 1899–1999, Grundlage für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 5. ISBN 3-933352-12-6

HEINSDORF, D.: Das Revier Sauen – Beispiel für erfolgreichen Waldumbau. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 6. ISBN 3-933352-22-3

HÖPPNER, K. et al.: Ökologische und ökonomische Gesichtspunkte der Waldbewirtschaftung im südlichen Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 7. ISBN 3-933352-24-X

KRAUT, H.; MÖCKEL, R.: Forstwirtschaft im Lebensraum des Auerhuhns, ein Leitfaden für die Waldbewirtschaftung in den Einstandsgebieten im Lausitzer Flachland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 8. ISBN 3-933352-23-1

KÄTZEL, R. et al.: Die Birke im Nordostdeutschen Tiefland; Eberswalder Forschungsergebnisse zum Baum des Jahres 2000. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 9. ISBN 3-933352-30-4

Abteilung Forstwirtschaft des Ministeriums für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg: Landeswaldbericht 1997 und 1998, mit einem Sonderkapitel zur Naturalplanung in Brandenburg. (Sonderband) Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 10. ISBN 3-933352-31-2

JOACHIM, H.F.: Die Schwarzpappel (*Populus nigra* L.) in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 11. ISBN 3-933352-32-0

BRUECK, C.: Zertifizierung von Forstbetrieben. Beiträge zur Tagung vom 5. November 1999 in Fürstenwalde/Spree (Brandenburg). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 12. ISBN 3-933352-34-7

HEINSDORF, D.; BERGMANN, J.H.: Sauen 1994 – ein gelungener Waldumbau Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 13. ISBN 3-933352-35-5

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. (Sonderband) Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 14. ISBN 3-933352-37-1

RIEK, W. et al.: Funktionen des Waldes und Aufgaben der Forstwirtschaft in Verbindung mit dem Landschaftswasserhaushalt. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 15. ISBN 3-933352-47-9

MÜLLER, J. et al.: Privatwald in Brandenburg – Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 16. ISBN 3-933352-48-7

AUTORENKOLLEKTIV: Die Schwarz-Erle (*Alnus glutinosa* [L.] GAERTN.) im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 17. ISBN 3-933352-52-5

AUTORENKOLLEKTIV: Zertifizierung nachhaltiger Waldbewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 18. ISBN 3-933352-53-3

RIEK, W.; STÄHR, F. et al.: Eigenschaften typischer Waldböden im Nordostdeutschen Tiefland unter besonderer Berücksichtigung des Landes Brandenburg – Hinweise für die Waldbewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 19. ISBN 3-933352-56-8

AUTORENKOLLEKTIV: Kommunalwald in Brandenburg – Entwicklung, Rahmenbedingungen und aktuelle Situation. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 20. ISBN 3-933352-57-6

AUTORENKOLLEKTIV: Naturverjüngung der Kiefer – Erfahrungen, Probleme, Perspektiven. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 21. ISBN 3-933352-58-4

MÜLLER, J. et al.: Die zweite Bundeswaldinventur (BWI2) – Ergebnisse für Brandenburg und Berlin. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 22. ISBN 3-933352-59-2

AUTORENKOLLEKTIV: Zukunftsorientierte Waldwirtschaft: Ökologischer Waldumbau im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 23.

HOFMANN, G.; POMMER, U.: Potentielle Natürliche Vegetation von Brandenburg und Berlin mit Karte im Maßstab 1 : 200 000. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 24. ISBN 3-933352-62-2

AUTORENKOLLEKTIV: Aktuelle Ergebnisse und Fragen zur Situation der Eiche und ihrer Bewirtschaftung in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 25. ISBN 3-933352-63-0

Wissenstransfer in die Praxis, Tagungsband zum 1. Eberswalder Winterkolloquium am 2. März 2006. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 26. ISBN 3-933352-64-9

Die Schwarz-Pappel, Fachtagung zum Baum des Jahres 2006. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 27. ISBN 3-933352-63-0

Naturschutz in den Wäldern Brandenburgs Beiträge der Naturschutztagung vom 2. November 2006 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 28. ISBN 3-933352-97-8

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum zweiten Winterkolloquium am 1. März 2007 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 29.

AUTORENKOLLEKTIV: Waldwachstumskundliche Grundlagen für eine effektive Waldbewirtschaftung, Zum 100. Geburtstag von Professor Dr. habil. Werner Erteld. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 30.

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. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 31.

AUTORENKOLLEKTIV: Die Kiefer im Nordostdeutschen Tiefland. Ökologie und Bewirtschaftung. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 32.

Wald, Forstwirtschaft, Förster und Gesellschaft - Wälder schaffen Wachstum und sichern Lebensgrundlagen. Tagungsbericht der gemeinsamen Forstpolitischen Jahrestagung vom 14. Juni 2007 in Paaren/Glien. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 33.

GROSS, J.: Waldfunktionen im Land Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 34.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum dritten Winterkolloquium am 28. Februar 2008 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 35.

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. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 36.

Hohenlubbichow: Naturgemäße Waldwirtschaft zwischen Verklärung und Realität– Natur- und Landschaftsschutz im Gebiet um Bellinchen/Bielinek und Hohenlubbichow/Lubiechów Górny. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 37.

HEINSDORF, D.; KRAUSS, H.H.: Herleitung von Trockenmassen und Nährstoffspeicherungen in Buchenbeständen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 38.

HOFMANN, G. et al.: Wildökologische Lebensraumbewertung für die Bewirtschaftung des wiederkäuenden Schalenwildes im nordostdeutschen Tiefland. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 39.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum vierten Winterkolloquium am 26. Februar 2009 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 40.

LOCKOW, K.W.: Die Hainbuche im nordostdeutschen Tiefland-Wuchsverhalten und Bewirtschaftungshinweise. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 41.

AUTORENKOLLEKTIV: Risikomanagement im Forstbetrieb. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 42.

AUTORENKOLLEKTIV: Die Douglasie im nordostdeutschen Tiefland. Chancen und Risiken in Klimawandel. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 43.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum fünften Winterkolloquium am 25. Februar 2010 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 44.

AUTORENKOLLEKTIV: Aktuelle Beiträge zur Wildökologie und Jagdwirtschaft in Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 45.

AUTORENKOLLEKTIV: Naturnahe Waldwirtschaft-Dauerwald heute? Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 46.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum sechsten Winterkolloquium am 24. Februar 2011 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 47.

AUTORENKOLLEKTIV: Technik für den Wald–Eine Retrospektive zur Entwicklung der forstlichen Verfahrenstechnik und Mechanisierung in der DDR. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 48.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum siebten Winterkolloquium am 23. Februar 2012 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 49.

Nachhaltige Waldbewirtschaftung – Realität oder visionärer Anspruch? Tagungsband zur gemeinsamen Jahrestagung mit dem Brandenburgischen Forstverein e. V. am 10. Mai 2012 in Rangsdorf. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 50.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum achten Winterkolloquium am 21. Februar 2013 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 51.

HEINSDORF, D.: Zur Entwicklung und waldökologischen Bedeutung von neun Baumarten bei unterschiedlicher Nährstoffversorgung auf trockenen Sandstandorten Ergebnisse einer Langzeitstudie (1968-2012) im Süden Brandenburgs (Forstrevier Preschen). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 52.

Die Eiche – Chancen und Risiken einer Charakterbaumart im nordostdeutschen Tiefland. Tagungsband zur gemeinsamen Vortrags- und Exkursionsveranstaltung mit dem Brandenburgischen Forstverein am 23. Mai 2013 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 53.

HOFMANN, G. et al.: Die Waldvegetation Nordostdeutschlands. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 54.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum neunten Winterkolloquium am 27. Februar 2014 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 55.

Biomasseschätzung für Wälder mittels Fernerkundung und Modellierung - Ergebnisse des deutsch-polnischen Verbundprojekts „ForseenPOMERANIA“

Szacowanie biomasy leśnej za pomocą teledetekcji i modelunku - Wyniki projektu zrealizowanego w ramach współpracy polsko-niemieckiej „ForseenPOMERANIA”. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 56.

Wald-Monitoring-Konzeption des Landes Brandenburg. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 57.

Erhaltung und nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 58.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 10. Winterkolloquium am 19. Februar 2015 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 59.

Waldbodenbericht Brandenburg. Ergebnisse der landesweiten Bodenzustandserhebungen BZE-2 und BZE-2a (Band 1). Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 60.

Maßnahmen zur Abwehr des Kiefern-Wurzelschwammes (*Heterobasidion annosum*) in der Bergbaufolgelandschaft Südbrandenburgs. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 61.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 11. Winterkolloquium am 25. Februar 2016 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 62.

30 Jahre forstliches Umweltmonitoring in Brandenburg. Beiträge zur Fachtagung am 6. und 7. Juli 2016 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 63.

Wissenstransfer in die Praxis-Beiträge zum 12. Winterkolloquium am 23. Februar 2017 in Eberswalde. Eberswalder Forstliche Schriftenreihe 64.

**Ministerium für Ländliche Entwicklung,
Umwelt und Landwirtschaft
des Landes Brandenburg**

Landesbetrieb Forst Brandenburg
Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde

Alfred-Möller-Straße 1
16225 Eberswalde
Telefon: 0 33 34 / 2759 100
Telefax: 0 33 34 / 2759 206
E-Mail: lfe@lfb.brandenburg.de
Internet: www.forst.brandenburg.de

**WALDWIRTSCHAFT
ABER NATÜRLICH**