



# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft

## Jahresbericht 2021



# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Jahresbericht 2021





Nicht nur in unseren Wäldern stellt sich zurzeit die Frage der Anpassungsfähigkeit. Auch bei unseren Mitarbeitenden ist nicht nur diese, sondern auch Durchhaltevermögen und Ausdauer beim leidigen Corona-Management notwendig. Im täglichen Arbeitsablauf bestand und besteht für die Mitarbeitenden des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) unter erschwerten Bedingungen weiterhin der Anspruch, den Waldbesitzenden, der Politik und sonstigen Interessierten als verlässliche und kompetente Partner zur Seite zu stehen. Vermehrte Videokonferenzen und digitale Veranstaltungen zeigten hier in vielen Fällen praktikable Lösungsoptionen auf, konnten jedoch das persönliche Gespräch und notwendige Diskussionen nicht ersetzen.

Prägend für das zurückliegende Jahr 2021 waren und sind die Bewältigung der Borkenkäferkatastrophe und die damit verbundenen Aufgaben. Weitere Extremwetterereignisse, wie das Sturmtief BERND mit außerordentlichen Niederschlägen (Starkregen) und nachfolgendem Hochwasser im Zeitraum vom 13. bis 15. Juli 2021, zeigen uns einmal mehr, wie es um unsere Zukunft im Klimawandel bestellt sein kann.

Trotzdem und besonders unter diesen Rahmenbedingungen hatte das ZWH alle Hände voll zu tun. Unter dem Motto „aus der Praxis für die Praxis“ wurde über aktuelle Themen geforscht, publiziert, Fortbildungen, Workshops und Exkursionen durchgeführt sowie Gäste, Waldbesitzende und Studierende aus dem In- und Ausland durch unser Aufgabenportfolio geführt. Aber auch Vorträge bei internationalen und nationalen Tagungen, die aktive Teilnahme an Messen und Infomärkten sowie die Beratung und Mitarbeit in verschiedenen Gremien und Arbeitsgruppen waren wichtige Ereignisse des Wissenstransfers und der Wissensvermittlung.

Ein besonderes Highlight und Impuls für den Wald war das jährlich stattfindende Arnsberger Waldforum, diesmal zum Thema „Ökosystemleistungen unserer Wälder und ihr Wert“ mit Vorträgen aus Wissenschaft und Praxis. Waldbesitzende, Forstleute, Verbände, Politik sowie interessierte Bürgerinnen und Bürger diskutierten mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Praxis über die Wald-Ökosystemleistungen, die qualitative und quantitative Beschreibung sowie die Möglichkeiten der Honorierung. Durchgeführt als Hybridveranstaltung, konnten wir deutlich höhere Reichweiten erzielen als reale Veranstaltungen.

Im Kontext der Themenbereiche Klimawandel mit dessen Folgen für unsere Wälder und der Klimaanpassungsstrategie Wald NRW wurde in einer Gemeinschaftsaufgabe mit dem Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen und dem Geologischen Dienst Nordrhein-Westfalen das „Waldbaukonzept NRW – Empfehlungen für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung“ aktualisiert. Dazu gehören auch die Weiterentwicklung des Informationsportals Waldinfo.NRW – inzwischen eine wertvolle Informationsquelle für alle Waldbesitzenden – sowie die Entwicklung innovativer Lernkonzepte für die Wiederbewaldung.



Der vorliegende Jahresbericht soll auch einen Überblick über die inhaltlichen Arbeitsschwerpunkte unserer Projekte im Jahr 2021 sowie den dabei erzielten Arbeitsfortschritt geben. Mein Dank für die engagierte und kreative Arbeit gilt den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des ZWH, den Kolleginnen und Kollegen in den Regionalforstämtern sowie auch den zahlreichen externen Partnern für die gute Zusammenarbeit.

Zur Entwicklung und wissenschaftlichen Fundierung von Strategien und Konzepten zur Anpassung unserer Wälder an die Klimaänderungen wurden 2021 Forschungsvorhaben durchgeführt, geförderte Forschungsprojekte fortgeführt sowie neue Projekte als alleiniger Antragsteller oder als Verbundpartner auf den Weg gebracht. Der vorliegende Jahresbericht geht genauer auf ausgewählte Forschungsthemen und Ereignisse im ZWH ein.

Die zunehmenden Schäden an unseren etablierten, heimischen Baumarten deuten auf Grenzen in der Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel hin. Vor diesem Hintergrund werden in einem Forschungsprojekt ältere Vorkommen eingeführter Baumarten in NRW erfasst und waldbaulich/ertragskundlich charakterisiert. Die Untersuchungen, ob diese bereits seit mehreren Jahrzehnten vorhandenen Anbauten tatsächlich gekennzeichnet sind durch z.B. hohe Hitze- und Trockenheitstoleranz, können uns wertvolle Hinweise zur Anbauwürdigkeit und Anbaufähigkeit dieser eingeführten Baumarten geben. Das durch den Waldklimafonds geförderte Projekt „AnBauKlim“ wird uns Antworten auf diese und weitere Fragen des zukünftigen Baumartenportfolios in den Wäldern von NRW geben können. In einem geplanten Verbundprojekt sollen weitere Erkenntnisse zu diesem Themenbereich gewonnen und fundiert werden.

Bei der Baumartenwahl zur Wiederbewaldung der Kalamitätsflächen im Klimawandel stehen aber nach wie vor die heimischen Arten im Vordergrund. Dabei rücken einerseits seltene heimische Arten, andererseits aber auch unsere Pionierbaumarten, die sich auf vielen Kalamitätsflächen natürlich verjüngen, zunehmend in den Fokus unserer Forschung. Um die Potenziale von aus NRW stammender Birke aufzuzeigen, werden beispielsweise die Verwendungsmöglichkeiten der Baumart Birke für das Bauen mit Holz untersucht.

Nun wünsche ich Ihnen viel Freude beim Durchschmökern des Jahresberichts 2021 unseres Zentrums für Wald und Holzwirtschaft im Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen.

**Bertram Leder**

Leiter des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft (FB V) in Arnsberg

## Inhalt

Ausgesuchte Ereignisse im Jahresverlauf 8

### **Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (FB V)**

#### **Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen**

Organigramm

9

## Team 1 – Zentrale Dienste

### **Zwischen Büro und Berufsschule**

#### **Einblicke in die Welt der Auszubildenden „Kauffrau/Kaufmann für Büromanagement“**

Team Zentrale Dienste

11

„... da solcher nicht mit großen Viehtriften beschweret gewesen“.

#### **Die Erhebung historischer Basisdaten für Naturwaldzellen in NRW**

Bernward Selter

17

## Team 2 – Forstliches Bildungszentrum

### **Innovative Lernkonzepte für die Wiederbewaldung – zukunftsorientiertes**

#### **Wissensmanagement zur Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels**

Thilo Wagner, Elke Hübner-Tennhoff, Carolin Stiehl und Alexander Weller

23

### **Innovative Entwicklungen in der hochmechanisierten Holzernte: Zum Einfluss von**

#### **Fahrerassistenzsystemen auf die Ladezyklusdauer von Forwardern**

Florian Hartsch, Thilo Wagner und Christopher Pohle

28

### **Verbessertes Wasser- und Wegemanagement im Kontext von Waldvitalität, angepasster Waldwegeinfrastruktur und Starkniederschlägen**

Philipp Alexander Nelis, Thilo Wagner und Elke Hübner-Tennhoff

32

## Team 3 – Holzwirtschaft

### **Potenziale der Pionierbaumart Birke beim Bauen mit Holz**

Stefanie Wieland

39

### **Wissenstransfer zum Bauen mit Holz Online**

Martin Schwarz

43

### **LIGNA.Innovation Network 2021: Digitaler NRW-Gemeinschaftsstand, Livestreams und Europäische Konferenz zu den Perspektiven der holzbasierten Bioökonomie**

Martin Schwarz

44

### **polis Convention 2021: Holzbau ist in der Stadt angekommen**

Martin Schwarz

47

### **Kongress EBH 2021: Effizientes Bauen mit Holz im urbanen Raum**

Martin Schwarz

48

## Team 4 – Waldplanung

<b>Forschungsprojekt zur kontinuierlichen Vitalitäts- und Waldschadensanalyse mit Fernerkundungsdaten – Projektfortschritt</b>	
Johannes May und Berthold Mertens	51
<b>Die vierte Bundeswaldinventur/dritte Landeswaldinventur in Nordrhein-Westfalen (BWI 4/LWI 3)</b>	
Lutz Jaschke	56

## Team 5 – Waldbau

<b>Im Westen was Neues: Mit dem Waldbaukonzept NRW 2.0 auf neuen Wegen!</b>	
Heiner Heile	61
<b>Zentrum für Wald und Holzwirtschaft goes Europe: das Forschungsprojekt „SUPERB“ auf Ebene der Europäischen Union</b>	
Heiner Heile	64
<b>Eingeführte Baumarten zur Unterstützung des Waldes im Klimawandel – Das FNR-Projekt AnBauKlim</b>	
Kilian Marx	67
<b>Neue Broschüre zu eingeführten Baumarten</b>	
Dina Scheffer	70
<b>25 Jahre Wachstum zwischen Beton und Abraum</b>	
Henning Witt	72
<b>Haselnuss und Wildrose – zwei Beispiele aus der praktischen Arbeit der Generhaltung</b>	
Marius Zimmermann und Marius Erley	75

## Team 6 – Wald-/Klimaschutz

<b>Vorgehensweisen zur Schätzung des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials von Aufforstungen</b>	
Florian Heimsch und Mathias Niesar	79
<b>Genomanalyse bei Buchdruckern und DNA-Metabarcoding-Analyse bei dessen Feinden</b>	
Lisa Stange, André Liefertz und Mathias Niesar	83
<b>Bericht über potenzielle Buchdrucker-Repellents im Praxistest</b>	
Ole Theisinger, Mathias Niesar, Lisa Stange und André Liefertz	88
<b>Die technische Prüfung von Hitzebehandlungskammern in Nordrhein-Westfalen</b>	
Winfried Bergen, Frank Hoffmann, Michael Schanzenberger, Anna Peters und Mathias Niesar	97
Verzeichnis der Autorinnen und Autoren	102
Impressum (inkl. Bildnachweis)	106

## Ausgesuchte Ereignisse im Jahresverlauf

2020  
2021

**November 2020:** 11. Arnsberger Waldforum – in rein digitaler Form, Thema: Pionierbaumarten-Management auf Kalamitätsflächen

**Januar 2021:** Kick-off-Veranstaltung für das EU-Projekt Skill-For.Action – an innovative concept to enforce carbon sensitive forest management and forest utilization

**Februar 2021:** Faltblatt „Bäume richtig pflanzen“ in der Reihe „Wissen für die Praxis“

**April 2021:** Online-Seminar „Aufstockungen in Holzbauweise“

**März 2021:** Werkstattgespräch Hochschule Arnsberg: „Für Wald im Wandel und nachhaltige Entwicklung“

**Juni 2021:** Bewilligung des Horizont-2020-Projekts SUPERB. An dem Projekt sind 36 Institutionen in 12 europäischen Nationen beteiligt.



**August 2021:** Vorführung des Systems zur Waldbrandbekämpfung „Ponsse Fire Fighter“

**Juli 2021:** Jahrestagung der AG Gastbaumarten in der Sektion Waldbau des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten bei Zweibrücken



**September 2021:** Erste Durchführung der Pilot-Präsenzveranstaltung „Wiederbewaldung mit digitaler Unterstützung“ im Rahmen des EU-Projekts ROSEWOOD 4.0 „Digitale Lösungen und Wissenstransfer für nachhaltige Holzmobilisierung in Europa“

**Oktober 2021:** Tagung der Sektion Waldbau im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA) in Würzburg

**November 2021:** 12. Arnsberger Waldforum (als Hybridveranstaltung), Thema: „Ökosystemleistungen unserer Wälder und ihr Wert“

**Dezember 2021:** Veröffentlichung des aktualisierten Waldbaukonzepts NRW sowie des Waldzustandsberichts durch Umweltministerin Ursula Heinen-Esser bei der Landespressekonferenz



# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (FB V)

## Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen

### Organigramm







#### 4. Team 1 - Zentrale Dienste

- **Verwaltung**
  - u. a. Reisekosten, Buchhaltung, Beschaffung
- **Fördermittelakquise**
  - Drittmittel Anwerbung für Forschungsprojekte
- **Forstliche Dokumentationsstellen**
  - Archivierung von forstlichen und forstgeographischen Informationen und Dokumenten
- **Fachveranstaltungsmanagement**
  - Veranstaltungen planen, organisieren und durchführen

20.10.2020 Adrian Börsch, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft

TEAM 1

Zentrale Dienste





Das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) ist einer von fünf Fachbereichen bei Wald und Holz NRW und gliedert sich in sechs Teams. Die Prozessverantwortung für die nichtforstliche Ausbildung liegt beim Team Zentrale Dienste des ZWH. Aktuell werden je eine Person pro Ausbildungsjahr sowie eine Umschülerin zu KfB ausgebildet bzw. umgeschult.

Die Besonderheit der Ausbildung im ZWH besteht darin, dass Aufgabenstellungen und Ausbildungsinhalte sowohl des ZWH als auch des Regionalforstamtes (RFA) unter einem Dach vermittelt werden. So entstehen Querschnittsaufgaben und ein weit gefächertes Aufgabenspektrum, die eine komplexe und anspruchsvolle Ausbildung erfordern.

### Der ausbildungsbegleitende Unterricht

Wie in allen anderen dualen Ausbildungsberufen auch, gehen die Auszubildenden zur örtlichen Berufsschule. Sie werden hierbei in den drei Lernfeldern „Steuerung und Kontrolle“, „Büroprozesse“ und „Geschäftsprozesse“ unterrichtet, welche während der gesamten Ausbildungszeit auf dem Stundenplan stehen. Zudem bekommen sie im ersten Ausbildungsjahr eine klare und prägnante Kommunikation in Deutsch wie auch in Englisch vermittelt und werden in den MS-Office-Anwendungen Word und Excel sowie im Fach Religion unterrichtet. Im IöV werden die im ersten Ausbildungsjahr in der Berufsschule erworbenen Office-Skills ausgebaut und um PowerPoint und Outlook erweitert.

Während des zweiten Ausbildungsjahres erlernen die Azubis die Vorgaben und Regelungen aus den Bereichen Organisation, Beschaffungswesen und Öffentliche Betriebswirtschaftslehre. Darüber hinaus werden die im ersten Ausbildungsjahr gewonnenen Kenntnisse mit Ausblick auf die Abschlussprüfung Teil I zum Informationstechnischen Büromanagement vertieft.

Im dritten Ausbildungsjahr bereichern eine ganze Reihe von Fächern den Stundenplan: Organisation, Öffentliche Betriebswirtschaftslehre, Haushaltswesen, Staats-, Verfassungs- und Europarecht, Bürgerliches Recht und Einführung in die Rechtsanwendung, Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungsmanagement, Allgemeines Verwaltungsrecht und Verwaltungsverfahren, Arbeits- und Tarifrecht, Beamtenrecht, Beihilfenrecht, Sprache sowie Reisekostenrecht. Nach Abschluss der Lehrgänge folgt die Abschluss-

prüfung Teil II, welche wie die Abschlussprüfung Teil I vor dem Landesprüfungsamt für Verwaltungslaufbahnen abgelegt wird.

### Ausbildungsabschnitte in den Sachgebieten

Im ZWH und RFA erwarten die angehenden KfB Aufgaben und Tätigkeiten in insgesamt acht Sachbearbeitungen. Diese werden nun kurz vorgestellt:

- 1) Die **Kundenbetreuung/Serviceleitung** ist der Dreh- und Angelpunkt sämtlicher Aufgaben. Hier laufen zunächst alle Anfragen von internen und externen Kunden auf. Die Azubis lernen, telefonisch oder im direkten Kundenkontakt, situations- und kundengerechte Auskünfte zu erteilen. Sie erlernen nicht nur die Bearbeitung der digitalen wie „analogen“ Posteingänge, sondern auch das Erstellen und Formulieren von Texten für den Schriftverkehr. Im Umgang mit Dokumenten sowie in der Vor- und Nachbereitung von Sitzungen, Besprechungen, Video- und Telefonkonferenzen werden sie entsprechend unterwiesen. Bei Bedarf erstellen die Azubis die dazugehörigen Präsentationen. Vermittelt wird auch die Kompetenz, z. B. Anfragen für Praktika zu bearbeiten und entsprechende Verträge zu erstellen. Auch erhalten die Azubis Einblicke in das Reisekostenmanagement und die Vorgehensweise zur Ausstattung und Beschaffung von Dienstkleidung für Kolleginnen und Kollegen.



Abb. 2: Unterweisung der Auszubildenden durch den Sachbearbeiter

2) Für viele junge Menschen ist die Jagd vermutlich eine neue Welt. In der Querschnittsaufgabe **Jagdmanagement** lernen die Azubis die verschiedenen Jagdarten im RFA kennen. Sie erlangen Wissen über die Planung, Organisation sowie Durchführung von Jagden. Auch wirken die Azubis beim Entwerfen von Ausschreibungsunterlagen und Verträgen bei der Vergabe von Pirsch- und Eigenjagdbezirken mit. Dabei werden sie zusätzlich mit der Software „Jagdadrechner“ vertraut gemacht.

3) Das ZWH und das RFA verfügen über eine Fülle von verschiedenen Dienst- und Betriebskraftfahrzeugen, angefangen beim Harvester bis hin zum Rasenmäher. Im Bereich **Kraftfahrzeugmanagement** bekommen die Azubis Kenntnisse darüber vermittelt, Angebote für Reparaturen und Ersatzteile einzuholen und entsprechende E-Beschaffungsprozesse in der Anwendungssoftware MachWeb 2.0 anzulegen. Mitunter lernen sie hierbei auch die Vorgehensweise bei Neu- und Ersatzbeschaffungen sowie die Organisation von Fahrzeugaussonderungen kennen. Ebenfalls wird den Azubis beigebracht, Rückschlüsse auf die Wirtschaftlichkeit der Fahrzeuge zu ziehen. Unter besonderer Beachtung der E-Mobilität und zur Verbesserung der CO<sub>2</sub>-Bilanz wird ein erhöhtes Umweltbewusstsein gefördert.

4) In der **Buchhaltung** werden die Azubis mit den rechtlichen Grundlagen des öffentlichen Haushalts vertraut gemacht. Sie lernen Haushalts- und Wirtschaftspläne kennen und werden in der ordnungsgemäßen Bearbeitung von Buchungsvorgängen in MachWeb 2.0 angeleitet. Darüber hinaus wirken die Azubis am Jahresabschluss mit und erwerben Kenntnisse über Inventuren und die digitalisierte Inventarverwaltung.

Im **Personalwesen** erhalten die Azubis Einblicke in die rechtlichen Vorgaben bzgl. der Besoldung und Entlohnung der unterschiedlichen Beschäftigungs- sowie Dienstverhältnisse. Sie erlernen die Prozessabläufe rund um das Einstellungsverfahren der Forstwirtschaftlichen im RFA. Darüber hinaus werden ihnen die Vorgaben zum Führen von Personalakten unter Berücksichtigung von Datenschutz und Datensicherheit vermittelt.

Zusätzlich werden die Azubis mit den Angeboten des **betrieblichen Gesundheitsmanagements** von Wald und Holz NRW und

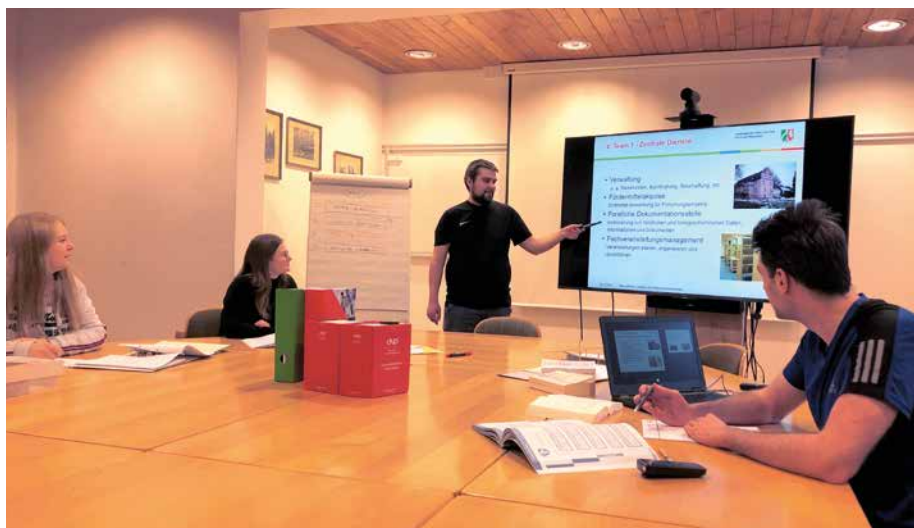


Abb. 3: Die Azubis erarbeiten gemeinsam eine PowerPoint-Präsentation und trainieren anschließend das Vortragen

der in Zeiten des COVID-19-Virus geltenden Vorschriften zur Pandemievorsorge vertraut gemacht.

Des Weiteren setzen gut ausgebildete und motivierte Mitarbeitende auf eine effektive und kontinuierliche Fort- und Weiterbildung. Deshalb lernen die Azubis im **Fortbildungsmanagement** die verschiedenen Anbieter und Formen von Fortbildungsveranstaltungen kennen. Sie erhalten Einblicke in den Fortbildungsplan des RFA und bekommen die Inhalte für einen reibungslosen Ablauf des jeweiligen Anmeldeprozesses vermittelt.

5) Im Bereich **Beschaffung** lernen die Azubis die Arbeitsabläufe bei der bedarfsgerechten und wirtschaftlichen Versorgung mit Waren und Dienstleistungen kennen. Dabei ermitteln sie geeignete Bezugsquellen unter Beachtung der Beschaffungsrichtlinien und machen sich mit dem Erstellen entsprechender E-Beschaffungen in MachWeb 2.0 sowie der hierfür erforderlichen Dokumente vertraut. Nach erfolgter Freigabe des Budgets führen sie unter Anleitung die Bestellung durch und prüfen die Lieferung auf Vollständigkeit und Richtigkeit. Den Azubis wird vermittelt, die aus den Lieferungen/Leistungen stammenden Belege dem jeweiligen Geschäftsvorgang zuzuordnen.

6) Das **Liegenschaftsmanagement** betreut sämtliche Gebäude und Freiflächen im Zuständigkeitsbereich. Die Azubis werden durch die Sachbearbeitung u. a. im Umgang mit bestandsverändernden und bestandsnut-



## 14 Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Jahresbericht 2021

zenden Verträgen unterwiesen. Sie erlernen die Bedienung der Anwendungssoftware ForstGIS online 4.0, welche es den Azubis ermöglicht, Grundstücksinformationen zu ermitteln und Karten zu erstellen. Außerdem erlernen sie die Bearbeitung von Pacht- und Gestattungsverträgen sowie die Erstellung der Vertragsentwürfe. Darüber hinaus erhalten sie Einblicke in die unterschiedlichen Arten von Grundstückskaufgeschäften.

Im Bereich des Gebäudemanagements gewinnen die Azubis die Fertigkeit, Schäden an den beim Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW angemieteten Liegenschaften zu melden und die Behebung der Schäden vor Ort zu begleiten.

7) Durch die Sachbearbeitung **Holzbuchführung** werden den Azubis anhand der Rahmenvereinbarung für den Holzhandel Informationen über die einzelnen Handels-, Güte- und Stärkeklassen von Holz vermittelt. Sie werden mit der Holzbuchhaltungssoftware AbiesNG vertraut gemacht und erlernen die Verwendung von Holzkaufverträgen sowie das Erstellen von Holzrechnungen. In diesem Zusammenhang lernen sie die besonderen

Anforderungen von nach FSC und PEFC zertifiziertem Holz kennen. Ihnen werden u. a. die Allgemeinen Verkaufs- und Zahlungsbedingungen für die Holzverkäufe durch den Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen sowie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen für die Durchführung von forstlichen Unternehmerarbeiten im Staatswald des Landes Nordrhein-Westfalen vorgestellt.

8) Im **Fachveranstaltungsmanagement** bekommen die Azubis Einblicke in die umfangreiche Planung, Organisation, Durchführung und Nachbereitung von Veranstaltungen und Kolloquien. Dazu gehören auch Kenntnisse der eventbegleitenden Öffentlichkeitsarbeit und Werbung wie die Unterstützung bei der Information der Medien und die Erstellung von Flyern und Einladungsschreiben. Sie erlangen weiterhin die Fähigkeit, Kostenkalkulationen vorzunehmen. Sowohl im Vorfeld als auch während der Veranstaltungen sammeln sie Erfahrungen im Umgang mit Kunden und bei der Optimierung organisatorischer Abläufe.

## Die Ausbildung im ZWH – Erwartungen und Erfahrungen

### Auszüge aus Interviews mit den derzeitigen und früheren Azubis

Leonie Krisow, 1. Ausbildungsjahr,  
Adrian Bönsch, 2. Ausbildungsjahr,  
Nicole Schauerte, 2. Umschulungsjahr,  
Lisa-Marie Giese, 3. Ausbildungsjahr,  
Christian Buff, Abschlussjahrgang 2019,  
Sarah Christine Weber, Abschlussjahrgang 2016.

### War dir Wald und Holz NRW bereits vor der Bewerbung bekannt?

Giese: Mir war Wald und Holz NRW bereits vor meiner Bewerbung bekannt, da ein Familienmitglied dort beschäftigt ist.

Weber: Nein, bis zu dem Vorschlag der Agentur für Arbeit, mich bei Wald und Holz NRW zu bewerben, habe ich noch nie etwas von dem Landesbetrieb gehört.

### Was waren deine Erwartungen und Gedanken vor dem Beginn der Ausbildung/ Umschulung?

Krisow: Meine Erwartungen und Gedanken waren, dass ich fit gemacht werde für das Berufsfeld, welches ich anstrebe, und ich von kompetenten Menschen geschult

werde, sodass ich meine Fertigkeiten trainieren und verbessern kann.

Schauerte: Mein erster Gedanke war, ob ich zu alt für eine Umschulung bin. Erwartungen hatte ich eigentlich erst einmal nicht. Ich war sehr froh, die Chance zur Umschulung und damit einen beruflichen Neuanfang zu bekommen.

### Wie groß war die Umstellung von der Schule/vorherigen Tätigkeit zur Ausbildung?

Bönsch: Die Umstellung von der Schule zur Ausbildung war groß, da mir die Arbeitswelt noch nicht so bekannt war. Aber ich habe mich schnell mit meinen neuen Aufgaben und meinem neuen Alltag vertraut gemacht.

Schauerte: Für mich war die Umstellung sehr groß, da ich im Bereich Büromanagement noch nie vorher gearbeitet habe. Diese Art von Arbeit ist genau das Gegenteil von dem, was ich die ganzen Jahre vorher gemacht habe. Im Gegensatz zu meinen Klassenkameraden aus der Berufsschule musste ich mich von Grund auf in den Arbeits- und Schulalltag einarbeiten.

Giese: Da ich vor der Ausbildung ein Wirtschaftsgymnasium besucht habe, wurde ich schon ein wenig auf

die Ausbildung vorbereitet. Die Umstellung zur Ausbildung war für mich sehr angenehm.

### **Wurden deine Erwartungen an die Ausbildung erfüllt?**

Bönsch: Meine Erwartungen wurden auf jeden Fall erfüllt, alle Mitarbeitenden des ZWH weisen ein freundliches und hilfsberechtigtes Verhalten mir gegenüber auf. Zudem bekomme ich von ihnen nicht nur das nötige Fachwissen vermittelt, sondern auch viele spannende und abwechslungsreiche Aufgaben. Ich freue mich, dass ich an so vielen Arbeitsabläufen beteiligt sein darf.  
Buff: Meine Erwartungen an eine sehr gute und anspruchsvolle Wissensvermittlung in der Ausbildung haben sich als zutreffend herausgestellt.

### **Was hat sich im Laufe deiner Ausbildung für dich geändert?**

Buff: Zu Beginn der Ausbildung habe ich eine längere Zeit benötigt, um mich an die neuen Anforderungen und Gegebenheiten anzupassen. Nach und nach haben sich die Abläufe stetig besser eingespielt und ich konnte mich auch immer besser in das Team einbringen.  
Weber: Durch die Erfahrungen, die ich im Laufe meiner Ausbildung sammeln durfte, konnte ich über mich hinauswachsen. Ich konnte Fähigkeiten und Kenntnisse erlernen bzw. ausbauen, die mir auch außerhalb der Arbeitswelt hilfreich sind.

### **Wie findest du den monatlichen Wechsel in den Sachbearbeitungen?**

Krisow: Gut, da man so viel Abwechslung hat und jede Sachbearbeitung kennenlernt.  
Weber: Den monatlichen Wechsel fand ich super, da ich so nie aus der Übung in den verschiedenen Aufgabebereichen kam. Dadurch bietet sich den Auszubildenden die Möglichkeit, eine persönliche Lernerfolgskontrolle durchzuführen und sich weiterzuentwickeln.

### **Welche Erfahrungen und welchen Nutzen hast du aus dem außerbetrieblichen Praktikum gewinnen können?**

Bönsch: In dem außerbetrieblichen Praktikum bei der WOFI LEUCHTEN Wortmann & Filz GmbH habe ich gelernt, wie der buchhalterische Arbeitsablauf bei der Bearbeitung von Rechnungen, Gutschriften, Bankauszügen und Reklamationen ist. Diese Fertigkeit kann ich gut in der Buchhaltung beim ZWH umsetzen.  
Giese: Die Erfahrungen des außerbetrieblichen Praktikums bei der TRIO Leuchten GmbH haben mir dabei geholfen, die Theorie der Berufsschule besser zu verstehen und diese auch in der Praxis umsetzen zu können.  
Weber: Die Erfahrungen des außerbetrieblichen Praktikums bei der Brauerei C.& A. VELTINS GmbH & Co. KG haben mir dabei geholfen, über den Tellerrand des

eigenen Betriebes hinauszuschauen und besonders im Hinblick auf das Zwischenmenschliche zu wachsen. Innerhalb einer kurzen und sehr begrenzten Zeit muss man sich an einen anderen Typ Mensch gewöhnen und teilweise anpassen. Dies war nicht immer so einfach.

### **Worin unterscheidet sich die Berufsschule vom löV?**

Krisow: Im löV werden die Unterrichtsstoffe viel intensiver geschult und mehr auf die Abschlussprüfung hin angepasst. Die Berufsschule nimmt mehr Stoff durch, jedoch nur oberflächlich.  
Buff: In der Berufsschule wird in den Lernfeldern hauptsächlich der Unterrichtsstoff gelehrt, welcher für die Arbeitsplätze in der freien Wirtschaft von Relevanz ist. Im löV hingegen wird – wie der Name schon sagt – der Themenschwerpunkt ausschließlich auf den Bereich der öffentlichen Verwaltung gelegt.

### **Findest du die Berufsschule für die Ausbildung hilfreich?**

Schauerte: Für mich war und ist die Berufsschule für die Ausbildung sehr hilfreich. Gerade am Anfang habe ich in der Schule gelernt, mit den grundlegendsten MS-Office-Anwendungen zu arbeiten, die Grundvoraussetzung für unseren Beruf sind. Außerdem finde ich den Austausch der Erfahrungen mit den anderen KfB-Azubi aus der Industrie und dem Handwerk wichtig.  
Buff: Meiner Meinung nach ist die Berufsschule für die Ausbildung als KfB im öffentlichen Dienst nicht unbedingt erforderlich. Die dort gelehrteten Inhalte im Bereich von MS Office umfassen die Nutzung von relativ simplen Formeln und Funktionen, welche ebenfalls in einer komplexeren Form im löV unterrichtet werden und mir alle auch schon bekannt waren. Viele der in den Lernfeldern vermittelten Unterrichtsthemen haben keinen Bezug zu den im Betrieb vermittelten Inhalten, somit keinen praktischen Wert und verlieren sich spätestens mit Abschluss der Ausbildung.

### **Findest du den Unterricht im löV für die Ausbildung hilfreich?**

Krisow: Ja, auf jeden Fall, da man dort im Gegensatz zur Berufsschule vieles für die Arbeit im öffentlichen Dienst lernt.  
Giese: Der Unterricht im löV ist für einen guten Abschluss der Ausbildung von großer Wichtigkeit.  
Buff: Ich finde den Unterricht im löV sehr hilfreich, da hier die Unterrichtsschwerpunkte so gesetzt sind, dass die für die Erbringung der Arbeit im öffentlichen Dienst essentiellen Inhalte, Vorgaben und Verfahren gelehrt werden.

### **Gibt es ein Highlight deiner Ausbildungszeit? Wenn ja, welches?**

Bönsch: Für mich war und ist es ein Highlight, zusammen mit der Sachbearbeitung Liegenschaftsmanagement Außentermine wahrzunehmen und hierdurch vor Ort einen besseren Eindruck der vielfältigen Aufgabenstellungen zu bekommen und die beteiligten Personen persönlich kennenzulernen.

Schauerte: Für mich war das Arnsberger Waldforum ein Highlight – die Planung von Anfang bis zum Ende mit allen Höhen und Tiefen mitzuerleben. Ein weiteres Highlight ist für mich, von allen Kolleginnen und Kollegen, Azubis und Klassenkameraden aus der Berufsschule akzeptiert zu werden, obwohl ich teilweise 20 bis 25 Jahre älter als diese bin.

Weber: Ein großes Highlight in meiner Ausbildung war das einwöchige Praktikum in einem Lehr- und Versuchsrevier, bei dem ich viel über den Wald kennenlernen durfte. Es half mir dabei, die Arbeitsabläufe im Betrieb besser zu verstehen und eine gewisse Neugier auf die Forstwirtschaft zu entwickeln. Außerdem fand ich die Jagdscheinkontrollen mit der Sachbearbeitung des Jagdmanagements spannend, weil ich so einen kleinen Einblick in die jagdliche Mentalität erhalten konnte.

### **Wie nimmst du das ZWH wahr? Was zeichnet es für dich aus?**

Bönsch: Ich nehme das ZWH als eine tolle Einrichtung mit freundlichen und kompetenten Mitarbeitenden wahr. Für mich ist es ein super Ausbildungsbetrieb. Ich bin stolz darauf, ein Teil vom ZWH bei Wald und Holz NRW zu sein.

Weber: Das ZWH ist für mich der Dreh- und Angel-

punkt, an dem die forstliche Theorie in die Praxis umgesetzt wird. Außerdem können dank der vielen Fachkräfte Lösungsansätze für die vielfältigen Aufgaben- und Fragestellungen erarbeitet werden, die ggf. durch Veranstaltungen oder entsprechende Veröffentlichungen der breiten Masse zugänglich gemacht werden können.

### **Was sollte sich deiner Meinung nach an der Ausbildung ändern?**

Krisow: An der Ausbildung sollte man nach meiner Meinung nichts ändern.

Schauerte: Die Auszubildenden werden im ZWH sehr gut ausgebildet. Es wird genügend Zeit zum Lernen sowie für die Prüfungsvorbereitung zur Verfügung gestellt. Stärken und Schwächen werden, je nach Bedarf, gefördert bzw. verringert. Mein Vorschlag für die Zukunft ist, dass der Wechsel in den Sachbearbeitungen vierteljährlich stattfinden könnte.

### **Würdest du die Ausbildung im ZWH weiterempfehlen? Und wenn ja, warum?**

Giese: Die Ausbildung im ZWH ist auf jeden Fall empfehlenswert. Durch den regelmäßigen Wechsel in den Sachbearbeitungen ist die Ausbildung abwechslungsreich.

Buff: Ja, würde ich, da hier eine sehr gute und qualitative Ausbildung mit einer anspruchsvollen Wissensvermittlung in einem freundlichen, hilfsbereiten und flexiblen Arbeitsumfeld gegeben ist. Alles in allem ist die Ausbildung im ZWH so strukturiert, dass eine bestmögliche Ausbildung gewährleistet werden kann.



## „... da solcher nicht mit großen Viehtriften beschweret gewesen“.

### Die Erhebung historischer Basisdaten für Naturwaldzellen in NRW

**Bernward Selter**

Nordrhein-Westfalen kann auf gut 50 Jahre Naturwaldforschung zurückblicken. Forscherinnen und Forscher untersuchen in 75 Naturwaldzellen die dort weitgehend ohne menschlichen Einfluss ablaufenden Waldentwicklungsphasen. Neben Basisinformationen zur Lage, Geologie, Vegetation, zum Boden, Klima und den aktuellen Waldbeständen gehören auch historische Informationen zu den wichtigen Grunddaten der Naturwaldzellen. Derzeit werden für Wald und Holz NRW vom Autor in einer Status-quo-Erfassung einige historische Basisdaten der Naturwaldzellen in NRW erhoben.

Die in der aktuell noch laufenden Untersuchung auszuwertenden Daten betreffen die Naturwaldzellen (NWZ), über die noch keine bestandesgeschichtlichen Daten vorliegen. Für 58 NWZ hat die damalige Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung (LÖLF) NRW zwischen 1975 und 1990 erste Erhebungen zur Waldgeschichte in fünf Heften ihrer Schriftenreihe veröffentlicht. Nun werden für 17 weitere über das ganze Land verteilte Gebiete wald-/forstgeschichtliche Daten erhoben. Im Einzelnen handelt es sich um die Naturwaldzellen:

- NWZ 59 Am Rintelner Weg
- NWZ 60 Nonnenstromberg
- NWZ 61 Ochsenberg
- NWZ 62 Winkel'scher Busch
- NWZ 63 Brachter Wald
- NWZ 64 Hengsteysee
- NWZ 65 Hochwald II
- NWZ 66 Hohenbach
- NWZ 67 Arsbecker Bruch
- NWZ 68 Heerener Holz
- NWZ 70 Rosenberg
- NWZ 71 Holter Wald
- NWZ 72 Laendern
- NWZ 73 Rüsper Wald
- NWZ 74 Großer Steinberg
- NWZ 75 Hermannsberg
- NWZ 76 Kohusholz.

#### Quellen und Literatur

Die Wald- und Forstgeschichte kann auf vielfältiges Material zurückgreifen. Allein die verfügbaren gedruckten und archivalischen Quellen besitzen mit teils detaillierten Angaben über biotische und abiotische Einflüsse auf den Wald

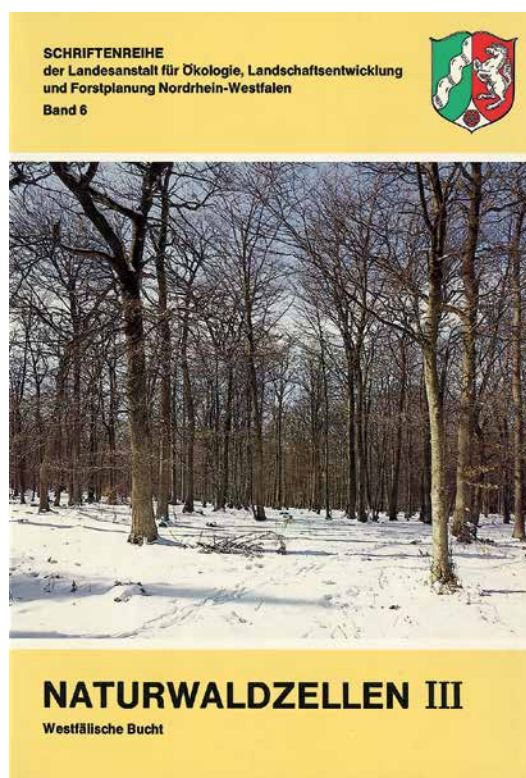


Abb. 1: Titelblatt der LÖLF- Schriftenreihe, Band 6: „Naturwaldzellen III: Westfälische Bucht“

einen hohen Informationswert. Ein wichtiges Kriterium vieler dieser Quellen ist, dass sie periodisch verfasst wurden. Das erlaubt die Rekonstruktion der Bestandesgeschichte von Waldgebieten über größere Zeiträume hinweg. Für die Erfassung der historischen Basisdaten der Naturwaldzellen richtet sich der Fokus v.a. auf ältere Betriebswerke, die forst(ge)schichtliche Fachliteratur sowie einige historische Kartenwerke. Wie schon für die Untersuchungen zur Geschichte der Wildnisgebiete werden auch für die vorliegende Erhebung

## 18 Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Jahresbericht 2021

folgende Quellen und Unterlagen ausgewertet:

- historische Forsteinrichtungsunterlagen inklusive der zugehörigen Karten (sofern verfügbar und ohne größeren Aufwand zu beschaffen),
- historische Kartenwerke,
  - wie die Kartenaufnahme der Rheinlande 1:25.000 (Tranchot/von Müffling; vorwiegend für die Gebiete westlich des Rheins),
  - die Preußische Kartenaufnahme 1:25.000 – Uraufnahme (1836–1850),
  - die Karte des Fürstentums Lippe 1:25.000 (1881–1883),
  - die Preußische Kartenaufnahme 1:25.000 – Neuaufnahme (1877–1912),
- historische Luftbilder und Luftbildpläne der 1920er bis 1960er Jahre aus den Beständen des Landesarchivs NRW, des Geoportals

- Ruhr und der Forstlichen Dokumentationsstelle von Wald und Holz NRW (FoDoS),
- Geobasisdaten der Vermessungs- und Katasterverwaltung Nordrhein-Westfalen,
- Geodatensätze von Wald und Holz NRW (teils über den Zugriff auf das WebGIS von Wald und Holz NRW (ForstGIS)),
- aktuelle forstliche Betriebsunterlagen, sofern verfügbar,
- ergänzend weitere archivalische Quellen (v.a. historische Waldbeschreibungen),
- vereinzelte Angaben aus der Literatur.

Da gut die Hälfte der zu untersuchenden NWZ außerhalb des Staatswaldes liegt, ist dort die historische Überlieferung lückenhaft. Sofern es die begrenzten Auftragsressourcen zulassen, werden ergänzend Unterlagen aus Kommunal- und Privatarchiven herangezogen.



Abb. 2a und b: Das Heerener Holz (NWZ 068) 1926 und 2020

### Zum Aufbau der Untersuchung

Aus Erkenntnissen bisheriger Untersuchungen werden als Grundlage für die Erhebungen bestimmte Zeitscheiben definiert. Die Auswahl fällt hier auf Material:

- vor 1800 (sofern ohne größeren Aufwand zu beschaffen),
- aus den historischen Forsteinrichtungen aus der Mitte des 19. Jahrhunderts,
- aus dem Zeitraum um die Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert,
- der 1950er/1960er Jahre.

Dieser Zuschnitt stellt den Idealfall dar. Insbesondere bei den NWZ, die auf privatem bzw.

kommunalem Grund liegen, weist die Überlieferung meist Lücken auf bzw. reicht häufig nicht so weit zurück.

Die Zusammenstellung der Erhebungen sieht nach einem kurzen einführenden Textteil zur Waldbesitzgeschichte eine Schilderung der eigentlichen Bestandesgeschichte (Angaben über den Bodenzustand sowie die Beschaffenheit des Holzbestandes) vor. Ergänzt werden diese Angaben ggf. durch allgemeine Schilderungen der Waldverhältnisse aus der zeitgenössischen Literatur oder aus unveröffentlichtem Material. Dies betrifft insbesondere Naturwaldzellen, über deren Flächen keine abteilungs-scharfen Beschreibungen vorliegen oder aber die Betriebswerke selbst fehlen.



Den schriftlichen Ausführungen werden einige Kartenteile folgen: zum einen die amtlichen historischen Kartenaufnahmen – jeweils mit dem hinterlegten Layer der Naturwaldzellen –, zum anderen Ausschnitte aus den historischen Forsteinrichtungskarten (sofern verfügbar) oder in seltenen Fällen auch anderen historischen Karten.

Der Aufbau der Untersuchung ist offen angelegt, sodass weitere historische bzw. auch sonstige Angaben, Untersuchungsergebnisse etc. für jede Naturwaldzelle jederzeit ergänzt werden können. Die erhobenen Daten stellen keine Auswertung oder Interpretation der jeweiligen Waldgeschichte dar.

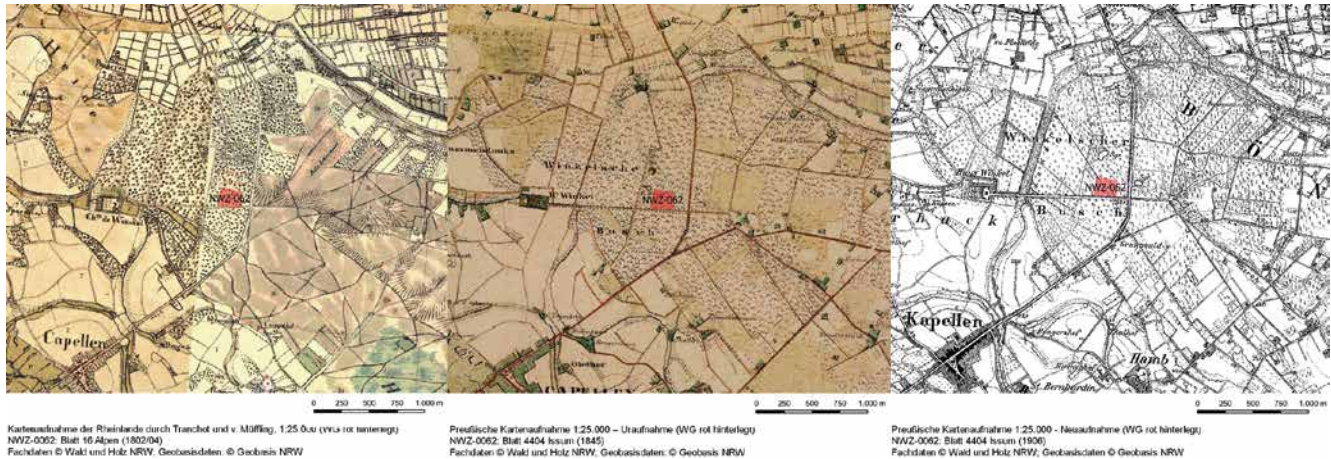


Abb. 3: Die Lage der Naturwaldzelle NWZ 062 „Winkel'scher Busch“ auf der Tranchotkarte, der Uraufnahme und der Neuaufnahme

## Beispiele

Historische Waldbeschreibungen enthalten nicht nur Informationen über den ehemaligen Waldbestand, sondern manchmal auch über die Nutzungshistorie, große Naturereignisse oder sogar Provenienzen angebauter Baumarten. Wie das Beispiel aus dem Hochwald –

Teile davon gehören heute zur Naturwaldzelle Hochwald II – im ehemaligen Forstamt Xanten dokumentiert, war dieser Wald offenbar nicht wie seinerzeit oft üblich mit umfangreichen Weiderechten belastet. Der Hinweis auf hohe Anteile an „Eichen-Büchen-Birken-Unterholz“ deutet auf nicht geringe Niederwaldflächen hin.

## Der Hochwald im Jahr 1781

„§ 36. Das Nachtigallsche Revier [...] bestehet aus dem Hohen Walde, groß [...] 1090 Morgen 234 R[uthen]. [...] Es bestehet dieses Revier größtentheils aus Eichen-Büchen-Birken-Unterholz, so zur Hälfte in gutem Wachstum steht, besonders wo es noch durch Oberholz vor den Frühjahrsreifen beschützt wird. Auch sind noch ohngefähr 300 bis 400 Stück starke Bäume vorhanden, mehrentheils Eichen, von 80 bis 100 Jahren, die zum Theil zu Bauholz taugen, zum Theil aber nur zu Brennholz; überhaupt hat sich dieser Wald in den bisherigen Schonungsjahren an Unterholz desgleichen auch an jungen erwachsenen Oberholz sehr verbeßert, da solcher nicht mit großen Viehtriften beschweret ge-

wesen, auch nicht so viel von Holtzdiebereyen zu leiden und nur allein die Frühjahrs Fröste zu überwinden gehabt hat; indeßen dieser Wald auch noch jährlich zum Monrebergschen Forst-Etat das meiste beyträgt. Der Wuchs des Holtzes ist zur Hälfte schlecht, wie denn auch der Grund mehrentheils kalt und lehmigt, an einigen Orten auch sandig und steinig ist“.

(Aus der historischen Beschreibung von den Forsten des Herzogtums Kleve und Fürstentums Meurs 1781 von Forstmeister Lehmann, in: Landesarchiv NRW, Abteilung Rheinland, Kleve-Kammer, Nr. 2832; Abschrift in FoDoS, Nachlass Hesmer, Nr. 2)

Fehlen schriftliche Darstellungen, können, soweit vorhanden und gut zugänglich, ältere Forstbetriebskarten hinzugezogen werden (s. Abb. 4). Da aus den 1830er Jahren keine Waldbeschreibung des Hochwaldes vorliegt, kann so

eine alte Wirtschaftskarte einige Informationsdefizite ausgleichen. Im vorliegenden Fall des Hochwaldes lässt besonders die Schlageinteilung im unteren Bereich der gewesteten Karte auf einen Niederwaldbetrieb schließen.



Abb. 4: Ausschnitt aus der Wirtschaftskarte der Königlichen Oberförsterei Xanten von 1838, hier mit den Revieren Hochwald, Balberg, Tüschewald und Steingesbusch

Manchmal gewähren die Quellen auch Einblicke in weiter zurückliegende Zeiten als im obigen Beispiel. Für den Brachter Wald (NWZ 63) sehen wir in einem Schreiben aus dem Jahre 1637 offensichtlich noch die Reste einer Waldlandschaft, die sogar durch entsprechende Maßnahmen noch „auff und in beßerm standt gebracht“ werde sollte. Anscheinend war das Gebiet zu dieser Zeit noch mit Wald bestockt, bevor es später teils mit Heidemooren und Bindendünen überzogen wurde. Letztere werden heute oft als „ursprüngliche“ Vegetation angesehen, was aber nur bedingt richtig ist. Denn diese Landschaft war nichts anderes als eine aufgrund menschlicher Übernutzung (Plaggenentnahme, Waldweide, Brennholznutzung) v.a.

im 17. und 18. Jahrhundert entstandene Heide- und Sanddünenlandschaft. Sie ist dann wiederum im 19. und 20. Jahrhundert vorwiegend mit Kiefern aufgeforstet worden. Somit war der Brachter Wald in den letzten Jahrhunderten erst ein Wald, dann eine Heide und schließlich wiederum ein Wald.

Für die weitere Erforschung der Bestandesgeschichte der Naturwaldzellen wäre es gewinnbringend, zusätzliche historische Quellen auszuwerten. So könnten weitere Angaben zur Nutzungsgeschichte, zu Kultivierungen, Hieben und Kahlschlägen, Kalamitäten usw. gemacht werden.

Am 9. September 1637 schrieb der Jülicher Herzog an den Grafen von Schaesberg wegen des Brachter Waldes im Amte Brügggen:

„Nachdem Wir bey Unserm jetzigen anwesen alhier im augenschein befunden daß der in Unserm hiesigen ambt gelegener Brachterwaldt gahr in Undergang gerathen, gleichwoll aber sich daß junge holtz zimlich wieder herfur thutt, so mit der Zeit wiederumb auffwachßen kan unnd dan so woll Unß und Unser Wildtbahn alß auch den jenigen so darauff daß ius lignandi [Holzrecht] haben mögen, darahn gelegen, daß

geruhrter Waldt, wiederumb auff und in beßerm standt gebracht werde, alß befehlen Wir euch, daß ihr darahn seyhet und ernstlich verbiethen laßet, daß zu beßerer auffwachßung deß gehöltz kein Viehe oder Schaff in dießen Waldt auff etliche Jahr lange und biß er wiederumb in gutten wolstandt gebracht, getrieben werde.“

(Teils normalisiert nach den Regeln der heutigen Rechtschreibung. Quelle: Landesarchiv NRW, Abt. Rheinland, Jülich-Berg II AA 0031, Nr. 3295; Briefwechsel mit dem Grafen von Schaesberg; Abschrift in FoDoS, Nachlass Hesmer, Nr. 16)



Ploo = Heyde

Ambt

Süße Weyde

zum Kt. Winkel  
3 Morg = 390 Rk.

8

auf Haus Gr. Winkel  
Frei Kt. von Rhensich gek.



Winckelsche Busch

41 Morg = 158 Rk.

7

Landwehr die Schöffens vom II. amt Wernigkendorck gek.

Sonsbeck

Die Teülh.

Johann Schwaigern 13  
5 Morg = 597 Rk.

an das amt

an das amt

Zu Kopp Hoff

Morg = 43 Rk.

Morg = 42 Rk.

Morg = 13

Morg = 5





TEAM 2

# Forstliches Bildungszentrum



## Innovative Lernkonzepte für die Wiederbewaldung – zukunftsorientiertes Wissensmanagement zur Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels

Thilo Wagner, Elke Hübner-Tennhoff, Carolin Stiehl und  
Alexander Weller

Digitale Anwendungen und Technologien haben Auswirkungen auf aktuelle und zukünftige Aufgaben von in der Forstwirtschaft arbeitenden Menschen und auf die Weitergabe von Wissen. Es werden neue berufliche Inhalte und Tätigkeiten geschaffen. Neue Hilfsmittel zur Entscheidungsunterstützung werden ebenso zur Verfügung gestellt wie neue Medien und Wege zur Wissensvermittlung. Corona wirkte dabei als Katalysator für die Schaffung eines digitalen Angebotes für die Aus- und Weiterbildung durch das Forstliche Bildungszentrum NRW (FBZ). Pandemiebedingte Hygiene- und Schutzmaßnahmen führten zu einer irreversiblen Hinwendung zu mehr Digitalisierung. Sie ist zukünftig Voraussetzung für Konkurrenzfähigkeit auf dem Bildungsmarkt und trägt zur Bewältigung der besonderen Herausforderungen des Klimawandels in der Wertschöpfungskette Wald und Holz bei.

Der Klimawandel mit seinen drastischen Auswirkungen in den letzten Jahren stellt den Wald und die Forstwirtschaft vor große Herausforderungen – Sturm, Trockenheit und Käferbefall haben viele Waldflächen geschädigt.

Waldbesitzende und Verantwortliche aus dem forstlichen Management stehen vor der großen Aufgabe, ihrer Verantwortung für nachfolgende Generationen nachzukommen und ihren Wald zukunftsfähig zu gestalten. Damit leisten sie auch einen Beitrag für die Gesellschaft, insbesondere zum Klimaschutz.

Für die Forstwirtschaft Nordrhein-Westfalens wird die Begründung neuer Wälder viele Jahre lang im Mittelpunkt ihrer Arbeit stehen. Fachliche Empfehlungen zur Wiederbewaldung erhalten Waldbesitzende durch das „Wiederbewaldungskonzept NRW“. Es baut auf dem „Waldbaukonzept NRW“ auf und bietet vertiefte Informationen zur Bestandesbegründung nach großflächigen Schadereignissen. Das frei verfügbare Internetportal Waldinfo.NRW stellt digitale Karten zur Verfügung, aus denen konkrete Empfehlungen für standortgerechte Baumarten und Mischbestände abgeleitet werden können.

Bei der Wiederbewaldung mit dem Ziel, klimastabile Mischwälder zu entwickeln, ergeben sich viele Fragen, bei deren Beantwortung die Expertinnen und Experten des Zentrums für Wald und

Holzwirtschaft von Wald und Holz NRW Unterstützung bieten. Dies geschieht zum Beispiel in Form eines innovativen Lehrgangsangebotes unter Anwendung digitaler Informationsmedien (Abb. 1).



Abb. 1: Die Wiederbewaldung ihrer Flächen stellt Waldbesitzende in Nordrhein-Westfalen vor große Aufgaben. Die Expertinnen und Experten des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft unterstützen durch ein vielfältiges Beratungs- und Bildungsangebot.

## Digital Natives und der Klimawandel – neue Wege des Wissenstransfers

Zielgruppen- und bedarfsgerechte Weiterbildung in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts stellt eine große Herausforderung für Bildungsanbieter dar.

Wie kann Wald und Holz NRW attraktive und effiziente Bildungsprodukte für Erwachsene schaffen, die ihre traditionellen Fähigkeiten erweitern und mit zusätzlichen, neuen digitalen Fähigkeiten vertraut gemacht werden müssen? Moderne Bildung verlagert sich von einer Qualifikation, die ein Leben lang hält, hin zu einer stetigen Evaluation und Anpassung der eigenen Kenntnisse, gepaart mit einer kontinuierlichen Entwicklung von persönlichen Fähigkeiten wie Risikomanagement, Führungsqualitäten und emotionaler Intelligenz. Die „Task Force on Higher Education and Society“ stellte fest, dass neue Fähigkeiten in die Kernanforderungen an Bildung und Ausbildung aufgenommen werden müssen: „Die Menschen müssen höhere Qualifikationen haben und zu größerer intellektueller Unabhängigkeit fähig sein. Sie müssen flexibel und in der Lage sein, weit über das traditionelle Schulalter hinaus weiter zu lernen.“

Noch anspruchsvoller wird dies, wenn es sich um Menschen handelt, die in sehr praktischen Bereichen wie dem der Forstwirtschaft tätig sind. Die Waldbesitzenden und Forstleute für den Wald von heute und morgen brauchen eine flexible Aus-, Fort- und Weiterbildung und Freiheit von zeitlichen und räumlichen Zwängen. Die Weitergabe von Wissen hat sich bedingt durch Digitalisierung und Pandemie rasant verändert. Durch den Einsatz von Videokonferenzsoftware wird das heimische Wohnzimmer zum virtuellen Klassenraum. Dieser Herausforderung soll mit Hilfe von innovativen Bildungskonzepten begegnet werden.

## Wichtige Synergieeffekte – nationale Lösungen aus internationalen Projekten

Die Teilnahme des Teams „Forstliches Bildungszentrum“ (FBZ) am europäischen Netzwerkprojekt Rosewood 4.0, einem Vorhaben aus dem Programm Horizon 2020 der Europäischen Kommission, lieferte dem Zentrum für Wald- und Holzwirtschaft (ZWH) eine gute Basis für sein innovatives Beratungs- und Schulungskonzept zum Thema Wiederbewaldung in Zeiten des Klimawandels.

Im Rahmen des Projektes wurden innovative, integrierte Lernformate entwickelt, die Onlinekurse mit Webinaren, Podcasts und Präsenzveranstaltungen verknüpfen. Die integrierten Kursangebote umfassen drei Themengebiete: Digitalisierung in der hochmechanisierten Holzernnte, Wiederbewaldung mit digitaler Unterstützung in Zeiten des Klimawandels und Laubholzbewirtschaftung für Waldbesitzende.

Die Chancen, die sich dem FBZ durch den internationalen Projektauftrag in Rosewood 4.0 boten, wurden gut genutzt. Zusammen mit dem Institut ProLehre | Medien und Didaktik der Technischen Universität München wurde ein innovatives Weiterbildungskonzept nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen der Wissensvermittlung entwickelt. Schulungsformen und Materialien wurden didaktisch konzipiert und passend zum digitalen Zeitalter aufbereitet.

Mithilfe von Mitteln aus dem Konjunkturpaket NRW und Unterstützung durch die Firma INSIDE wurden die Konzepte mit den Informationen für eine nachhaltige Walderneuerung auf Kalamitätsflächen für Nordrhein-Westfalen bedarfsgerecht ergänzt. Die Aachener E-Learning-Spezialisten von INSIDE gehören zur Cornelsen-Gruppe, einem der führenden Bildungsmedienanbieter im deutschsprachigen Raum. Für das ZWH als Kompetenzzentrum der nordrhein-westfälischen Forstwirtschaft bietet sich dadurch die Chance, seine Kunden zeitnah und effektiv zu erreichen. Das umfangreiche Wissen aus angewandter Forschung kann so der Praxis gebündelt, brandaktuell und zielgruppengerecht zur Verfügung gestellt werden.

## Pilot-Bildungskonzept als integratives Vorhaben für das ZWH

Ein Projektziel des ZWH war die Erstellung eines zukunftsfähigen Konzeptes zur Sicherstellung des Wissenstransfers in der Forstwirtschaft unter Einsatz von moderner Schulungs- und Wissensdokumentation. Die Einrichtung einer Plattform für Wissensmanagement für das ZWH dient folgenden Zwecken:

- Unterstützung für Waldbesitzende durch eine Innovationsplattform für den Wissenstransfer aus Forschung und Praxis sowie zur Nutzung als Wissensdatenbank und Austauschplattform,

- Qualifizierung von Akteuren des Clusters Wald und Holz, um die Herausforderungen des Klimawandels im Wald und der Digitalisierung begleiten zu können,
- Schaffung und Einsatz neuer Lernformate für die Akteure in der nordrhein-westfälischen Forstwirtschaft,
- Schaffung einer innovativen und flexiblen Lernplattform, die mit der Organisation mitwächst.

Dafür wurden die erforderlichen IT-Strukturen geschaffen. Die Vernetzung von digitalen Medien mit „klassischen“ Lernmethoden und Werkzeugen wird über die neu geschaffene Innovationsplattform des ZWH optimal umgesetzt. Hierfür wird das an vielen deutschen Hochschulen eingesetzte Learning Management-System (LMS) ILIAS (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperations-Sys-

tem) genutzt. Ein solches LMS vereint unter einer zentralen Oberfläche mehrere aufgabenspezifische Teilprogramme, mit denen verschiedene Lernszenarien unterstützt werden. Gemeinsam ist all diesen Lernumgebungen, dass sie Werkzeuge zur Erstellung, Kommunikation und Verwaltung von Lerninhalten sowie zur Koordination von webbasierten Lernangeboten und zur Beurteilung der Lernenden enthalten.

Ferner wurde Big Blue Button als Konferenzsystem integriert und ein Autorensystem zur Erstellung von Onlinekursen bereitgestellt.

Das System soll nicht nur der Umsetzung eines Pilot-Bildungskonzeptes zum Thema Wiederbewaldung dienen, sondern auch als Austauschplattform für nationale und internationale Projekte zur Verfügung stehen.



Abb. 2: Das Lernkonzept des ZWH zum Thema Wiederbewaldung generiert neues Wissen mit innovativen Kurskonzepten unter Einbeziehung moderner Schulungs- und Wissensdokumentation



## Hybride Lernkonzepte der Zukunft – die Mischung macht's

Die mit der TU München erarbeitete Lehrstrategie für das Thema Wiederbewaldung in Zeiten des Klimawandels sieht vor, neues Wissen mit innovativen Kurskonzepten unter Einbeziehung moderner Schulungs- und Wissensdokumentation zu verbinden (Abb. 2).

Waldbesitzende können sich in einem Einführungsvideo selbstständig am PC über die Wiederbewaldung informieren und einen Überblick über das hybride Bildungsangebot erhalten. Massive Open Online Courses (MOOCs) sind interaktive Onlinekurse, die weltweit und kostenlos jederzeit zugänglich sind. Mit ihrer Hilfe können sich die Benutzerinnen und Benutzer Wissen über Standortfaktoren, die Baumartenwahl oder waldbauliche Fachkonzepte eigenständig durch virtuelles Lernen aneignen (Abb. 3).

Diese digital erlernten Inhalte werden in einer Präsenzschiulung spezifisch vertieft: Die Lernsituation auf einem Parcours vor Ort im Wald bietet zum einen neues Expertenwissen, zum anderen können Erfahrungen zwischen den Teilnehmenden auf Augenhöhe ausgetauscht werden (Netzwerkbildung). Um alle standortspezifischen Besonderheiten Nordrhein-Westfalens gebührend zu berücksichtigen, gibt es fünf Übungsparcours in den unterschiedlichen Landesteilen.

Im Anschluss an die Veranstaltung vor Ort erhalten die Teilnehmenden zu Hause im Rahmen eines digitalen Seminars (Webinar) die Möglichkeit, sich online mit Expertinnen und Experten auszutauschen. Sie bekommen weitere Informationen und können durch Zusendung von Fragen direkte Beratung für ihre betrieblichen Fragestellungen vor Ort erhalten. Ein Podcast rundet das Bildungsangebot ab. Es handelt sich dabei um eine Sammlung von Medienbeiträgen



Abb. 3: Auf der Bildungsplattform des ZWH werden zuerst offene Onlinekurse, sogenannte MOOCs (Massive Open Online Courses) zum Einstieg ins Thema und zur Vorbereitung auf das Treffen mit Expertinnen und Experten bei Präsenzveranstaltungen angeboten (hier Screenshot: Vorstellung des Waldbaukonzeptes für NRW)

in Form von einzeln abrufbaren Audiodateien, die die Kernaussagen des Hybridseminars noch einmal zusammenfassen und weitere Informationen über mögliche Folgemaßnahmen und neue Erkenntnisse aus der Forschung zu den Themen Klimawandel und Walderneuerung bieten.

Den Teilnehmenden wird so ein „gemischtes (hybrides) Lernen“ aus der Distanz und in Präsenz ermöglicht. Die Lernformate bauen dabei inhaltlich und didaktisch aufeinander auf. Ergänzend zu diesen Angeboten ist die Einrichtung einer „E-Academy für Waldbesitzende“

geplant. Im Halbjahresturnus wird eine digitale Veranstaltungsreihe mit einem gemeinsamen Oberthema durchgeführt. In je zweistündigen Veranstaltungsreihen in Form von Webinaren berichten Expertinnen und Experten zu einem bestimmten Oberthema, beantworten dazu Fragen und diskutieren gemeinsam mit den Teilnehmenden.

## Fazit: Neue Kompetenzen für einen veränderten Arbeitsplatz

Digitalisierung ist eine gesellschaftliche und betriebliche Herausforderung, die sowohl positive als auch negative Erwartungen weckt. Diese Herausforderung gilt es auch im Bereich der Forstwirtschaft zu begleiten. Digitale Vernetzung, Nutzung cyberphysikalischer Systeme, Künstliche Intelligenz und Big Data verändern Prozessabläufe sowie Dienstleistungs- und Produktionsprozesse im gesamten Cluster Forst und Holz.

Bildung ist der entscheidende Schlüssel, um Menschen an den Chancen des digitalen Wandels teilhaben zu lassen. Internationale Trends im Bildungs- und Forstwesen, die neuesten Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie und die jüngste unerwartete Pandemie zwingen die Einzelperson, ihre Fähigkeiten und Kenntnisse zu überdenken und die Weiterbildungseinrichtungen, ihre Lehrstrategien anzupassen.

Moderne Methoden der Aus- und Weiterbildung – z.B. die Einrichtung digitaler Lernräume, der gemeinsame

Betrieb von Lernplattformen, Datenschutzthematiken oder die Entwicklung eines digitalen Bildungsangebotes – bieten Chancen für ein lebenslanges Lernen auch in den Forstberufen.

Die Basis jedes technologischen Fortschrittes sind professionelles Wissensmanagement und Wissenstransfer. Die Sicherstellung des Wissens und dessen Weitergabe an interessierte Parteien und beteiligte Akteure in der gesamten Wertschöpfungskette unterstützen wesentlich den Prozess der Digitalisierung und tragen dazu bei, die aktuell auftretenden Probleme bei der Bewirtschaftung unserer Waldflächen zu bewältigen. Der Klimawandel ist Hauptursache für die großflächigen Schäden an unseren Wäldern. Die Bewältigung dieser Schäden stellt eine große Belastung und Herausforderung für den Waldbesitz dar. Die hier vorgestellten innovativen Bildungskonzepte sollen dabei bedarfsgerecht und situationsangepasst unterstützen.

# Innovative Entwicklungen in der hochmechanisierten Holzernte: Zum Einfluss von Fahrerassistenzsystemen auf die Ladezyklusdauer von Forwardern

Florian Hartsch, Thilo Wagner und Christopher Pohle

Hochmechanisierte Holzerntesysteme machen die Waldarbeit deutlich sicherer und effizienter. Neuartige Fahrerassistenzsysteme wie intelligente Kransteuerungen oder drehbare Kabinen sollen den Maschinenführer ergonomisch unterstützen sowie die Produktivität erhöhen. Wissenschaftliche Mitarbeiter des Forstlichen Bildungszentrums haben diese Technologien in Studien getestet und kommen zu spannenden Ergebnissen.

In Deutschland wurden 2020 rund 80 Millionen Kubikmeter Rohholz eingeschlagen. Nahezu 75 % davon entfallen auf die Fichte und sonstige Nadelbaumarten. Allein die durch Borkenkäfer und andere Insekten verursachte Schadholzmenge ist laut statistischem Bundesamt auf rund 40 Millionen Kubikmeter zu beziffern. Dies entspricht einer Verachtfachung der nur durch Insekten bedingten Einschlagsmenge im Vergleich zu 2016 (Statistisches Bundesamt 2021 a und b). Die Aufarbeitung des Schadholzes erfolgte und erfolgt vorwiegend hochmechanisiert. Allein in Deutschland kann der Mechanisierungsgrad in der Holzernte auf mindestens 40 % geschätzt werden (Karjalainen et al. 2001). Dies verdeutlicht die enorme Bedeutung von Forstmaschinen, gerade in Zeiten von Großkalamitäten.

## Forstmaschinenführer im Fokus

Großmaschinen im Forst haben zwei zentrale Vorteile: Erstens konnte der Einsatz dieser Betriebsmittel die Produktivität von Holzerntesystemen seit den 1970er Jahren um ein Vielfaches erhöhen. Zweitens konnte das Unfallrisiko der Arbeitnehmer deutlich reduziert werden (Erlor 2000, Spinelli et al. 2004, Axelsson 1998). Die Bedienung von Harvestern und Forwardern ist jedoch sehr komplex. Jeder der zwei Joysticks verfügt über mehr als zehn elektrohydraulische Funktionen. Ein Forstmaschinenführer betätigt pro Stunde bis zu 3.500 Funktionen (Gellerstedt 2002). Umfangreiche Arbeitszeiten im Mehrschichtbetrieb sowie das Fällen, Aufarbeiten und Ablegen von bis zu zwei Bäumen pro Minute bringen eine starke kognitive Belastung mit sich. Bis zu drei Jahre sind erforderlich, damit ein Forstmaschinenführer die Übungsschwelle erreicht (Purfürst 2010). Selbst erfah-

rene Fahrer zeigen unter gleichen Bedingungen Produktivitätsunterschiede von bis zu 40 % (Ovaskainen et al. 2004).

## Projekt „AVATAR“

Um diese Produktivitätsunterschiede auszugleichen und die Arbeit in Forstmaschinen angenehmer und zugleich effizienter bei verringerter mentaler Belastung zu gestalten, beteiligen sich Wissenschaftler des Forstlichen Bildungszentrums am internationalen Forschungsvorhaben „AVATAR“ (Advanced Virtual Aptitude and Training Application in Real Time). Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, ein digitales Coaching-, Assistenz- und Feedbacksystem für Forstmaschinenführer zu entwickeln. Damit sollen einerseits Effizienzverbesserungen in hochmechanisierten Holzerntesystemen erreicht und andererseits ein Beitrag zu einer nachhaltigeren Bioökonomie in Europa geleistet werden.

Im Speziellen kann das in der Entwicklung befindliche digitale Assistenzsystem weiterhin dazu beitragen, den Aufwand in der Forstmaschinenführerausbildung zu reduzieren sowie die Fortbildung von erfahrenen Maschinenführern zu optimieren. Ein erklärtes Ziel des Forschungsvorhabens ist es ebenso, die Arbeitsumgebung von Maschinenführern attraktiver zu gestalten. Durch die eingehende Analyse von Arbeitsweisen über Maschinendaten (Joystickbewegungen, Kranarbeitszeiten, Fahrzeiten etc.) unter Berücksichtigung der EU-Datenschutzgrundverordnung kann zudem weiteres Rationalisierungspotenzial für hochmechanisierte Holzerntesysteme nutzbar gemacht werden. So können auch die Kosten der Holzbereitstellung allgemein verringert werden.



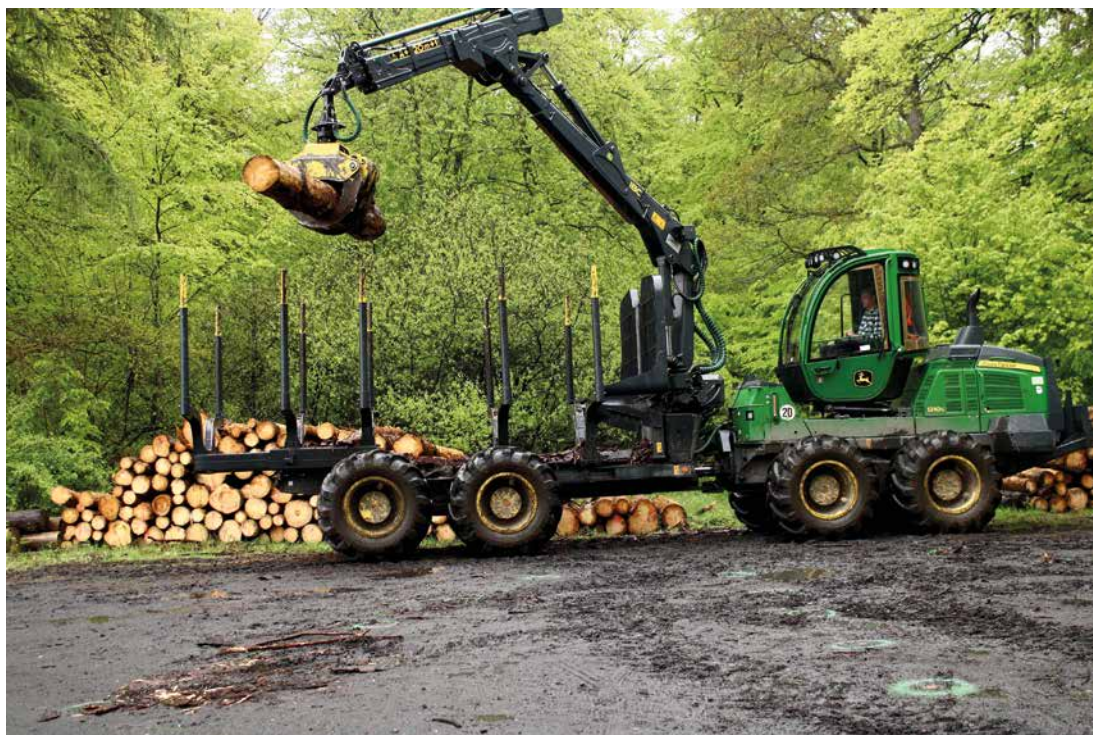


Abb. 1: Ladeversuche des Forstlichen Bildungszentrums zur Untersuchung des Zeitbedarfs von Forwarder-Ladezyklen unter Nutzung von Fahrerassistenzsystemen

Im Projekt AVATAR kooperieren verschiedenste Institutionen. Mit Skogforsk (Schweden) und NIBIO (Norwegen) sind im Projektkonsortium zwei namhafte Forschungsinstitute aus Skandinavien vertreten. Die Analyse kognitiver Zusammenhänge bei Tätigkeiten von Forstmaschinenführern wird federführend durch das Institut für Arbeitswissenschaft an der TU Dortmund (IfADo) bearbeitet. Als Industriepartner beteiligt sich OPTEA (Norwegen) mit der Bereitstellung von selbst entwickelten Head-up-Displays (HUDs) am Projekt. Die Nutzung von HUDs stellt eine der Möglichkeiten dar, dem Fahrer auf der Maschine Feedback zu seiner Arbeit bereitzustellen. Skogkurs (Norwegen) unterstützt bei der Ergebnisverwertung und -veröffentlichung. Die Universität Göttingen und der Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen forschen federführend an der Identifikation von Schnittstellen in hochmechanisierten Holzerntesystemen, an denen ein digitales Assistenzsystem zum Einsatz kommen kann. Des Weiteren wird der Digitalcoach im Anschluss an die Entwicklung auf Maschinen des Landesbetriebs in Arnsberg getestet. Hier soll dann auch die Akzeptanz des Systems durch Forstmaschinenführer bewertet werden. In Kooperation mit den Projektpartnern werden im Detail verschiedene Fragestellungen beantwortet. Eine algorithmenbasierte („just in time“) Detektion von Arbeitsvorgängen auf Forstmaschinen sowie der Maschinenumgebung unter Berücksichtigung kognitionswissen-

schaftlicher Aspekte sollen dem Forstmaschinenführer am Ende Hilfestellung genau dann bieten, wenn er sie braucht – beispielsweise bei der Positionierung der Maschine. Sie wird, wie Befragungen ergeben haben, oftmals von Maschinenführern nicht korrekt ausgeführt. Eine Folge davon ist beispielsweise das Arbeiten in weiter Kranauslage, welches nicht nur die krankinematische Belastung erhöht, sondern auch die mentale Belastung der Fahrer.

### Zum Einfluss von Fahrerassistenzsystemen auf die Ladezyklusdauer beim Forwarder

Von zentraler Bedeutung sind im Projekt die eingehende Analyse von Arbeitsmethoden und Arbeitsweisen und die Frage, wie technische Möglichkeiten diese beeinflussen können. Dazu haben Mitarbeiter des Forstlichen Bildungszentrums im Herbst 2020 eine Ladestudie mit dem hauseigenen Schlepper 1210 G von John Deere durchgeführt (Abbildung 1). Das Ziel der Untersuchung war es, den Einfluss von Fahrerassistenzsystemen wie drehbaren Kabinen und intelligenter Kransteuerung auf die Ladezyklusdauer herauszuarbeiten.

Die Intelligente Kransteuerung von John Deere (kurz „IBC“ für „Intelligent Boom Control“) für Rückzüge ist seit 2013 erhältlich. Der Forstmaschinenführer konzentriert sich bei dieser Art der Kranbedienung auf die Kranspitze, das

Assistenzsystem stimmt dabei von selbst die einzelnen Kranelemente aufeinander ab (John Deere 2021). Es sorgt so dafür, dass die kognitive Belastung des Fahrers verringert wird – das Arbeitserlebnis ändert sich. Bei der konventionellen Kransteuerung (CBC) hingegen wird jedes Kranelement einzeln über die Joysticks angesteuert. Drehbare Kabinen richten sich automatisch in die Richtung des Greifers aus und sollen so den Arbeitsplatz komfortabler und ergonomischer gestalten. Gemäß Herstellerangaben wirkt sich dies auch auf die Produktivität aus (John Deere 2021).

Beide Assistenzsysteme wurden in der durchgeführten Studie auf Herz und Nieren geprüft. Untersucht wurde der Einfluss von IBC und drehbarer Kabine auf die Ladezyklusdauer und damit auf die Produktivität. Das Ziel war es, zunächst zu einem besseren Verständnis des Arbeitsablaufabschnittes „Laden“ beizutragen. Denn er macht immerhin 45 % der Gesamtzykluszeit beim Forwarder aus (Ghaffarian et al. 2007) und bildet damit eine der Grundlagen für die Entwicklung des digitalen Assistenzsystems. Weiterhin sollten Potenziale beider Assistenzsysteme bei der Entwicklung des digitalen Assistenzsystems herausgearbeitet werden. Als Testperson wurde dazu ein Forstwirtschaftsmeister mit zwölf Jahren Erfahrung auf Forwardern ausgewählt. Simuliert wurden fünf Ladeentfernungen (4, 5,5, 7, 8,5 und 10 m) in jeweils drei Ladewinkeln (55°, 90°, 125°). Abbildung 2 zeigt dieses Design. Jede dieser Ladepositionen wurde mit zehn Ladezyklen beprobt, um statistische Genauigkeit erreichen

zu können. Um den Einfluss von drehbaren Kabinen (RC = Rotating Cabin) und intelligenter Kransteuerung (IBC = Intelligent Boom Control) herauszuarbeiten, wurden zusätzlich vier Versuchssettings definiert: 1. IBC aus, RC aus; 2. IBC aus, RC an; 3. IBC an, RC aus; 4. IBC an, RC an. In der Gesamtschau wurden also 600 Ladezyklen ausgeführt und die Zeit je Ladezyklus im Anschluss notiert.

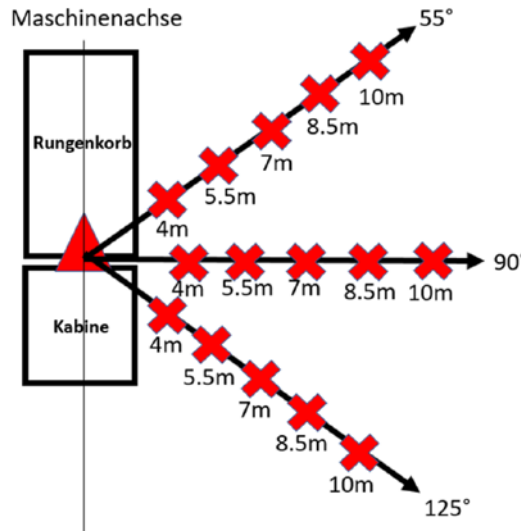
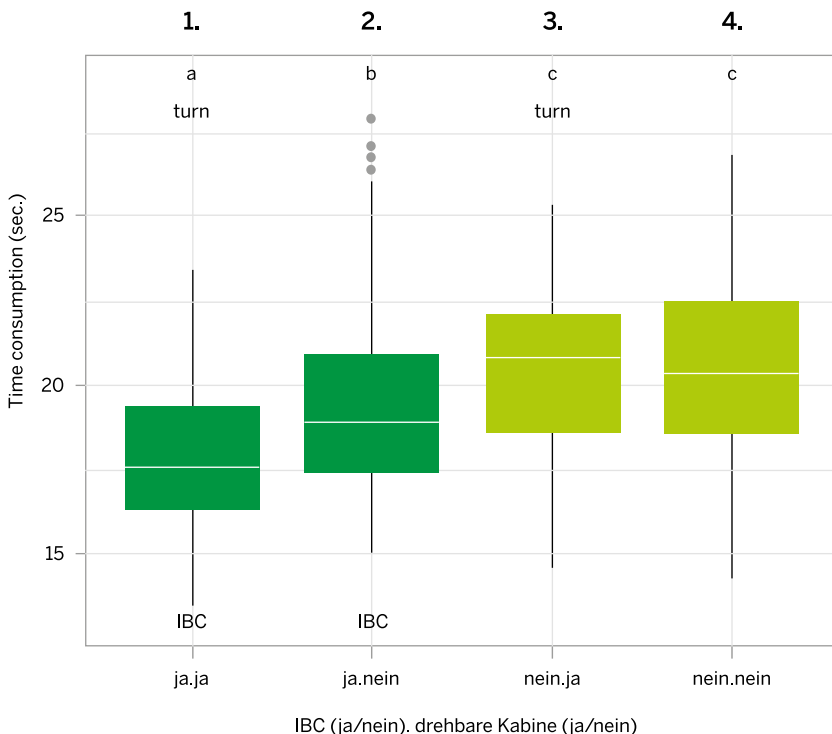


Abb. 2: Forwarder und vordefinierte Ladepositionen

Die Ergebnisse konnten zeigen, dass sich der Einsatz der drehbaren Kabine kaum auf die Produktivität auswirkt. Der Einsatz von IBC hingegen konnte die Ladezyklusdauer signifikant um bis zu 17 % reduzieren. Dargestellt sind zentrale Ergebnisse in Abbildung 3.



- 1. IBC an, RC an
- 2. IBC an, RC aus
- 3. IBC aus, RC an
- 4. IBC aus, RC aus

Abb. 3: Ladezyklusdauer beim Forwarder unter Berücksichtigung der vier Versuchssettings

Insbesondere der Variantenvergleich in verschiedenen Ladeentfernungen und Ladewinkeln konnte spannende Ergebnisse hervorbringen. Auf den folgenden Abbildungen 4 und 5 sind „Linien gleicher Produktivität“ abgebildet. Variante 1 kennzeichnet die Kontrollvariante ohne Nutzung von IBC und drehbarer Kabine, in

Variante 4 wurde beides aktiviert. Auffallend ist, dass die Variabilität der Ergebnisse mit Variante 4 (14–22 Sekunden pro Ladezyklus) gegenüber der „konventionellen“ Ladevariante (17–24 Sekunden pro Ladezyklus) reduziert werden konnte.

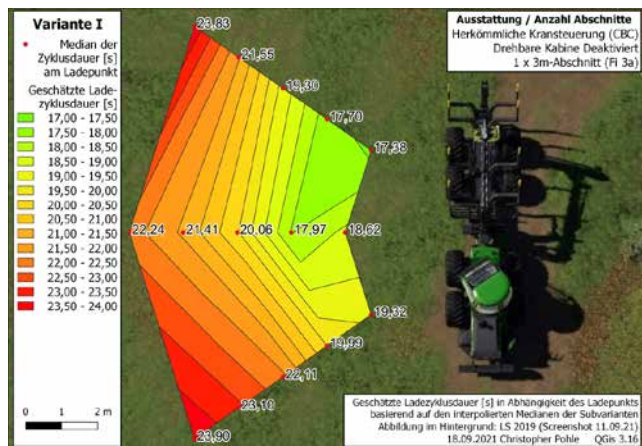


Abb. 4: Linien gleicher (Lade-)Produktivität bei „konventionellen“ Ladezyklen (Grafik: C. Pohle)

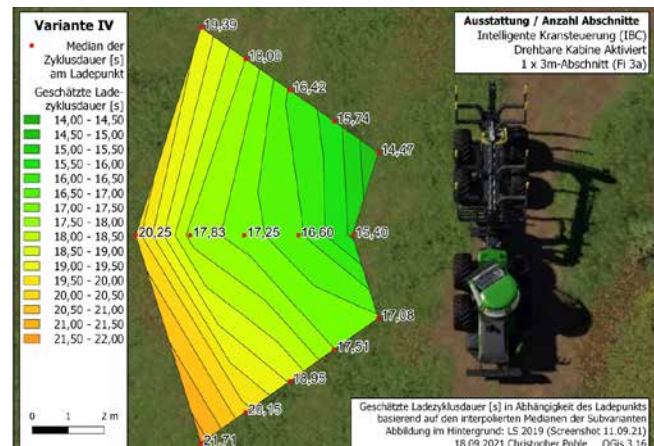


Abb. 5: Linien gleicher (Lade-)Produktivität unter Nutzung von intelligenter Kransteuerung und drehbarer Kabine (Grafik: C. Pohle)

## Ausblick

Um eine effiziente Holzbereitstellung in Form einer auf den arbeitenden Menschen fokussierten technischen Produktion zu gewährleisten, ist unser Wald trotz Waldumbau und differenzierter Baumartenwahl weiterhin auf hochmechanisierte Holzertesysteme angewiesen. In Zukunft werden eine sensorbasierte Bestandeserfassung und eine durchgängige, integrative Datennutzung in der gesamten Wertschöpfungskette Holz von höchster Bedeutung sein, da gerade hier noch ein Rationalisierungspotenzial zu erwarten ist. Auch rücken der Mensch und dessen Arbeitszufriedenheit immer mehr in den Fokus der Forstbetriebe. Das Forstliche Bildungszentrum arbeitet durch die Beteiligung an internationalen Forschungsprojekten an der Verbesserung der Arbeitsbedingungen für die im Wald tätigen Menschen und trägt so zu einer nachhaltigen, zukunfts-, aber auch wettbewerbsfähigen Forstwirtschaft bei.

## Literatur

Axelsson, S., 1998: The Mechanization of Logging Operations in Sweden and its Effect on Occupational Safety and Health. *International Journal of Forest Engineering* 9:2, 25–31.

Erler, J., 2000: *Forsttechnik: Verfahrensbewertung*. Stuttgart.

Gellerstedt, S., 2002: Operation of the Single-Grip Harvester: Motor-Sensory and Cognitive Work. *International Journal of Forest Engineering* 13:2, 35–47.

Ghaffarian, M. R.; Stampfer, K.; Sessions, J., 2007: Forwarding productivity in Southern Austria. *Croatian Journal of Forest Engineering* 28:2, 169–175.

John Deere, 2021: Intelligente Kransteuerung – IBC. Zugriff am 28.11.2021 unter <https://www.deere.de/de/forstmaschinen/ibc/>.

John Deere, 2021: Drehbare und selbstnivellierende oder feste Kabine. Zugriff am 28.11.2021 unter <https://www.deere.de/de/rueckezuege/910g/>.

Karjalainen, T.; Zimmer, B.; Berg, S.; Welling, J.; Schwaiger, H.; Finer, L.; Cortijo, P., 2001: Energy, carbon and other material flows in the life cycle assessment of forestry and forest products: Achievements of the working group 1 of the COST Action E9. European Forest Institute, Joensuu, Finland.

Ovaskainen, H.; Uusitalo, J.; Väätäinen, K., 2004: Characteristics and Significance of a Harvester Operators' Working Technique in Thinnings. *International Journal of Forest Engineering* 15:2, 67–77.

Purfürst, T., 2010: Learning Curves of Harvester Operators. *Croatian Journal of Forest Engineering* 31:2, 89–97.

Spinelli, R.; Owende, P. M. O.; Ward, S. M.; Tornero, M., 2004: Comparison of short-wood forwarding systems used in Iberia. *Silva Fennica* 38:1, 85–94.

Statistisches Bundesamt, 2021, a: Gesamtschlag nach Holzartengruppen. Zugriff am 10.11.2021 unter [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21\\_N050\\_41.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21_N050_41.html).

Statistisches Bundesamt, 2021, b: Waldschäden: Schadholzeinschlag durch Insektenbefall binnen fünf Jahren mehr als verzehnfacht. Zugriff am 10.11.2021 unter [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21\\_N050\\_41.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2021/08/PD21_N050_41.html).

Pohle, C.: Bedeutung von Maschinenausstattung und Assistenzsystemen für Effizienzsteigerungen bei der vollmechanisierten Holzbringung (2021 unveröffentlichte Masterarbeit)



# Verbessertes Wasser- und Wegemanagement im Kontext von Waldvitalität, angepasster Waldwegeinfrastruktur und Starkniederschlägen

Philipp Alexander Nelis, Thilo Wagner und Elke Hübner-Tennhoff

Die Flutkatastrophe im Juli 2021 in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen hat uns schmerzlich vor Augen geführt, welche Auswirkungen und fatalen Folgen große Mengen an Niederschlag in kurzer Zeit haben können. Die gemeldeten Schäden aus den Forstämtern in betroffenen Regionen von NRW belaufen sich auf ca. 20 Mio. Euro. Um in Zukunft auch im Wald besser auf Starkregenereignisse vorbereitet zu sein, beschäftigt sich das Projekt KlarWeg mit der Entwicklung von Anpassungsstrategien für die Walderschließungsinfrastruktur im Klimawandel zur verbesserten Umweltvorsorge und Wasserversorgung von Waldbeständen.

Für die Erhaltung auch zukünftig produktiver und naturschutzfachlich wertvoller Wälder ist eine leistungsfähige, intakte und an den prognostizierten Klimawandel angepasste Waldwegeinfrastruktur mit klimaangepasstem Wassermanagement essenziell. Im Verbundprojekt „KlarWeg – Klimasmarte Wege für klimafitte Wälder“ arbeiten die Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie, das Kölner Labor für Baumaschinen der Technischen Hochschule Köln, das Forstliche Bildungszentrum des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen sowie als externe Dienstleister Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH und UNIQUE forestry and landuse GmbH gemeinsam daran, die möglichen Auswirkungen der Klimaänderung mit ihren veränderten Niederschlagsverteilungen und -intensitäten auf die Wegeinfrastruktur im Wald und das damit verbundene Wasserregime im Waldbestand zu analysieren und darauf aufbauend Anpassungsstrategien zu entwickeln. Die Identifikation von Risikogebieten sowie Anpassungen von Baustandards und Bautechnik für Wegeinfrastrukturen – auch anhand von Best Practices für eine verbesserte Wasser-  
verfügbarkeit in Waldbeständen – sollen dazu beitragen, die vielfältigen Ökosystemleistungen des Waldes in Zeiten des Klimawandels zu sichern. Die Ergebnisse des Projektes sollen über ein webbasiertes Learning Management System unmittelbar und zeitgemäß für die forstwirtschaftliche Praxis abruf- und umsetzbar sein.

Das Projekt umfasst verschiedene Schwerpunkte, welche nachfolgend kurz erläutert werden.

## Entwicklung/Adaption von GIS-Analysen (GIS-Tools)

Nach der Analyse und Bewertung von Schäden an der Waldwegeinfrastruktur im Kontext von Starkniederschlägen und verlagerten Niederschlagszeiten entwickelt das Team eine Schadenssystematik zur Beurteilung klimawandelbedingter Schäden der Wegeinfrastruktur. Zusätzlich wird eine GIS-gestützte Methode zur Risikobereichslokalisierung bezüglich Starkniederschlägen im Wald (Wege/Ortschaften) entwickelt (Abbildung 1). Auf Grundlage der Schadenssystematik und der Risikobereichslokalisierung erfolgt daraufhin eine Ursachenanalyse zu den Schadensbildern, um entsprechende Maßnahmen zur Risikoverminderung zu entwickeln. Als Produkt soll ein Maßnahmenkatalog entstehen, welcher auch Ad-hoc-Möglichkeiten der Schadensprävention für bestehende Wege mit einschließt und mit dem Wald befasste Personen für mögliche Gefahren sensibilisieren soll.

## Anpassungen bestehender Wegeneubau- und Instandhaltungsrichtlinien

Auf Grundlage der erzielten Ergebnisse soll das Regelwerk „Klimasmarte Wege 1.0“ entwickelt werden, wobei bestehende Wegebaustandards und Instandsetzungsrichtlinien an technische Standards im internationalen Vergleich und die Anforderungen an die Wegeinfrastruktur im Klimawandel angepasst werden. Maßnahmen zur dezentralen Wasserableitung, Anpassungsbedarf bei Wegeprojektierung, Wegeprofilierung und -oberflächenausformung, Dimensionierung

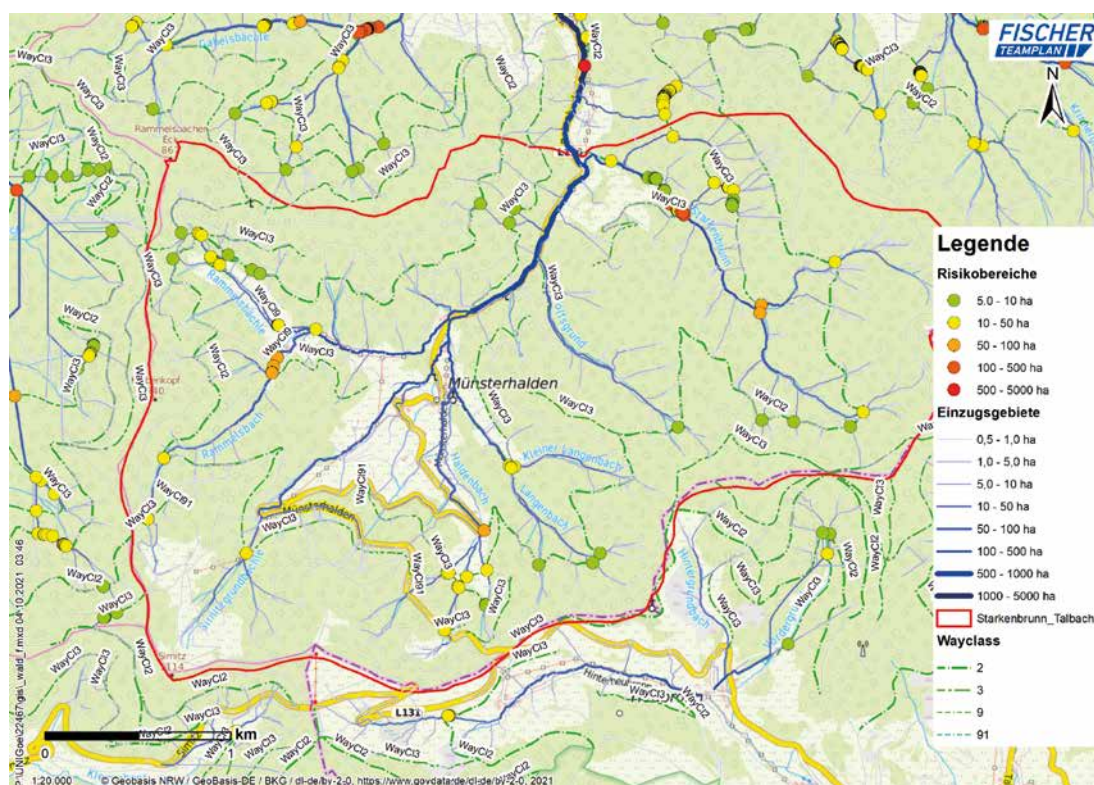


Abb. 1: Detektion von Starkniederschlag-Risikogebieten unter Einbeziehung des Wegenetzes, von Abflussmodellen und topografischen Eigenschaften

und Ausformung der Entwässerungseinrichtungen sowie intelligente Wasserrückhaltung spielen hier die zentrale Rolle.

### Prüfung und Empfehlung technischer Innovationen

Das Kölner Labor für Baumaschinen der TH Köln befasst sich zum einen damit, dass die im Regelwerk „Klimasmarte Wege 1.0“ festgehaltenen Maßnahmen auf maschinentechnische Umsetzbarkeit geprüft werden. Zum anderen soll unter Verwendung von 3D-Laser-Messtechnik der Zustand des Weges erfasst und dessen Befahrbarkeit für Baumaschinen und Transport-Lkw beurteilt werden. Die erarbeiteten Konzepte und Maßnahmen zur Maschinenanpassung und zur Anpassung des Einbauprozesses werden ebenfalls im Regelwerk „Klimasmarte Wege 1.0“ festgehalten.

### Kosten-Wirksamkeits-Analyse des Einsatzes von Starkniederschlags- und Risikobereichsanalysen in drei Modellgebieten

Die erarbeiteten Neuerungen (Klimasmarte Wege 1.0, Risikobereichslokalisierung und Starkniederschlagsanalyse) werden mit Hilfe eines transparenten Nutzenbewertungsansatzes mit dem „Standardvorgehen“ verglichen. Daran anschließend werden drei Kosten-

Wirksamkeits-Vergleiche für Waldbestände, Waldfunktionen und Waldwege in den Modellgebieten Sauerland, Harz und Schwarzwald durchgeführt.

### Erstellung einer modernen Schulungs- und Wissensdokumentation

Im Zuge des KlarWeg-Projektes erstellt das Forstliche Bildungszentrum eine zielgruppenorientierte Lernplattform mit drei Hauptinhalten: Klima-Wege-Wiki, Onlinekurs und WebGIS-Applikation zur Dokumentation von Schadereignissen und Fortschrittsdokumentation der Wegeanpassung.

Im Klima-Wege-Wiki (Abbildung 2) soll in Wikipedia-Manier umfangreiches, fachspezifisches Wissen zu den Themen Walderschließung sowie Wasser- und Wegemanagement gebündelt festgehalten werden. Es soll ein praxisorientiertes Nachschlagewerk entstehen, welches zudem nach Projektende von registrierten Benutzern weiter mit Erfahrungen und Details gefüllt werden kann. Ein weiterer Teil des Klima-Wege-Wikis wird die „Toolbox“ sein. Hier werden den Nutzern Kennzahlen zur Bewertung der eigenen Erschließungssituation an einfachen Beispielen erklärt sowie echte Wegebauprojekte mit Kostenposten dokumentiert.





Abb. 2: Beta1.0-Version des Klima-Wege-Wikis – ein Nachschlagewerk zu den Themen Walderschließung und Wasser- und Wegemanagement

Der Onlinekurs „Wegebau im Klimawandel für Praktiker“ wird aus verschiedenen Modulen bestehen, welche den Nutzer über Basismodule zu generellen Themen wie Wegebaurichtlinien, Baustoffe und gesetzliche Grundlagen sowie Fachmodulen zu Planung, Bauausführung und Instandhaltung zum zentralen Modul des Kurses „Wassermanagement an Erschließungseinrichtungen“ führen werden. Der Kurs wird bestehen aus Informationsseiten, Aufgaben-seiten und Videos. Da aufgrund des zeitlichen Rahmens von sechs bis acht Stunden im Kurs nicht alle Inhalte bis in die Tiefe behandelt werden können, wird es für die Eigenrecherche Verlinkungen ins Klima-Wege-Wiki geben.

Zusätzlich wird eine WebGIS-Applikation zur Dokumentation von Schadereignissen und zur Fortschrittsdokumentation der Wegeanpassung für Fachpersonal mit Nutzerregistrierung und Offline-Funktionalität programmiert (Abbildung 3). Die im Projekt erstellte Schadenssystematik wird hier nun in vereinfachter Form Anwendung finden.

Zudem sollen nach dem Erfassen eines Wegeschadens direkt entsprechende Lösungsvorschläge mit Verlinkung zum Onlinekurs und Klima-Wege-Wiki angezeigt werden. Schäden können als Punkte erfasst werden, der Anpassungsfortschritt der Wegeinfrastruktur als Linien, Kreise und Polygone. Die Daten, welche

dann in einer PostgreSQL-Datenbank abgelegt werden, können von überall angesehen werden. Es ist geplant, sowohl eine mobile App zur Datenerhebung als auch eine Desktop-Version zur vereinfachten Übersicht zu erstellen. Da für professionelle GIS-Anwendungen schnell hohe Summen an Lizenzgebühren anfallen können, wird bei der Programmierung der WebGIS-App mit dem Einsatz von z.B. OpenStreetMap, Leaflet und jQuery ein Open-Source-Ansatz verfolgt. Somit soll nicht nur den staatlichen Forstbetrieben, sondern vor allem den Privatwaldbesitzenden, Gemeinden und Städten ein nützliches, kostenfreies Werkzeug zur Wegeüberwachung an die Hand gegeben werden.

### Mögliche Auswirkungen eines verbesserten Wasser- und Wegemanagements

Das übergeordnete Ziel des Projektes ist es, ein verbessertes Wasser- und Wegemanagement im Wald zu erreichen. So soll einerseits Niederschlagswasser möglichst schadfrei vom Wegenetz abgeleitet werden, andererseits soll aber der Rückhalt insbesondere der zunehmenden Starkregen im Waldsystem und hier insbesondere im längerfristig speichernden Grundwasser gewährleistet werden. Das natürliche Wasserregime im Wald soll durch Walderschließungseinrichtungen so wenig wie möglich verändert werden. Dementsprechend soll der

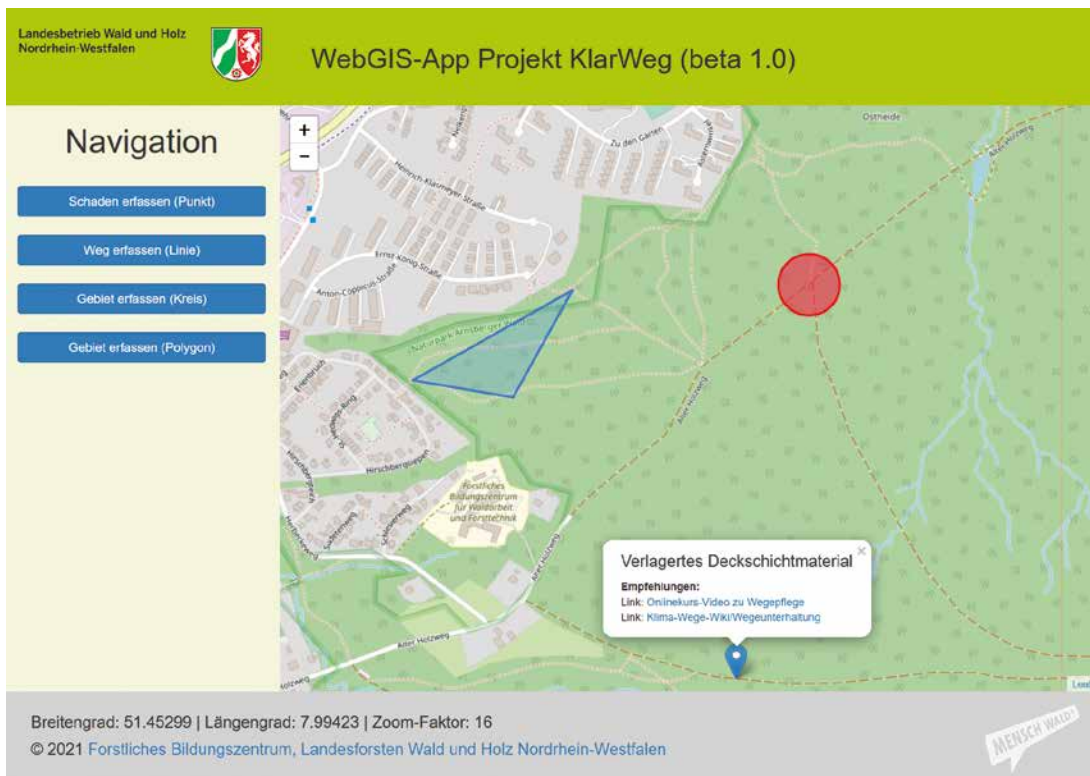


Abb. 3: Beta1.0-Version der WebGIS-Applikation zur Dokumentation von Schadereignissen an Waldwegen und Fortschrittsdokumentation der Wegeanpassung gemäß Regelwerk „Klimasmarte Wege 1.0“

Oberflächenwasserabfluss von Wegen mehr als bisher, besonders bei höherer Wahrscheinlichkeit von Starkniederschlägen, dezentral in angrenzende Waldbestände – möglichst in Versickerungsbereiche – abgeleitet und so dem Wald verfügbar gehalten werden (Abbildung 4).

Durch angepasste Linienführung der Wege, insbesondere durch Reduktion der Längsneigung der Wegegradienten in starkniederschlagsexponierten Geländebereichen (z. B. West- und Südwesthängen), durch ausgeprägtere Profilierung der Wegeoberfläche im Querprofil, Verwendung von korngestuftem Material sowie höhere Trag- und Deckschichtverdichtung soll das Risiko von Auswaschungen/Erosion des Wegekörpers reduziert werden. Gleichzeitig sinkt damit auch die Wahrscheinlichkeit von Sedimenteinträgen in aquatische Biotope mit negativen Auswirkungen auf die Wasserfauna und -flora.

Über Wegemonitoring sollen darüber hinaus kritische Wegezustände identifiziert werden, bei denen aufgrund hoher Durchfeuchtung oder Forst-/Tauwechsel der Tragschicht eine Befahrung mit hohen Lasten zu großen Schäden bis hin zum Grundbruch mit tiefer Einspurung und letztendlich dauerhafter Unbefahrbarkeit der Wege führen kann. Diese tiefen Fahrspuren wären dann wieder Abflusskanäle für das Oberflächenwasser mit nicht nur hohem

Waldentwässerungsrisiko aufgrund zentraler Distanzoberflächenwasserableitung, sondern auch und gerade Angriffsbereiche für Erosion und zusätzliche Auflösung des Wegekörpers mit entsprechenden Aggregateinträgen in die Fließgewässer. Die GIS-Analyse in Zusammenhang mit der hydrologischen Beurteilung der Abflussbereitschaft gibt ebenfalls Hinweise auf Schwerpunkte von Schäden an Wegen und in der Fläche. Mit den genannten Beispielen für verbesserte Wegeführung, Profilierung und Monitoring mit direkten positiven Auswirkungen auf das Ökosystem Wald trägt das Projekt durch langfristige Sicherung der Infrastruktureinrichtungen im Wald unter den Herausforderungen des Klimawandels auch indirekt zum Erhalt des Waldökosystems bei. Denn durch den Erhalt der fast ganzjährigen Befahrbarkeit des Wegenetzes wird die Durchführung erforderlicher Waldpflege- und Forstschutzmaßnahmen auch ad hoc ermöglicht. Grund für diese ständige Betriebsbereitschaft des Wegenetzes ist neben den bereits erwähnten Maßnahmen ein angepasstes Wegeunterhaltungskonzept, das eine nach Risikostufen differenzierte Frequenz der Wegezustandserfassung und Wegeunterhaltungsmaßnahmen beinhaltet. Dadurch können beispielsweise der Zustand von stark gefährdeten Wegeabschnitten bei bzw. nach jedem Starkniederschlagsereignis erfasst und eventuelle Schäden umgehend behoben werden. Dies





Abb. 4: Natürlich entstandene dezentrale Wasserableitung in den unten anliegenden Bestand

bezieht sich besonders auf die Funktionsprüfung von Wasserleitungsstrukturen wie z.B. Gräben und Durchlässen. Deren Funktionsfähigkeit hängt auch entscheidend von der Wegenutzung ab. So kann die Lagerung von Rundholz oder liegendegebliebenen Holzresten nach der Holzernte in den wegebegleitenden Gräben den Wasserabfluss behindern (Abbildung 5) und zu schweren Auswaschungen am Wegekörper mit

den bereits erwähnten Sedimenteinträgen in Fließgewässern führen.

Das Verbundprojekt KlarWeg (Förderkennzeichen 2218WK17A4, 2218WK17C4 und 2218WK17B4) wird von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. gefördert und hat eine Laufzeit vom 1.6.2020 bis 31.5.2023.



Abb. 5: Nach der Holzernte liegendegebliebene Holzreste verstopfen den Graben und behindern den Wasserabfluss









TEAM 3

# Holzwirtschaft



## Potenziale der Pionierbaumart Birke beim Bauen mit Holz

Stefanie Wieland

Der Umbau der heimischen Wälder sowie die Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen führen zu einem höheren und vielfältigeren Angebot von Laubbäumen. Das Waldbaukonzept für Nordrhein-Westfalen sieht eine Vielzahl von Baumartkombinationen und einen verstärkten Einsatz von Laubbäumen wie z.B. der Birke vor. Diese Laubbaumarten sollen zukünftig auch im modernen Holzbau sowie in der forst- und holzbasierten Bioökonomie eingesetzt werden können.

Um die Potenziale von aus NRW stammender Birke aufzuzeigen, untersucht das Team Holzwirtschaft im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) derzeit die Verwendungsmöglichkeiten dieser Baumart für das Bauen mit Holz. Neben systematischen Untersuchungen zum Einsatz in verklebten Bauprodukten am Beispiel von Brettschichtholz (BSH) wird ein zweigeschossiger Ausstellungsgegenstand realisiert, wodurch die Ergebnisse zur Verwendung der Birke für das Bauen mit Holz praxisnah veranschaulicht werden sollen.

Über 200 aus NRW stammende Birken-Stammholzabschnitte mit einer Bestelllänge ab 3,0 Metern, Stkl. 2a–2b+, Gkl. B/C wurden dazu aus den Forstbetriebsbezirken Velen, Arnsberg und Bottrop geliefert sowie in einem Sägewerk nach unterschiedlichen Qualitäten<sup>1</sup> sortiert und

zu Brettern (sog. Schnittholz) weiterverarbeitet.

Das Team untersuchte unter anderem, wieviel für Bauprodukte verwertbares Schnittholz im Gegensatz zu den Sägenebenprodukten aus den entnommenen Stämmen mit Blick auf den jeweiligen Standort gewonnen werden kann.

Die Ergebnisse der Qualitätssortierung des nicht forstwirtschaftlich behandelten Birkenstammholzes nach RVR, in Anlehnung an die Buchen-Rundholzsortierung, haben gezeigt, dass die Anforderungen an die Mittendurchmesser erfüllt wurden, nicht jedoch an die

<sup>1</sup> In Anlehnung an die Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel (RVR), Merkblatt zur RVR-Qualitätssortierung von Stammholz: Buche



Abb. 1: Birkenstammholzsortierung im Sägewerk Hegener-Hachmann

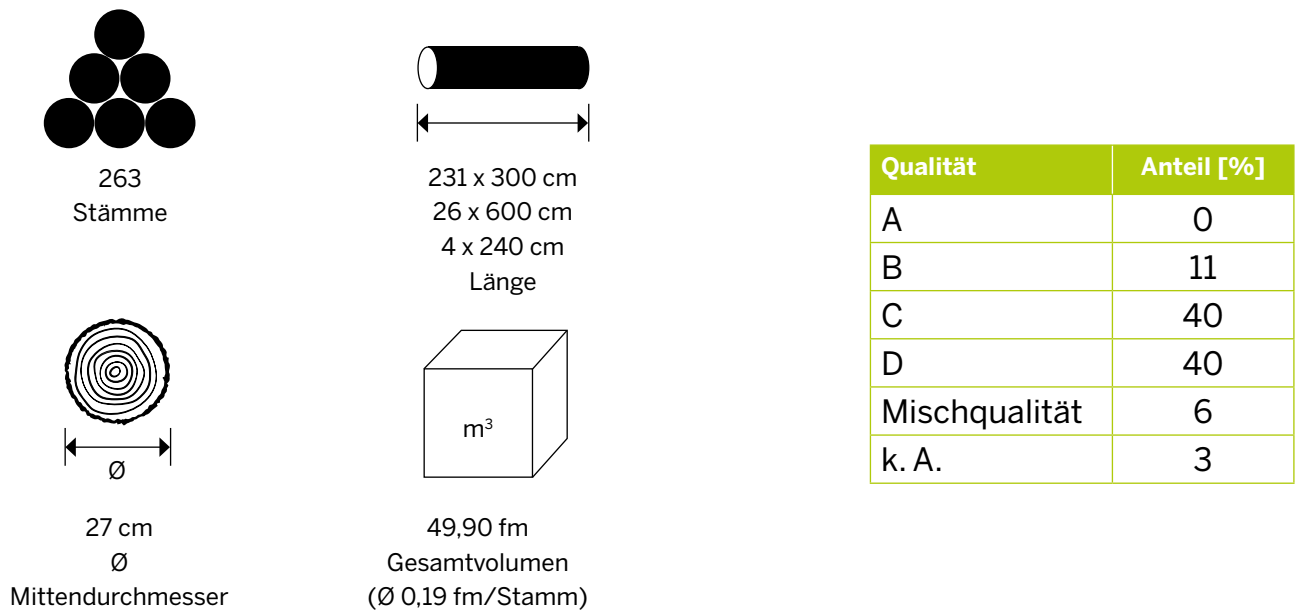


Abb. 2: Links Parameter Birkenstämme; rechts Rundholzsortierung nach RVR, Qualitätsklassen Birkenstammholz

Sägefähigkeit und Güteklassen (40 % C/D Qualität). Hieraus ergeben sich Rückschlüsse darauf, dass eine forstwirtschaftliche Behandlung der Baumart Birke zwingend notwendig ist, um sägefähiges Stammholz in geeigneten Qualitätsklassen zu erzeugen.

Ebenso wurde in Kooperation mit der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) und im Rahmen einer Bachelorarbeit an allen Brettern die Bestimmung des dynamischen Elastizitätsmoduls sowie eine visuelle Sortierung des Birkenschnittholzes nach der

Tragfähigkeit in Anlehnung an die DIN 4074 Teil 5 an 135 Brettern durchgeführt. Erste Ergebnisse der sich derzeit in der Auswertung befindlichen Daten zeigen, dass die aktuelle Sortiernorm nicht für die Sortierung von Birkenschnittholz geeignet ist, sondern hierfür angepasste Sortierregeln bestimmt werden müssen.

In der anschließenden Produktion des Birken-Brettschichtholzes (Birken-BSH) im industriellen Maßstab wurde an 659 Stück Birkenlamellen (Birkenbrettern) das dynamische Elastizitätsmodul maschinell mittels Viscan

bestimmt und diese im Anschluss mit einem Goldeneyescanner der Firma Microtec gescannt.

Die mittlere Rohdichte der Birkenlamellen lag bei 670 kg/m<sup>3</sup> und der mittlere dynamische E-Modul bei 14065 N/mm<sup>2</sup>. Damit war die Rohdichte in diesem Kollektiv über alle Standorte hinweg sehr hoch, das dynamische E-Modul jedoch relativ niedrig. Ein weiteres Merkmal dieser Bretter waren häufig eine „wandernde“ Markröhre, aber auch sogenannte „Wipfelbrüche“, d.h. eine sprunghafte Änderung der Wuchsrichtung. Hier zeigte sich erneut, dass eine waldbauliche Behandlung der Baumart Birke zwingend notwendig ist, um für die Herstellung von Brettschicht-



Abb. 3: Bestimmung des dynamischen Elastizitäts-Moduls mit Frau Prof. Frühwald



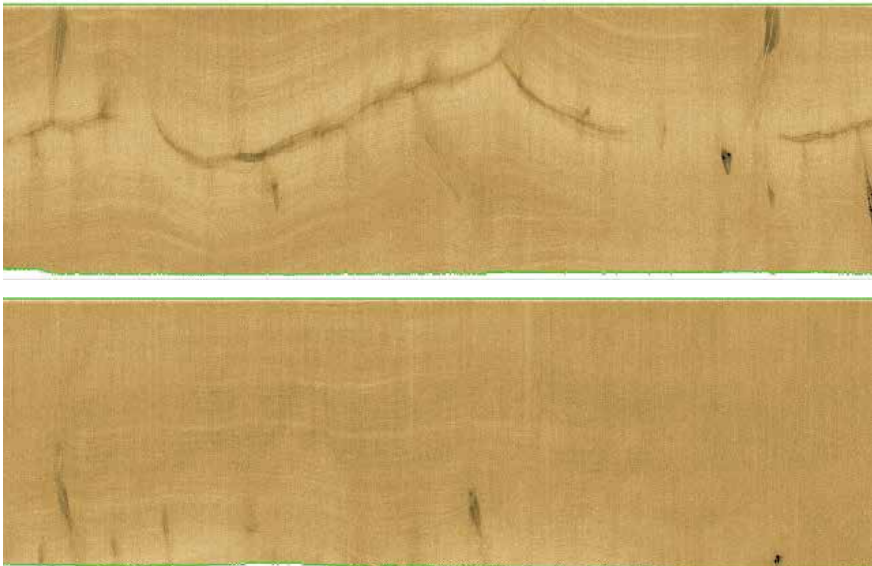


Abb. 4: Scannerbilder aus dem Goldeneye – das Bild oben zeigt eine wandernde Markröhre, das untere Bild zeigt eine Birkenlamelle guter Qualität.

holz geeignete Birkenlamellen in guter Qualität zu erzeugen. Mit den geeigneten Birkenlamellen wurden im Anschluss an die Sortierung Birken-BSH-Träger für weiterführende Untersuchungen sowie den Ausstellungsstand produziert.

Die Planung und der Entwurf des zweigeschossigen Ausstellungsstandes aus Birken-BSH erfolgte in Kooperation mit der Fachhochschule Aachen (FH Aachen) im Rahmen des Moduls CAE Holzbautechnologie. Zwei Teams des Studiengangs Holzingenieurwesen präsentierten dazu in einem Wettbewerb zwei Entwürfe, aus denen die Jury einen Gewinner ausgewählt hat. Das zweigeschossige Vorführmodell des Teams „Birke“, das bis Juni 2022 realisiert wird, wird unter anderem in der Ausstellungshalle im Zentrum HOLZ in Olsberg zum Einsatz kommen. Es wird anschaulich die Vorteile von Brettschichtholz aus Birke im Vergleich zu Brettschichtholz aus Fichte aufzeigen, welche zum Beispiel

in der höheren Dichte liegen. Mit der Birke können somit schlanke Trägerkonstruktionen und Wände realisiert werden, ohne dass diese an Festigkeit verlieren. Damit einher geht eine Volumen- und somit Materialersparnis in der Konstruktion.

In fortführenden, praxisbezogenen Untersuchungen ist zudem geplant, weitere für das Bauen mit Holz relevante Eigenschaften (z. B. Festigkeit, Feuchteverhalten, Alterungsprozess) zu untersuchen. Des Weiteren ist eine neue Versuchsreihe mit „gepflegter“, aus NRW stammender Birke geplant. Hierzu sind weitere Kooperationen mit der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL) sowie eine Kooperation mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) geplant.

Diese ersten Untersuchungen der Birke zur



Abb. 5: Birken-Brettschichtholz in der Presse

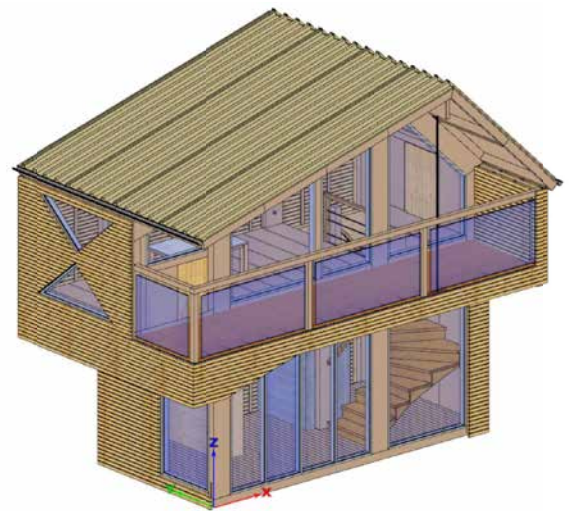
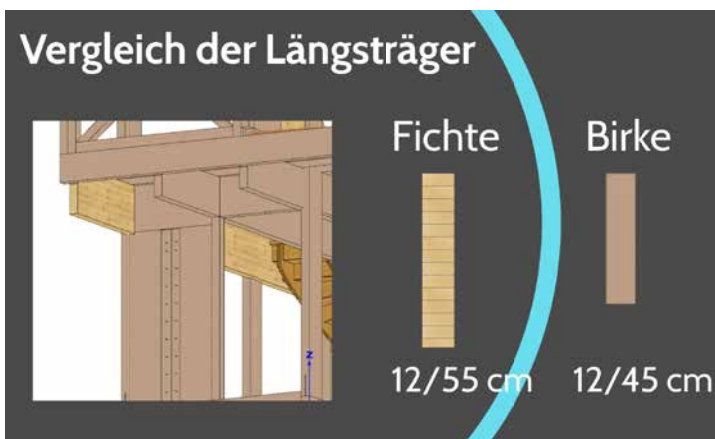


Abb. 6: Vergleich Birken-BSH zu Fichte sowie Ausstellungsstand

Beurteilung der Verwendbarkeit in modernen Holzbauprodukten haben anschaulich gezeigt, dass die Birke es wert ist, als Wirtschaftsbaumart auch in NRW Beachtung zu finden. Die Birke bietet Potenzial zur Verwendung in Bauprodukten, aber auch für andere materialbezogene Holzverwendungen. Eine Pflege der Birken ist jedoch notwendig, um die Sägefähigkeit, Schnittholzausbeute und Qualität sowie eine reibungslose Weiterverarbeitung zu gewährleisten. Ebenso ist für die optimale Nutzung des Potenzials der Baumart Birke ein Zusammen-

spiel aller Akteure der Wertschöpfungskette Wald-Holz erforderlich. Dies beinhaltet auch ein Rohstoffmonitoring bezüglich der für die Baumart Birke zukünftig verfügbaren Mengen und Qualitäten.

### Laubholz-Potenzial für den Holzbau der Zukunft

Die Verwendung von Laubholz kann viel Potenzial für den Holzbau der Zukunft bieten. So können Träger mit Laubholzanteil im Vergleich

Festigkeitsklassen BSH Nadelholz	GL24h	GL24c	GL28c	GL32c							
Festigkeitsklassen BSH Buche/Birke			GL28h	GL32c	GL36c	GL40c	GL44c	GL48c			
Festigkeitsklasse Träger BauBuche									...	GL70	GL75

Abb. 7: Festigkeitsklassen von BSH aus Nadelholz und Laubholz im Vergleich

zu reinen Brettschichtholzträgern aus Fichte erheblich kleiner dimensioniert werden. Ebenso bietet die Verwendung von Laubholz statische Vorteile hinsichtlich der Erreichbarkeit von Festigkeitsklassen, wodurch mit Laubholz geringere Trägerdimensionen realisiert werden können.

Zum Beispiel ergibt sich für einen BSH-Träger in der Festigkeitsklasse GL48k, ausgeführt in Laubholz (Esche), eine Abmessung von 28 x 70 cm. Ausgeführt in Nadelholz (Fichte) lägen die dafür notwendigen Dimensionen bei einer Abmessung von 22 x 132 cm. Der Einsatz von Laubholz führt somit zu einer ressourcenschonenderen Materialnutzung sowie einem geringeren Transportvolumen. Auf Grund der konstruktiven Vorteile ergibt sich ein idealer Einsatz von Laubholz in modernen Tragwerken.

Zudem verbessern sich die Rahmenbedingungen für die Verwendbarkeit und Zulassungen von Laubholzbauprodukten im Bauwesen durch die Möglichkeit der Zustimmung im Einzelfall (ZiE), der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) sowie der Europäischen Technischen Bewertungen (ETA). Die Produktvielfalt der am Markt verfügbaren Bauprodukte aus Laubholz steigt. So konnte zum Beispiel 2021 erstmalig eine Europäische Technische Bewertung für „Brettschichtholz aus Laubholz – Birke“ durch einen europäischen Holzbauproduktehersteller erfolgreich umgesetzt werden.



## Wissenstransfer zum Bauen mit Holz Online

### Martin Schwarz

Aufgrund der durch die Coronapandemie im ersten Halbjahr 2021 für Präsenzveranstaltungen geltenden Beschränkungen wurden die Online-Seminare für den Wissenstransfer zum Bauen mit Holz über die Streaming-Plattform Zentrum HOLZ durch das Team Holzwirtschaft weiterentwickelt und ausgebaut.

Zu den ganztägigen Online-Seminaren „Aufstockungen in Holzbauweise“ (14.4.2021), „Nachhaltige Industrie und Gewerbebau“ (20.4.2021) sowie „Kitas und Schulen in Holzbauweise“ (30.6.2021) konnten mehr als 450 Teilnehmende begrüßt werden. In den Online-Seminaren wurden durch die Fachreferierenden in einem ganzheitlichen Ansatz die Planung und Umsetzung der jeweiligen Bauaufgabe mit dem Baustoff Holz vermittelt. Dies beinhaltete auch die Betrachtung des Beitrags der Holzverwendung für die nachhaltige Entwicklung und den Klimaschutz.

Teilnehmende der Online-Seminare waren Planer und Bauentscheider aus Wohnungsgenossenschaften, öffentlichen und kommunalen Wohnungsbauunternehmen, Immobilienunternehmen der Privatwirtschaft, Industrie, Handel und Gewerbe, des kommunalen und öffentlichen Gebäude- und Liegenschaftsmanagements sowie den Bauaufsichtsbehörden. Die Online-Seminare wurden in Zusammenarbeit und mit Unterstützung durch die kommunalen Spitzenverbände in Nordrhein-Westfalen, dem Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen sowie den Industrie- und Handelskammern in Südwestfalen durchgeführt.

Die Online-Seminare wurden durch die Architektenkammer Nordrhein-Westfalen und die Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen anerkannt und mit Fortbildungspunkten bewertet. Bei Bedarf konnte durch das Team Holzwirtschaft auch die Anerkennung durch weitere Kammern bei Teilnehmenden aus anderen Bundesländern erlangt werden. Im Rahmen der Online-Befragungen der Teilnehmenden wurden die Seminare mit der bestmöglichen Gesamtbeurteilung „gut“ bewertet.



Abb. 1: Online-Seminar „Aufstockungen in Holzbauweise“ am 14.4.2021. Mathias Ponitka von der LEG Immobilien SE berichtet anhand der Ford-Siedlung in Köln über die nachhaltige Quartiersentwicklung durch Aufstockung und Bestandsmodernisierung.



Abb. 2: Blick in das Studio zum Online-Seminar „Aufstockungen in Holzbauweise“ im Zentrum HOLZ in Olsberg und Grußwort durch Alexander Rychter, Verbandsdirektor des Verbands der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e. V. (VdW Rheinland Westfalen).

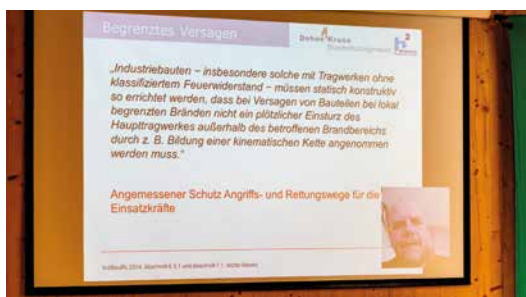


Abb. 3: Online-Seminar „Nachhaltiger Industrie- und Gewerbebau“, Beitrag durch Prof. Dr.-Ing. Dirk Kruse, Dehne Kruse Brandschutzingenieure, zur Umsetzung des Brandschutzes gem. der Muster-Industriebau-Richtlinie (MIndBauRL).



Abb. 4: Online-Seminar „Nachhaltiger Industrie- und Gewerbebau“, Vorstellung von ausgeführten Beispielen mit Fokus auf mehrgeschossigem Industriebau durch Dipl.-Ing. Arch. Dietmar Riecks, Banz + Riecks Dipl.-Ing. Architekten BDA.



Abb. 5: Moderation des Online-Seminars „Nachhaltiger Industrie- und Gewerbebau“ am 20.4.21 durch Dr. Stefanie Wieland, Leiterin des Teams Holzwirtschaft im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft von Wald und Holz NRW.



## LIGNA.Innovation Network 2021: Digitaler NRW-Gemeinschaftsstand, Livestreams und Europäische Konferenz zu den Perspektiven der holzbasierten Bioökonomie

Martin Schwarz

Mit dem LIGNA.Innovation Network präsentierte die Deutsche Messe Hannover vom 27. bis 29. September 2021 eine neue digitale Plattform für die holzbe- und -verarbeitende Industrie. Im Fokus des Online-Konferenzprogramms sowie der digitalen Expo standen das Networking zu den LIGNA-Fokusthemen Transformation der Holzbearbeitung, Vorfertigungsprozesse im Holzbau sowie Prozesstechnologien der Bioökonomie.

Im Rahmen der digitalen NRW-Gemeinschaftspräsentation informierten das Team Holzwirtschaft, die FH Aachen, die TH Ostwestfalen-Lippe sowie das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 in sieben Livestreams sowie im Online-Chat über ihre aktuellen Projekte, Einrichtungen und Dienstleistungen. Dabei standen der Austausch und das Networking mit den Akteuren der Holzindustrie, des Maschinen- und Anlagen-

baus sowie Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Fokus der Präsentation. Weitere Partner des NRW-Gemeinschaftsstandes waren das Europäische Forstinstitut (EFI) mit der „Bioregions Facility“ sowie die europäischen Partnerregionen Nordkarelien und das Baskenland. Die Gemeinschaftspräsentation wurde durch das Team Holzwirtschaft organisiert.

28.9.2021: Livestream des Teams Holzwirtschaft aus dem Zentrum HOLZ in Olsberg zum Thema „Potenziale der Pionierbaumart Birke beim Bauen mit Holz“.



Prof. Dr.-Ing. Thomas Uibel, FH Aachen



Von links nach rechts: Constanze Tennhaeff, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, Team Holzwirtschaft, Gesa Wolf, Studierende an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe und Praktikantin im Team Holzwirtschaft



Fertigung des ersten Prototyps „Brettschichtholzträger aus Birke“ in der Produktion der Mayr-Melnhof Hüttemann Olsberg GmbH



Dr. Stefanie Wieland, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, Leiterin des Teams Holzwirtschaft



Professorin Katja Frühwald-König, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe



Dr. Michael Brandkamp



Ursula Heinen-Esser



Dr. Henrik Heräjärvi



Tye Farrow



Dr. Adrian Leip



Marc Palahi



Dr. Dr. Christian Patermann



Vicente Guallart

### 27.9.2021: Online-Konferenz „Perspektiven der holzbasierten Bioökonomie“

In der Bioökonomie werden nachwachsende Ressourcen erzeugt und genutzt, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in allen wirtschaftlichen Sektoren bereitzustellen. Die EU-Bioökonomiestrategie und die im Januar 2020 beschlossene Nationale Bioökonomiestrategie nehmen sowohl die Entwicklung und den Ausbau bereits etablierter Holzverwendungen als auch den Einsatz des Rohstoffes Holz in Anwendungsbereichen, die bislang durch endliche und fossil geprägte Materialien dominiert werden, in den Blick. Hierdurch ergeben sich insbesondere für die Verwendung von Laubholz neue Potenziale.

Mit der Bioregions Facility und unter dem Motto „Forest bioeconomy in action“ entwickelt das Europäische Forstinstitut (EFI) mit europäischen Partnerregionen Synergien, um den Beitrag des nachwachsenden Rohstoffes Holz für das biobasierte Wirtschaften weiter voranzubringen. Nordrhein-Westfalen, vertreten durch das NRW-Umweltministerium und Wald und Holz NRW, ist gemeinsam mit weiteren europäischen Regionen Partner im Netzwerk der EFI Bioregions.

Mit dem Fokusthema „Prozesstechnologien der Bioökonomie“ bildete das LIGNA.Innovation Network eine ideale Plattform, um im Rahmen der gemeinsam durch das Europäische Forstin-

stitut (EFI), die Deutsche Messe sowie Wald und Holz NRW am 27. September 2021 veranstalteten Online-Konferenz die Perspektiven der holzbasierten Bioökonomie auf europäischer Ebene zu beleuchten. Die Moderation der Konferenz erfolgte durch **Dr. Dr. Christian Patermann**, Direktor a. D. bei der Europäischen Kommission und Wegbereiter der Bioökonomie in Europa.

Die damalige **NRW-Umweltministerin Ursula Heinen-Esser** betonte in Ihrem Beitrag die Bedeutung des Sektors Forst und Holz als Stützpfeiler einer zirkulären Bioökonomie sowie dessen Bedeutung für die Nachhaltigkeit und den Klimaschutz in Nordrhein-Westfalen. Ziel der Landesregierung sei es, diesen Beitrag weiter auszubauen sowie die Forschung und Entwicklung innovativer Holzverwendungen weiter voranzubringen. Im Rahmen des Aufbaus von klimaresilienten Mischwäldern werde sich die zukünftige Rohstoffbasis mit einem deutlich höheren Anteil an Laubholz verändern. Die Bioökonomie und die Substitution fossil geprägter Materialien bieten nach Einschätzung von Ursula Heinen-Esser neue Einsatzmöglichkeiten für den Rohstoff Holz und die Verwendung von Laubholz. „Denn das Potenzial einer kreislaforientierten Bioökonomie ist enorm. Es wird Innovationen anregen und neue Märkte bedienen“, so Heinen-Esser.

**Bittor Oroz**, stellv. Minister für Landwirtschaft, Fischerei und Lebensmittelpolitik des Baskenlands, berichtete über die Transformation hin

zu einer nachhaltigen und biobasierten Wirtschaftsweise in den europäischen Regionen am Beispiel des Baskenlands.

**Adrian Leip**, Leiter des Sektors Bioökonomie im Referat Bioökonomie und Lebensmittelsysteme in der Generaldirektion Forschung & Innovation der Europäischen Kommission, beleuchtete die Perspektiven der holzbasierten Bioökonomie auf europäischer Ebene im Kontext von Green Deal, Europäischer Waldstrategie und der Strategie einer biobasierten Circular Economy.

**Marc Palahí**, Direktor des Europäischen Forstinstitut (EFI) beschrieb in seinem Beitrag die vielfältigen Funktionen der Wälder bei der Transformation hin zu einer nachhaltigen und zirkulären Bioökonomie.

Neue Produkte, Geschäftsmodelle und Unternehmen leisten einen wichtigen Beitrag für Innovation und Wachstum im Bereich der holzbasierten Bioökonomie. Einen Themenschwerpunkt der Konferenz bildete die Begleitung und Finanzierung von holzwirtschaftlichen Start-up-Unternehmen von der Idee bis zur Geschäftsreife.

**Philippe Mengal**, Direktor des gemeinsamen Unternehmens Bio-based Industries Joint Undertaking (BBI JU) stellte hierzu die aktuellen Förderprogramme im Rahmen der öffentlich-privaten Partnerschaft zwischen der EU und dem Konsortium für biobasierte Industriezweige (BIC) vor.

**Dr. Michael Brandkamp**, Geschäftsführer des Europäischen Fonds für zirkuläre Bioökonomie (ECBF) beschrieb die Beteiligungsmöglichkeiten durch den Risikokapitalgeber ECBF bei Investitionen und Gründungen der im Sektor Bioökonomie tätigen Unternehmen.

**Sirpa Välimaa**, Leiterin des Innovationszentrums für Verpackungen bei Stora Enso, informierte über das In-house-Programm zur Begleitung und Einbindung von Start-ups bei der Entwicklung von Produktinnovationen und Prozessen im Unternehmen. Dies erfolgt mit dem Ziel einer schnellen Reaktionsfähigkeit durch Stora Enso auf die sich für das Unternehmen in immer kürzeren Abständen verändernden Rahmenbedingungen.

Einen weiteren Themenschwerpunkt der Konferenz bildete der Nachmittagsblock zum Bauen mit Holz. Urbane Wälder und die Lösungen der

holzbasierten Bioökonomie bieten ein hohes Potenzial, um unsere Städte nachhaltig und klimaresilient zu gestalten.

**Vicente Guallart**, Architekt und Gründer des Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IACC) beleuchtete in seinem Vortrag die Rolle des modernen Holzbaus beim Wandel der urbanen Räume hin zu nachhaltigen Biocities.

Unter dem Titel „When form follows health“ beschrieb **Tye Farrow**, Architekt und Senior Partner der Farrow Partners Inc. Architects, die Gestaltung von gesunder, ganzheitlicher Wohnatmosphäre und Wohlbefinden mit dem Baustoff Holz.

Unter der Überschrift „What we have learned“ erfolgten Berichte zu den aktuellen Rahmenbedingungen und Aktivitäten zum Bauen mit Holz in den europäischen Regionen. Der Bericht zu den Französischen Regionen erfolgte durch **Dr. Andreas Kleinschmit von Lengsfeld**, CEO von Homo Silvestris Europae, für die Finnischen Regionen durch **Henrik Heräjärvi**, Senior Wood Scientist, Natural Resources Institute Finland (LUKE) und für Nordrhein-Westfalen durch **Dr. Stefanie Wieland**, stellv. Leiterin des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft und Leiterin des Teams Holzwirtschaft bei Wald und Holz NRW.

In der anschließenden Podiumsdiskussion zum Thema „Jenseits der ökologischen Nachhaltigkeit – Vorteile und Anreize zur Integration des Baustoffs Holz in den europäischen Gebäudebestand“ wurden die vorgenannten Aspekte zum Bauen mit Holz durch die Referierenden des Nachmittags weiter vertieft.

Die Online-Konferenz im Rahmen des LIGNA. Innovation Networks wurde von mehr als 420 Teilnehmenden besucht.





## polis Convention 2021: Holzbau ist in der Stadt angekommen

Martin Schwarz

Unter dem Motto „Holzbau ist in der Stadt angekommen“ präsentierten sich auf dem Gemeinschaftsstand von Wald und Holz NRW die Studiengemeinschaft Holzleimbau, der INFORMATIONSDIENST HOLZ und das Team Holzwirtschaft vom 15. bis 16. September 2021 erstmals „in Präsenz“ auf der Messe polis Convention in Düsseldorf.

Die jährlich stattfindende und bundesweite Messe für Stadt- und Projektentwicklung wurde 2021 als Hybrid-Veranstaltung angeboten, ein Besuch der Messe und der begleitenden Foren konnte also wahlweise auch online erfolgen. Durch die Aussteller mussten sowohl die Besetzung des virtuellen Online-Chats als auch des Gemeinschaftsstandes im Areal Böhler sichergestellt werden. Für die Präsenzteilnahme galten infolge der Coronapandemie Maskenpflicht und die 3G-Regel.

Themenschwerpunkte der Gemeinschaftspräsentation waren der Einsatz moderner Holzbautechnologien im Bereich des seriellen Bauens, das kreislaufgerechte Bauen mit Holz sowie ökologische Wohnquartiere in Holzbauweise. Hierzu wurden Best-Practice-Beispiele auf dem Gemeinschaftsstand präsentiert. Die Partner des Gemeinschaftsstandes organisierten zudem zwei Gesprächsforen im Rahmen des begleitenden Messeprogramms.

Den Einstieg zum Forum „Neue Quartiere in Holz- und Holzhybridbauweise – Umsetzung großmaßstäblicher Holzbauprojekte“ erfolgte durch die online zugeschaltete Stadtdirektorin Ulrike Klar vom Referat für Stadtplanung und Bauordnung der Landeshauptstadt München. Sie ist verantwortliche Planerin für das Wohnquartier Prinz-Eugen-Park, der mit 500 Wohneinheiten derzeit größten Holzbausiedlung in Deutschland. Anschließend wurden gemeinsam mit Dr. Jan Heinisch, Staatssekretär im Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen und Verbandsdirektor Alexander Rychter vom Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen die Rahmenbedingungen und Potenziale sowie die Initiierung und Umsetzung von neuen Stadtquartieren in Holz- und Holzhybridbauweise diskutiert.

Im Rahmen des Forums „Material Matters: Zirkuläres Bauen mit Holz – The Cradle setzt neue Maßstäbe“ stellte Thomas Rau, Architekt aus den Niederlanden und einer der anerkannten Vordenker der Circular Economy, die Perspek-

tiven und Anforderungen an das kreislaufgerechte und ressourcenschonende Bauen vor. In der anschließenden Podiumsdiskussion wurden die unterschiedlichen Aspekte sowie die Umsetzung von zirkulären und mehrgeschossigen Holzgebäuden anhand des im Düsseldorfer Medienhafen im Bau befindlichen Holzhybrid-Bürogebäudes „The Cradle“ durch die Investoren, die ausführenden Architekten und das mit der konstruktiven Umsetzung und Fertigung der Holzbauelemente beauftragten Unternehmen weiter vertieft.

Planer und Investoren zeigten bei Gesprächen auf dem Messestand und in den begleitenden Diskussionsforen ein hohes Interesse und die Bereitschaft zum Bauen mit Holz. Hinsichtlich der Umsetzung von Holzbauprojekten besteht jedoch in Bezug auf Planungsprozesse, den Brand- und Schallschutz sowie die material-spezifischen Eigenschaften des Baustoffes Holz noch ein erheblicher Informationsbedarf. Der Wissenstransfer und die Beratung zum Bauen mit Holz stellen eine Daueraufgabe dar.



Abb. 1: Besuch des Gemeinschaftsstandes von Wald und Holz NRW und Inaugenscheinnahme des Modells zum ersten Holzhybrid-Bürogebäude in Düsseldorf „The Cradle“ durch Dr. Jan Heinisch, Staatssekretär im Ministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen. Von links nach rechts: Martin Schwarz und Dr. Stefanie Wieland, beide Wald und Holz NRW, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, gemeinsam mit Staatssekretär Dr. Jan Heinisch vor dem Modell „The Cradle“.



Abb. 1: Begleitende Fachausstellung zum EBH-Kongress 2021 im Großen Saal des Gürzenich Köln

## Kongress EBH 2021: Effizientes Bauen mit Holz im urbanen Raum

### Martin Schwarz

Der moderne Holzbau stellt Lösungen bereit, um die Herausforderungen beim Bauen in Städten im Hinblick auf Bevölkerungszuwachs, Nachhaltigkeit, Klimaschutz und Flächenverbrauch effizient zu meistern. Gemäß dem aktuellen Wohnungsmarktgutachten des NRW-Bauministeriums werden in Nordrhein-Westfalen derzeit 51.200 neue Wohnungen pro Jahr benötigt. Für den Zeitraum 2026 bis 2040 liegt der Bedarf bei 46.000 neuen Wohnungen pro Jahr. Inzwischen haben sich die urbanen Räume in Nordrhein-Westfalen zu einem der bundes- und europaweit wichtigsten Märkte für das Bauen mit Holz entwickelt. Das Team Holzwirtschaft unterstützt mit der Plattform „Bauen mit Holz.NRW“ die Umsetzung von Holzbauprojekten im Bereich des Wohnungsbaus und kommunaler Bauaufgaben.

Mehr als 700 Teilnehmende haben unter Einhaltung der 3G-Regel den 14. Europäischen Kongress „Effizientes Bauen mit Holz im urbanen Raum“ (EBH) im Gürzenich Köln am 21. und 22. Oktober 2021 besucht. 39 Referentinnen und Referenten informierten an zwei Veranstaltungstagen über die aktuellen Rahmenbedingungen in Wirtschaft und Bauwirtschaft vor dem Hintergrund der Coronapandemie sowie zu Best-Practice-Beispielen im Bereich von Schulbauten, Wohnquartieren, Aufstockungen und der Revitalisierung von Bestandsbauten. In den Fachforen erfolgten zudem vertiefende Präsentationen zu den Themen Schallschutz, Brandschutz, Einsatz von Holz-Beton-Verbundsystemen, Planungsprozesse, Digitalisierung und Baurecht.

Wald und Holz NRW, vertreten durch das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, ist seit 2008 gemeinsam mit dem Landesbeirat Holz NRW e. V. Mitveranstalter des durch das Forum Holzbau, dem internationalen Zusammenschluss



Abb. 2: Podiumsdiskussion zur Eröffnung des EBH-Kongresses am 20.10.21 in Köln im kleinen Saal des Gürzenich. Von links nach rechts: Martin Langen, B+L Marktdaten, Prof. Dr. Natalie Eßig, Hochschule München, NRW-Bauministerin Ina Scharrenbach und Martin Schwarz, Wald und Holz NRW, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft. Moderation: Matthias Eisfeld, Landesbeirat Holz NRW e. V.





Abb. 3: Gruppenbild der Akteure des EBH-Kongresses 2021 im Foyer des Gürzenich (von links nach rechts): Alexander Rychter, Verbandsdirektor, Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen e. V., Dipl.-Ing. Axel Conrads, Vorstandsmitglied der Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen, Ina Scharrenbach, Ministerin für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung des Landes Nordrhein-Westfalen, Dr. Stefanie Wieland, Wald und Holz NRW, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, Markus Becker, Vorsitzender, Landesbeirat Holz NRW e. V. und Klaus Brüggelotte, Vizepräsident der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen

der Hochschulen Aalto University, Berner Fachhochschule, Hochschule Rosenheim, TU Wien, TU München und der University of North British Columbia, veranstalteten EBH-Kongresses.

Weitere Akteure des Kongresses sind die Architektenkammer Nordrhein-Westfalen, die Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen, der Verband der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft Rheinland Westfalen sowie die Hochschulen FH Aachen, TH Köln, FH Dortmund, TH Ostwestfalen-Lippe und FH Bielefeld. Durch die vorgenannten NRW-Akteure werden im Rahmen des Kongresses Foren und Themenblöcke gestaltet und moderiert. Durch das Team

Holzwirtschaft erfolgte 2021 die Vorbereitung des Eröffnungsblocks mit NRW-Bauministerin Ina Scharrenbach, die Berichterstattung zur aktuellen und zukünftigen Verfügbarkeit der Rohstoffbasis Holz sowie die Planung und Umsetzung des Themenblocks „NRW-spezifisch“ mit den Themen Brandschutz, zirkuläres Bauen und aktuelle NRW-Initiativen.

Der EBH-Kongress bildete in 2021 erneut die bundesweit größte Plattform für die Vernetzung und den Austausch von Architekten, Ingenieuren, Fachplanern und Bauentscheidern sowie Hochschulen, Akteuren der Holzbranche und politischen Entscheidungsträgern.



Abb. 4: EBH-Kongress 2021 – Blick in den Isabellensaal im OG des Gürzenich Köln

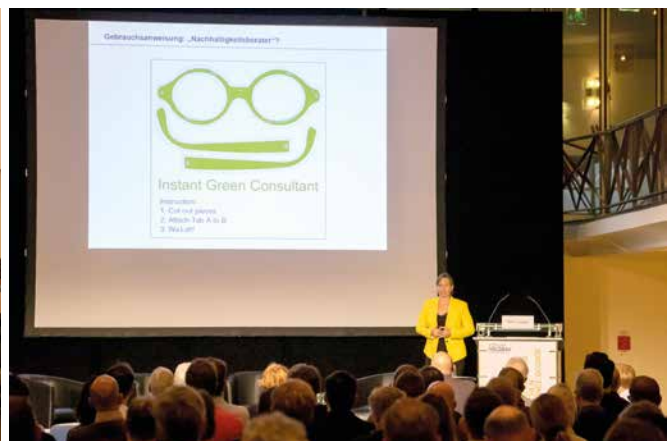


Abb. 5: Vortrag durch Prof. Dr. Natalie Eßig, Hochschule München, zum Thema „Nachhaltig bauen – wir müssen umdenken“



TEAM 4

# Waldplanung





## Forschungsprojekt zur kontinuierlichen Vitalitäts- und Waldschadensanalyse mit Fernerkundungsdaten – Projektfortschritt

Johannes May und Berthold Mertens

Das dreijährige Forschungsprojekt FirST 2.0 startete im Juli vergangenen Jahres. Ziel ist es, im gesamten Bundesgebiet mit Forschungspartnern der einzelnen Länder eine satelliten- und drohnengestützte Vitalitäts- und Waldschadensüberwachung zu entwickeln. Das Sachgebiet Planungs- und Informationssysteme im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) stellt im Verbundprojekt wichtige Referenzdaten zur Schadentwicklung im Arnsberger Wald bereit und arbeitet bei der Entwicklung von Ausbreitungsmodellen und der Erprobung von KI-Algorithmen zur Früherkennung von Schadereignissen eng mit der LUP GmbH, der TU Berlin und dem Nationalpark Bayerischer Wald zusammen.

Das Verbundprojekt FirST 2.0 wird vom BMVI im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND (Modernitätstfonds) gefördert. Die Gesamtfördersumme beträgt 1,8 Millionen Euro und soll der Entwicklung eines „Software-as-a-Service-Produkts“ (SaaS) dienen, das Waldbesitzenden eine frühzeitige Erkennung von Vitalitätsveränderungen und Bestandesschäden ermöglicht. Dafür werden Fernerkundungsdaten mit den neuesten KI-Algorithmen ausgewertet, die im Vergleich zu vergangenen Schadklassifizierungsmethoden wesentlich sensibler zwischen vitalgeschwächtem und gesundem Bestand unterscheiden sollen.

Das Team Waldplanung im ZWH konzentriert sich hauptsächlich auf die Zusammenstellung von Daten zu Schadketten (Sturm – Dürre – Borkenkäferkalamität) bei der Fichte im Untersuchungsgebiet Arnsberger Wald. Weitere Themen werden von den Projektpartnern bearbeitet. Das Thünen-Institut für Waldökosysteme in Eberswalde untersucht Trockenstress an der Kiefer in Brandenburg, der Landesforst Mecklenburg-Vorpommern Vitalitätsschwächen bei der Buche und der Nationalpark Bayerischer Wald Borkenkäferausbrüche im Bayerischen Wald. Die Projektkoordination hat die LUP GmbH in Potsdam. Die TU Berlin arbeitet an der Erprobung von Algorithmen und der Analyse von Zeitreihen. Um die Belange der möglichen Nutzerinnen und Nutzer der Ergebnisse im Privatwald einzubinden, ist der Waldbesitzerverband Niedersachsen im Projekt vertreten. Die Bereitstellung der letztendlichen Dienste übernehmen LiveEO und Ororatech.

Um eine Schaderkennung zu entwickeln, ist die Verfügbarkeit verlässlicher Grunddaten

unabdingbar. Diese In-Situ-Daten wurden in verschiedenen Beständen im Arnsberger Wald erhoben. Dies wurde in drei Stufen untergliedert. Als Erstes wurden Sturmschäden der vergangenen Jahre kartiert bzw. bestehende Daten zu Kyrill für die Projektpartner zusammengetragen. Einzel- und Flächenwürfe des Sturms Friederike konnten anhand von Luftbilddaufnahmen aus dem Jahr 2018 digitalisiert werden. Somit ließ sich für sturmgeschädigte Bestände ein solider Datensatz mit 650 Kyrill-Flächen (2.200 ha) und 160 Friederike-Flächen (500 ha) erstellen.

Die zweite und dritte Stufe der Datenerhebung waren die Borkenkäferschäden, einmal als Retrospektive zwischen 2018 und 2020 und drittens als aktuelles schadbegleitendes Monitoring. Für die Retrospektive wurde beispielsweise das Vitalitätsmonitoring aus Waldinfo. NRW benutzt, um geschädigte Bestände im



Intensivmonitoringfläche im Arnsberger Wald

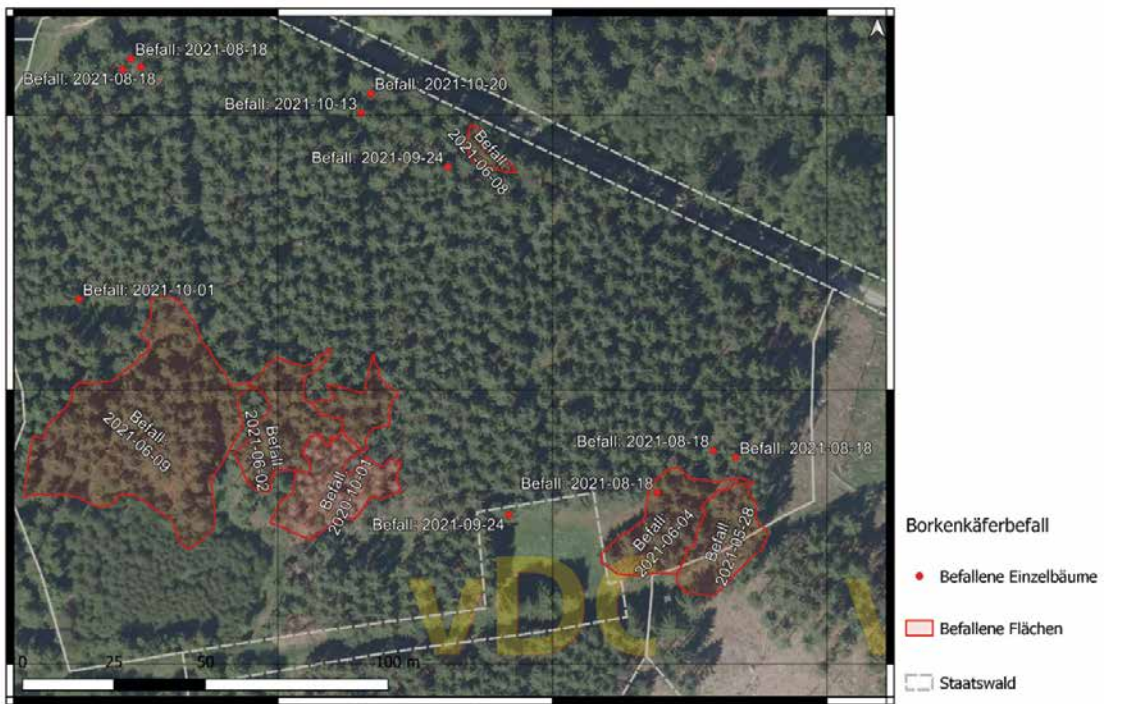


Abb. 1: Karte des Schadverlaufs auf einer der Intensivmonitoringflächen. Sowohl einzelne Bäume als auch kleinere Bestandesteile wurden hier im Laufe des Jahres durch den Borkenkäfer befallen und die Schadausbreitung sowie der Verlauf festgehalten, um die Bäume später in den Drohnen- und Satellitenaufnahmen exakt lokalisieren zu können.

Arnsberger Wald zu finden. Durch die geringere Wiederholungsrate von durchschnittlich sechs Monaten dienten diese Daten zunächst als grobes Indiz für Schadflächen. Für eine genauere Festlegung des Befallszeitpunktes wurden aus 90 Satellitenaufnahmen der letzten drei Jahre wesentlich dichtere Zeitreihen der Vitalitätskarten gebildet. Mit diesen war eine zeitliche Eingrenzung der Befallsherde genauer möglich. Um diese Ergebnisse zu verifizieren und weiter

zu verfeinern, wurden schließlich auch die einzelnen Revierförsterinnen und -förster zum Kalamitätsverlauf befragt. Auch zu eventuell geernteten Bestandesteilen konnten so, neben der Auswertung der Erntedaten, detaillierte Informationen gesammelt werden. Die Interviews mit Herrn Grüner (FBB Breitenbruch), Herrn Arndt (FBB Hirschberg), Frau Göke (FBB Himmelpforten) und Herrn Reins (FBB Lattenberg) lieferten weiteren Aufschluss darüber, wie

Streuwegung

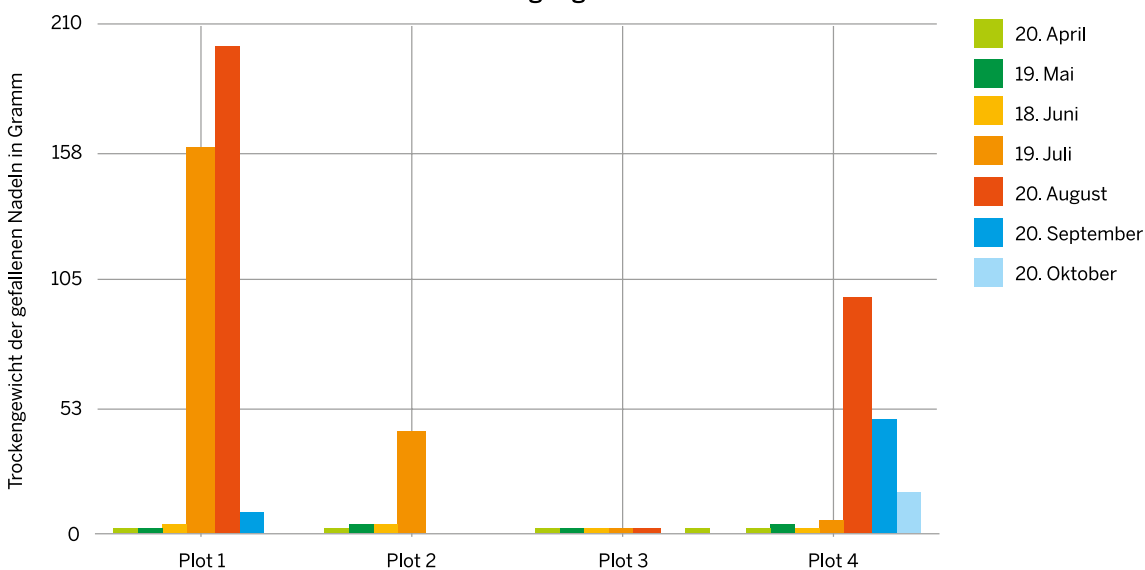


Abb. 2: Auf den einzelnen Flächen (Plots) gestaltete sich der Nadelverlust ab Juli 2021 teils sehr rasant, wie Plot 1 zeigt. Plot 2 musste leider im August geerntet werden, daher gab es später keine weiteren Messungen. Die Streusammler auf Plot 3 standen nicht im Befallsherd, sondern in nicht geschädigten Bestand und dienen als Referenz für den normalen jährlichen Nadelverlust. Plot 4 wurde im Juni befallen, jedoch trat der Nadelverlust durch die bessere Grundwasserversorgung leicht verzögert auf. Hier standen die Streusammler am Rand der befallenen Fläche, daher wurde insgesamt etwas weniger Streu aufgefangen.



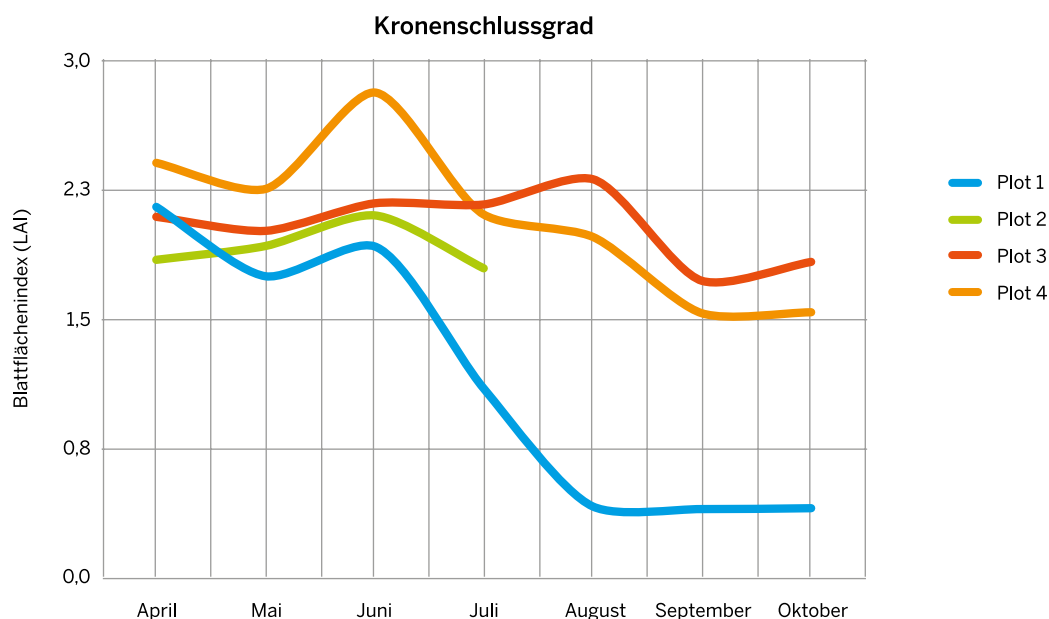


Abb. 3: Jahresverlauf des Kronenschlussgrades, gemessen mit dem Solariskop als Blattflächenindex für die einzelnen Intensivmonitoringflächen (Plots)

genau sich der Schadverlauf in den einzelnen Revieren zeitlich und räumlich abgespielt hat. So konnte ein Datensatz für 172 Bestände erstellt werden, in dem Befallszeitpunkt, Kronenverfärbung (Red-Attack-Phase) und die Holzernnte klar datiert waren.

Die dritte Stufe stellte schließlich das schadbegleitende Monitoring dar. In vier Beständen im Revier Lattenberg wurden Intensiv-Beobachtungsflächen eingerichtet. Ziel war es, den Frischbefall noch exakter bestimmen zu können,

als es in der Retrospektive möglich war. Hierzu wurde in einem engen Zeitabstand von 14 Tagen jeder Baum auf Frischbefall untersucht (Abb. 1, 4). Konnte ein Baum gefunden werden, so wurde dieser per dGPS hochgenau eingemessen. Um den folgenden Schadverlauf genau zu beschreiben, wiederholte sich auch an bekannten, befallenen Bäumen das Monitoring. Hier lag nun das Augenmerk auf der zunehmenden Kronenverlichtung. Diese wurde zum einen qualitativ in Verlichtungsprozent bewertet und zum anderen quantitativ ermittelt.



Abb. 4: Borkenkäferfrischbefall auf Intensivmonitoringfläche – direkt am Tag des Einbohrens aufgenommen

Die quantitative Ermittlung geschah mittels Streusammlern, die in jedem der Bestände die fallenden Nadeln auffangen (Abb. 5). Durch die Trockenwiegung der Nadeln konnte der Nadelverlust entlang der Streusammlertransekte gemessen und grafisch dargestellt werden (Abb. 2). Zusätzlich fanden Blattflächenindex-Messungen mit dem Solariskop statt. In Verbindung mit dem gemessenen Nadelverlust ergab sich ein deutliches Bild des Schadverlaufs ab dem Befallszeitpunkt (Abb. 3). Die genauen Aufnahmen und Messungen am Boden dienten als maßgebende Grundlage für die TU Berlin. Diese befragte in regelmäßigen Abständen alle Intensivmonitoringflächen mit einer hochauflösenden Hyperspektraldrohne (Abb. 6) mit dem Ziel, frisch befallene Bäume möglichst früh erkennen zu können.

Der genutzte Hyperspektralsensor „Headwall Nano-Hyperspec“ ist in der Lage, 270 Farbkanäle aufzunehmen und somit sehr fein sichtbar zu machen, in welchem dieser einzelnen Kanäle die Farbsignatur besonders hoch oder tief ist, wenn ein Baum frisch befallen wird. Das Farbspektrum dieses Sensors reichte von 400 bis 1000 Nm. Zum Vergleich: Das menschliche Auge kann nur drei Farbkanäle im Bereich von 380 bis 750 Nm sehen. Die Sentinel-2-Satelliten der ESA, die mittlerweile häufig auch für Erdbeobachtungen im Umweltbereich genutzt

werden, haben immerhin schon zwölf Farbkanäle von 443 bis 2190 Nm. Genauer bedeutet dies, dass ein rotes Objekt vom menschlichen Auge einfach als rot wahrgenommen wird. Sentinel 2 erkennt schon verschiedene Rottöne und der Hyperspektralsensor kann exakt den ultrafeinen Rotton bestimmen, den das Objekt tatsächlich hat. So verhält es sich auch mit den Baumkronen. Beim Frischbefall durch den Borkenkäfer werden zuerst durch die Harzproduktion, dann durch den unterbrochenen Saftfluss Prozesse in den Nadeln ausgelöst, die zu Farbveränderungen führen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. Diese gründen sich zum einen auf eine veränderte Photosynthese und zum anderen auf einen geringeren Wasserdruck in den Zellen der Nadeln, wodurch in der Folge die Assimilation nachlässt und Vergilbung/Verbraunung einsetzt. Durch das genaue Festhalten des Befallszeitpunkts und die kontinuierlichen Befliegungen mit der Hyperspektralkamera lassen sich dann genaue Aussagen darüber treffen, welche farblichen Veränderungen auf einen Borkenkäferfrischbefall schließen lassen. Diese Ergebnisse werden im kommenden Jahr mit fortlaufendem Projekt zur Verfügung stehen und eine wichtige Rolle in der Ableitung der Klassifizierungsalgorithmen spielen. Zunächst lassen sich aber für die vier Intensivmonitoringflächen folgende Aussagen treffen.



Abb. 5: Streusammler auf Intensivmonitoringflächen zur quantitativen Ermittlung des Nadelverlustes nach dem Borkenkäferbefall





Abb. 6: Befliegung der Intensivmonitoringflächen mit einer Hyperspektralkamera zur Aufnahme von Borkenkäferfrischbefall, der zuvor im Bestand genau lokalisiert wurde

In allen Beständen fand dieses Jahr tatsächlich mehr oder weniger intensiv Borkenkäferbefall statt. Im ersten Bestand konnten bereits im Oktober 2020 Bäume lokalisiert werden, in denen der Käfer überwinterte. Aus diesen und den umliegenden Beständen wurde Anfang/Mitte Juni 2021 innerhalb von zwei Wochen der gesamte Bestand befallen. Auf der zweiten Fläche verlief der Befall ebenso rasant. Die Reaktion der Bäume ließ nicht lange auf sich warten. Bereits nach vier Wochen begann der Nadelverlust, der bis Ende August seine Höchstwerte erreichte. Insgesamt fielen dort ca. 15 t/ha Nadeln auf den Boden. Der Kronenschlussgrad nahm ebenso rasch ab. Die etwas jüngeren (Abb. 1) oder etwas besser wasserversorgten Intensivmonitoringflächen wurden zwar auch im Juni befallen, aber der Befall erfolgte kleinflächiger. Auch der Nadelverlust der befallenen Bäume verlief über einen etwas längeren Zeitraum.

Bäume, die erst Ende August befallen wurden, zeigten sogar kaum Stressreaktionen und weniger Nadelverlust, was ein Auffinden teils erschwerte. Hier blätterte nach etwa zwei Monaten eher die Rinde bei grüner Krone braun vom Stamm. Bäume, in denen der Käfer letztlich zum Überwintern Unterschlupf suchte, zeigten zumindest augenscheinlich in der Krone keine Veränderung mehr. Lediglich der starke Harzfluss am Stamm und der anschließende

Borkenkäfernachweis unter der Rinde konnten als gesicherter Nachweis des Befalls dienen. Wie sich diese Bäume im Hyperspektralbereich darstellen und ob dies auch in den weniger hoch aufgelösten Sentinel-2-Aufnahmen sichtbar wird, sind spannende Fragen, die vielleicht in diesem Jahr beantwortet werden können. Geplant ist, das Intensivmonitoring auf den teilgeschädigten Flächen fortzusetzen, auch mit der Hoffnung auf bessere Wetterbedingungen. Denn als kleiner Wermutstropfen hat der wolkenige Sommer 2021 dazu geführt, dass weniger brauchbare (d. h. wolkenfreie) Satellitendaten verfügbar waren. Im Idealfall – also bei geringer Bewölkung – liegt die Wiederholungsrate für Sentinel-2-Aufnahmen bei fünf Tagen. Viel Potenzial also, das im Jahr 2022 durch paralleles Intensivmonitoring weiter genutzt werden soll. Letztlich sollen die Ergebnisse aus den Hyperspektralaufnahmen auf die Sentinel-2-Satellitendaten modelliert werden, um großflächig die Vorteile der Fernerkundung auszuschöpfen und dem Ziel einer soliden Schaderkennung näherzukommen. Zukunftsweisend ist die Nutzung der vom DLR betriebenen Cloud-Computing-Plattform „CODE-DE“, über die alle Daten akquiriert, prozessiert und die KI-Algorithmen angewandt werden. Per Onlinezugriff stehen so Rechenkapazitäten zur Verfügung, die am Desktop-PC undenkbar wären.



# Die vierte Bundeswaldinventur/dritte Landeswaldinventur in Nordrhein-Westfalen (BWI 4/LWI 3)

Lutz Jaschke

Seit Mai 2021 erfolgen in Nordrhein-Westfalen auf Waldflächen aller Besitzarten die Erhebungen zur vierten Bundeswaldinventur und dritten Landeswaldinventur (BWI 4/LWI3). In seiner Funktion als Inventurleitung hat das Sachgebiet 42 „Großrauminventuren“ die Inventur vorbereitet, betreut die eingesetzten Unternehmer, kontrolliert die Qualität der erhobenen Daten und bereitet die Ergebnisse auf.

## Ziele

Ziel der Bundeswaldinventur (BWI) ist es, einen Gesamtüberblick über die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland zu liefern. Die Landeswaldinventur (LWI) nutzt das gleiche Aufnahmeverfahren wie die BWI, verdichtet aber zur Erlangung genauerer Daten das von der BWI genutzte Stichprobennetz.

Die BWI4/LWI3 betrachtet großräumige Auswertungsgebiete (Bundesrepublik Deutschland, Land NRW, Regierungsbezirke, Forstämter), ein Herunterbrechen der Ergebnisse auf einzelne Forstbetriebe, Waldbesitzende oder forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse ist weder möglich noch angestrebt.

## Geschichte und zeitliche Abfolge (Vorgängerinventuren)

**BWI1:** 1986–1989

**LWI1:** 1995–1998 (nicht direkt vergleichbar, da mit einem anderen Verfahren aufgenommen)

**BWI2:** 2001–2002

**BWI3:** 2011–2012

**LWI2B:** 2012–2013

**BWI4-LWI3:** 2021–2022 (erstmalig synchrone Bearbeitung von BWI und LWI).

## Gesetzliche Grundlagen

Die Verpflichtung des Landes zur Durchführung der BWI ergibt sich aus § 41a des Bundeswaldgesetzes und der Verordnung über die Durchführung einer vierten Bundeswaldinventur vom 16.6.2019 (BGBL 2019 I, S. 890).

## Inventurdesign und aufgenommene Parameter

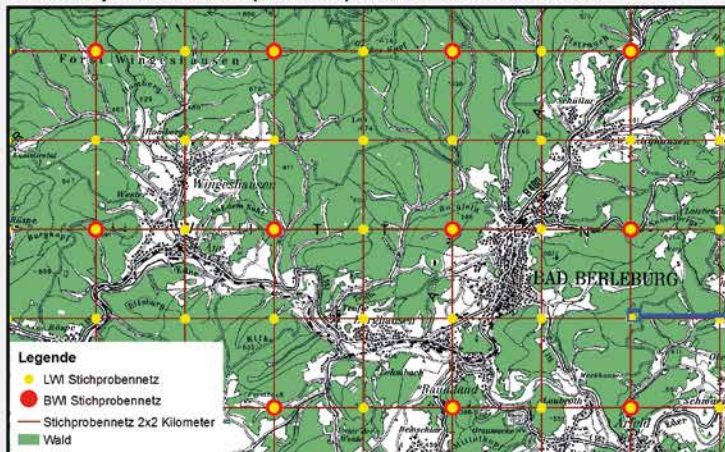
Die BWI ist angelegt als bundesweite systematische Stichprobeninventur im 4 km x 4 km-Quadratverband, orientiert am Gauß-Krüger-Koordinatensystem. Die Landeswaldinventur (LWI) nutzt das gleiche Aufnahmeverfahren wie die BWI, verdichtet aber zur Erlangung genauerer Daten das Stichprobennetz im Lande Nordrhein-Westfalen auf einen 2 km x 2 km-Quadratverband.



Abb. 1: GNSS-System, Feld-PC, Metallsuchgerät, Spiegelrelaskop, Busssole

## Das Stichprobenetz in Nordrhein-Westfalen

### Ausschnitt des BWI Stichprobenetzes (4 x 4 km) und des verdichteten LWI Stichprobenetzes (2 x 2 km) in Nordrhein-Westfalen



### Stichprobenstrakt mit 4 Traktecken

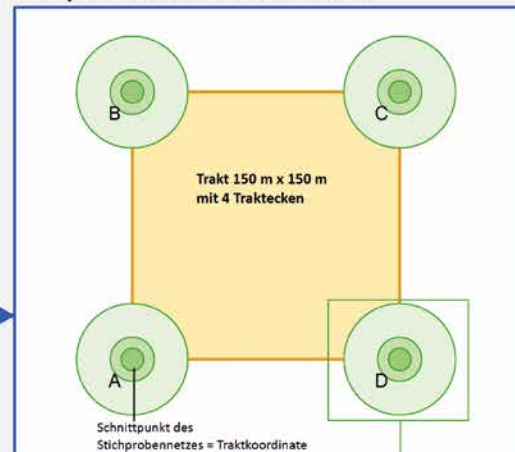
Quelle: BWI<sup>1</sup>

Abb. 2: Das Stichprobenetz von BWI und LWI, Aufbau der Stichprobenstrakte und der Traktecken

An jedem im Wald befindlichen Rasterpunkt befindet sich ein Inventurtrakt. Hierbei handelt es sich um ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 150 m, an dessen Eckpunkten die Datenerhebung erfolgt. Diese Stichprobenpunkte wurden bereits im Zuge der Vorgänger-Inventuren erfasst und unsichtbar vermarktet. In Nordrhein-Westfalen sind an circa 3.750 Waldtrakten 9.300 Ecken aufzunehmen.

An den im Wald gelegenen Traktecken werden in verschiedenen Probekreisen Daten zu den Kompartimenten Gelände, stehender Bestand, Verjüngung, Totholz, Bodenvegetation und Waldbensraumtyp erhoben.

**Im stehenden Bestand** werden im Zuge einer Winkelzählprobe mit Zählerfaktor 4 Lagekoordinaten, Baumarten, Bestandesschicht, BHD (Brusthöhendurchmesser), Baumhöhen, Alter, Schäden, erfolgte Astungen sowie zusätzlich in einer Winkelzählprobe mit Zählerfaktor 1 oder 2 die horizontale und vertikale Bestandesstruktur erhoben.

**Die Verjüngung** wird in Probekreisen mit 1 und 2 m Radius erfasst. Hier werden Bäume unter 7 cm BHD, getrennt nach Baumart und in Grö-

ßenklassen unterteilt, aufgenommen. Darüber hinaus werden Angaben zu Zaun- oder Einzelschutz, Wildverbiss und Schälsschäden gemacht.

**Das Vorkommen von Totholz** wird in einem Probekreis mit 5 m Radius dokumentiert. Das Volumen des Totholzes wird mit Durchmesser und Länge erhoben, wobei nach Baumartengruppe, Totholztyp (liegend, ganzer Baum; liegend, Teilstück; stehend, ganzer Baum; stehend, Teilstück; Wurzelstock ...) und Zersetzungsgrad unterschieden wird.

Das Vorkommen **forstlich besonders bedeutsamer Pflanzenarten der Bodenvegetation** wird innerhalb eines 10-m-Radius in drei Häufigkeitsstufen erfasst.

Auf Grundlage der in der Vorklärung der Inventur vorinstallierten natürlichen Waldgesellschaft sowie der in der Winkelzählprobe Zählerfaktor 1 oder 2 vorkommenden Baumarten ermittelt das Erfassungsprogramm einen **Waldbensraumtyp**.





Abb. 3: Erfassung der Bestandesstruktur mittels Winkelzählprobe



Abb. 4: Vermessung von Totholz mit Kluppe und Bandmaß

Erstmals werden im Rahmen einer Unterstichprobe des BWI-Netzes auch **DNA-Proben** an sieben verschiedenen Baumarten genommen. Die Auswertung dieser Proben wird eine Übersicht über die räumliche Verteilung verschiedener Genotypen unserer Waldbäume ermöglichen und einen Einblick in deren genetische Vielfalt geben.

### Ergebnisse

Die Felderhebung zur BWI4/LWI3 in Nordrhein-Westfalen begann im Mai 2021 und wird im Dezember 2022 abgeschlossen sein. Die Aufnahme der Daten erfolgt durch sieben Zwei-Personen-Teams aus speziell geschulten freiberuflichen Forstsachverständigen.

Zur Qualitätssicherung kontrollieren zwei Teams des Sachgebietes 42 stichprobenartig

im Gelände die aufgenommenen Trakte. Die Ergebnisse der BWI4/LWI3 werden Erkenntnisse zum Zustand des Waldes, der aufstockenden Menge an Holz, der Baumartenzusammensetzung, der Altersstruktur, zum Vorkommen von Totholz, zur Menge der aufkommenden Verjüngung sowie zu weiteren ökologischen und ökonomischen Fragestellungen liefern.

Über den Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Resultaten der dritten Bundeswaldinventur (BWI3) und der zweiten Landeswaldinventur (LWI2B) lassen sich Zustandsveränderungen – wie der Zuwachs von Holz, die erfolgte Nutzung oder die Verschiebung der Artenzusammensetzung – ablesen.









TEAM 5

**Waldbau**



## Im Westen was Neues: Mit dem Waldbaukonzept NRW 2.0 auf neuen Wegen!

Heiner Heile

Das Waldbaukonzept NRW 2.0 in seiner neu überarbeiteten Form bietet dem Waldbesitz in NRW auch zukünftig eine fachliche Grundlage als Entscheidungshilfe für waldbauliche Strategien naturnaher Waldbewirtschaftung im Fokus des Klimawandels. Aufgrund der neu zur Verfügung stehenden Klimadaten der Klimaperiode 1991–2020 werden die waldbaulichen Empfehlungen im Waldbaukonzept NRW angepasst bzw. präzisiert.

Die Risikominimierung der Forstbetriebe durch den Aufbau bzw. die Umwandlung bestehender labiler Altersklassenwälder in klimaresistente, strukturreiche Mischbestände aus Laub- und Nadelholzarten steht dabei im Vordergrund. Einen weiteren Themenschwerpunkt im Konzept bildet die Wiederbewaldung der aktuellen Kalamitätsflächen.

Im aktuellen Programm der Forstlichen Fortbildung des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen wird der sichere Umgang mit den neuen Instrumenten des Waldbaus, wie er im neuen Waldbaukonzept NRW 2.0 sowie in dem bereits bekannten Wiederbewaldungskonzept NRW vorgestellt wird, dem interessierten Waldbesitz sowie den Mitarbeitenden von Wald und Holz NRW vermittelt.

An der Anpassung des Konzeptes waren im Auftrag des zuständigen Fachministeriums (MULNV) neben den Fachleuten des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft erneut Vertretungen aller Waldbesitzarten sowie aller waldbezogenen Verbände in NRW beteiligt.

### Das bleibt!

#### ■ „Vier-Baumarten-Prinzip“ als Grundausrüstung strukturierter Mischbestände.

Das „Vier-Baumarten-Prinzip“ gilt als Bestandesziel in der Reifephase des Bestandes. Es kann während der Bestandesentwicklung realisiert werden und die Grundstruktur sollte bis zum Eintritt des Bestandes in die Qualifizierungsphase abgeschlossen sein. Eine Ausnahme stellt dabei der Bestandesumbau bestehender Altersklassenwälder dar. Hier wird dieses Prinzip ggf. erst in der Regenerationsphase des Bestandes umgesetzt bzw. für den nachfolgenden Bestand realisiert. Standortgerechte Pionierbaumarten sind be-



teilt, insbesondere bis zur Qualifizierungsphase. Mischwuchsregulierung und Läuterung fördern die jeweiligen Zielbaumarten.

#### ■ 72 Standorttypen: Der Standort gibt vor, was auf der Fläche möglich ist.

Die Standortfaktoren Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt definieren auch weiterhin den Standorttyp in NRW. Konkret handelt es sich a) um die Anzahl der Tage der Vegetationszeit mit  $\geq 10^\circ\text{C}$  Tagesmitteltemperatur, b) den Gesamtwasserhaushalt unter Berücksichtigung der Klimatischen Wasserbilanz zur Vegetationszeit (KWV) sowie c) die Trophiestufe (dreistufig basenreich, mäßig basenhaltig, basenarm).



■ **23 Waldentwicklungstypen (WET) mit ihren idealtypischen Baumartenmischungen.**

Die Baumartenmischungen sind hinsichtlich ihres waldwachstumskundlichen Zusammenspiels und ihrer interspezifischen Konkurrenz aufeinander abgestimmt und somit waldbaulich steuerbar. Es geht um die ausgewogene Mischung von Laub- und Nadelbaumarten, gleichermaßen die Kombination von Licht- und Schattbaumarten zur Strukturierung der Bestände. Die Basis bilden heimische Arten beider Gattungen. Eingeführte Baumarten aus anderen biogeografischen Regionen Europas und der Welt mit langer Zeitreihe in NRW (Roteiche, Douglasie, Große Küstentanne, Weißtanne) stellen eine zukunftsorientierte Ergänzung dar.

■ **Vier Übersichten zur Standortzuordnung der Waldentwicklungstypen bilden das Kernmodul des Waldbaukonzeptes.**

Hier wird für bestimmte Standortbedingungen jeweils eine adäquate Auswahl standörtlich geeigneter Waldentwicklungstypen aufgezeigt. Der Informationsgehalt dieser vier Übersichten ist dabei nicht nur auf die waldwachstumskundlichen Parameter – wie mögliche Klimaszenarien oder die Wasserverfügbarkeit während der Vegetationszeit – fokussiert, sondern in derselbigen Übersicht sind auch die für die Entscheidungsfindung des Waldbesitzes wichtigen naturschutzfachlichen Aspekte integriert: Klimaschutz und Risikominimierung im Klimawandel kann mit allen standörtlich zugeordneten WET betrieben werden. Die in Fettdruck abgebildeten WET werden auf dem jeweiligen Standorttyp aufgrund ihres waldwachstumskundlichen Potenzials besonders empfohlen. Die in der Übersicht hellblau kolorierten WET sind im Falle von vorliegenden Waldlebensraumtypen vollständig mit der FFH-Richtlinie kompatibel, die dunkelblau hinterlegten WET mit geringen Einschränkungen. Diese Einschränkungen betreffen in erster Linie die Baumartenanteile der in NRW waldlebensraumfernen Nadelholzarten in den vorliegenden Waldlebensraumtypen bzw. den Anteil von eingeführten Baumarten aus anderen biogeografischen Regionen, wie zum Beispiel Roteiche (*Quercus rubra* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Die violett hinterlegten WET wären nur im Falle von vorkommenden Waldlebensraumtypen in FFH-Gebieten nicht zulässig, da sie anteilig durch Nadelbaumarten geprägt werden.

■ **Der Waldbesitz hat die Wahl, für welchen WET er sich entscheidet.**

Mit 42 empfohlenen Baumarten innerhalb der 23 WET stehen dem Waldbesitz in NRW vielfältige Auswahlmöglichkeiten zur Verfügung, um den betrieblichen Erfordernissen und der Risikominimierung im Klimawandel gerecht werden zu können. Im WBK 2.0 werden die standörtlich möglichen waldbaulichen Alternativen aufgezeigt. Naturschutzfachliche Vorgaben werden in die Entscheidungsfindung integriert. Dies gilt insbesondere für die Flächen mit FFH-Status bzw. bei Vorrangflächen für den Arten- und Biotopschutz. Es existieren stets mehrere Optionen für einen Standorttyp, der Waldbesitz entscheidet.

**Das ist neu!**

■ **Standortübersicht für die Bereiche mit > 200 Tagen Vegetationszeit.**

Die Höhenstufen submontan bis obermontan wurden in der Standortübersicht „< 145 Tage Vegetationszeit“ zwecks Vereinfachung zusammengefasst. Es folgen die Höhenstufen kollin (145–160 Tage), im planaren Bereich (> 160–200 Tage) sowie nun ergänzend „> 200 Tage Vegetationszeit“. In der Standortübersicht werden den Standorttypen die jeweiligen standortgerechten Waldentwicklungstypen (WET) zugeordnet. Da im Verlauf des Klimawandels keine fachlich kongruente Zuordnung der Vegetationszeit mit der bewährten Höhenstufenzonierung mehr möglich ist, wurde auf eine direkte Zuordnung in der Standortübersicht verzichtet.

■ **Ergänzung des Baumartenportfolios durch sechs Experimentierbaumarten.**


Ergänzt wird das Baumartenportfolio durch sechs neue Experimentierbaumarten (Edelkastanie, Baumhasel, Walnuss, Riesenlebensbaum, Atlas-Zeder, Libanon-Zeder) mit aktuell noch begrenzten Anbauerfahrungen in NRW.

■ **Aktualisierung der Standortansprüche von Waldbaumarten auf wissenschaftlicher Basis.**

Für die Zuordnung der Waldentwicklungstypen bzw. deren Baumartenkombinationen ist die Betrachtung der vor Ort herrschenden standörtlichen Grundvoraussetzungen (Wärme-, Wasser- und Nährstoffhaushalt) elementar. Die physiologischen Grenzwerte der Standortansprüche der Waldbaumarten wurden auf Basis von wissenschaftlichen

Auswertungen bzw. aktueller Literatur angepasst (z. B. bei Experimentierbaumarten) und in der Übersicht ergänzt. Dies gilt in erster Linie für den erforderlichen Wasserhaushalt, aber auch für die notwendige Nährstoffversorgung der aufgeführten Baumarten am jeweiligen Standort. Hier wurde nach sechs Trophiestufen differenziert bzw. die Standortgerechtigkeit in drei Stufen gemäß einer Ampelkonstellation dargestellt:

 = standortgerecht, hohe Vitalität

 = bedingt standortgerecht, eingeschränkte Vitalität

 = nicht standortgerecht, geringe Vitalität

■ **Berücksichtigung der Standortdrift in Anlehnung an die aktuellen RCP-Klimaszenarien des Weltklimarates.**

Durch die Kombination mit dem Internetportal Waldinfo.NRW ist eine WET-Wahl in Anlehnung an die RCP-Szenarien 4.5 (gemäßigt) oder RCP 8.5 (stark) möglich. Als Basis dient jeweils das aktuelle Ausgangsszenario mit der Klimaperiode von 1991–2020.

■ **Waldbauliche Empfehlungen in Anlehnung an die neuen RCP-Klimaszenarien in Form von zwei Intensitätsvarianten.**

Der Waldbesitz bestimmt den Grad der Risikominimierung selbstständig durch die Wahl des grundlegenden RCP-Szenarios. Die finale Beratung des Waldbesitzes erfolgt auch weiterhin durch die jeweilige FBB-Leitung vor Ort. Die neuen Instrumente des Waldbaus in NRW ersetzen nicht die forstlich ausgebildete Fachkraft, sondern unterstützen die Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung der Eigentümerziele und der naturschutzfachlichen Vorgaben.

■ **Empfehlungen zur Waldrandgestaltung auf Basis standortgerechter Gehölzarten.**

Die Empfehlung der Waldrandgestaltung erfolgt sowohl auf standörtlicher wie naturschutzrechtlicher Basis. Das WBK 2.0 empfiehlt die Waldrandgestaltung mit gebietsheimischen Gehölzen differenziert nach vier Standortvarianten: nährstoffreich, mittlere Nährstoffversorgung, nährstoffarm, gewässerbegleitend. Dies gilt für Waldinnen- wie Waldaußenränder. Die fachgerechte Gestaltung des Waldrandes von der Krautzone bis zur Traufzone stellt neben der standortgerechten Gehölzwahl für die Strukturierung des Waldrandes eine wichtige Grundlage zur Risikominimierung der Bestände dar. Dies

gilt sowohl für die physikalische Prävention der Windeinflüsse wie auch für den vorbeugenden Waldschutz der Bestände. Die Wald-ränder stellen wichtige Lebensgrundlagen für natürliche Gegenspieler von Waldschädlingen dar (z. B. Schlupfwespen).

■ **Einfachere Zugänglichkeit: Inhaltliche und optische Straffung der Inhalte.**

Um die Lektüre des Fachkonzeptes zugänglicher zu gestalten, wurden verstärkt Fachtexte des bestehenden Waldbaukonzeptes aktualisiert und in tabellarische Darstellungen umgewandelt. Die Informationen sind für die Lesenden somit leichter erfassbar bzw. spezielle Informationen schneller auffindbar. Dies gilt insbesondere für die WET-Steckbriefe sowie die Übersichten in den Anhängen.

**Wo finde ich weitere Informationen?**

Zur Unterstützung des Waldbesitzes in NRW bietet die Landesforstverwaltung verschiedene Informations-, Beratungs- und Schulungsveranstaltungen an. Dies beinhaltet vor allem das Angebot öffentlicher Walddaten über das Internetportal Waldinfo.NRW (Link: <https://www.waldinfo.nrw.de/>). Über die Richtlinien des Landes NRW zur Förderung forstlicher Maßnahmen im Privatwald und im Kommunalwald können verschiedene waldbauliche Maßnahmen in Anlehnung an das neue Waldbaukonzept gefördert werden.

Das Waldbaukonzept NRW 2.0 wird in aktualisierter Form online zur Verfügung gestellt. Bestell- und Downloadmöglichkeit der Broschüre und weitere Informationen: [www.wald-und-holz.nrw.de](http://www.wald-und-holz.nrw.de), [www.umwelt.nrw.de](http://www.umwelt.nrw.de) (jeweils Bereich Waldbau). Die Empfehlungen des Waldbaukonzeptes NRW werden auch zukünftig an die vorhandenen Klimaprognosen bzw. den aktuellen forstfachlichen Kenntnisstand angepasst, um den Wissenstransfer beständig auf dem jeweils aktuellen Stand fortzusetzen.

Das Wesentliche:  
23 · 72 · 935 · 152

- 23 Waldentwicklungstypen auf
- 72 Standorttypen auf
- 935 000 ha Wald für
- 152 000 Waldbesitzer/-innen in NRW!



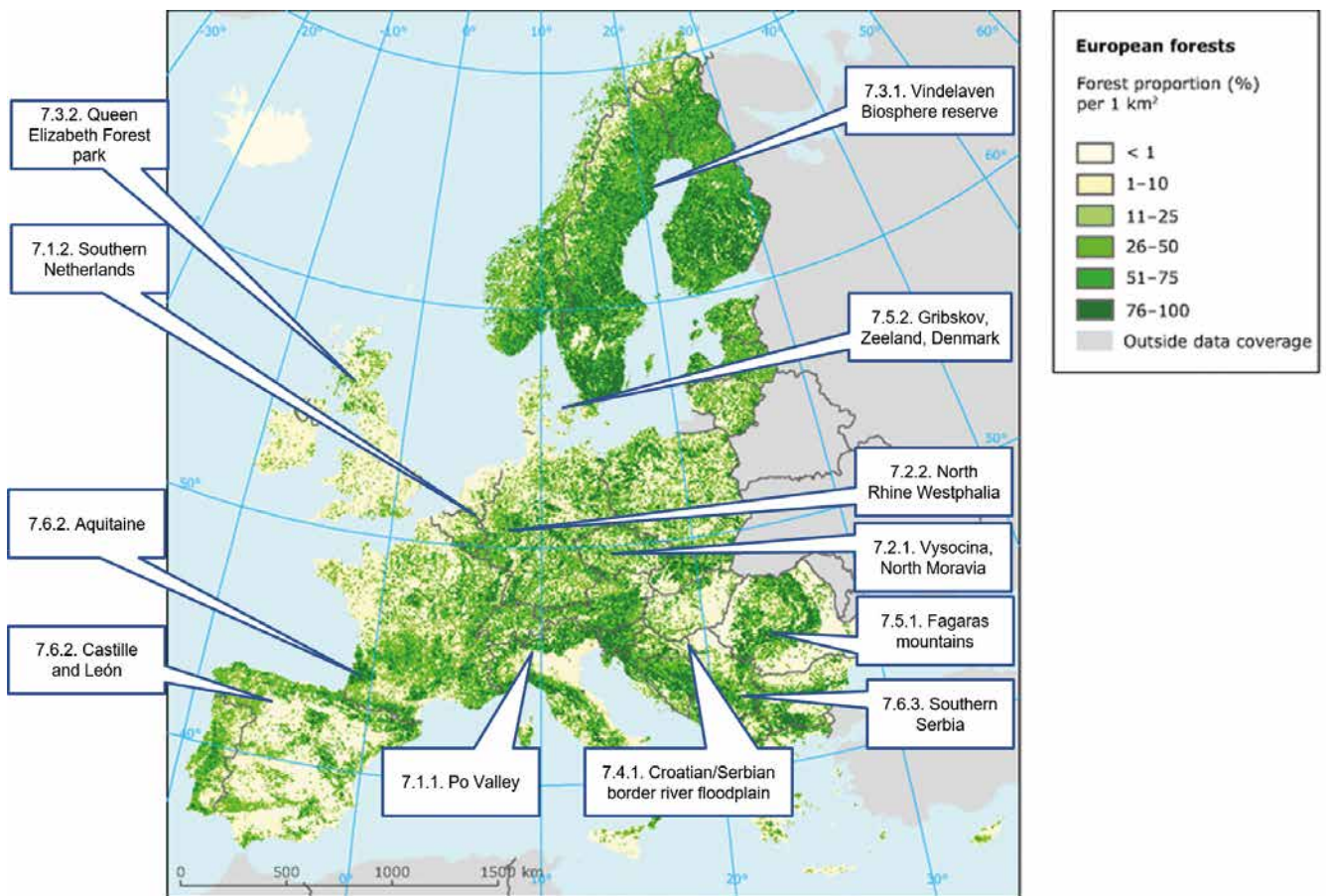


Abb. 1: Die Lage der zwölf Demonstrations-Fallbeispiele in ganz Europa

## Zentrum für Wald und Holzwirtschaft goes Europe: Das Forschungsprojekt „SUPERB“ auf Ebene der Europäischen Union

Heiner Heile

Der Projektname ist Programm: „Systemic solutions for upscaling of urgent ecosystem restoration for forest related biodiversity and ecosystem services“ oder kurz: SUPERB!

Das Projekt SUPERB fördert und erforscht die Wiederherstellung und Anpassung von Wäldern in ganz Europa. Das Vorhaben adressiert den „Green Deal Förderauftragsbereich 7“ der EU-Kommission (LC-GC-7-1-2020). Dessen Ziel ist die Wiederherstellung der biologischen Vielfalt und der Ökosystemleistungen in Europa. Ein zentraler Bestandteil von SUPERB ist der europäische Austausch von Erfahrungen zur Ökosystemrestaurierung nach großflächigen Kalamitäten. In zwölf europäischen Nationen sind dazu Demonstrationsflächen geplant. SUPERB wird vom EU-Rahmenportal „Horizon 2020“ über das Grant Agreement 101 036 849 gefördert und erhält europaweit 20 Millionen Euro für den Umsetzungszeitraum 2021–2025. Es sind aktuell 36 Projektpartner auf Ebene der EU beteiligt, darunter auch der Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen.

### Die Ausgangssituation

Während eines virtuellen Fluges über Europa stößt der aufmerksame Betrachter vielerorts auf real geschädigte Waldgebiete, die durch Feuer niedergebrannt oder von Borkenkäfern zerstört wurden, sowie auf Waldbestände, die von Luftverschmutzung und Fraßschädlingen betroffen sind oder durch die anhaltende Dürre

an Vitalität verlieren. Diese Störungen werden zukünftig an Regelmäßigkeit und Intensität zunehmen, sei es aufgrund menschlicher Eingriffe oder wegen des anhaltenden Klimawandels. Glücklicherweise erblickt der Betrachter bei seinem Rundflug über Europa nicht nur Entmutigendes: Menschen arbeiten in bzw. an den geschädigten Wäldern, neue Bäume werden gepflanzt oder gesät. Der sich natürlich regene-

rierende Wald wird vor starker Beweidung oder Wildverbiss geschützt. Der Zuschauer kann den Schutz alter Baumbestände bzw. eines ausreichenden Anteils von stark dimensioniertem Totholz erkennen, weil viele Menschen verstanden haben, wie wertvoll diese für ein funktionierendes Ökosystem sind. Mit viel Engagement und ein wenig Glück entwickelt sich wieder ein vielfältiger und gesunder Wald, der von vielen Lebewesen als Lebensraum oder von uns Menschen zur Erholung und zur Gewinnung anderer Waldökosystemleistungen genutzt werden kann.

## Herausforderungen und Chancen

Das auf vier Jahre angelegte Projekt wird von einem Konsortium aus 36 Wissenschafts- und Praxispartnern aus ganz Europa unter der Leitung des Europäischen Forstinstituts (EFI) durchgeführt. Darüber hinaus wird SUPERB von über 90 regional bis international assoziierten Projektpartnern unterstützt, die alle eng mit der Bewirtschaftung und dem Schutz europäischer Waldlandschaften verbunden sind (z. B. Landwirtschafts- und Naturschutzministerien und Regierungsstellen aus über 20 europäischen Ländern, private und kommunale Waldbesitzerverbände, Zertifizierer, Förderer etc.). Mit Projektstart im Dezember 2021 zielt SUPERB darauf ab, unsere Waldlandschaft wiederherzustellen, indem ein günstiges Umfeld für die Umsetzung von Waldrestaurierung und -anpassung in unterschiedlichen Maßstäben geschaffen wird.

SUPERB baut auf den umfangreichen, praktischen Erkenntnissen und Erfahrungen erfolgreicher und erfolgloser Waldsanierungs- und Anpassungsmaßnahmen auf und fasst diese für zukünftige Handlungsempfehlungen und Maßnahmen zusammen.

Im Mittelpunkt von SUPERB stehen Maßnahmen zur Waldrestaurierung in zwölf großräumigen Demonstrationsgebieten in 13 verschiedenen Ländern. Diese Demonstrationsflächen repräsentieren nicht nur den Umfang der Stressfaktoren in den europäischen Wäldern und die Vielfalt der notwendigen Wiederherstellungsmaßnahmen, sondern berücksichtigen auch das gesamte sozioökologische System einschließlich der unterschiedlichen Bedürfnisse der Menschen nach Ökosystemgütern und -dienstleistungen.

## NRW konkret

Das zentrale Element von SUPERB ist die praktische Implementierung der Maßnahmen zur Wiederbewaldung und Förderung der Biodiversität. In Anbetracht der Kosten pro Hektar werden in NRW ca. 60 ha als direkte Demonstrationsflächen berücksichtigt werden können. Durch die Kombination des Projektes mit nationalen Förderprogrammen (z. B. Förderrichtlinie Extremwetterfolgen NRW) kann diese Fläche noch ausgedehnt werden. Die vorgesehenen Demonstrationsflächen verteilen sich auf unterschiedliche Eigentumsformen und Bewirtschaftungsweisen, um die bestehende Situationsvielfalt umfassend abzudecken.

Folgende Beispielbetriebe in NRW haben ihre Unterstützung zugesichert und sind als Projektpartner involviert:

1. Landeseigener Forstbetrieb (Staatswald, RFA Arnsberger Wald)
2. Stadtwald Arnsberg
3. Stadtwald Remscheid
4. Forstbetriebsgemeinschaft Calle (Oberes Sauerland)
5. Evangelische Kirche von Westfalen (Forstbetriebsgemeinschaft Neunkirchen)
6. Erzbistum Köln (Kath. Kirchengemeinde St. Nikolaus)
7. Privatwald in NRW, bewirtschaftet von der Salm-Salm & Partner Dienstleistungsgesellschaft (Wallhausen, Rheinland-Pfalz)

Für diese sieben Projektpartner übernimmt der LB WH in Form des Zentrums für Wald und Forstwirtschaft (ZWH, Arnsberg) die Koordination (Team Waldbau des ZWH) in Zusammenarbeit mit dem European Forest Institute (EFI, Bonn).

Die in NRW in Betracht gezogenen Monitoringflächen (Kalamitätsflächen der Fichte) werden gemäß Waldbaukonzept NRW bzw. Wiederbewaldungskonzept NRW mit standortgerechten Baumarten wieder in Bestockung gebracht. Die neuen Instrumente des Waldbaus in NRW werden somit ihre Praxistauglichkeit auch auf EU-Ebene unter Beweis stellen können.



Die Projektleitung erfolgt durch das European Forest Institute (EFI, Bonn).

Als weitere Projektpartner fungieren:

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Alliance Forêts Bois
- Bangor Universität
- Bosgroep zuid
- Cesefor
- Croatian Forest Research Institute
- Danish Nature Agency
- Eidgenössische Anstalt für Wald, Schnee und Landschaft
- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
- Forest Sciences Center of Catalonia
- Forstforschung
- Fundatia Conservation Carpathia
- Institut Européen de la Forêt Cultivée
- Institut für Tieflandforstwirtschaft und Umwelt
- Junta de Castilla y León
- Katholieke Universiteit Leuven
- King's College London
- Kreisverwaltung von Västerbotten für Vindelälven-Juhttáhka
- Land Life Company
- Landesbetrieb Wald und Holz NRW
- Nationales Forschungsinstitut für Landwirtschaft, Ernährung und Umwelt
- Österreichisches Forschungszentrum für Wälder
- Parco Nord Milano
- Prospex Institut
- Schwedische Universität für Agrarwissenschaften
- Spanisches Nationales Institut für Landwirtschaft und Lebensmittelforschung und -technologie
- Tschechische Universität für Biowissenschaften Prag
- UNESCO Biosphärenreservat
- Universität Belgrad
- Universität Florenz
- Universität Kent
- Universität Kopenhagen
- Universität Lancaster
- Universität Mailand
- Universität Molise
- Universität Novi Sad
- Universität von Katalonien
- Wageningen Research

# Eingeführte Baumarten zur Unterstützung des Waldes im Klimawandel – das FNR-Projekt AnBauKlim

Kilian Marx

Neben den heimischen Baumarten werden seit dem 19. Jahrhundert versuchsweise Arten aus anderen Teilen der Welt im Wald angepflanzt. Diese häufig als „Fremdländer“ bezeichneten eingeführten Arten können unter anderen Wuchsbedingungen heranwachsen als heimische Arten. Mit dem voranschreitenden Klimawandel gewinnen diese Bedingungen an neuem Interesse. In dem durch den FNR finanzierten Projekt „Analyse der Anbaueignung eingeführter Baumarten im Klimawandel anhand bestehender Bestände (AnBauKlim)“ sollen vorhandene Bestände von Fremdländern erfasst und ihr Wachstumsverhalten in NRW analysiert werden.

Bis 1880 kann der Anbau von eingeführten Baumarten in NRW zurückverfolgt werden. Die ursprünglichen Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten hatten sich auf Grund der damals herrschenden Holzknappheit zum Ziel gesetzt, raschwüchsigeren Arten gegenüber heimischen Baumarten zu identifizieren. Bedingt durch den Klimawandel und die andauernde Borkenkäferkalamität hat sich dieses Ziel verändert. Nun sollen Arten identifiziert werden, die besser an die sich verändernden Bedingungen (Trockenheit in der Vegetationszeit, Hitze, vermehrt auftretende Extremwetterereignisse wie Stürme) angepasst sind und die für eine ausreichende Rohholzversorgung nach dem Wegfall der großen Fichtenbestände sorgen können.

Um zu überprüfen, ob eine Baumart in einem Gebiet anbauwürdig ist, gibt es mehrere Methoden:

- Literaturrecherchen über die bevorzugten Standortbedingungen im Herkunftsland der Arten,
- Anlegen von Anbauversuchen mit Neupflanzungen von Fremdländern,
- Untersuchungen von bereits bestehenden Beständen.

Informationen zu vielen eingeführten Baumarten, die in der Regel auf Literaturrecherchen beruhen, sind bereits im Internet verfügbar. Dem zugrunde liegen dann aber meist Erfahrungen aus den Heimatländern der Arten. Diese sind nur bedingt auf heimische Wälder übertragbar.

Anbauversuche bieten die zwar beste wissenschaftliche Grundlage, um Erkenntnisse über Anbauwürdigkeiten an neuen Wuchsorten zu gewinnen. Jedoch können in den ersten Jahren

nur Aussagen zum Verhalten der neuen Baumart in der Kultur- und Jungwuchsphase generiert werden. Erste Aussagen zu Holzqualitäten, Verjüngungspotenzial und benötigter waldbaulicher Behandlung sind erst nach Jahrzehnten möglich.

Kurzfristig Ergebnisse zur Anbauwürdigkeit liefern können dagegen Untersuchungen existierender älterer Bestände, zumal hier auch erste Aussagen zur Holzqualität etc. möglich sind. Eine Untersuchung und systematische Auswertung der bestehenden Fremdländerbestände in NRW ist bis heute nicht vollständig erfolgt. Um diese Bestände genauer untersuchen zu können, wurde das Projekt AnBauKlim ins Leben gerufen.

Im Vorfeld des eigentlichen Projektes wurden Bestände eingeführter Baumarten in NRW ermittelt. Dabei konzentrierte man sich hauptsächlich auf sechs Arten, die auf verschiedenen Standorten (unterschiedliches geologisches Ausgangsmaterial, Bodenart und -typen, Höhenlagen etc.) in NRW verteilt sind:

- Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*),
- Westliche Hemlocktanne (*Tsuga heterophylla*),
- Riesenmammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*),
- Nordmantanne (*Abies nordmanniana*),
- Pazifische Edeltanne (*Abies procera*),
- Edelkastanie (*Castanea sativa*).



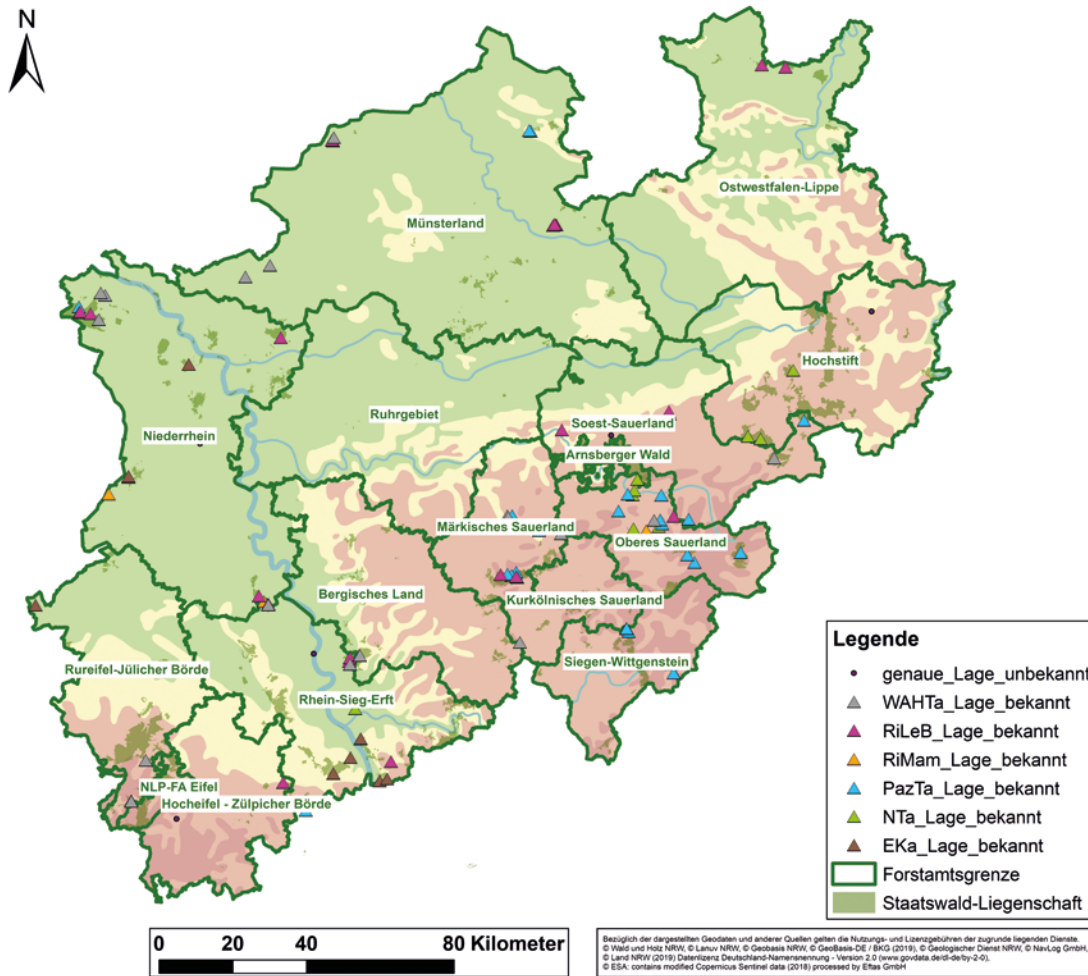


Abb. 1: Bestände eingeführter Baumarten, die für das Projekt gemeldet und ermittelt wurden

In diesen Beständen wird eine Erfassung verschiedener Einzelbaummerkmale durchgeführt. Dazu werden vor Ort Kenngrößen wie zum Beispiel Höhe, Durchmesser, Qualitätsparameter (z. B. Astigkeit, Krümmung, Drehwuchs, Holzqualität) und Konkurrenzsituation bestimmt. Anhand dieser Kenngrößen sollen Zuordnungen zu den Standorttypen des Waldbaukonzepts NRW abgeleitet werden. Auf diese Weise können diese sechs Baumarten in den Empfehlungen für einen klimaangepassten Waldbau berücksichtigt werden. Zusätzlich können Informationen darüber gewonnen werden, wie „Fremdländer“ miteinander und mit heimischen Arten interagieren. Dabei sollen Arten identifiziert werden, die gut zusammen mit heimischen Arten wachsen, diese aber nicht unterdrücken.

Neben der Aufnahme der Bestände werden von einigen Bäumen Stammscheiben gewonnen. Diese werden mittels Jahrringanalyse untersucht. Das Wachstum eines Jahresringes ist abhängig von den äußeren Einflüssen, die der Baum während des Jahres erfahren hat. Bei den Jahresringen der vergangenen Dürrejahre macht sich dies durch besonders schmale Ringe bemerkbar. Ziel ist es, den Einfluss von Dürre, Hitze und die Erholung hiervon (Resilienz) mittels der Stammscheiben zu bestimmen. Diese werden mit solchen von heimischen Arten verglichen, um so Arten zu ermitteln, die besser an die voraussichtlichen künftigen klimatischen Bedingungen angepasst sind. Solche Arten könnten heimischen Wäldern beigemischt werden, um diese klimastabiler zu gestalten.



Abb. 2: Jahringanalyse an einer Fichte. Auf dem Bildschirm werden die Ringbreiten in Abhängigkeit der Jahre dargestellt.

Das Projekt hat im vierten Quartal 2021 begonnen und die Aufnahmen der ersten Bestände finden bereits statt. Als erste Baumart wird die Edelkastanie (*Castanea sativa*) untersucht. Die Edelkastanie kommt natürlich im gesamten Mittelmeerraum vor und wird großflächig in Frankreich und Italien angebaut. Sie ist eine licht- und wärmeliebende Art und relativ trockenheitstolerant. Diese Eigenschaften machen sie interessant als Art, die besser zum sich verändernden Klima passt. Ob diese Eigenschaften auch in NRW zum Vorschein kommen, werden die Untersuchungen des Projektes AnBauKlim zeigen.



Abb. 3: Edelkastanie mit angelehntem 2-m-Stab ( $h = 23,5$  m; BHD = 50,4 cm) in einem Mischwald nahe Bonn mit mehr als 10 unterschiedlichen Baumarten (Dezember 2021)





Abb. 1: Bestände eingeführter Baumarten, die für das Projekt gemeldet und ermittelt wurden

## Neue Broschüre zu eingeführten Baumarten

Dina Scheffer

Neu ist immer besser. Stimmt das auch bei der Baumartenwahl? Oder gibt es Risiken beim Anbau der „Fremdländer“? Passt die Baumart zu meinem Betrieb und was muss ich beachten? Zur Beantwortung solcher Fragen kann die Broschüre „Eingeführte Baumarten in Nordrhein-Westfalen – Neue Baumarten an neuen Orten“ zu Rate gezogen werden.

Gerade ein Mix aus verschiedenen Baumarten erhöht die Flexibilität und Regenerationsfähigkeit eines Waldes. Im Fokus der waldbaulichen Empfehlungen in Nordrhein-Westfalen stehen daher Mischbestände aus heimischen Baumarten. Bei der Wiederbewaldung erwägen viele Forstleute, auch eingeführte Baumarten einzusetzen. Oft besteht die Hoffnung, dass diese besser an künftige Klimaextreme angepasst sind. Als Begleitbaumart zu heimischen Baumarten können die sogenannten „Fremdländer“ stabilisierend wirken. Sie sind jedoch kein Allheilmittel. Damit sie gesund und vital wachsen, ist ein Abwägen erforderlich: Passen die Standortbedingungen auf meiner Fläche zu den Bedürfnissen der Baumart? Ist der Befall durch Schädlinge wahrscheinlich? Muss ich viel Zeit in Freistellung und Astung investieren?

Antworten hierauf kann man in der Broschüre finden. Sie gliedert sich in einen allgemeinen Teil und Baumartensteckbriefe zu den sorgfältig für das Waldbaukonzept NRW ausgewählten eingeführten Baumarten. Die Broschüre liegt

als kompakte Kurzversion und als stärker erläuternde Langversion vor.

Im allgemeinen Teil wird veranschaulicht, wann Baumarten als „eingeführt“ bezeichnet werden. Der Leser erfährt, wie sie unseren Wald bereichern können, z.B. durch Trockenheitstoleranz. Außerdem werden Risiken wie z. B. Invasivität oder ein noch geringer Erfahrungsschatz zu den Baumarten erklärt. Dazu werden Kriterien vorgestellt, nach denen man entscheiden kann, ob und wie man eine eingeführte Baumart anbauen möchte (s. Abb. 2).

Die vielschichtigen Regelungen für den umsichtigen Umgang mit nichtheimischen Baumarten werden vorgestellt. Insgesamt gilt es zunächst das übergeordnete Forst- und Naturschutzrecht einzuhalten. Je nach Betrieb können zudem Vorgaben des jeweiligen Zertifizierers und Bestimmungen von forstlichen Förderrichtlinien auf die Baumartenwahl wirken.

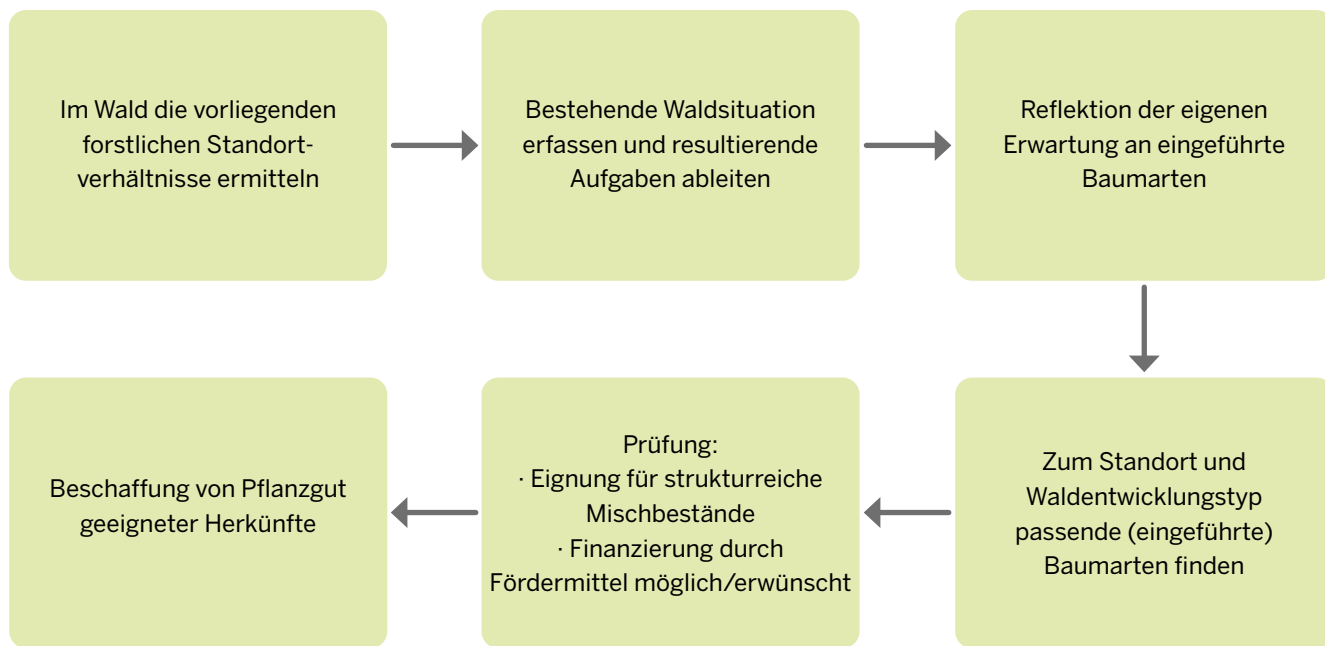


Abb. 2: Entscheidungsbereiche bei der Auswahl eingeführter Baumarten im eigenen Wald

Detaillierte und baumartenspezifische Informationen finden sich in den Steckbriefen im zweiten Teil der Broschüre. Dort wurde Wissen aus Literatur und Praxis zusammengetragen. Die Beschreibungen geben einen Überblick über Erscheinungsbild, Klima und Standort (inkl. abiotischer Risiken), biotische Risiken, Vorkommen, Wachstum, Waldbau, Artenvielfalt und Naturschutz, Verjüngung (nur in der Langversion der Broschüre) sowie Holzeigenschaften und Verwendung. Diese Charakteristika der Baumarten sind beispielsweise Hinweise darauf,

- ob sich eine Baumart zum Anbau auf einem konkreten Standort und
- für die Ziele eines Waldbewirtschaftenden eignet,
- welche Stärken und Schwächen sie hat und
- mit welchen anderen Baumarten sie wie gemischt werden kann.

Für einige nichtheimische Baumarten ist wissenschaftlich noch nicht eindeutig geklärt, ob sie zum Anbau geeignet sind. Dazu werden gerade viele neue Versuchsflächen initiiert und Daten bestehender Versuchsflächen ausgewertet. Wegen der hohen Lebensspanne von Bäumen kann es jedoch lange dauern, bis hier Ergebnisse vorliegen. Wer aufgrund des schnell voranschreitenden Klimawandels und der aktuell anstehenden Wiederbewaldung nicht so lange auf Ergebnisse warten möchte, kann z.B. betrieblich passende, für das Waldbaukonzept NRW sorgsam ausgewählte nichtheimische Baumarten auf kleiner Fläche in Mischung mit heimischen Baumarten anbauen.

Hervorgegangen ist die Broschüre aus dem vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen geförderten Projekt „Dokumentation und Beurteilung von eingeführten Baumarten im Klimawandel“. Da viele Regelungen ineinandergreifen und sich der Wissensstand zu nichtheimischen Baumarten kontinuierlich erweitert, ist vor dem konkreten Anbau einer Art die Beratung durch Fachpersonal empfehlenswert.

**Eskkastanie**

Die Eskkastanie (Edelkastanie, lat. *Castanea sativa* Mill.) empfindet sich durch Trockenheitstoleranz, ein schnelles Jugendwachstum, die frühe Bildung von Totholz und Mikrohabitatsen sowie besonders dauerhaftes Holz. Dem wirtschaftlich gravierenden Kastanienmehltau kann durch eine angepasste Bewirtschaftung entgegengewirkt werden.

**Erscheinungsbild**

- Stamm: gerade, in Beständen mitunter sehr lang
- Rinde: grau bis schwarz, tiefgerunnt, fleckig/strukturiert
- Blätter: ca. 10-15 cm lang, bis 6 cm breit, zugespitzt, am Grunde meist lang- oder eiförmig, tiefvenig, oberwärts glänzend dunkelgrün, unterwärts hellgrün, viele Stacheln
- Frucht: Nüsse, starkelig, in Kapselfrüchten
- Wurzeln: weitläufig, kräftig, Horz bis Pfahlwurzel

**Klima**

- Höhe: 0-400 m ü. NN
- Niederschlag: mind. 500 mm/Jahr
- Jahresmitteltemperatur: 8-15°C
- Vegetationszeit: mind. 140 Tage
- Toleranz: Sonne, kurze Trockenperioden, Bodentau
- Risiko: hohe Spätfrostgefährdung
- Die Art ist an warmen Standorten und kommt in NRW mit den längeren Vegetationszeiten und wärmeren Temperaturen der niedrigeren Lagen besser zurecht.

**Standort**

- Wasserhaushalt: mäßig trocken bis sehr frisch, großfruchtig
- Topografie: abtrocknend bis nichttrocken, hoher Kalk- und Phosphorgehalt
- Toleranz: Sonne
- Risiko: Fröste/Kälte im Oberboden, sehr tonhaltige Böden, Grün- oder Staunässe, recht geringe Böden

**Biologische Risiken**

Die Eskkastanie wird stark durch Schälmehl vertilgt. Durch ihr rasches Jugendwachstum wächst sie jedoch schnell aus einer für die Wildernteigenen Höhe heraus. Auch ist sie gegen Vertikalpilz relativ tolerant.

Unter den Risiken führen die Rüsselkäfer (überwiegend *Curculio*) sowie der Frühe Kastanienstecher (*Phaenocarpa fasciata*) und der Späte Kastanienstecher (*Curculio*) zu Schäden an den Früchten. Die durch den Pilz *Phytophthora cinnamomi* verursachte Trunkenerkrankung kann bei guter Wasserversorgung eine Kronenentwicklung bewirken.

**Vorkommen**

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Eskkastanie umfasst den gesamten Mittelmeerraum und den Südwesten Asiens. Die menschliche Verbreitung der Eskkastanie fand schon sehr früh vor allem durch die Römer statt. In Deutschland kommt sie besonders in wärmeren Lagen wie zum Beispiel im westlichen Schwarzwald oder an der Mosel vor. Auch in NRW befindet sich ein Schwerpunkt am Rhein. Aktuell findet eine Ausbreitung verschiedener ökologischer Typen (Mittel- und Hochstamm) statt. Diese sind den entsprechenden unterschiedlichen Tierarten gegenüber widerstandsfähiger. Zur Eskkastanie besteht keine nahe Verwandtschaft.

**Wachstum**

In NRW wurden in 60- bis 80-jährigen Eskkastanienbeständen Brusthöhendurchmesser von bis zu 50 cm und Höhen von 25 m gemessen. Selbst im Alter von 120 Jahren hatten Bestände noch einen jährlichen Zuwachs von bis zu 10 cm/Jahr. Stockausschlüsse können jährlich bis zu 20 cm/Jahr bewirken. Besonders in der Jugend wird die Baumart einen raschen Höhenwuchs auf bis hin zum Ende des Höhen-

Abb. 3: Auszug des Baumartensteckbriefes zur Eskkastanie in der Broschüre „Eingeführte Baumarten in Nordrhein-Westfalen – Neue Baumarten an neuen Orten“



## 25 Jahre Wachstum zwischen Beton und Abraum

Henning Witt

Die Geschichte des Ruhrgebiets war über die Jahrhunderte hinweg vor allem die eines eher verschlafenen Landstrichs. Erst im Zuge der Industrialisierung kam es zu einer abrupten, sich dann geradezu überschlagenden Urbanisierung und Denaturierung. Heutzutage kann man sich in Deutschland kaum eine stärker vom Menschen geprägte Landschaft vorstellen. Mit den tiefgreifenden Veränderungen im Bereich des Bergbaus und der Schwerindustrie Mitte bis Ende des letzten Jahrhunderts begann dann ein neues, teils restauratives Kapitel für die Umwelt im Ruhrgebiet, dessen Ende noch nicht absehbar ist. Vor diesem Hintergrund wurde vor 25 Jahren das Industriewaldprojekt ins Leben gerufen, dessen Ziel die Erforschung der Sukzessionsabläufe bei einer Wiederbegrünung von Industriebrachen ist.

Im Rahmen der internationalen Bauausstellung Emscher Park (IBA, 1989–1999) wurde vor einem Vierteljahrhundert ein damals neuartiges Projekt angegangen. Man beschloss, die ehemaligen Zechengelände Alma, Rheinelbe und Zollverein nach einer teils auch künstlerischen Aspekten dienenden Umgestaltung weitgehend sich selbst zu überlassen. Nur auf Teilen der Flächen wurden seitdem festgelegte Pflegekonzepte befolgt, um den Industriecharakter zu erhalten. Anders als zuvor sollten die Zechengelände auch der Erholung suchenden Bevölkerung offenstehen.

Parallel wurde eine umfassende Begleitforschung begonnen, deren Laufzeit sich mittler-

weile über zwei Projektphasen und mehrere Jahrzehnte erstreckt und die noch bis 2029 fortgesetzt werden soll. Ziel dieser Projektforschung „ist der fachübergreifende Erkenntnisgewinn über die Prozesse von Sukzession auf Industriestandorten des Ruhrgebiets sowie die Prognose einer möglichen Klimaxgesellschaft auf diesem Sonderstandort“ (Synthesebericht zum Industriewaldprojekt, 2019).

Im Zentrum des Industriewaldprojekts steht das Potenzial der Naturräume auf den ehemaligen Zechengeländen und etlicher weiterer Flächen. Ihre Entwicklung unter anderem im Zuge des tiefgreifenden Strukturwandels der Montanindustrie im Ruhrgebiet machen sie ge-



Abb. 1: Dauerbeobachtungsfläche Zollverein III: Robinienwald in Zerfallsphase auf Bergematerial

eignet für die Entfaltung einer eigenen Industrienatur. Gemeint sind damit potenzielle Lebensräume, deren Standortbedingungen zwar von Menschenhand geschaffen wurden, die sich danach aber weitgehend naturbestimmt entwickeln und wiederbegrünen können. Der Wert der Artenvielfalt auf diesen Standorten sollte keineswegs unterschätzt werden.

Um die zugrunde liegenden Sukzessionsprozesse und etwaige Wechselwirkungen richtig beleuchten zu können, wurde ein modularer Forschungsansatz gewählt. In diesem werden dieselben sechs Dauerbeobachtungsflächen auf den ehemaligen Zechengeländen anhand von vier sich ergänzenden Modulen fokussiert untersucht. Jedes davon behandelt einen anderen Untersuchungsgegenstand. Deren Synthese soll dann ein möglichst vollständiges Bild ergeben.

Die Erforschung der Module ist zwischen verschiedenen Institutionen kooperativ aufgeteilt. Das Modul Fauna wurde über beide Projektphasen durchgehend flexibel vergeben und zuletzt durch das Planungsbüro Hamann & Schulte bearbeitet. Das Modul Boden hatten in der ersten Projektphase die Universität Duisburg-Essen und das Landesumweltamt NRW inne, welches inzwischen vom Geographischen Institut der Ruhr-Universität Bochum übernommen wurde. Im Modul Vegetation löste die Biologische Station Westliches Ruhrgebiet in der zweiten Projektphase die AG Geobotanik der Universität Bochum ab. Das Modul Waldstruktur wird nach verschiedenen Verwaltungsreorganisationen nun anstelle des früheren Dezernats 41 der LÖBF durch das Team Waldbau vom Zentrum für Wald und Holzwirtschaft des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen bearbeitet.

Die Ergebnisse der in den Modulen erhobenen Daten fließen im Abstand von mehreren Jahren in gemeinsam erstellte Syntheseberichte ein, zuletzt Anfang 2019. In kürzeren Abständen finden zudem Projekttreffen zur Koordination und zum Informationsaustausch statt. Dabei werden unter anderem auch die bei der Auswertung zu berücksichtigenden Einflussfaktoren besprochen.

Auf die untersuchte Sukzession der Industriebwaldprojektflächen wirken nämlich im Laufe der Jahre verschiedenste biotische und abiotische Einflussfaktoren ein, die nicht unterschätzt werden sollten. Darunter zum Beispiel der Tourismus oder die Erholung suchende Bevöl-



Abb. 2: Dauerbeobachtungsfläche Alma II. Vorwald aus Birken und Weiden auf einem Untergrund aus mit Eisenteilen durchsetztem Bauschutt.

kerung, Stürme oder zuletzt auch Trockenheit. Personengruppen wie spielende Kinder oder Hundehaltende können vor Ort einen ähnlich großen Einfluss auf die Entwicklung der Natur haben wie klimatische Veränderungen. Und ein vom Sturm geworfener oder angeschobener Bestand lebender Birken oder Robinien bildet eine andere Umgebung für die Tier- und Pflanzenwelt als ein ungeschädigter Industriebwald.

Weitere wichtige Faktoren bei der Interpretation der Daten sind beispielsweise der sehr unterschiedliche Ursprung und die im Resultat stark voneinander abweichende Ausgangssituation der beobachteten Flächen. So entwickelt sich die Vegetation auf einer locker geschichteten Abraumhalde ganz anders als auf dem teils noch mit der Walze verdichteten Bergematerial oder auf Bauschutt. Im Ergebnis können je nach Situation offenbar dichte Pionier- und Zwischenwälder entstehen, oder es verbleiben auch über Jahrzehnte fast kahle Flächen der Pionierphase.

Eine Erkenntnis der zuletzt erfolgten Synthese der verschiedenen Module ist, dass auf den Restflächen die Entwicklung von der ersten Sukzession (Pionierstadium) hin zu den frühen Waldstadien in manchen Fällen deutlich schneller erfolgt als zuvor erwartet wurde. Mitunter werden langlebigere Zwischenstadien der klassischen Sukzessionsabfolge wie Gras und Goldrutenflur gar nicht ausgebildet. Die Gehölze, insbesondere die Pionierbaumarten, besiedeln direkt und erfolgreich den Rohboden.



Außerdem können diese direkten Übergänge vom Pionier- zum Vorwaldstadium auf Industriebrachen offenbar über sogenannte Kippunkte stattfinden. Im Zuge dieser Kippunkte beschleunigt sich der Sukzessionsverlauf erheblich und frühere Pionierfluren entwickeln sich in kurzer Zeit zu Vorwäldern. Es zeichnet sich dabei ab, dass diese Übergänge eine zwar instabile, aber auch umfangreiche Artenzusammensetzung mit sich bringen.

Einmal ausgeprägt, stabilisieren sich die entstandenen Vorwaldstadien den Ergebnissen der Begleitforschung nach, und es setzt eine langfristige Entwicklung zum Schlusswald ein. Es ist anzunehmen, dass der hierfür erforderliche Zeitraum und der tatsächliche Entwicklungsverlauf ebenso wie die schlussendliche Artenzusammensetzung von Flora und Fauna sehr von der Entstehungsgeschichte, den resultierenden standörtlichen Bedingungen und den menschlichen Einflüssen auf der jeweiligen Fläche abhängen. Selbst auf der ältesten Beobachtungsfläche mit über hundert Jahre alter Robinie ist beispielsweise die Schlusswaldphase noch keineswegs erreicht.

Im Modul Waldstruktur wird das Team Waldbau auch in künftigen Jahren seine walddökologischen Untersuchungen fortsetzen. Beobachtungswert ist insbesondere, welchen Einfluss Sturmschäden (Ela 2014) und die vergangenen Dürrejahre auf die weitere Entwicklung der besonderen Sukzessionsdynamik der Industriebestände haben werden.



Abb. 3: Dauerbeobachtungsfläche Rheinelbe II, Mischbestand aus Birken und Bergahornen auf Abraum. Auf der Fläche finden sich auch bauliche Hinterlassenschaften wie z. B. Stahlträger.

Unabhängig von den Forschungen stand 2021 ein ungewöhnliches Ereignis auf dem Plan: ein Eigentümerwechsel.

Der anfangs noch als „Restflächenprojekt“ bezeichnete Industriebestand gehörte ursprünglich zur Zuständigkeit des Ministeriums für Heimat, Kommunales, Bau und Gleichstellung NRW (MHKBG). Am 26. August fand nun, nach 25 Jahren, anlässlich des Jubiläums die feierliche Übergabe an das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW (MULNV) statt. Von nun an gehören die Industriebestände zum Sondervermögen des Forstfiskus. Mit diesem Eigentümerwechsel sind die ehemaligen Zechengelände jetzt ganz offiziell Bestandteil von Wald und Holz NRW.

#### Literatur

BSWR (Hrsg.), 2019: Synthesebericht zum Industriebestandprojekt – Projektphase 2017/2018. Oberhausen. Unveröffentlichtes Gutachten.

Butzin, B.; Pahs, R.; Prey, G., 2010: Route der Industriekultur. [http://www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/html/erneuerung\\_stadtregionaler\\_raeume/industriekultur/route\\_industrienatur\\_2.php%3Fp=3,4.html](http://www.ruhrgebiet-regionalkunde.de/html/erneuerung_stadtregionaler_raeume/industriekultur/route_industrienatur_2.php%3Fp=3,4.html) (Stand 20.12.2021).

Keil, A.; Otto, K.-H., 2008: Industriebestand Ruhrgebiet – neue Natur auf alten Industriearealen. [https://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen\\_Regional/Naturraum/Industriebestand](https://www.lwl.org/LWL/Kultur/Westfalen_Regional/Naturraum/Industriebestand) (Stand 20.12.2021).



Abb. 4: Übergabe des „Industriebestandsschlüssels“. Von links nach rechts: die damalige Ministerin Ursula Heinen-Esser (MULNV), Ministerin Ina Scharrenbach (MHKBG), Oberbürgermeisterin Karin Welge (Stadt Gelsenkirchen), Christian Frank und Oliver Balke (beide Wald und Holz NRW).



## Haselnuss und Wildrose – zwei Beispiele aus der praktischen Arbeit der Generhaltung

Marius Zimmermann und Marius Erley

Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist die Erhaltung und Förderung gehölzgenetischer Ressourcen von großer Bedeutung. Eine hohe genetische Diversität bildet die Grundlage für die Anpassungsfähigkeit der heimischen Baum- und Straucharten an sich verändernde Umweltbedingungen. Zu diesem Zweck werden vom Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut Generhaltungsprojekte durchgeführt, deren ökologische Relevanz am Beispiel der Nieheimer Flechthecken und autochthoner Wildrosen der Stadt Medebach erläutert werden soll.

Die zunehmende Intensivierung der Flächennutzung stellt für die Flora und Fauna vieler Ökosysteme eine ernstzunehmende Bedrohung dar. Somit ist ein Erhalt der Artenvielfalt von großer Bedeutung für die genetische Diversität und damit die Stabilität in den bedrohten Ökosystemen. Besonders betroffen von einer zunehmenden Flächennutzung sind Agrarlandschaften. Diese waren in der Vergangenheit zusätzlich zu ihren typischen Strukturen wie Wiesen oder Feldern auch durch Hecken als Landschaftselemente charakterisiert.

Hecken erfüllen als ökologische Verbindungsstreifen in Agrarlandschaften – neben ihrer Funktion als Grenze – eine Vielzahl wichtiger Naturschutzfunktionen (beispielsweise beim Bodenschutz, bei der Bestäubung oder bei der Verfügbarkeit von Wasser. Montgomery et al. 2020). Durch die Veränderung des Landschaftsbildes hin zu großflächigeren Bewirtschaftungseinheiten haben Hecken in der modernen Landwirtschaft jedoch nur noch selten einen Platz. Die historische Kulturlandschaft „Nieheimer Flechthecken“ ist lebendiger Zeuge einer jahrhundertealten Tradition, welche erstmals 1650 beschrieben und durch die generationenübergreifende Weitergabe von Wissen und Fertigkeiten aufrechterhalten wurde (Abbildung 1).

Jedoch sind die überwiegend aus Haseln (*Corylus avellana*) bestehenden Heckenlandschaften in der Region um Nieheim infolge der intensiven landwirtschaftlichen Flächennutzung in den letzten 60 Jahren um ca. 90 % zurückgedrängt worden. Umso bedeutender sind daher die Erhaltung und Förderung der noch verbliebenen Flechthecken. Zu diesem Zweck hat das Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut in Kooperation mit dem Heimatverein Nieheim e. V. ein Projekt zur vegetativen Vermehrung



Abb. 1: (A) Charakteristische Struktur der Nieheimer Flechthecken. (B) Nahaufnahme eines Weidentriebs, welcher mithilfe einer speziellen Knotentechnik der Flechthecke ihre Struktur gibt.

der autochthonen Haseln mittels Stecklingen durchgeführt.

Die Förderung der über 350 Jahre alten autochthonen Haselnusshecken wurde wie nachfolgend beschrieben in die Praxis umgesetzt. Zunächst erfolgte die Werbung einjähriger Haseltriebe zur Förderung der genetischen Vielfalt an drei verschiedenen Heckenstandorten. Anschließend wurden die erworbenen Triebe



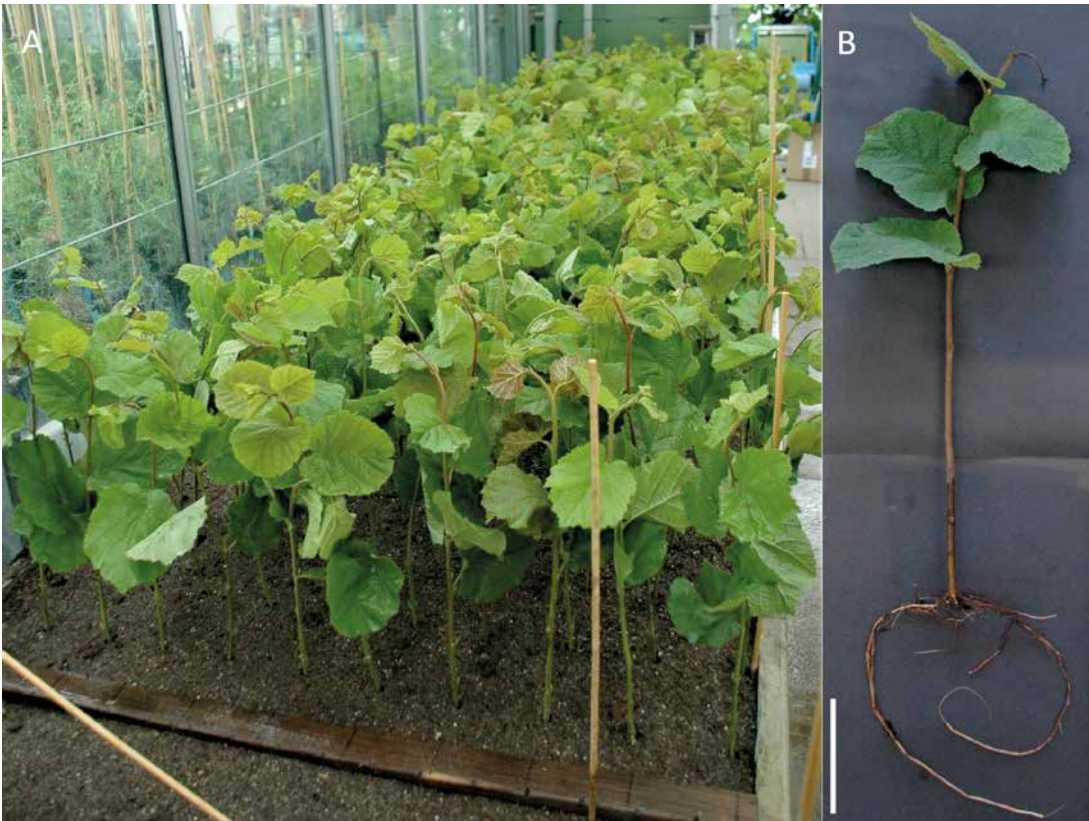


Abb. 2: (A) Übersicht der Haselstecklinge zum Zeitpunkt der Absteckung im Saatbeet. (B) Einzelaufnahme eines bewurzelten Haselstecklings 19 Wochen nach dem Abstecken ins Saatbeet. Maßstab = 10 cm.

auf eine Länge von ungefähr 50 bis 60 cm zu rechtgeschnitten und im Saatbeet abgesteckt (Abbildung 2A).

Um die Transpiration der wurzellosen Stecklinge auf ein Minimum zu reduzieren, wurde die Anzucht durch die Verwendung einer Sprühnebelanlage bei konstant hoher Luftfeuchtigkeit durchgeführt. Exemplarische Testungen ergaben, dass die Ausbildung von Wurzeln bei den Haselstecklingen etwa acht Wochen nach dem Abstecken ins Saatbeet eingesetzt hat. Viereinhalb Monate nach dem Abstecken ins Saatbeet konnten bereits deutliche Wurzelbildungen bei einigen Haselstecklingen beobachtet werden (Abbildung 2B).

Eine umfangreiche Analyse der Bewurzelungsrate der Haselstecklinge (unter Berücksichtigung der verschiedenen Heckenstandorte) erfolgt nach erneutem Blattaustrieb der Pflanzen im Frühjahr 2022. In diesem Zuge werden die bewurzelten Haselpflanzen aus dem Saatbeet in Töpfe umpflanzte, um ein weiteres Wachstum bis zur Auspflanzung zu fördern. Die angezogenen Haselpflanzen dienen dabei als Grundlage für die Begründung neuer Flechthecken in Nieheim mit autochthonem Ausgangsmaterial und leisten einen wichtigen Beitrag für die Biodiversität sowie die Vernetzung von

Biotopen in der Region. Durch die Anlage von neuen Haselhecken wird zusätzlich das immaterielle Kulturerbe „Nieheimer Flechthecken“ weiter gefördert.

Neben der Hasel gibt es weitere Baum- und Straucharten, die für den Biotoptyp Hecke ökologisch von großer Bedeutung sind. Hierzu zählen u.a. diverse Wildrosenarten, die überwiegend im Übergang zum Staudensaum vorzufinden sind (Blanusa et al. 2019). Als Positivbeispiel für die Erhaltungsbemühungen solcher Arten kann das Projekt zur Förderung autochthoner Wildrosen der Stadt Medebach genannt werden.

Unter Mithilfe des Botanikers vom Verein für Natur- und Vogelschutz im HSK e. V., Richard Götte, wurden einjährige Triebe der Wildrosenarten Hunds-Rose (*Rosa canina*), Hecken-Rose (*R. corymbifera*), Blaugrüne Rose (*R. dumalis*), Wein-Rose (*R. rubiginosa*), Falsche Hunds-Rose (*R. subcanina*) und Filz-Rose (*R. tomentosa*) an verschiedenen Standorten im Umkreis von Medebach erworben. Im Anschluss daran erfolgte das Zurechtschneiden der einjährigen Triebe auf eine Länge von ca. 12 bis 15 cm. Ein weiteres zu berücksichtigendes Kriterium bei der Stecklingsvermehrung von Wildrosen ist die Beschaffenheit der Sprossachse. Hier gilt es,

dicke, bereits verholzte Stecklinge (keine gute Bewurzelungsrate) und sehr dünne Stecklinge (Gefahr durch Verfaulen) auszusortieren. Die geeigneten Stecklinge wurden zur Reduzierung der Transpirationsoberfläche, abgesehen von einem gefiederten Laubblatt, vollständig von Blättern befreit und anschließend in das Saatbeet gesteckt (Abbildung 3A).

Die Anzuchtbedingungen gleichen denen der Hasel. Nach etwa acht Wochen konnten bei den Wildrosen ebenfalls initiale Wurzelbildungen beobachtet werden, welche nach weiteren zehn Wochen bereits deutlich fortgeschritten waren (Abbildung 3B). Eine Aussage zum Anzuchterfolg erfolgt im Frühjahr 2022, nachdem die bewurzelten Pflanzen aus dem Saatbeet in Töpfe umgepflanzt wurden.

Um die oftmals geringen Anwuchsraten bei Stecklingsvermehrungen zu verbessern, wurden die Stecklinge beim Abstecken ins Saatbeet mit verschiedenen Substanzen behandelt, welche induzierend auf eine Wurzelbildung wirken sollen. Da die Auswertung des Versuchs erst im Frühjahr 2022 erfolgt, kann zum jetzigen

Zeitpunkt noch keine Aussage über die Wirksamkeit der verwendeten Substanzen bei der Stecklingsanzucht von Hasel und den verschiedenen Wildrosenarten getroffen werden.

Die Generhaltungsprojekte „Nieheimer Flechthecken“ und „autochthone Wildrosen aus Medebach“ zeigen eindrucksvoll, dass die gezielte Förderung ausgewählter Projekte durch das Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der genetischen Vielfalt verschiedener Baum- und Straucharten leistet. Durch die Auswahl geeigneter Generhaltungsprojekte können zusätzlich zur ökologischen Bedeutung zeitgleich weitere positive Aspekte (z. B. der Erhalt eines immateriellen Kulturerbes) gefördert werden, wie das Beispiel der Nieheimer Flechthecken anschaulich verdeutlicht.

#### Literatur

Blanusa, T., Garratt, M., Cathcart-James, M., Hunt, L., Cameron, R. W. F., 2019. Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, Vol. 44. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126391>.

Montgomery, I., Caruso, T. und Reid, N., 2020. Hedgerows as Ecosystems: Service Delivery, Management, and Restoration. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 51: 81-102. <https://doi.org/10.1146/annurev-ecolsys-012120-100346>.

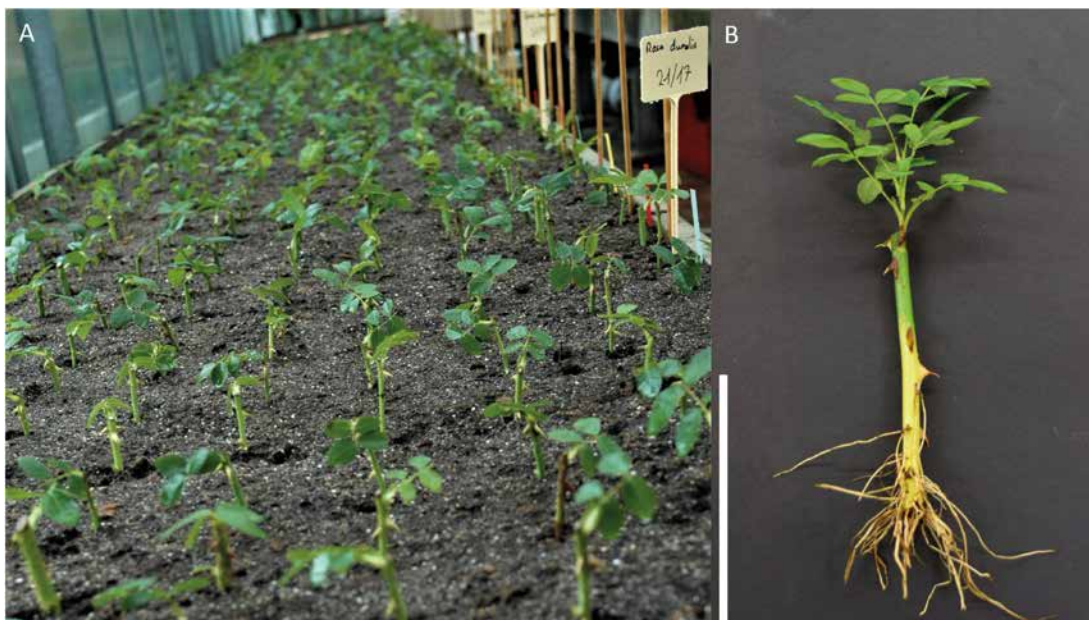


Abb. 3: (A) Übersicht der Wildrosenstecklinge zum Zeitpunkt der Absteckung im Saatbeet. (B) Einzelaufnahme eines bewurzelten Wildrosenstecklings (*R. dumalis*) 19 Wochen nach dem Abstecken ins Saatbeet. Maßstab = 10 cm.





TEAM 6

**Wald-/  
Klimaschutz**



# Vorgehensweisen zur Schätzung des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials von Aufforstungen

Florian Heimsch und Mathias Niesar

Im Zuge der Borkenkäferkalamität und des zunehmenden Bewusstseins in der breiten Bevölkerung, dass gesunde und klimastabile Wälder eine große Bedeutung für die Bekämpfung des anthropogenen Klimawandels haben, kam es in den vergangenen zwei Jahren vermehrt zu Anfragen bezüglich des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials von Aufforstungen. So war beispielsweise eine in NRW LED-Leuchten produzierende Firma daran interessiert, zur Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen in der Nähe ihres Hauptsitzes beizutragen, und die nordrhein-westfälische Landesregierung finanzierte eine Erstaufforstung im Münsteraner Umland im Zuge ihrer CO<sub>2</sub>-Kompensation von Dienstreisen.

Zur groben Abschätzung des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials stehen aktuell zwei verschiedene Datenquellen und Vorgehensweisen zur Verfügung. Auf der einen Seite können die tradierten Zuwachs- bzw. Ertragstabeln in Kombination mit Holzdichtewerten verwendet und auf der anderen Seite die Daten des Treibhausgasinventars 2017 genutzt werden.

Zuwachstabeln basieren auf seit dem 19. Jahrhundert von Forstleuten beobachteten, jährlichen Volumenzuwächsen der verschiedenen Hauptbaumarten und Altersklassen. Bis heute sind sie nach wie vor das beste Mittel, um eine nachhaltige Holzentnahme sicherzustellen. Das Treibhausgasinventar 2017 wiederum hat viele Überschneidungen mit Landes- und Bundeswaldinventuren. Für diese Inventuren wird auf sehr vielen vorgegebenen Flächen der Baumbestand vermessen und das Holzvolumen bzw. die Kohlenstoffvorräte mithilfe von Expansionsfunktionen auf die gesamte Waldfläche hochgerechnet. Neben den aus großräumigen Inventuren nutzbaren Daten bilden vor allem die Daten der forstlichen „Ertragstabeln“ das Geschehen im Wald zumindest näherungsweise so gut ab, dass mit diesen, in Verbindung mit den waldbaulichen Einzelplanungen der Forsteinrichtung, steuerliche Hiebssätze berechnet und von den Finanzbehörden akzeptiert werden. Für die hier vorzunehmenden Berechnungen wurde dieser Genauigkeitslevel als ausreichend angesehen. Für genauere Prognosen über das CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzial von Wäldern, die über den Detailgrad dieser Datenquellen hinausgehen, wären pro Fläche umfangreiche Erhebungen nötig. Sie waren im vorliegenden Fall in der Kürze der Zeit nicht umsetzbar (siehe auch das Fazit unten).

## Benötigte Kenngrößen

Neben der Flächengröße sind geplante Baumartenzusammensetzungen und der Betrachtungszeitraum zwingend benötigte Informationen. Die Substitutionsleistung wird nach Knauf und Frühwald<sup>1</sup> mit 0,6 t C/t C für energetische und 1,6 t C/t C für stoffliche Substitution angesetzt. Dies bedeutet, dass pro Tonne Kohlenstoff in energetisch verwertetem Holz 0,6 t und bei stofflich verwendetem Holz 1,6 t Kohlenstoffemissionen vermieden werden. Des Weiteren muss, wenn der Holzproduktespeicher mit in die Rechnung einfließen soll, eine Annahme über die konkrete Verwendung des stofflich verwendeten Holzes getroffen werden. Hier könnten z.B. auch geplante wertsteigernde Maßnahmen wie Wertastungen in die Bewertung mit einfließen. Bei Ableitungen des Kohlenstoffspeichers aus Holzbiomassewerten wird vereinfachend angenommen, dass Holz über alle Baumarten hinweg zu 50 % aus Kohlenstoff besteht.

## Beispielhafte Berechnung des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials einer Erstaufforstung auf 0,79 ha im Münsteraner Umland anhand forstlicher Ertragstabeln

Die Erstaufforstung auf einer Fläche von 0,79 ha sollte zu 66 % mit Eichen erfolgen, weshalb eine rechnerische Umtriebszeit von 160 Jahren angenommen wurde. Bei der Abschätzung des Klimaschutzpotenzials dieser Maßnahme wurde der Holzproduktespeicher vernachlässigt, da nicht von einer Nutzung des Holzes über den gesamten Zeitraum ausgegangen werden konnte. Für die Baumart Vogelkirsche wurde eine Folgepflanzung nach 80 Jahren angenommen,

<sup>1</sup> Knauf, M.; Frühwald, A., 2013: Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz. Münster: Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen. Verfügbar unter [https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Broschuere\\_Studie\\_Klimaschutz\\_Langfassung.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Broschuere_Studie_Klimaschutz_Langfassung.pdf).



da diese selten ein höheres Alter erreicht. Für Hainbuche wurde die Umtriebszeit, analog den maximal verfügbaren Ertragstafelnden, auf 140

Jahre festgelegt. Die Berechnung basiert auf folgenden Eckdaten:

Tabelle 1: Baumartenverteilung der Aufforstungsfläche

Baumart	Anzahl Setzlinge	Ertragstafel	Mittlere Rohdichte [kg/m³]	Umtriebszeit [Jahre]
Eiche	2.963 (66 %)	Eiche Jüttner 1955 m.D.	690	160
Hainbuche	400 (9 %)	Buche Wiedemann 1931 m.D.	830	140
Flatterulme	400 (9 %)	Eiche Jüttner 1955 m.D.	680	160
Vogelkirsche	200 (4 %)	Birke Schwappach 1929	610	2 x 80
Sonstige Pflanzen	500 (12 %)			

Verwendete Abkürzungen: Efm o. R. – Erntefestmeter ohne Rinde  
 dGz – durchschnittlicher Gesamtzuwachs HBU - Hainbuche  
 Vfm – Vorratsfestmeter

Tabelle 2: Berechnung des Waldspeichers und der Substitutionseffekte

Baumart	Anzahl Setzlinge (St.)	Anteil	Ertragsklasse	dGz (Vfm)	dGz (Vfm) 80–160 Jahre
1	2	3	4	5	6
Eiche	2.963	0,66	1,5	6	960
Ulme	400	0,09	1,5	6	960
Hainbuche 1 Umtriebszeit	400	0,09	1,5	8,2	1148
Vogelkirsche 1 Umtriebszeit	200	0,04	1,5	4,3	344
Vogelkirsche 2 Umtriebszeit	---	---	1,5	4,3	344
Summe					

Ausscheidender Bestand/ha									Substitution t CO <sub>2</sub>	
Vornutzungen (rechnerischer Reinbestand)									Energetische Nutzung	Stoffliche Nutzung
Baumart	Vfm	abzüglich 10 % Vfm liegendes und stehendes Totholz	Efm o. R. Sp. 17 x Tafel red. Faktor	kg Sp. 18 x Rohdichte	t Holz	t C	t CO <sub>2</sub>	t CO <sub>2</sub> Sp. 22 x Sp. 4	60 % (HBU = 100 %) Sp. 23 x 0,6 (1,0) x Subfaktor	40 % Sp. 23 x 0,4 x Subfaktor
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Eiche	540,00	486,00	383,94	264.918,60	264,92	132,46	486,13	320,84	128,98	192,51
Ulme	540,00	486,00	383,94	261.079,20	261,08	130,54	479,08	43,12	17,33	25,87
Hainbuche 1 Umtriebszeit	523,00	470,70	398,21	330.516,13	330,52	165,26	606,50	54,58	36,57	0,00
Vogelkirsche 1 Umtriebszeit	163,00	146,70	118,83	72.484,47	72,48	36,24	133,01	5,32	2,14	3,19
Vogelkirsche 2 Umtriebszeit	163,00	146,70	118,83	72.484,47	72,48	36,24	133,01	5,32	2,14	3,19
Summe	1.929,00	1.736,10	1.403,75	1.001.482,87	1.001,48	500,74	1.837,72	429,19	187,16	224,76

Fazit und Einschränkungen

Bei Betrachtung der Gesamtklimaschutzleistung des Clusters Wald und Holz für NRW in Höhe von 18 Mio. t CO<sub>2</sub> /Jahr<sup>2</sup> werden 78 % durch die sogenannten Substitutionseffekte erzielt. In der vorliegenden Berechnung bleibt diese Summe mit 48 % (siehe Abb. 1) deutlich unter dieser Größenordnung zurück. Dies liegt an der nicht eindeutig zu benennenden zukünftigen Verwendung der aufgeforsteten Laubhölzer. Der Tabelle 2 sind die zugrunde gelegten Verhältniszahlen von thermischer zu stofflicher Verwendung, nämlich 60 : 40, zu entnehmen, welche diese Diskrepanz erklären.

Sowohl die Ertragstafeln als auch die öffentlich verfügbaren Ergebnisse des Kohlenstoffinven-

<sup>2</sup> Vgl. Knauf/Frühwald 2013.

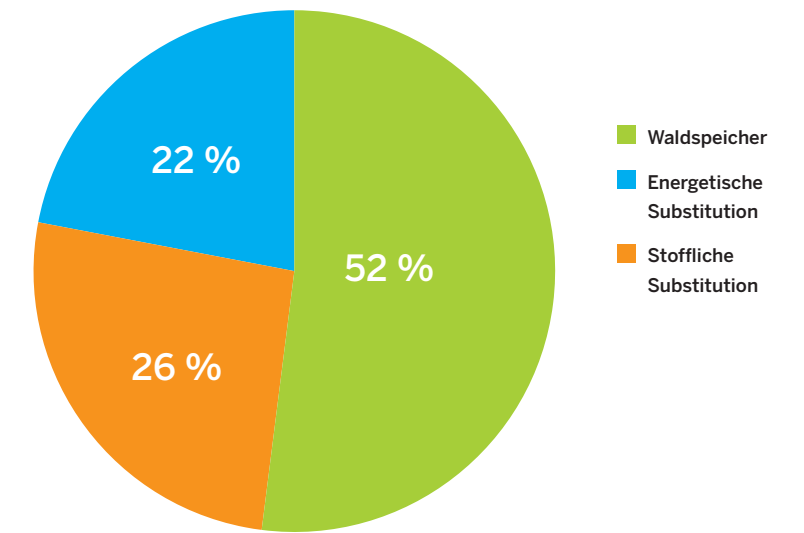


Abb. 1: Anteilige Klimaschutzleistung der Aufforstungsfläche

Waldspeicher (incl. 10 % Totholz) pro ha							
Vorrat (rechnerischer Reinbestand)				Anteiliger, tatsächlicher Vorrat			
Vfm Ertragstafel	Vfm Totholz (Sp. 16–17)	Efm o.R (Sp. (8+9) x Tafel red. Faktor)	kg Sp. 10 x Rohdichte	kg (Sp. 11 x Sp. 4)	t Holz	t C	t CO <sub>2</sub>
7	8	9	10	11	12	13	14
420	54,00	374,46	258.377,40	170.529,08	170,53	85,26	312,92
420	54,00	374,46	254.632,80	22.916,95	22,92	11,46	42,05
625	52,30	572,9958	475.586,51	42.802,79	42,80	21,40	78,54
181	16,30	159,813	97.485,93	3.899,44	3,90	1,95	7,16
181	16,30	159,813	97.485,93	3.899,44	3,90	1,95	7,16
1.827,00	192,90	1.641,54	1.183.568,57	244.047,70	244,05	122,02	447,83

Ergebnis

Waldspeicher	353,75 (52 %)
Stoffliche Substitution	177,56 (25 %)
Energetische Substitution	147,86 (22 %)
Substitution gesamt	325,42 (48 %)
Summe CO <sub>2</sub> -Kompensation	679,20 (100 %)

tars 2017 sowie der Landes- und Bundeswaldinventuren können für eine fundierte Abschätzung des CO<sub>2</sub>-Speicherpotenzials von Wäldern dienen. Einschränkend ist anzuführen, dass die beiden anfangs genannten Datenquellen die Wachstumsraten der letzten Jahrzehnte – im Falle der höchsten Altersklassen sogar des letzten Jahrhunderts – widerspiegeln und aufgrund der geänderten Rahmenbedingungen einer Anpassung bedürfen. Neben den unterschiedlich hohen und wachstumsfördernden Stickstoffeinträgen ist hier vor allem die sich seit 1990 abzeichnende Klimaveränderung mit stetig steigenden Durchschnittstemperaturen sowie extremen und wachstumshemmenden Witterungserscheinungen anzuführen. Die extreme Hitze und Trockenheit der Jahre 2018, 2019 und 2020, die zu stagnierenden, teils ausgebliebenen Zuwächsen der Bäume führte, ist in die obige Betrachtung noch nicht eingeflossen.

Des Weiteren liegt den oben angegebenen Schätzungen zur Substitutionsleistung die heutige Verwendung von Holzsortimenten zugrun-

de. Während das Baumwachstum angesichts der wahrscheinlichen Zunahme von Hitze- und Dürresommern im Berechnungszeitraum von 160 Jahren unter diesen Umständen vermutlich überschätzt wird, dürften Substitutionseffekte durch technologische Entwicklungen – wie beispielsweise der heute schon verfügbaren „Baubuche“ – sowie Änderungen in Bauverordnungen zunächst unterschätzt werden. Es ist zu hoffen, dass wir es weltweit schaffen, die benötigte Energie Schritt für Schritt und näherungsweise zu 100 % aus regenerativen Quellen zu erzeugen. Dann könnte es aber sein, dass die Substitutionseffekte in den betrachteten 160 Jahren teilweise wieder abnehmen, wenn etwa Zement völlig klimaneutral hergestellt werden könnte. Dennoch verbliebe der enorme Vorteil des Baustoffes Holz gegenüber Zement/Beton bestehen, da ja die Bäume beim Aufbau dieses „Werkstoffes“ der Luft klimaschützend CO<sub>2</sub> entziehen. Die hier beschriebenen Schätzungen sind dementsprechend als eine grobe Richtschnur zu verstehen und nicht als exakte Vorhersagen der Zukunft.



# Genomanalyse bei Buchdruckern und DNA-Metabarcode-Analyse bei dessen Feinden

Lisa Stange, André Liefertz und Mathias Niesar

Während der Borkenkäferkalamität an Fichte wurde in den vergangenen drei Jahren vermehrt ein Befall durch Buchdrucker (*Ips typographus*) an Kiefern (*Pinus sylvestris*) festgestellt. Da sich die Borkenkäfer vollständig entwickeln konnten und die Kiefern zum Absterben brachten, bestand der Verdacht, dass sich Mutationen bilden könnten. Weiterhin stellten Kollegen aus dem Team Wald- und Klimaschutz im Winter 2020/2021 erhöhte Parasitierungsraten an Borkenkäfern fest, die einer Untersuchung zur Artbestimmung bedurften. Aus diesen Gründen wurden für beide Beobachtungen genetische Untersuchungen beauftragt, um genauere Erkenntnisse zu den Vermutungen zu erhalten.

## Untersuchung des Genoms von Buchdruckern, welche Fichten und Kiefern befallen

### Hintergrund

Seit 2018 schreitet auch in NRW die Borkenkäferkalamität immer weiter voran. Im ganzen Land kommen Buchdrucker in extremen Anzahlen vor. Überwiegend befallen diese die Baumart Fichte (*Picea abies*). Je weiter die Kalamität fortschreitet, desto mehr Meldungen zum Befall von Kiefern mit Buchdruckern erreichten das Team Wald- und Klimaschutz. Diese Meldungen wurden positiv verifiziert. Die Fichten-Borkenkäfer entwickelten sich innerhalb der Kiefernrinde vollständig vom Ei über Larven und Puppen bis hin zu erwachsenen Käfern. Die derart durch Buchdrucker befallenen Kiefern starben ab. Da landesweit Milliarden von Buchdruckern mit hohen Vermehrungsraten vorkommen, war zu befürchten, dass sich auch Mutationen bilden, die zu einer „Entwicklung“ des Buchdruckers an Kiefer zu spezifischen „Kiefern-Buchdruckern“ führen könnte. Aufgrund dieser Vermutung kam es in Zusammenarbeit mit der Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, zur Durchführung einer Studie.<sup>1</sup>

### Methodik (DNA-Isolation, Sequenzierung und SNP-Identifizierung)

Es wurden ca. 300 Buchdrucker aus drei verschiedenen Orten (Ahlefeld, Arnsberg und Engelskirchen) von Fichten und Kiefern gesammelt. Diese wurden zur Uni Göttingen gesandt,

um sie anhand von speziellen Markern zu analysieren und ihre genetische Diversität und Differenzierung zu bestimmen.

Zuerst wurde die DNA aus den Buchdruckern isoliert und hinsichtlich Qualität und Quantität analysiert. Dabei stellte sich heraus, dass die Quantität und Qualität für die spätere Sequenzierung nicht ausreichend gewesen wäre. Deshalb wurden jeweils fünf Käfer in Pools zusammengefasst, aus denen die DNA extrahiert wurde, um die Menge des Ausgangsmaterials für die DNA-Isolierung zu erhöhen. Durch diese Maßnahme war es möglich, DNA in ausreichender Quantität und Qualität für die Sequenzierung zu gewinnen.

Nach der Sequenzierung wurden verschiedene bioinformatische Analysen durchgeführt, um SNPs<sup>2</sup> zu identifizieren. Zur weiteren Erhöhung der Qualität des SNP-Sets für die nachfolgenden Analysen wurden weitere Filterungsschritte durchgeführt. Zur Datenauswertung (z. B. Heterozygotie, genetische Differenzierung) wurden dann verschiedene Softwareprogramme verwendet.

### Ergebnisse

Zum einen konnte festgestellt werden, dass alle betrachteten Populationen und Teilpopulationen (Käfer in Kiefern/Käfer in Fichten sowie Käfer in unterschiedlichen, bis zu 90 km voneinander entfernten Gebieten) eine einheitlich hohe genetische Diversität<sup>3</sup> zeigten (Tab. 1).

<sup>1</sup> Die Studie wurde mit Finanzmitteln des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

<sup>2</sup> Einzelnukleotid-Polymorphismus (engl. Single Nucleotide Polymorphism). Als SNP wird eine Variation eines einzelnen Basenpaares in einem komplementären DNA-Doppelstrang bezeichnet. SNPs sind geerbte und vererbare genetische Varianten.

<sup>3</sup> Die genetische Diversität (Vielfalt) bezeichnet das Vorliegen voneinander abweichender genetischer Informationen bei Individuen derselben Art. Darauf beruhen unterschiedliche individuelle Eigenschaften, die unter anderem auch spezifische Reaktionen der Organismen auf Umwelteinflüsse ermöglichen.

Tabelle 1: Genetische Variationsparameter. Die Populationen zeigen eine einheitlich hohe genetische Diversität.

Population	N	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>
Ahlefeld	21	0,242	0,253
Arnsberg	14	0,244	0,247
Engelskirchen	28	0,237	0,252
Kiefer	31	0,239	0,252
Fichte	31	0,241	0,255

N: Anzahl Proben (Pools), H<sub>o</sub>: beobachtete Heterozygotie, H<sub>e</sub>: erwartete Heterozygotie. Quelle: Gailing et al. 2021a.

Eine weitere Feststellung war, dass die genetische Differenzierung der untersuchten Käferpopulationen sehr gering und nicht signifikant war (Abb. 1). Es wurden weder zwischen den Populationen noch zwischen Buchdruckern, die

Fichten besiedeln und Buchdruckern, die Kiefern besiedeln, Outlier-SNPs identifiziert. Auch dieses Ergebnis spiegelt die äußerst geringe genetische Differenzierung von Buchdruckerpopulationen wider.

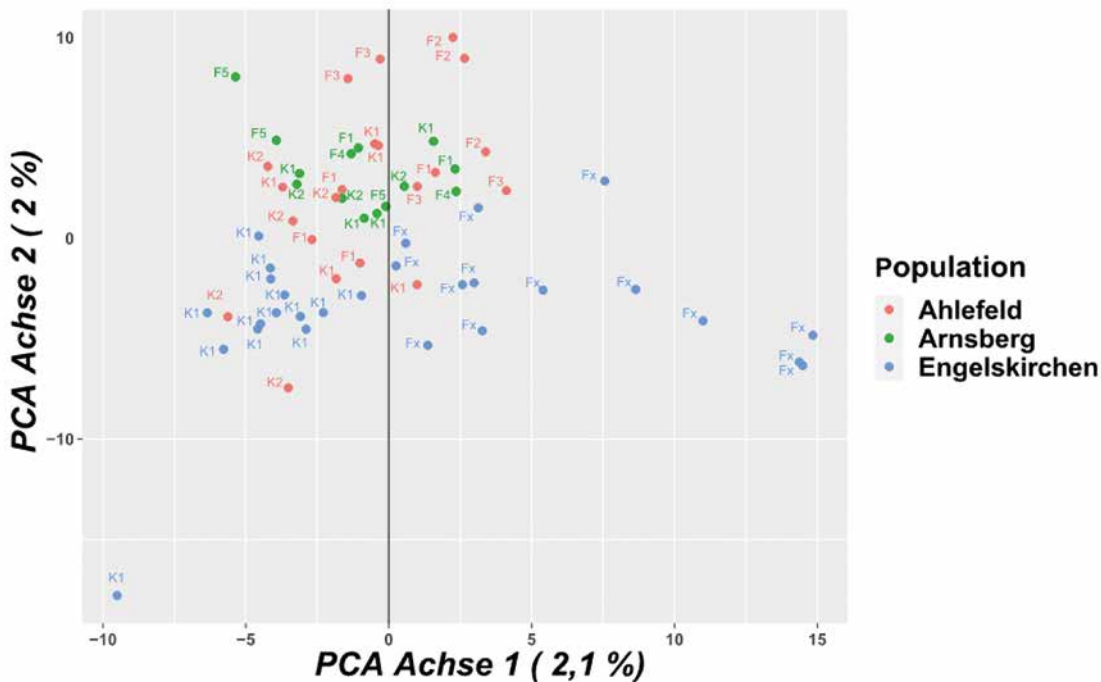


Abb. 1: Hauptkomponentenanalyse der Buchdrucker-Proben (K: Kiefer, F: Fichte). Unterschiedliche Zahlen stehen für Käfer von unterschiedlichen Bäumen innerhalb der Populationen (Fx: Proben können keinen einzelnen Fichten zugeordnet werden).

**Diskussion und Schlussfolgerungen zur Genomanalyse**

Durch die Studie (Gailing et al. 2021a und 2021b) konnte anhand eines genomweiten Datensatzes die genetische Diversität und Differenzierung des Buchdruckers analysiert werden.

Es zeigte sich eine hohe genetische Diversität des Buchdruckers und eine fast komplett fehlende genetische Differenzierung verschiedener Populationen und Kollektive, die die Fichte oder Kiefer besiedeln. Auch bei der Population „Arnsberg“, die ca. 60 km von den anderen beiden Populationen entfernt liegt, konnte kei-



ne höhere Differenzierung festgestellt werden. Das bedeutet, dass bisher keine Evolution zum „Kiefern-Buchdrucker“ in den untersuchten Bereichen stattgefunden hat.

Weiterhin deuten die Ergebnisse auf eine hohe Ausbreitungskapazität des Buchdruckers sowie eine fehlende genetische Anpassung an lokale Gegebenheiten oder Wirte (Fichte/Kiefer) hin. Es darf jedoch angenommen werden, dass ein genetischer Austausch auch zwischen weit entfernten Borkenkäferpopulationen stattfindet, da zwischen Arnberg und Engelskirschen viele Fichtenbestände existieren, die als Trittsteine dienen können. Diese Erkenntnis wird auch in einer Untersuchung von Nilsson 1984 in Nordfinland für die Art *Ips typographus* festgehalten, worin Ausbreitungsdistanzen von 43 km ermittelt wurden, welche auf die Unterstützung des Windes zurückgeführt werden konnten.

Die Ergebnisse dieser Studie (Gailing et al. 2021a und 2021b) sowie die fehlende genetische Anpassung an lokale Gegebenheiten und die hohe Ausbreitungskapazität des *Ips typographus* bestätigen auch frühere Studien, die basierend auf einigen wenigen genetischen Markern auch über eine fehlende genetische Struktur in Buchdruckerpopulationen in der Schweiz und in der Hohen Tatra berichten (Gugerli et al. 2008, Némethy et al. 2018). Aufgrund der o. g. Ergebnisse ist die Baumart Kiefer in der Borkenkäferkalamität an Fichte bei hohem Befallsdruck genauso bedroht, da sich Fichten-Borkenkäfer an ihr vollständig entwickeln und sie zum Absterben bringen können.

### Maßnahmen

Wie beim Befall von Fichten gelten auch bei befallenen Kiefern die Regeln der integrierten Borkenkäferbekämpfung mit den wichtigen Grundsätzen „den Anfängen zu wehren“ und forstschutzrelevante Kiefern (= Käferstadien in der Rinde) vor dem Ausflug der Käfer unschädlich zu machen.

### Kurzfassung der Ergebnisse

1. In den untersuchten Bereichen findet nachweislich bisher keine Evolution hin zum „Kiefern-Buchdrucker“ statt.
2. Es konnten keine gebietsspezifischen Unterarten (Rassen) nachgewiesen werden.
3. Die Ergebnisse sprechen für eine hohe Habitat-Akzeptanz der Buchdrucker für Nadelbäume (hier: Kiefer), die sich in unmittelbarer Umgebung der präferierten Fichtenwirtsbäume befinden.
4. Die Ausbreitungsdetermination („Willigkeit“)

zum Erreichen des Hauptwirtes, der Fichte, spielt in den untersuchten Bereichen augenscheinlich eine untergeordnete Rolle.

### 5. In Bereichen mit hohem Buchdrucker-Befallsdruck in Fichten sind benachbarte Kiefern ebenso bedroht.

6. Bekämpfungsmaßnahmen an der Kiefer richten sich nach den Empfehlungen bei der Bekämpfung an Fichte.

Weitere Informationen sind auf unserer Internetseite [www.waldschutz.nrw.de](http://www.waldschutz.nrw.de) sowie in der Waldschutz-Infomeldung 01/2020 zu finden.

## DNA-Metabarcoding-Genanalyse von Gegenspielern des Buchdruckers

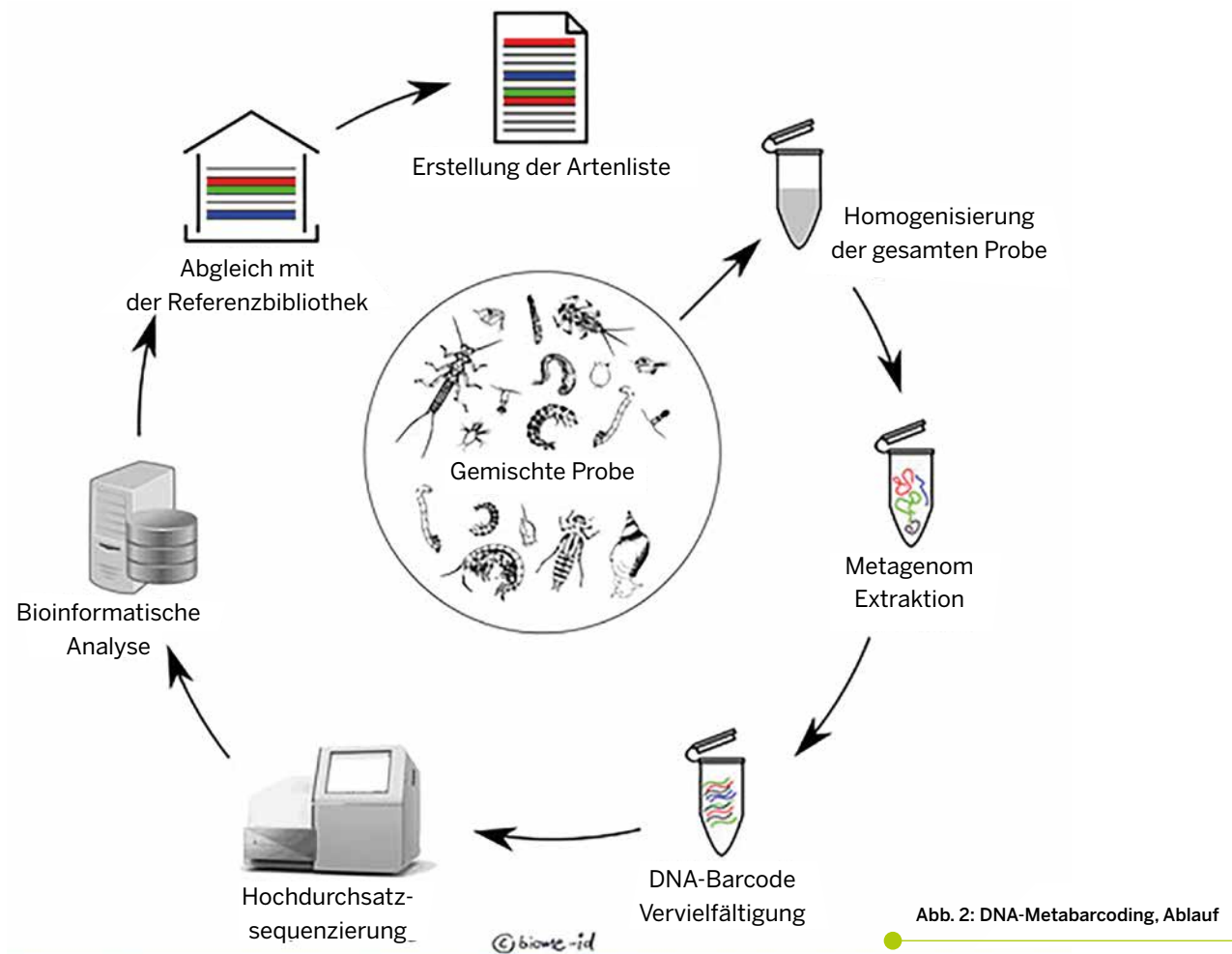
### Hintergrund

Im Winter 2020/2021 stellte das Team Wald- und Klimaschutz bei Untersuchungen der Borkenkäfer vitalität in Fichten im Oberen Sauerland (FBB Glindfeld) eine hohe Buchdrucker-Parasitierungsrate von bis zu 76 % fest. Weitergehende Untersuchungen sollten die Zusammensetzung dieser Gegenspieler mittels einer DNA-Metabarcoding-Analyse aufzeigen.

### Methodik

Dieses Metabarcoding analysiert Mischproben, welche eine Vielzahl von Organismen wie Tiere, Pilze oder Pflanzen beinhalten können. Die Organismen werden nicht einzeln erfasst und bearbeitet, sondern befinden sich in einer Mischprobe. Diese wird mit einem Mixer homogenisiert, um daraus die DNA von allen Individuen zu gewinnen. Später wird das DNA-Barcoding-Fragment vervielfältigt und eine Sequenzierung durchgeführt. Über bioinformatische Algorithmen werden die Sequenzen sortiert und können dann über einen Abgleich mit der Referenzdatenbank den verschiedenen Arten zugeordnet werden (Abb. 2).

Der große Vorteil besteht u.a. darin, dass selbst Parasitoide in jedem Stadium (Ei, Larve oder Puppe) nachgewiesen werden können.



**Ergebnisse – Die wichtigsten Gegenspieler im Überblick**

Als klassischer Gegenspieler aus dem Reich der Pilze hat *Beauveria bassiana* eine wichtige

Bedeutung (Abb. 3). Aber auch viele mit dem Borkenkäfer assoziierte Bläuepilze kamen in der Mischprobe vor (z. B. *Endoconidiophora polonica*).



Abb. 3: Das Pathogen *Beauveria bassiana* führt zu der bekannten „Verpilzung“ von Borkenkäfern



Abb. 4: Ein vielerorts häufig anzutreffendes Bild unter der Rinde von buchdruckerbefallenen Fichten: die Kokons larvalparasitoider Hautflüglerarten





Abb. 5 und 6: Die Langbeinfliege *Medetera signaticornis* ist bei genauerer Betrachtung sehr häufig an frisch durch Buchdrucker befallenen Fichtenstämmen zu beobachten

Den wichtigsten Gegenspieler aus dieser Analyse stellt die Familie der Schlupfwespen(artigen) dar, wie z. B. Brackwespen und Pteromaliden. Auch die Larven von Langbeinfliegen (Abb. 5, 6) und Lanzenfliegen waren nachzuweisen. Die Brackwespe *Coeloides* sp. ist eine der häufigsten Parasitoiden, welche ihre Eier mittels Eiablagestachel (Ovipositor) auf Borkenkäferlarven ablegen. Ihre Kokons in der Puppenwiege des Buchdruckers sind augenscheinliche Merkmale dieser Parasitierung (Abb. 4).

Auch Pteromaliden sind häufig und parasitieren die Buchdruckerlarve, indem sie aufgrund ihrer geringen Größe durch das Einbohrloch der Borkenkäfer schlüpfen und über den Muttergang zu den Larven finden. Die beiden Arten *Roptrocercus xylophagorum* und *Rhopalicus tutela* sind dabei häufige Vertreter dieser Buchdrucker-Gegenspieler.

Unter den Zweiflüglern sind die Larven der Langbein- und Lanzenfliegen räuberisch aktiv und töten in ihrer Entwicklung bis zu 20 Buchdruckerlarven.

### Schlussfolgerungen zur DNA-Metabarcoding-Analyse

Grundsätzlich ist anzumerken, dass im Wirtschaftswald das Warten auf hohe Parasitierungsgrade zum Verlust von Fichtenbeständen führt. Denn erst, wenn Borkenkäferkalamitäten mehrere Jahre andauern, stellen sich hohe Parasitierungsgrade ein – und dann auch nur vereinzelt.

In der aktuellen Situation wirken die bestehenden Parasitierungsgrade ausschließlich moralisch unterstützend! Faktisch könnte dies dort einen Effekt haben, wo Borkenkäferlöcher nicht aufgearbeitet werden konnten, weil die Gegenspieler später als der Buchdrucker schlüpfen.

Eine gute Übersicht von Borkenkäferfeinden mit detaillierten Beschreibungen bietet das „Merkblatt für die Praxis, 67“ der WSL mit dem Titel: Natürliche Feinde von Borkenkäfern (April 2021) von Beat Wermelinger und Doris Schneider Mathis.

### Literatur

- Biome-id, Molecular Services for the Environment: DNA-Metabarcoding Service, URL: <https://www.biome-id.com/deutsch/molekulare-serviceleistungen/metabarcoding/> (Stand: 7.12.2021).
- Gailing, Oliver; Müller, Markus, 2021a: Vergleichende Untersuchung des Genoms von in Fichten (*Picea abies*) und in Kiefern (*Pinus sylvestris*) lebenden Buchdruckern (*Ips typographus*) zur Analyse genetischer Unterschiede. Studienbericht. Unveröffentlicht.
- Gailing, Oliver; Müller, Markus; Niesar, Mathias; Berens, Ignaz, 2021b: Genotypisierung durch Sequenzierung zeigt fehlende lokale genetische Struktur zwischen zwei deutschen *Ips typographus* L.-Populationen. Studienbericht. Unveröffentlicht.
- Gugerli, F.; Gall, R.; Meier, F.; Wermelinger, B., 2008: Pronounced fluctuations of spruce bark beetle (*Scolytinae*: *Ips typographus*) populations do not invoke genetic differentiation. *Forest Ecology and Management* 256, 405–409.
- Némethy, M.; Mihálik, D.; Steifetten, Ø. et al., 2018: Genetic differentiation between local populations of *Ips typographus* in the high Tatra Mountains range. *Scandinavian Journal of Forest Research* 33, 215–221.
- Nilssen, A. C., 1984: Long-range aerial dispersal of bark beetles and bark weevils (Coleoptera, Scolytidae and Curculionidae) in northern Finland. *Ann. Entomol. Fenn.* 50, 37–42.
- Wermelinger, B.; Schneider Mathis, D., 2021: Natürliche Feinde von Borkenkäfern. Merkblatt für die Praxis, 67.

## Bericht über potenzielle Buchdrucker-Repellents im Praxistest

Ole Theisinger, Mathias Niesar, Lisa Stange und André Lieffertz

Die Hitze und Trockenheit der letzten Jahre führte bei den Fichten zu starkem Trockenstress und gleichzeitiger Herabsetzung der natürlichen Abwehrkräfte gegen Schadorganismen. Dadurch kam es besonders in Nordrhein-Westfalen in den vergangenen drei Jahren zu einer seit Menschengedenken nie vorgekommenen Buchdruckerkalamität, bei der bisher ca. 40 Mio. fm Fichten geschädigt wurden. Die wirtschaftlichen Schäden gehen in die Hunderte Mio. €. Die betroffene Fläche beträgt landesweit ca. 114.000 ha (Stand: Dezember 2021).

Auf diesen Flächen schrumpfen alle Waldökosystemdienstleistungen erheblich. Die Klimaschutzleistung des Waldspeichers wird auf diesen Flächen sogar ins Negative verkehrt. Die integrierte Borkenkäferbekämpfung ist das beste Werkzeug, um nicht nur „Herr der Lage zu werden“, sondern auch und vor allem noch vitale Fichtenbestände zu retten und damit auch die mit diesen Beständen verknüpften Ökosystemleistungen zu sichern (vgl. die vielfältigen Infomeldungen des Teams Wald- und Klimaschutz).

Im April gilt es, die im Boden überwinterten und von hier ausschwärmenden Buchdrucker durch spezielle Vorrichtungen abzufangen und damit die tödlich verlaufenden Attacken auf gesunde Fichten zu vereiteln, respektive den frischen Stehendbefall zu minimieren.

### Teil 1: „Kratzversuch“

#### Gegenstand der Studie

Es soll die natürliche Harzproduktion vitaler Fichten durch Ankratzen der Rinde genutzt werden, um eine repellente Wirkung auf Buchdrucker (*Ips typographus*) zu erzeugen. Das Ankratzen führt zu einer erhöhten Harzproduktion im beschädigten Bereich, was die Buchdrucker zumindest zeitweise von einem Befall abhalten könnte. Dies wurde mehr oder weniger zufällig nach teilweise massiven Rindenschädigungen von Fichten durch einen Lawinenabgang entdeckt und seitdem nicht weiter untersucht (Blackwell & Schopf 2014; Hoch et al. 2019). Dies wäre eine Maßnahme, die jeder Waldbesitzer selbst und kostengünstig durchführen könnte. Erwartet wird ein geringerer Befall auf Flächen, die durch Rindenkratzen behandelt wurden. Der Befall in angrenzenden Beständen könnte allerdings höher ausfallen, wenn die Kä-

fer lediglich umgelenkt werden. Zudem könnten Fichten beschädigt werden, wenn sie unsachgemäß und zu tief „angeritzt“ werden.

#### Methode

Für den Versuch wurden etwa 60-jährige vitale Fichten um ein Borkenkäferloch herum im FBB Elberndorf, Abteilung 66A im Siegerland ausgewählt (Abb. 1). Das Borkenkäferloch ist im vorherigen Jahr (2020) entstanden und das Schadholz wurde im Winter 2020/2021 von der Fläche entfernt. Ein Ausflug der im Boden überwinterten Buchdrucker wurde im Frühjahr 2021 erwartet. Für die Überwachung des Ausflugs wurde eine Schlitzfalle mittig im Borkenkäferloch platziert und wöchentlich kontrolliert. Außerdem befanden sich im Umkreis von 500 Metern noch weitere Borkenkäferlöcher, die mit Abfangvorrichtungen (Trinet ©) bestückt waren. Es wurden Flächen rund um das Borkenkäferloch markiert und in Behandlungs- und Kontrollgruppen eingeteilt. Diese Flächen grenzen direkt an das Borkenkäferloch und reichen etwa 50 m in den Bestand hinein. Insgesamt befanden sich auf der Fläche 437 Fichten, von denen 231 behandelt wurden und 206 zur Kontrolle dienten. Auf jeder Einzelfläche standen  $24 \pm 9$  Fichten. Eine intensive Bonitur vor Versuchsbeginn zeigte die Vitalität der Fichten auf. Nur wenige Fichten zeigten Auffälligkeiten wie Fäll- oder Rückeschäden, Sonnenbrand oder leichten Nadelverlust.

Die Behandlung der Fichten fand am 1.4.2021 vor dem ersten Borkenkäferflug statt. Die intensive Kontrolle der Fichten wurde beginnend nach dem ersten Flug und dann alle zwei Wochen durchgeführt. Der Versuch galt als beendet, wenn es zum Stehendbefall kommen würde.



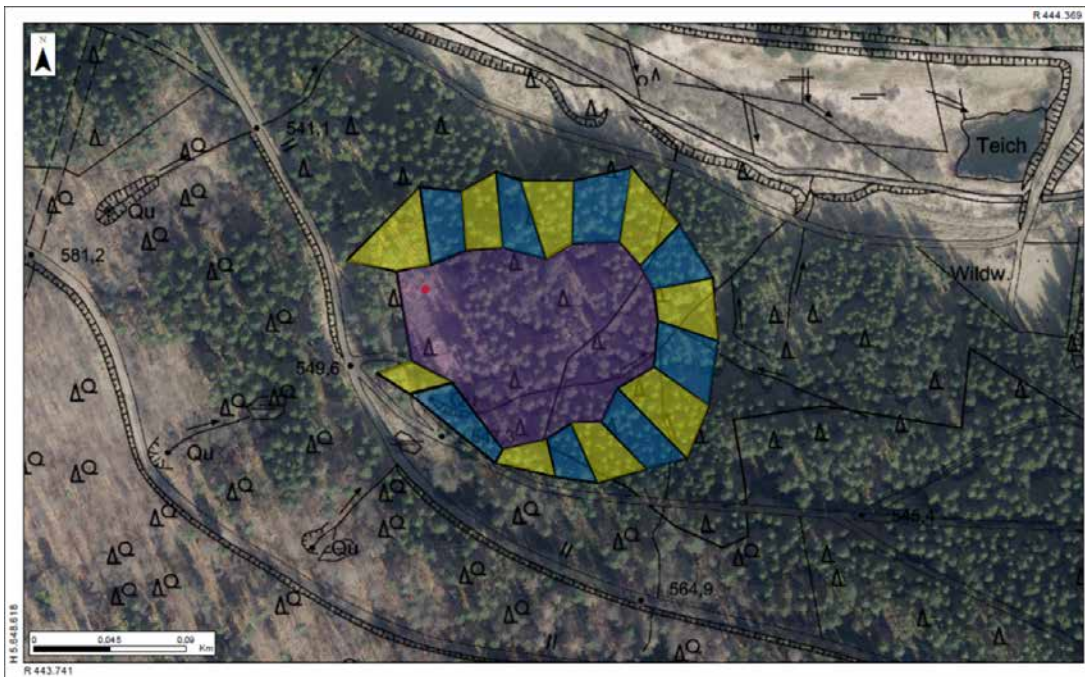


Abb. 1: Versuchsfläche in Abt. 66A im FBB Elberdorf. Violett: Borkenkäferloch; gelb: behandelte Fichten (gekratzt), blau: unbehandelte Kontrollgruppe.

Für das Rindenkratzen wurden Rindenhobel und -schaber benutzt, wobei die Fichten an vier Seiten in etwa 1,5–2 m Höhe bis in den Bast angekratzt wurden, um Harzfluss zu induzie-

ren (Abb. 2). Neun Personen waren etwa vier Stunden damit beschäftigt, eine Bonitierung durchzuführen und die Fichten zu behandeln.



Abb. 2a-c: a) Die Rinde wurde mit einem Rindenskratzer an vier Seiten des Stammes angekratzt; b) und c). An den gekratzten Stellen bildeten sich innerhalb weniger Minuten die ersten Harztropfen.



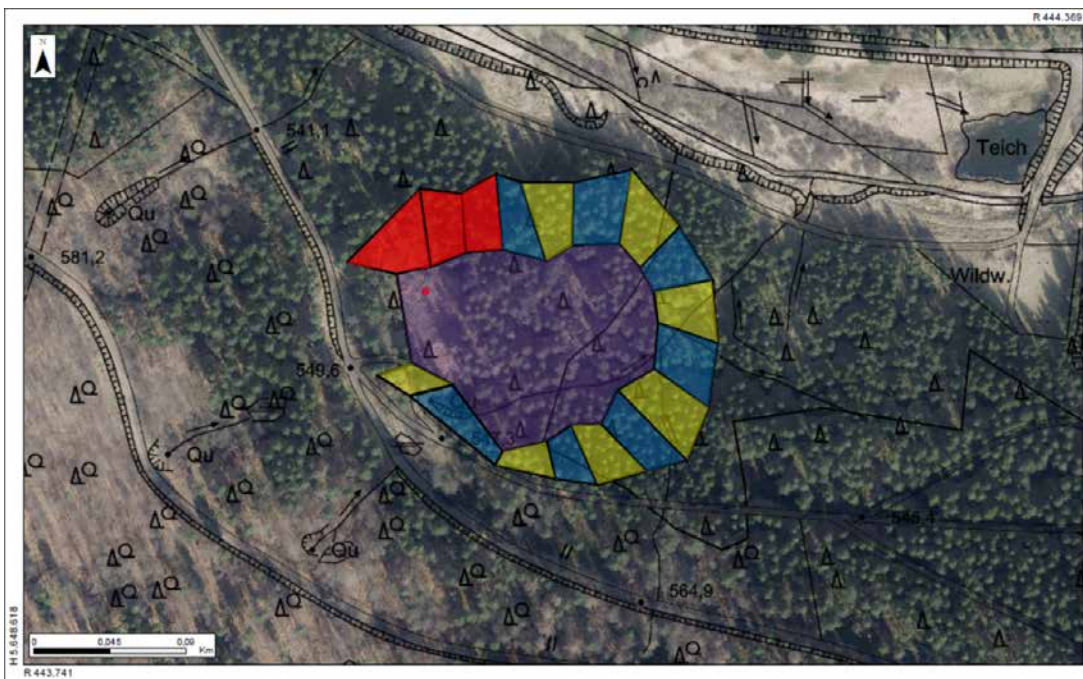


Abb. 3: Stehendbefall an der Versuchsfläche (rot eingefärbt)

### Ergebnisse

Zwölf Wochen nach dem Ankratzen und sieben Wochen nach dem Beginn des Borkenkäferflugs wurde Stehendbefall festgestellt. Insgesamt sind 50 Fichten betroffen: 36 behandelte und 14 unbehandelte westlich des Borkenkäferlochs (Abb. 3). An den Bohrlöchern war keine Harztröpfchenbildung erkennbar und nur wenige Einbohrtrichter waren zu finden. Auch an den Ankratzzstellen unterblieb weiterer Harzfluss (Abb. 4).

Der Ausflug der Borkenkäfer begann in der 20. KW (1.500 Käfer/Falle und Woche), nach-

dem der Temperatur-Schwellenwert von 16,4 °C, der für die Flugfähigkeit der Buchdrucker notwendig ist, für mehrere Tage überschritten wurde (Abb. 5). Anschließend gab es aufgrund der niedrigen Temperaturen kaum Flugaktivität. Erst in der 23. KW wurde ein Peak von fast 30.000 Käfern erreicht, was den Schwellenwert für potenziellen Stehendbefall um das Zehnfache überstieg. Allerdings kam es erst drei Wochen später zum Stehendbefall (in der 26. KW festgestellt) und zwar unabhängig davon, ob die Fichten angekratzt waren oder nicht.



Abb. 4a und 4b: a) Verklebte Buchdrucker im Harz der behandelten Fichte. b) Einbohrloch ohne Harzfluss direkt neben der behandelten Rinde mit versiegtem Harzfluss.



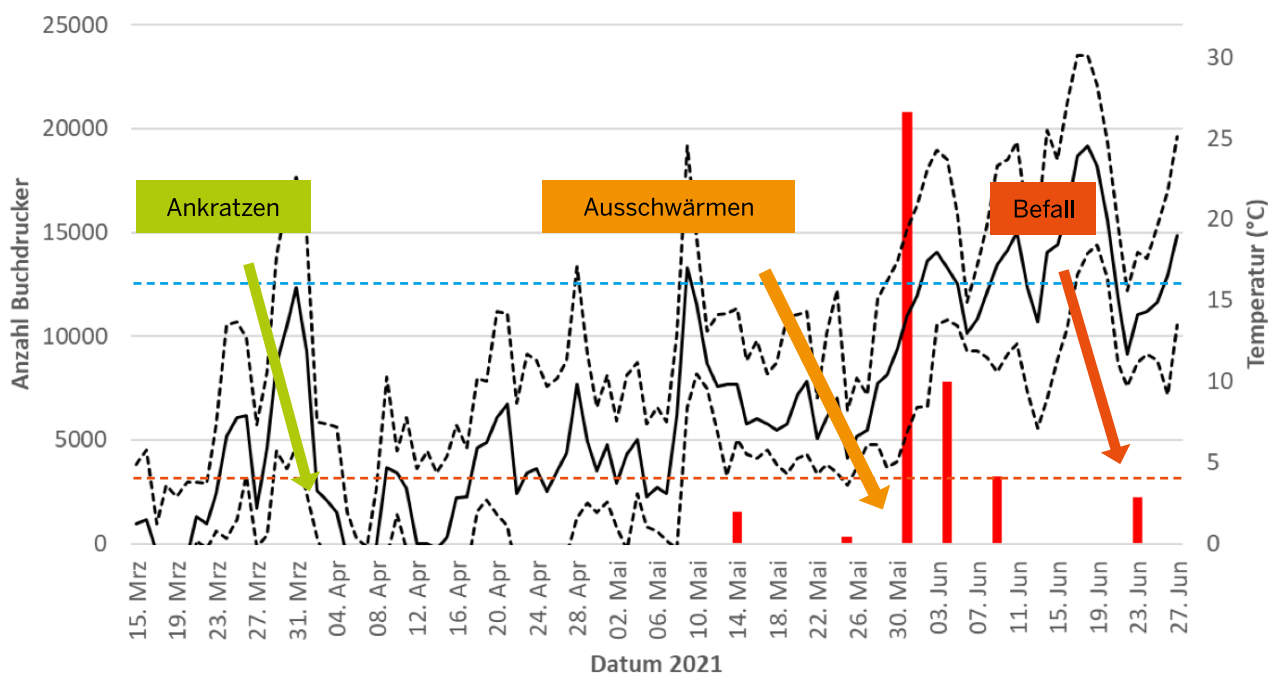


Abb. 5: Temperatur und Ausflug der Buchdrucker. Schwarze Linie: mittlere Tagestemperatur mit Minimum und Maximum (gestrichelt); blaue gestrichelte Linie: Temperatur-Schwellenwert für den Borkenkäferflug (16,4 °C); rote gestrichelte Linie: kritischer Wochen-Fangwert für Stehendbefall vitaler Fichten (3.000 Käfer/Woche); rote Balken: Anzahl der Borkenkäfer in der Schlitzfalle

## Diskussion

Dieser Versuch hat gezeigt, dass das Ankratzen der Rinde von Fichten keinen Effekt auf den Befall durch Buchdrucker hat. Es hat sich keine repellente Wirkung eingestellt und die Abwehrkräfte der Fichten (vermehrter Harzfluss) wurden ebenfalls nicht verstärkt.

Der starke Harzfluss zur Zeit der Behandlung deutet darauf hin, dass die Wasserversorgung der Fichten bis Anfang April noch befriedigend gut war, wohingegen nach einer etwa dreiwöchigen Hitze- und Trockenperiode kein Harzfluss bzw. keine Harztröpfchen mehr an den Einbohrlöchern zu erkennen waren. Das deutet darauf hin, dass diese natürliche Abwehrreaktion der Fichte gegen Buchdruckerbefall sukzessive zum Erliegen kam.

Allerdings kam es nicht direkt zum Befall, obwohl der Schwellenwert von 3.000 Käfern/Woche mit fast 30.000 Käfern/Woche um ein Vielfaches überschritten war. Diese starken Flugaktivitäten setzten unmittelbar nach dem kühlen und niederschlagsreichen Mai Anfang Juni ein. Es darf angenommen werden, dass der Harzdruck der Fichten anfangs noch ausreichend war, um einen Befall abzuwehren. Die Hitze und Trockenheit im Juni hat den Harz-

druck dann so weit vermindert, dass schon eine Wochenfangzahl von weniger als 3.000 Käfern zum Stehendbefall führte.

Es galt auch die Frage zu klären, ob durch die Kratzversuche Buchdrucker angelockt werden. Zwar ist die Zahl der vom Stehendbefall betroffenen Fichten unter der Behandlungsgruppe höher (36 von 50) als bei der Kontrollgruppe (14 von 50), allerdings scheint dies eher positionsbedingt zu sein, da die betroffenen Fichten allesamt westlich des Borkenkäferlochs standen und diese praktisch lückenlos – gleichgültig ob diese behandelt oder nicht behandelt waren – befallen wurden. Eine Präferenz der Borkenkäfer für gekratzte oder unbehandelte Fichten lässt sich daraus nicht herleiten.

Auch wenn das Kratzen der Fichten keinen Erfolg zeigte, wären weitere Versuche mit Repellents wie Thujanol sinnvoll, um Bestände zumindest zeitweise zu schützen (Blažytė-Čereškienė et al. 2016). Die Anwendung von Pflanzenhormonen wie Methyljasmonat wäre möglich, um die Abwehr der Fichten temporär zu stärken. Allerdings basieren Erkenntnisse hierzu bisher hauptsächlich auf Laborversuchen (Mageroy et al. 2020). Ein Praxistest steht noch aus. Eine weitere Methode wäre das

großflächige Ausbringen von Ablenkstoffen (Antiaggregationspheromone), die den Käfern signalisieren, dass die Fichten bereits voll besiedelt sind und somit „kein Platz“ mehr für weitere Buchdrucker vorhanden ist.

## Teil 2: Rindenuntersuchung zur Befallsintensität

### Gegenstand der Studie

Da es beim Kratzversuch trotz Behandlung zum Stehendbefall gekommen war, sollte geklärt werden, ob sich die Befallsintensität zwischen gekratzten und nicht gekratzten Fichten unterscheidet. Es wird vermutet, dass gekratzte Fichten im unteren Stammbereich (2 m Höhe) weniger Befall aufweisen, als die Kontrollgruppe, weil die repellente Wirkung des Harzes nur dort für die Borkenkäfer wahrnehmbar sein könnte. Diese Untersuchung zielt auf die Frage ab, ob das Ankratzen nur während einer Massenvermehrung wirkungslos ist oder ob sich bei geringerem Befall ggf. eine repellente Wirkung einstellen könnte.

### Methode

Für diese Untersuchung wurden am 12.7.2021 aus den mit Buchdruckern befallenen Fichten 20 Bäume ausgewählt (zehn behandelt, zehn unbehandelt). Die Fichten wurden vermessen

(Höhe, Mittendurchmesser, Brusthöhendurchmesser), um die Buchdruckerdichte auf den jeweiligen Baum hochzurechnen. Da die genaue Länge des Stammabschnittes, der Befall gezeigt hat, nicht bekannt war, wurde hierfür auf Erfahrungswerte aus anderen Untersuchungen zurückgegriffen, um einen Näherungswert im Verhältnis zur Gesamtbaumlänge zu erhalten. Die Fichten wurden gefällt und es wurden jeweils in 2 m und 8 m Höhe mit einer Motorsäge Rindenfenster herausgeschnitten (Abb. 6a). Diese wurden vorsichtig mit Spachteln abgehoben und mitsamt allen Käfern und Larven, die sich darunter befanden, in Plastiktüten verpackt (Abb. 6b). Die Plastiktüten wurden verschlossen und bis zur Auswertung bei 5–10 °C gelagert. Für das Fällen der Bäume und die Rindenprobennahme benötigten sieben Personen etwa sechs Stunden.

Die Rindenproben wurden durch Hilfskräfte im Labor nach einem Aufnahmeprotokoll ausgewertet (siehe Anhang). Dafür wurden Käfer und deren Nachkommen (1. Generation) gezählt sowie Rammelkammern und Muttergänge gezählt und vermessen (Abb. 7a/b). Die Analyse von 46 Rindenproben führten fünf Hilfskräfte durch (127 Std.) Eine statistische Auswertung war aufgrund der hohen Heterogenität der Daten nicht möglich.



Abb. 6a und 6b: Rindenprobennahme in Hilchenbach





Abb. 7a und 7b: Rindenproben a) direkt bei der Entnahme vom Stamm und b) nach Säuberung und Markierung der Rammelkammern im Untersuchungsraum. Anschließend wurde die Bastschicht nach und nach mit dem Messer abgetragen, um darin befindliche Larven und Käfer freizulegen.

**Ergebnisse**

Die Käferdichte in den untersuchten Rindenfenstern war sehr heterogen. In einigen Proben aus dem unteren Stammbereich wurden keine Buchdrucker oder deren Gänge gefunden, in anderen war die Käferdichte sehr hoch. Dadurch ergeben sich starke Abweichungen bei den ermittelten Werten, sowohl zwischen den Behandlungsmethoden als auch innerhalb. Es wurden  $61,7 \pm 61,1$  Buchdruckerlarven,  $21,2 \pm 18,1$  Imagines und  $20,5 \pm 11,6$  Muttergänge gezählt. Dies ist eine sehr hohe Varianz,

wodurch statistisch kaum signifikante Unterschiede herausgearbeitet werden können. Klare Unterschiede gibt es nur zwischen den unteren und oberen Stammbereichen, in denen die Proben genommen wurden. Generell ist der obere Bereich (8 m) deutlich stärker befallen als der untere Bereich (2 m). Sowohl die Anzahl der Imagines (Abb. 8a) und der Larven (Abb. 8b) als auch die Anzahl der Muttergänge (Abb. 8c) ist im oberen Stammbereich deutlich höher.

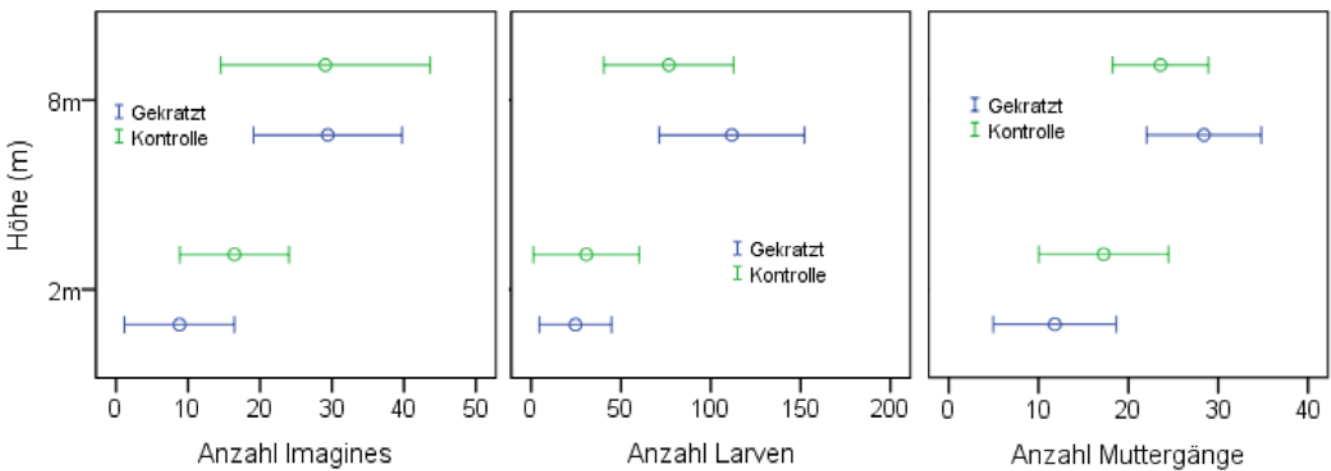


Abb. 8a bis 8c: Durchschnittliche Anzahl der Imagines a), Larven b) und Muttergänge c) pro Rindenprobe in den gekratzten und ungekratzten Fichten in der jeweiligen Höhe der Probenahme

In einer Probe aus den gekratzten Fichten wurde in 8 m Höhe eine Larvendichte von 196 Larven/400 cm<sup>2</sup> festgestellt. Die maximale Anzahl an Imagines in einer Probe lag bei 80 Buchdrückern. Die Rindenproben mit den höchsten Larvendichten waren erwartungsgemäß stark von Muttergängen durchsetzt. Erst stieg die Anzahl der Larven mit der Anzahl der Imagines an. Bei etwa 30 Muttergängen/Probe nahm die Anzahl der Larven allerdings wieder stark ab (Abb. 9a).

Eine Hochrechnung der Buchdruckerdichte auf die gesamte Fichte (Tab. 1) zeigt, dass die Befallsdichte generell sehr hoch ist. Die Buchdruckerzahl bei den gekratzten Fichten (8.386 ± 5.112 Larven und 2.462 ± 1.643 Imagines) scheint etwas höher zu sein als bei der Kontrollgruppe (5.174 ± 3.863 Larven und 2.095 ± 1.520 Imagines). Allerdings ist auch hier die Varianz so hoch, dass eine statistische Auswertung keine signifikanten Unterschiede zeigt (Abb. 9b).

Tabelle 1: Höhe und Stammdurchmesser der gefälltten Fichten. B = Behandelt (gekratzt); K = Kontrolle (nicht gekratzt)

Baumnummer	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Mittel
Baumhöhe (m)	38.5	33	34	34	36	35	33	28	34	28	33.35
Mittendurchmesser (cm)	39	32	41	32	39.5	27	31	27.5	32.5	29	33.05

Baumnummer	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	Mittel
Baumhöhe (m)	26	27	30	30	31	31	34	34	29	28	30
Mittendurchmesser (cm)	24	26	29	30.5	30.5	28.5	31.5	37.5	23.5	26.5	28.75

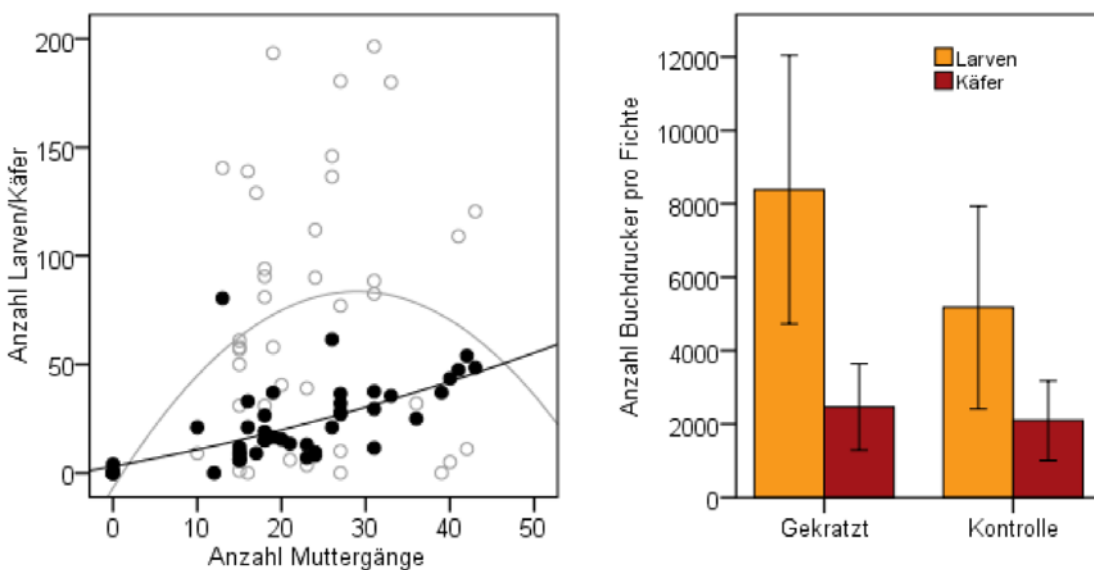


Abb. 9a und 9b: a) Anzahl von Larven und Imagines aufgetragen gegen die Anzahl der Muttergänge in den Proben. Die quadratische Regressionslinie für die Anzahl der Larven zeigt einen Scheitelpunkt bei etwa 30 Muttergängen pro Probe. b) Durchschnittliche Anzahl an Buchdruckerlarven und Imagines, hochgerechnet auf den befallenen Stammabschnitt der Fichte.

### Diskussion

Auch die Rindenuntersuchung führt zu dem Ergebnis, dass das Ankratzen der Rinde, zumindest während der Großkalamität, keinen Einfluss auf die Buchdruckerbefallsintensität hat. Weder im oberen noch im unteren Stammabschnitt konnten Unterschiede festgestellt werden. Allerdings gab es in den Daten eine unerwartet hohe Heterogenität, die eine konkrete Aussage schwierig macht. Die extrem hohe

Ausflugrate der überwinterten Buchdrucker im Juni hat zu einem massiven Befall geführt, was sich nicht nur in der Anzahl der befallenen Bäume, sondern auch in der Besiedlungsdichte widerspiegelte. Durch die hohe Anzahl an eingebohrten Käfern wurden auch entsprechend viele Muttergänge angelegt. Es kam zu einer Überlagerung von Gängen, wodurch einzelne Rindenproben schon stark befallen waren, bevor die Käfer sich durchentwickeln konnten.



Hier scheint es bei etwa 30 Muttergängen pro 400 cm<sup>2</sup> einen Scheitelpunkt zu geben, ab dem die Larvenzahl wieder abnimmt, weil nicht genügend Nahrung vorhanden ist. Wenn mit 30 Muttergängen die Kapazitätsgrenze erreicht ist, stellt sich allerdings die Frage, ob sich dann auch alle Larven durchentwickeln können oder ob diese sich, zusätzlich zu den Imagines, gegenseitig Konkurrenz machen.

Eine hohe Besiedelungsdichte könnte also dazu führen, dass die Überlebensrate der Larven sinkt und die Vitalität der daraus entstehenden Imagines ebenfalls darunter leidet. Das wiederum könnte sich negativ auf das Flugvermögen und die Fertilität auswirken. Entsprechend würden Abfanglinien entlang von Borkenkäferlöchern die Anzahl der Buchdrucker zwar verringern, der nächsten Generation jedoch bessere Voraussetzungen hinsichtlich der Vitalität und Fertilität verschaffen. Ob es durch die Überpopulation tatsächlich zu einer Art Selbstregulation kommt, ist allerdings fraglich. Eine Untersuchung hierzu wäre eine sinnvolle Ergänzung zu den bisherigen Erkenntnissen.

Erstaunlicherweise weichen die weiblichen und noch nicht einmal die männlichen Buchdrucker trotz Überpopulation einzelner Fichten auf Nachbarfichten aus, die auf den gleichen Standorten stocken und trotzdem verschont blieben. Es wurden keine Einbohrversuche oder Ausharungen (Harztröpfchen) an diesen Bäumen beobachtet, obwohl Wochenfangzahlen von fast 30.000 Buchdruckern gemessen wurden, die den Schwellenwert für Stehendbefall um das Zehnfache übersteigen. Wo die nicht gefangenen Käfer verblieben sind, ist unklar. Erst im August 2021 wurden einzelne Nachbarbäume durch die zweite Generation bzw. durch Geschwisterbruten befallen.

Über die Gründe für die Befallsmuster kann derzeit nur spekuliert werden. Möglicherweise wirken die Antiaggregationspheromone der Buchdrucker bei so starkem Befallsdruck nicht, oder sie können nicht schnell genug gebildet werden, um das weitere Einbohren der Artgenossen zu verhindern oder das Ausfliegen männlicher Buchdrucker aus den befallenen Fichten herbeizuführen (Hoch et al. 2019). Was die Buchdrucker in erster Linie davon abgehalten hat, die nebenstehenden Bäume zu befallen, bleibt im Dunkeln.

Ferner stellt sich die Frage, ob die natürliche Kommunikation der Buchdrucker zur Regelung der Befalldichte durch Bilden von Ablenkphero-

monen bei Kalamitäten schwächelt, verspätet oder ggf. gar nicht einsetzt.

Zur abschließenden Begutachtung der Wirkung der Kratzmethode gegen Buchdruckerbefall wäre dieser Versuch noch einmal in Zeiten mit geringerem Befallsdruck durchzuführen. Dazu müssten Bestände mit mäßigem Befall untersucht werden. Derzeit sind solche Bestände jedoch schwer zu finden. Die hohe Variabilität der Daten zeigt auf, dass eine größere Stichprobenzahl nötig wäre, um durch solide statistische Analysen eine repräsentative Aussage zu erlangen. Nach derzeitigem Stand ist das Kratzen der Rinde keine praktikable Methode zur Abwendung von Buchdruckerbefall.

### Mitwirkende

Diese Untersuchung wurde, neben dem gesamten Team Wald- und Klimaschutz, durch das RFA Siegen-Wittgenstein (Mathias Mennekes und sein Team) unterstützt. Jakob Jacques (RFA SiWi) war an der Probennahme beteiligt und fünf Hilfskräfte haben in Gummersbach die Rindenproben analysiert.

### Literatur

Blackwell E. & Schopf G., 2014: Der Buchdrucker (*Ips typographus*) im Wildnisgebiet Dürrenstein. *Silva Fera*, 3, 60–70.

Blažytė-Čereškienė L., Apšegaitė V., Radžiūtė S., Mozūraitis R., Būd, V., & Pečiulytė D., 2016: Electrophysiological and behavioural responses of *Ips typographus* (L.) to trans-4-thujanol – a host tree volatile compound. *Annals of Forest Science*, 73(2), 247–256.

Hoch G., Schopf A. & Weizer G., 2019: Der Buchdrucker – Biologie, Ökologie, Management. Bundesforschungszentrum für Wald, Wien, Österreich.

Mageroy, M.H., Christiansen, E., Långström B., Borg-Karlson A.K., Solheim H., Björklund N., Zhao T., Schmidt A., Fosdhal C.G., & Krokene P., 2020: Priming of inducible defenses protects Norway spruce against tree-killing bark beetles. *Plant, Cell & Environment*, 43(2), 420–430.

# Anhang

## Aufnahmeprotokoll zur Rindenuntersuchung

### Hintergrund

Diese Rindenuntersuchung ist Teil einer Repellent-Studie gegen Buchdrucker. Die Rinde von über 200 Fichten wurde angekratzt, um Harzfluss zu induzieren. Das frische Harz soll dem Borkenkäfer signalisieren, dass die Fichte eine gute Abwehr besitzt und somit für die Käfer weniger attraktiv ist. Dennoch kam es zu Stehendbefall. Die vorliegende Rinde stammt von gekratzten und nicht gekratzten Fichten aus dem gleichen Bestand. Wir möchten herausfinden, ob das Rindenkratzen zu einer geringeren Befallsintensität geführt hat oder ob es keinen Unterschied macht. Dafür werden Rammelkammern (RK) und Muttergänge (MG) sowie Käfer und Larven ausgezählt.

### Vorgehen

1. Rinde aus der Tüte nehmen und alle Buchdrucker und Buchdruckerlarven zählen, die sich noch darin befinden. → Auch zerquetschte Larven müssen mitgezählt werden!
2. Die Rinde säubern (abfegen), Käfer und Larven absammeln und Anzahl notieren.
3. Rinde in zwei Hälften zerteilen (20 x 20 cm) und mit einer Hälfte weiterarbeiten.

4. Vermutete RK identifizieren und mit Pins markieren. → Einbohrlöcher an Außenseite beachten!
5. Foto des Rindenabschnitts (falls Kamera vorhanden). Beschriftung des Rindenabschnitts bitte auf Papier neben der Rinde.
6. RK freilegen und davon abgehende MG zählen\*.
7. Rinde schichtweise abtragen und alle darin befindlichen Buchdrucker und Larven zählen. Am besten Rinde in Streifen schneiden und Strichliste anlegen.
8. Die zweite Hälfte der Rinde zurück in die Originaltüte und in den Kühlschrank.

\*Das Zählen der RK und MG (Abb. 1) erfolgt nach folgendem Schema:

Nachdem vermeintliche RK durch Pins markiert sind, werden alle MG gezählt, deren RK sich nicht im Rindenfenster befindet. Das gilt auch, wenn die RK zwar zu erkennen ist, es aber evtl. noch weitere MG geben könnte, die abgeschnitten wurden.

RK ohne MG werden als solche gezählt, wenn gar keine MG angelegt wurden, oder wenn es sich um nur kurze MG handelt, bei denen keine Larvengänge zu erkennen sind.

Falls mehr als drei MG pro RK angelegt wurden, in Kommentaren notieren.

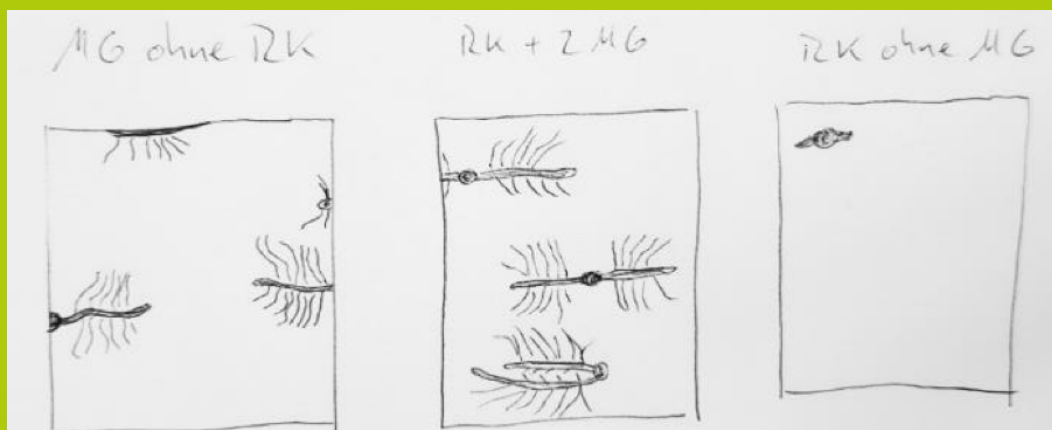


Abb. 1: Beispiele für Schadbilder. Sonderfälle nach Möglichkeit mit Fotos dokumentieren.



## Die technische Prüfung von Hitzebehandlungskammern in Nordrhein-Westfalen

Winfried Bergen, Frank Hoffmann, Michael Schanzenberger, Anna Peters und Mathias Niesar

Aufgrund der Globalisierung und der stetig wachsenden internationalen Handelsströme besteht die Gefahr der Einschleppung und Verbreitung von für Waldökosysteme potenziell negativen Schadorganismen im Zusammenhang mit aus Rohholz hergestelltem Holzverpackungsmaterial. Dies bezieht sich sowohl auf den Import von Verpackungsholz als auch auf den Export von Holzverpackungsmaterial aus Nordrhein-Westfalen. Entsprechend müssen Exporte von Holzverpackungsmaterial aus NRW einer thermischen Behandlung in Hitzebehandlungskammern unterzogen werden, damit Eier, Larven und adulte Insekten (Käfer, Holzwespen), die sich eventuell im Holz befinden, abgetötet werden und eine Verbreitung ausgeschlossen werden kann. Dieser Beitrag beschäftigt sich mit der technischen Prüfung dieser Hitzebehandlungskammern.

In Nordrhein-Westfalen sind 730 Betriebe registriert, die Verpackungsholz gemäß dem Internationalen Standard für Pflanzenschutzmaßnahmen Nummer 15 des Internationalen Pflanzenschutzübereinkommens (IPPC Standard ISPM Nr. 15) herstellen, behandeln, verarbeiten und/oder reparieren. 104 dieser Betriebe behandeln Holz pflanzengesundheitlich in Hitzebehandlungskammern, bevor es als Verpackungsholz in den Verkehr gebracht wird.

Die Buchführung dieser Betriebe und die Behandlungspraxis in deren Hitzebehandlungskammern müssen regelmäßig überprüft werden. Dies wird durch die Inspektorinnen und Inspektoren des Teams Wald- und Klimaschutz

sichergestellt. Sie führen in eigener Zuständigkeit solche laut Pflanzenbeschauverordnung und verschiedener EU-Verordnungen jährlich durchzuführende Prüfungen durch. Zusätzlich führen die zuständigen Behörden mindestens einmal jährlich auf dem Betriebsgelände und gegebenenfalls an anderen Orten amtliche Kontrollen durch.

### Prüfvorgang

Die Prüfung beginnt mit einer ersten Inaugenscheinnahme der zu prüfenden Kammer auf eventuelle Beschädigungen. Überprüft werden die vorhandenen Kernholztemperaturfühler und Kammertemperaturfühler auf Funkionali-



Abb. 1: Noch lebende Käfer im Verpackungsholz

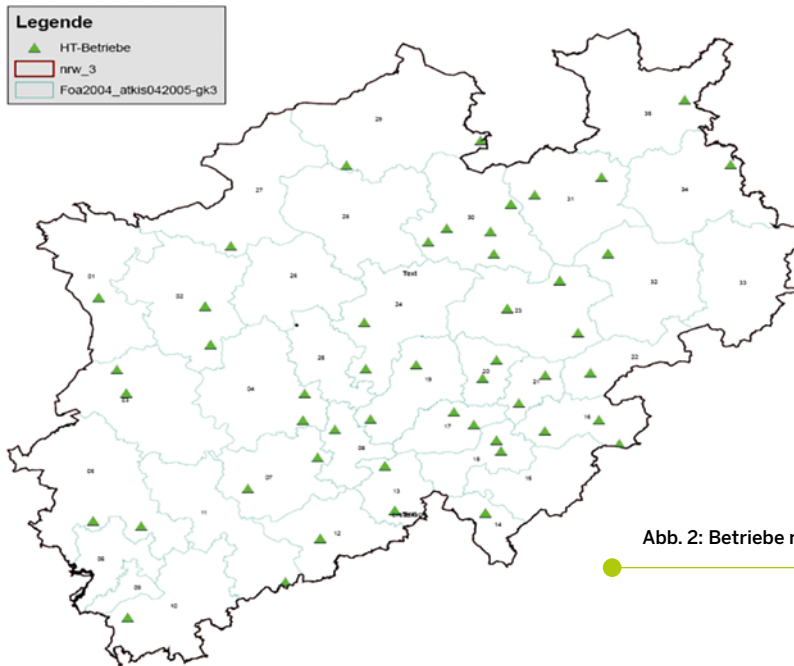


Abb. 2: Betriebe mit Hitzebehandlungskammern in NRW

tät und die richtige Zuordnung der Messfühler an den Steckeranschlüssen sowie die Darstellung im Kammersteuerungsprogramm.

Zur Prüfung der Kernholztemperaturfühler werden zunächst die Systemzeiten zwischen Betriebs- und Prüfmessgerät von Wald und Holz NRW synchronisiert. Anschließend werden die zu überprüfenden Kernholztemperaturfühler in das Prüffahrzeug von Wald und Holz NRW eingeführt. Die Kernholztemperaturfühler werden zusammen mit dem geeichten Prüfmessfühler gebündelt und im Wasserbad mittels Magnet-rührgerät stufenweise auf 30 °C, 50 °C und 60 °C erhitzt.

Durch die vorherige Synchronisierung der Systemzeiten kann hier nun sekundengenau die Prüfmessung zwischen der Kammersteuerung und unserem Prüfmessgerät stattfinden. Während der Prüfmessung werden alle Temperaturdaten sowohl über die gestartete

Kammersteuerungssoftware als auch über das Datenlogger-Programm des Prüfmessfühlers aufgezeichnet und abgespeichert. Bei den hierbei ermittelten Temperaturdaten können Abweichungen außerhalb der im IPPC-Standard ISPM Nr. 15 geforderten Parameter (Toleranz  $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ) sofort festgestellt und dokumentiert werden.

Die Hitzebehandlungskammern werden außerdem auf Dichtigkeit, Torgängigkeit, Unversehrtheit der Kammerwände, Funktionstüchtigkeit der Luftleitbleche, Beschädigungen der Heizregister und der Ventilatoren sowie deren Drehrichtung geprüft.

Alle hierbei festgestellten Beschädigungen, wie auch das Gesamtbild der zu prüfenden Kammer, wird per Fotodokumentation aufgenommen und später in einem technischen Prüfbericht detailliert beschrieben.

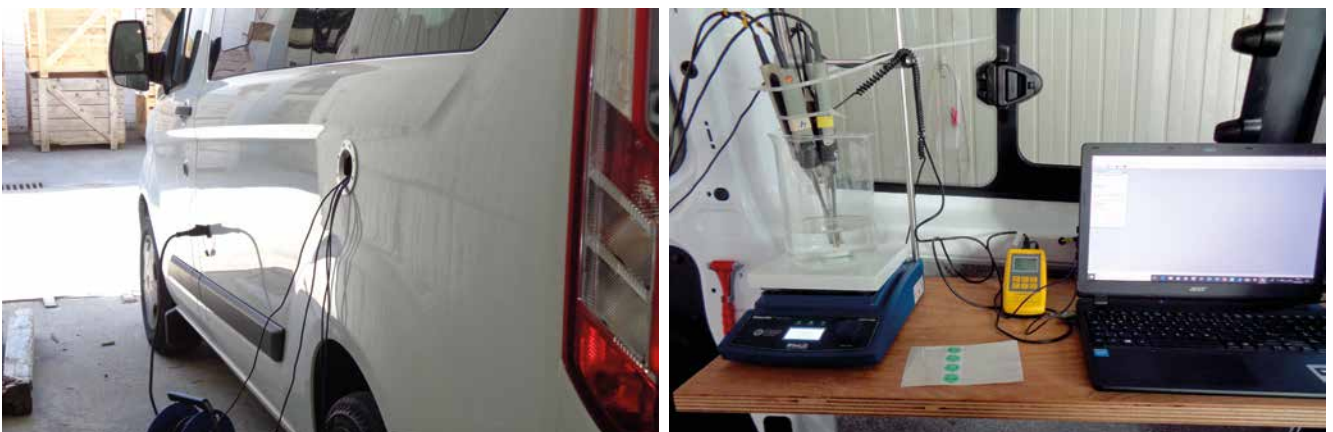


Abb. 3a und b: Einführen der Kernholztemperaturfühler und Bündelung der Messfühler zur Prüfmessung



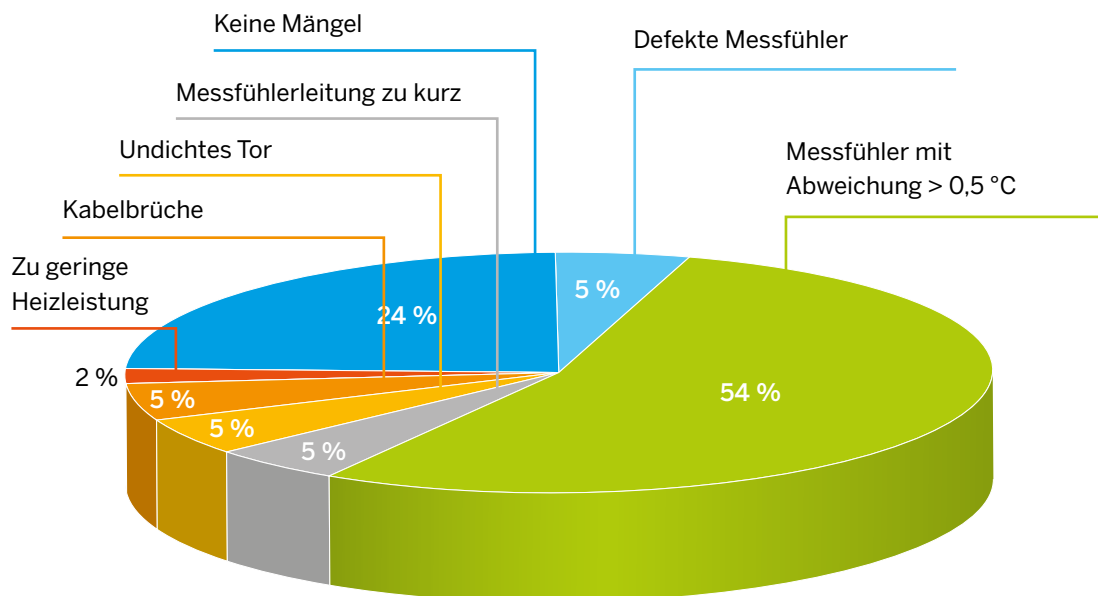


Abb. 4: Festgestellte Mängel 2021

### Prüfergebnisse 2021

Die Inspektorinnen und Inspektoren des Teams Wald- und Klimaschutz sowie ein Verwaltungshelfer haben 2021 Prüfungen von 90 Betrieben mit insgesamt 200 Hitzebehandlungskammern durchgeführt. Dabei wurden 45 Mängel ermittelt.

Es wurden beispielsweise Beschädigungen an Ablenkblechen festgestellt. Dies ist problematisch, da Ablenkbleche den Wärmestrom direkt zum Behandlungsgut führen. Außerdem

werden mit diesen Ablenkblechen Freiräume abgedeckt. Weiter wurden bei der Sichtprüfung in einigen Fällen defekte Messfühler bzw. defekte Messkabel erkannt. Diese Beschädigungen können zu Messfehlern und letztlich unzureichenden pflanzengesundheitlichen Behandlungen führen. Ein undichtes Tor kann beispielsweise dazu führen, dass die warme Luft dort entweicht und in diesem Bereich nicht das Behandlungsgut durchströmt. Abbildung 4 enthält eine Übersicht der 2021 festgestellten Mängel.

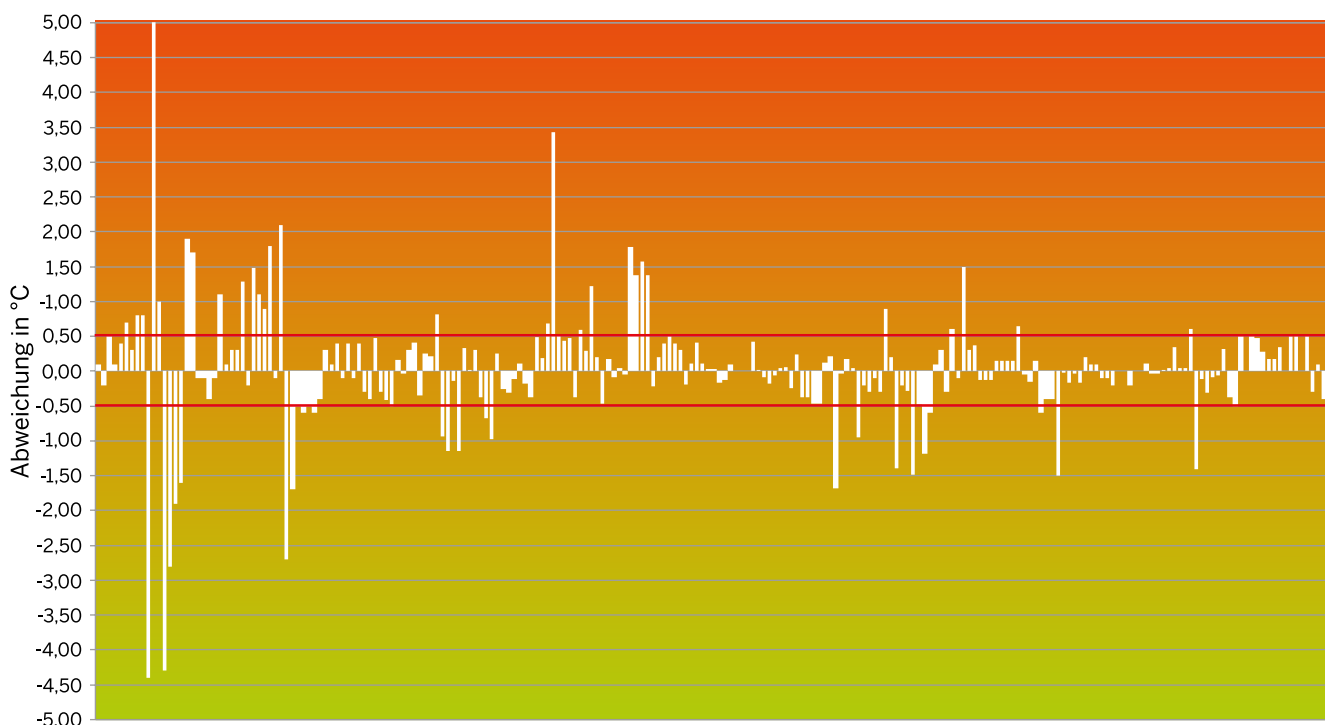


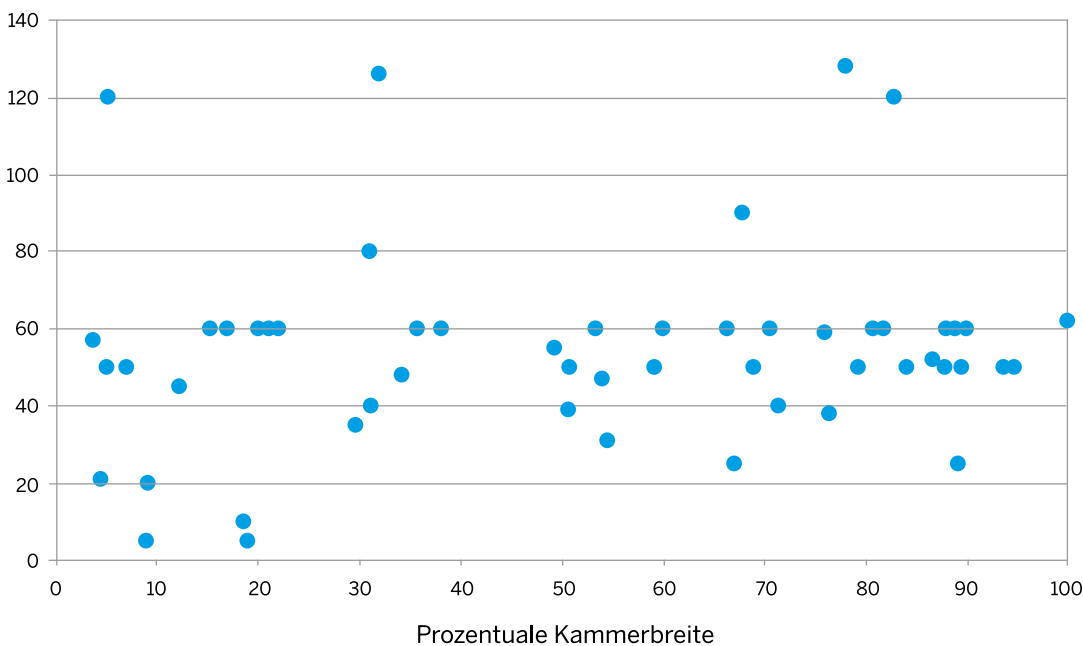
Abb. 5: Temperaturdifferenz der geprüften Messfühler von Hitzebehandlungskammern im Vergleich zum kalibrierten Messfühler von Wald und Holz NRW im Jahr 2021

Bei der Vergleichsmessung der Kammerfühler mit dem geeichten Messfühler von Wald und Holz NRW im gerührten Wasserbad wurden Abweichungen festgestellt, die außerhalb des Toleranzrahmens lagen.

Von den 223 überprüften Messfühlern lagen 46 % im Rahmen der geforderten Parameter ( $\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). 32 % lagen unterhalb und 23 % oberhalb der geforderten Parameter ( $\pm 0,5 \text{ } ^\circ\text{C}$ ). Zur Findung des kältesten Punktes in der zu prüfenden Kammer müssen die vorhandenen Kernholztemperaturfühler des Betriebes und die Kerntemperaturfühler des Prüfmessgerätes von Wald und Holz NRW über die gesamte Flä-

che der Kammer verteilt und im stärksten und feuchtesten Holz bodennah eingebohrt werden. Nach Erreichen der geforderten Parameter bei mindestens 30 Minuten über  $56 \text{ } ^\circ\text{C}$  kann die Aufzeichnung beendet werden.

Ziel dieser Messung ist es, zum einen zu ermitteln, wo während eines Behandlungszyklus kälteste Bereiche auftreten können, die für weitere Behandlungschargen berücksichtigt werden müssen. Zum anderen soll festgestellt werden, ob die im Steuerungsprogramm eingestellten Reversierzeiten, die Ventilatorenleistung, die Soll-Temperaturwerte sowie die Behandlungsdauer ausreichend sind und ob die erforder-



**Abb. 6:** Lage der kältesten Punkte bei den 2021 geprüften Hitzebehandlungskammern in Nordrhein-Westfalen. Hintergrund: Wenn die Messfühler am jeweils kältesten Punkt der Kammer platziert werden, wird sichergestellt, dass jedes in der Kammer befindliche Stück Holz nach den Vorgaben des ISPM-15 behandelt wird.

liche Wärme gleichmäßig und anhaltend in der gesamten Kammer verteilt wird.

Bei 26 % der geprüften Kammern (N = 59) war kein kältester Punkt zu ermitteln. Dies zeigt einerseits die absolute Dichtheit und die sehr gute Isolation der Kammern an und ist andererseits als Zeichen einer hundertprozentigen Funktionstüchtigkeit der Heizung im Zusammenspiel mit Ventilatoren und Ablenkblechen zu werten.

Bei den restlichen 74 % der Kammern wurden „kälteste Punkte“ gefunden (s. Abb. 6). In 80 % der Fälle lag dieser Punkt in einer Schicht von 10 bis 60 cm Kammerhöhe. In dieser Aus-

wertung wurde nicht zwischen den Füllgütern Paletten und Brettschichtholz unterschieden.

## Fazit und Ausblick

Aufgrund der Tatsache, dass im Gegensatz zu anderen Bundesländern Wald und Holz NRW in eigener Zuständigkeit die technischen Prüfungen von Hitzebehandlungskammern durchführt und entscheidet, welche Inspektorinnen und Inspektoren welche Betriebe prüfen, konnten technischer Sachverstand erworben, die Prüfungen objektiviert und eine Gleichbehandlung der Betriebe besser sichergestellt werden.



Die Arbeit der Inspektorinnen und Inspektoren soll mit dem Projekt „Hitzebehandlungskammerprüfung 4.0“ zukünftig teildigitalisiert werden. Mit diesem für die Dauer von drei Jahren angedachten Projekt sollen – in Zusammenarbeit mit verschiedenen auf Bundesebene agierenden Kooperationspartnern – digitale Werkzeuge genutzt werden, um vielfältige positive Effekte bei den Kammerprüfungen zu erzielen. Neben den geringeren Kosten für die Betriebe würde durch eine ständige Überprüfbarkeit der Behandlungsvorgänge durch digitale Bildaufnahmen und Zugriffe auf die laufenden Prüfprotokolle eine sehr hohe Qualität bei der Einhaltung der Prüfungsvorschriften des IPPC-Standard ISPM Nr. 15 herbeigeführt werden können. Ferner würde durch Wegfall von Vor-Ort-Kontrollen und damit die Einsparung von Fahrleistungen ein Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität geleistet werden.

## Für die Behandlung von Rohholz zugelassene Kammertypen



Zu- und Abluftkammer



Vakuumkammer



Kanaltrockner

## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

### Winfried Bergen

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 62 Pflanzengesundheitsdienst  
+49 2131 1249999  
Winfried.Bergen@wald-und-holz.nrw.de

### Christian Buff

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Zentrale Dienste  
SG 11 Verwaltung  
+49 2931 7866 0  
Christian.Buff@wald-und-holz.nrw.de

### Marius Erley

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 52 Forstgenetik/Forstvermehrungsgut  
+49 2931 7866 414  
Marius.Erley@wald-und-holz.nrw.de

### Florian Hartsch

Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie  
Abteilung für Arbeitswissenschaft und  
Verfahrenstechnologie  
+49 551 39 23580  
florian.hartsch@uni-goettingen.de

### Dr. Florian Heimsch

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 63 Klimaschutz  
+49 2931 7866 240  
Florian.Heimsch@wald-und-holz.nrw.de

### Heiner Heile

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 51 Waldbau/Waldökologie/Klimaanpassung  
+49 2931 7866 444  
Heiner.Heile@wald-und-holz.nrw.de

### Frank Hoffmann

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 62 Phytosanitäre Dienste  
+49 2833 5758 950  
Frank.Hoffmann@wald-und-holz.nrw.de

### Elke Hübner-Tennhoff

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Forstliches Bildungszentrum  
SG 22 Forstliche Fort- und Weiterbildung  
+49 2931 7866 321  
Elke.Huebner-Tennhoff@wald-und-holz.nrw.de

### Lutz Jaschke

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldplanung  
SG 42 Großrauminventuren  
+49 2931 7866 148  
Lutz.Jaschke@wald-und-holz.nrw.de

### Dr. Bertram Leder

Wald und Holz NRW  
Leiter FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
+49 2931 7866 121  
Bertram.Leder@wald-und-holz.nrw.de

### André Liefertz

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 62 Pflanzengesundheitsdienst  
+49 2931 7866 455  
Andre.Liefertz@wald-und-holz.nrw.de

### Kilian Marx

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 53 Waldwachstumskunde  
+49 2931 7866 412  
Kilian.Marx@wald-und-holz.nrw.de

### Johannes May

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldplanung  
SG 41 Planungs- und Informationssysteme  
+49 2931 7866 193  
Johannes.May@wald-und-holz.nrw.de



**Dr. Berthold Mertens**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldplanung  
SG 41 Planungs- und Informationssysteme  
+49 2931 7866 146  
Berthold.Mertens@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Philipp Alexander Nelis**

Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie  
Abteilung für Arbeitswissenschaft und  
Verfahrenstechnologie  
+49 551 39 23527  
philipp.nelis@uni-goettingen.de

**Dr. Mathias Niesar**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Leiter Team Wald-/Klimaschutz  
+49 2931 7866 450  
Mathias.Niesar@wald-und-holz.nrw.de

**Anna Peters**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 63 Klimaschutz  
+49 2931 7866 454  
Anna.Peters@wald-und-holz.nrw.de

**Christopher Pohle**

Georg-August-Universität Göttingen  
Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie  
Abteilung für Arbeitswissenschaft und  
Verfahrenstechnologie  
+49 551 39 23580  
christopher.pohle@uni-goettingen.de

**Michael Schanzenberger**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 62 Phytosanitäre Dienste  
+49 29337 2113  
Michael.Schanzenberger@wald-und-holz.nrw.de

**Dina Scheffer**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 51 Waldbau/Waldökologie/Klimaanpassung  
+49 2931 7866 444  
Dina.Scheffer@wald-und-holz.nrw.de

**Katharina Schmitt**

Wald und Holz NRW  
FB I – Zentrale Dienste  
Team Personal/Organisation  
+49 251 91797 404  
Katharina.Schmitt@wald-und-holz.nrw.de

**Jürgen Schüssele**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Leiter Team Zentrale Dienste  
+49 2931 7866 0  
Juergen.Schuessele@wald-und-holz.nrw.de

**Martin Schwarz**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Holzwirtschaft  
SG 32 Holzverwendung/Holzbau  
+49 2931 7866 460  
Martin.Schwarz@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Bernward Selter**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Zentrale Dienste  
SG 13 Veröffentlichungen/Forstl. Dokumentationsstelle  
+49 2931 7866 230  
Bernward.Selter@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Carolin Stiehl**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 51 Waldbau/Waldökologie/Klimaanpassung  
SG 53 Waldwachstumskunde  
+49 2931 7866 405  
Carolin.Stiehl@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Ole Theisinger**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald-/Klimaschutz  
SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz  
+49 2931 7866 190  
Ole.Theisinger@wald-und-holz.nrw.de

**Thilo Wagner**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Leiter Team Forstliches Bildungszentrum  
+49 2931 7866 311  
Thilo.Wagner@wald-und-holz.nrw.de

**Sarah Christine Weber**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Zentrale Dienste  
SG 11 Verwaltung  
+49 2931 7866 135

**Alexander Weller**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldplanung  
SG 43 Standortkunde  
+49 2931 7866 175  
Alexander.Weller@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Stefanie Wieland**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Leiterin Team Holzwirtschaft  
+49 2931 7866 459  
Stefanie.Wieland@wald-und-holz.nrw.de

**Henning Witt**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 51 Waldbau/Waldökologie/Klimaanpassung  
+49 2931 7866 413  
Henning.witt@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Marius Zimmermann**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 52 Forstgenetik/Forstvermehrungsgut  
+49 2931 7866 417  
Marius.Zimmermann@wald-und-holz.nrw.de





# Impressum

## Herausgeber

Wald und Holz NRW  
Albrecht-Thaer-Straße 34  
48147 Münster  
Telefon: 0251 91797-0  
Telefax: 0251 91797-100  
E-Mail: [info@wald-und-holz.nrw.de](mailto:info@wald-und-holz.nrw.de)  
[www.wald-und-holz.nrw.de](http://www.wald-und-holz.nrw.de)

## Redaktion/Bearbeitung

Wald und Holz NRW  
Forstliche Dokumentationsstelle

## Bildnachweis

Sabine Benckendorff (S. 12); Winfried Bergen (S. 101); Burkhard Bunse (S. 22); Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL (S. 87 links); European Forest Institute (EFI) (S. 64); FH Aachen (S. 42); Karoline Flume (S. 73); GEObasis.nrw (S. 19); Florian Hartsch (S. 29); Heimatverein Nieheim (S. 75); Calvin Hein (S. 70); Frank Hoffmann (S. 97, 98 unten); Lutz Jaschke (S. 56, 58); Landesarchiv NRW, Abt. Rheinland (S. 20, 21); André Liefertz (S. 89 oben); Kilian Marx (S. 60, 69); Johannes May (Titel, S. 50–55); Microtec (S. 41); Klaus Mischka (Rückseite); Thorsten Mrosek (S. 8, 61); Karin Müller (S. 77); Philipp Alexander Nelis (S. 36); Rupert Oberhäuser (S. 59); Matthias Patschkowski (S. 10, 13); Christoffer Pohle (S. 29–31); RVR, dl-de/by-2-0 (S. 18); Michael Schwarze-Rodrian (S. 74 unten); Bernward Selter (S. 37); Team Zentrale Dienste (S. 11); Ole Theisinger (S. 78, 89, 90 unten, 93); Wiebke Theisinger (S. 92); Wald und Holz NRW (S. 4, 8, 19, 23, 25, 26, 33–35, 39–41, 68, 71, 72); Wald und Holz NRW/PK-Media (S. 43, 44, 47–49); Beat Wermelinger (S. 86, 87 links); Henning Witt (S. 73, 74 oben); Marius Zimmermann (S. 76).

## Gestaltung

dot.blue – communication & design  
[www.dbcd.de](http://www.dbcd.de)  
Jutta Schlotthauer

## Herstellung

XPrint Medienproduktion, Aachen

## Stand

April 2022



PEFC zertifiziert  
Dieses Produkt stammt aus  
nachhaltig bewirtschafteten  
Wäldern und kontrollierten  
Quellen.  
[www.pefc.de](http://www.pefc.de)





**Wald und Holz NRW**  
**Albrecht-Thaer-Straße 34**  
**48147 Münster**  
**Telefon 0 251 9 17 97-0**  
**Telefax 0 251 9 17 97-100**  
**info@wald-und-holz.nrw.de**  
**www.wald-und-holz.nrw.de**

