



# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft

## Jahresbericht 2022



# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Jahresbericht 2022





Liebe Leserinnen und Leser,

die Stärkung der wald- und klimabezogenen Forschung sowie des Lehr- und Versuchswesens, die Förderung der Nutzung von Holz und vor allem der Wissenstransfer in die Praxis sind prioritäre Ziele und Aufgaben des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) im Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen.

Unser Jahresbericht informiert Sie über einzelne Aktivitäten, Projekte und Ereignisse im Jahr 2022. Aus den Aufgabenbereichen Forstliches Bildungszentrum, Holzwirtschaft, Waldplanung, Waldbau sowie Wald- und Klimaschutz werden ausgesuchte Arbeitsschwerpunkte vorgestellt. Durch die erarbeiteten und gewonnenen Erkenntnisse aus dem Bereich der angewandten Forschung wurden auch im Jahr 2022 Politik und Verwaltung bei der Umsetzung politischer Leitentscheidungen unterstützt und wissenschaftlich neutral beraten. Neue Erkenntnisse in den Bereichen Forstwissenschaft und Holzwirtschaft wurden den Waldbesitzenden sowie dem Cluster Forst & Holz bereitgestellt.

Gleichzeitig galt es, unsere Kernaufgaben und Kompetenzen im Bereich des langfristigen Monitorings, der Drittmittelakquise und der Aus-, Weiter- und Fortbildung für Landesbedienstete, Waldbesitzende, privates und kommunales Forstfachpersonal sowie interessierten BürgerInnen unter den besonderen Herausforderungen der anhaltenden Coronakrise und der Großkalamität unter Beweis und zur Verfügung zu stellen. In Anbetracht der herausfordernden Umstände ist uns das gut gelungen. Insofern gilt unser besonderer Dank den Mitarbeitenden des ZWH für Ihre engagierte Arbeit im Verbund mit Kolleginnen und Kollegen der Fachbereiche des Landesbetriebes, der Fachabteilung des Ministeriums, der Regionalforstämter sowie zahlreichen externen Partnern.

Ein besonderes Augenmerk galt im Jahr 2022 dem Wissensaustausch zum Thema Buche (Fachkolloquium) und dem Arnsberger Waldforum zum Thema „Wald im Klimawandel – Möglichkeiten und Grenzen der Anpassung durch Wiederbewaldung und Waldumbau“. Der überregionale Wissensaustausch auch zwischen den verschiedenen Forschungseinrichtungen der Bundesländer ist insbesondere in Zeiten des Klimawandels ein wichtiger Baustein.



Für den Wald war auch 2022 ein stressiges Jahr: Hitze, Dürre und Borkenkäfer. 135.000 ha Fichtenschadfläche stehen in den nächsten Jahren im Fokus der Wiederbewaldung. Aber auch die Buche leidet unter der zunehmenden Trockenheit und Hitze. Trotz Vitalitätsverlusten aufgrund von Stickstoffeinträgen galt die Buche lange als widerstandsfähig gegenüber den Einflüssen des Klimawandels. Nun werden zunehmend Auswirkungen auf die Sensitivität, Stabilität und Elastizität von Buchen-Ökosystemen dokumentiert. Ihre Produktivität und Vitalität werden massiv beeinträchtigt. Die wichtigsten Ergebnisse des Fachkolloquiums sind im vorliegenden Jahresbericht zusammengestellt.

Unter dem Motto: Mitdiskutieren, Zuhören, Fragen stellen – wurde am 3. und 4. November 2022 das diesjährige Arnsberger Waldforum veranstaltet. Gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus forstlicher Wissenschaft und Praxis bot sich die Gelegenheit zum gemeinsamen Austausch über die neuesten Informationen und Erkenntnisse.

Nun wünschen wir Ihnen viel Freude und gewinnbringende Erkenntnisse beim Lesen des Jahresberichts 2022 unseres Zentrums für Wald und Holzwirtschaft im Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen.



**Thomas Kämmerling**  
Leiter des Landesbetriebes Wald und Holz  
Nordrhein-Westfalen



**Dr. 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

**Gute Küche für hungrige Azubis und anspruchsvolle Gäste**  
Lars Niggemann 11

**Wie geht es weiter mit der Buche in unserem Land?**  
**Das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft veranstaltete ein Fachkolloquium zur „Zukunft der Buche in Nordrhein-Westfalen“**  
Bernward Selter 15

## Team 2 – Forstliches Bildungszentrum

**Sensorbasierte Erfassung und automatisierte Auswertung von Waldwegzuständen für ein vorausschauendes Waldwegemanagement**  
Ferréol Berendt und Thilo Wagner 21

**Digitalisierung in Forst-Holz-Bereitstellungsketten: Wie lässt sich ein durchgängiger Datenfluss realisieren und welche Vorteile bietet er?**  
Lorenz Breinig und Thilo Wagner 24

**Befahrungsrisikokarten zur Planung des Maschineneinsatzes im Wald (BefahrGut)**  
Marian Schönauer 30

## Team 3 – Holzwirtschaft

**Forschungsprojekt zur Untersuchung des stofflichen Nutzungspotenzials von Fichtenkalamitätsholz aus Dürrständern und Trockenlagern**  
Niklas Benteler 33

**Hybrid Symposium „Effizientes Bauen mit Holz“ in der Vorburg Schloss Hardenberg in Velbert**  
Thorsten Kaderbach 36

**Nachlese: Jubiläums-Event „10 Jahre Zentrum HOLZ“**  
Martin Schwarz 39

## Team 4 – Waldplanung

**Forschungsprojekt zur kontinuierlichen Vitalitäts- und Waldschadensanalyse mit Fernerkundungsdaten – Projektfortschritt**  
Johannes May und Berthold Mertens 45

## Team 5 – Waldbau

### **Waldwachstumskundliche Dauerbeobachtung von eingeführten Baumarten am Beispiel des Riesenlebensbaums**

Jana Melanie Hanke und Carolin Stiehl 51

### **Qualitätssteigerung durch Vorbehandlung – Versuche des Saatgutlabors in Zeiten begrenzter Verfügbarkeit forstlichen Saatguts**

Karin Müller, Chris Kenter, Marius Zimmermann und Marius Erley 58

## Team 6 – Wald- und Klimaschutz

### **Temperaturanalyse zur Erfassung der Baum- und Bestandesvitalität Oberkronen via Drohne und Bestandesinnenklima via Datenlogger**

Christin Carl, Mathias Niesar und André Liefertz 63

### **Auswirkungen der Borkenkäferkalamität und Gesetzesnovellierungen auf die Auftragslage des Pflanzengesundheitsdienstes**

Marion Jacoby und Mathias Niesar 68

### **Der Eichenprozessionsspinner in NRW: Entwicklung, Status quo und alternative Maßnahmen**

Ole Theisinger, André Liefertz, Lisa Stange, Johannes Kuhlmann und Mathias Niesar 72

### **Die Vitalität heimischer Eichenwälder fördern – das FNR Projekt „Eichenresilienz“**

Wiebke Theisinger, Yannick Prümers und Mathias Niesar 79

## Teamübergreifend

### **Wald und Holz NRW bei den DLG-Waldtagen in Lichtenau**

Alle Teams 85

### **Klima-, Baum- und Biodiversitätsanalysen im AJA-Sensornetzwerk des KWH4.0**

Christin Carl, Amadeus Bewer, Frank Heinze, Andreas Böhm und Sebastian Blömeke 94

### **Drohnen-Einsatz in der Praxis und Forschung**

Christin Carl, Mathias Niesar, André Liefertz, Amadeus Bewer und Jan Zimmermanns 99

### **Vitalitätsmonitoring mit Klimamessstationen**

Johannes May und Mathias Niesar 103

### **ÖKOPROFIT-KONVOI der Landesverwaltungen 2021/2022 – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen Landesverwaltung bis 2030**

Tom Hovestädt, Tanja Breu-Knaup, Wiebke Theisinger und Mathias Niesar 106

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 113

Impressum (inkl. Bildnachweis) 116

## Ausgesuchte Ereignisse im Jahresverlauf

**Januar 2022**

Erste von 16 Waldschutz-Infomeldungen in 2022



**Februar 2022**

Mitarbeitendenbefragung im 1. ÖKOPROFIT®-Konvoi am Standort „Zentrale Münster“ (Auszeichnung/Zertifizierung von Wald und Holz NRW im Dezember 2022)

**März 2022**

Online-Seminar „Bauen mit Holz – Planung und Vergabe kommunaler und öffentlicher Bauaufgaben“

**April 2022**

Jahrestagung der AG Gastbaumarten in der Sektion Waldbau des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten in Freising

**Juni 2022**

Abschlussveranstaltung des EU-Projektes Rosewood 4.0 beim EFI in Barcelona

**Mai 2022**

Brandschutz im Holzbau – Hybrid-Seminar, Zentrum HOLZ



**August 2022**

Fachkolloquium „Zukunft der Buche in Nordrhein-Westfalen“ im Waldinformationszentrum Hammerhof

**Juli 2022**

Gemeinschaftsstand von Wald und Holz NRW auf der „Dach + Holz International“, Messe Köln

**September 2022**

DLG-Waldtage in Lichtenau



**Oktober 2022**

Tagung der Sektion Waldbau im Deutschen Verband Forstlicher Versuchsanstalten (DVFFA) in Lübbenau/Spreewald

**November 2022**

13. Arnsberger Waldforum, Thema: „Wald im Klimawandel – Möglichkeiten und Grenzen der Anpassung durch Wiederbewaldung und Waldumbau“



**Dezember 2022**

Forstministerin Gorißen stellt bei der Landespressekonferenz den Waldzustandsbericht 2022 vor.

# Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (FB V) Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen Organigramm







TEAM 1

Zentrale  
Dienste

## Gute Küche für hungrige Azubis und anspruchsvolle Gäste

### Team Zentrale Dienste

Wo es gutes Essen gibt, fühlt man sich wohl. Wald und Holz NRW betreibt Jugendwaldheime, Info- und Bildungszentren. Eine gute Verpflegung der Gäste ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für die Einrichtungen.

Lars Niggemann ist Chef der Küche im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH), zuständig für das Forstliche Bildungszentrum in Arnsberg (FBZ), das Jugendwaldheim Obereimer und bei Bedarf auch das Zentrum Holz in Olsberg. Dabei bekocht er mit seinem Team nicht nur die jungen Auszubildenden, die hungrig von der Forstarbeit im Wald in den Speisesaal kommen, sondern auch die Gäste wissenschaftlicher Tagungen und Veranstaltungen mit Ministerinnen und Diplomaten. Nicht zu vergessen die Kinder und Jugendlichen im Jugendwaldheim, die manchmal auch außer Haus beköstigt werden.

Im Schnitt sind es rund 200 Gäste, die regelmäßig durch die beiden Großküchen am ZWH verpflegt werden. Alle erhalten drei Mahlzeiten am Tag: Frühstück, Mittag, Abendessen. Im FBZ und zu besonderen Anlässen sind auch noch Kaffee und Kuchen dabei.

Bevor das Essen auf den Tisch kommen kann, muss noch vieles hinter den Kulissen geplant und organisiert werden. Um die Mengen zu kalkulieren, muss Niggemann wissen, wie viele Leute insgesamt zum Essen angemeldet sind, und um welche Klientel es sich handelt (Erwachsene, Kinder, Fleischesser, Vegetarier etc.). Sind Allergiker darunter oder Leute mit irgendwelchen Unverträglichkeiten? Was ist der Anlass für die Veranstaltung? Vom Ministerempfang mit Buffet bis hin zu den Forstwirten, die im Wald deftigen, zünftigen Eintopf essen, ist alles dabei. Die Gäste sitzen also nicht immer im Speisesaal an den Tischen, sondern bekommen auch draußen an Tischen im Wald dann ein komplettes Buffet kredenzt.

Vor der eigentlichen Herstellung der Speisen muss das nicht vorrätige und frisch anzuliefernde Material bestellt werden. „Wir kriegen einen Lkw in der Woche angeliefert; zwischendurch kommt auch nochmal ein zweiter, je nachdem, wieviel Gäste vor Ort verköstigt werden müssen“, sagt Niggemann. „Im Schnitt haben wir so um die 60 bis 70 Kilo Fleisch am Tag; das gleiche



Abb. 1: Lars Niggemann (2. von rechts) mit einem Teil des Küchenteams im FBZ

dann natürlich nochmal an Sättigungsbeilagen – aber immer in der Rohware. 50 Kilogramm Gemüse am Tag, dann noch das Obst.“ Morgens zum Frühstück werden dann die Brötchen vom Bäcker frisch angeliefert, aus dem Nachbarort.

Im nächsten Schritt müssen die „Rohstoffe“ (Lebensmittel) vorbereitet und verarbeitet werden, Kartoffeln müssen geschält, der Salat gewaschen werden usw. Die Zubereitung der einzelnen Speisen geschieht immer unter Umsetzung vorgeschriebener Hygiene-Standards, wie etwa dem HACCP-Konzept (Hazard Analysis Critical Control Point) nach EU-Vorschrift.

Ein wichtiger Gesichtspunkt auch im Sinne der Nachhaltigkeit ist die Stärkung der regionalen Unternehmen und Wertschöpfungsketten. „Wir legen auch sehr viel Wert auf Regionalität“, so Niggemann. „Wir kriegen das Fleisch vom Metzger vor Ort, der kauft das Schlachtvieh vom Bauern in der Umgebung ein. Wir haben einen Bäcker vor Ort, der auf regionale Produkte achtet.“



## Lars Niggemann



Seit Dezember 2019 arbeitet Lars Niggemann als Küchenleiter bei Wald und Holz NRW im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft. Er ist seit nunmehr 17 Jahren ausgebildeter Koch und hat mehr als 13 Jahre Berufserfahrung als Küchenleiter in unterschiedlichen Bereichen wie Großküchen, Gemeinschaftsverpflegung, Gastronomie, Eventcatering und Messecatering. In Arnsberg kümmert sich Niggemann ums leibliche Wohl der großen und kleinen Gäste am Forstlichen Bildungszentrum Neheim und im Jugendwaldheim Obereimer.

### Wie sind Sie zu Ihrem Beruf gekommen, und was fasziniert Sie an der Stelle bei Wald und Holz?

Ich habe mich eigentlich immer schon für frische Lebensmittel und die Speisenzubereitung aus den einzelnen Rohstoffen interessiert. Die Stelle bei

Wald und Holz NRW fasziniert mich, weil ich hier sehr unterschiedliche Gäste – ob aus der Schule, der Aus- und Weiterbildung oder aus verschiedenen Berufsfeldern – versorgen kann. Die Arbeit ist sehr abwechslungsreich. Dazu gehören z. B. auch die Verpflegung der Schüler und Lehrgangsteilnehmer bei Außeneinsätzen, sowie das Catering für diverse Sonderveranstaltungen wie zum Beispiel das Arnsberger Waldforum. Natürlich bedeutet die Arbeit hier für mich auch privat mehr Lebensqualität. Ich habe durch die geregelten Arbeitszeiten nun mehr Zeit für die Familie.

### Was liegt Ihnen bei Ihrer Arbeit besonders am Herzen?

Besonders am Herzen liegen mir unsere Gäste, wenn Sie nach einem leckeren Essen mit einem Lächeln im Gesicht das Haus verlassen. Ich finde es auch wichtig, dass vor allem unsere kleinen Gäste im Jugendwaldheim bei uns Dinge erfahren können, die sie von zuhause aus vielleicht nicht mehr kennen, wie etwa ein regelmäßiges Frühstück zum Start des Tages. Wir wollen hier nicht nur das Wissen über den Wald und Naturerleben vermitteln, sondern auch eigentlich selbstverständliche Kulturtechniken, wie ein gemeinsames, vernünftiges Essen.

### Gibt es ein Projekt, das Sie gern verwirklichen würden?

Da ich aus einer sauerländischen Jägerfamilie stamme, möchte ich meine Naturverbundenheit auch ein wenig mit meiner Arbeit verbinden. Mein Ziel ist es, einen Lehrgang mit dem Thema „wild auf Wild“ auf die Beine zu stellen. Neben dem Zubereiten von Wild aus heimischen Wäldern sollen hier aber auch weitere Aspekte berücksichtigt werden: der verantwortungsvolle Umgang mit Lebensmitteln, die mit Respekt gegenüber dem getöteten Lebewesen verarbeitet werden.

Obwohl oft gegen die Zeit gearbeitet wird, müssen die Arbeitsabläufe und die Handgriffe sitzen. Ebenso wie die Kommunikation. In seinem neunköpfigen Team werde niemals gebrüllt in der Küche, bemerkt Niggemann. „In vielen Küchen herrscht ein rauer Ton, bei mir in der Küche gar nicht. Ich finde, man kann auch alles im ruhigen Ton klären, man muss diese choleriche Art, die manche Kochkollegen haben, nicht leben.“

Was Niggemanns Team alles auf den Teller zaubert, ist abwechslungsreich, ausgewogen und gesund. In der Regel werden nun zwei Menülinien angeboten. „Irgendwann“, so

Niggemann, „kam aber immer mehr die Anfrage, noch eine vegetarische Menülinie zu führen.“ Da gibt es zum Beispiel den vegetarischen Salat, der als zweites Gericht mit angeboten wird. Auf einer Grundlage aus Feta Käse wird ein Salatbouquet angerichtet – etwa mit einer Himbeer-Vinaigrette und geschwenkten Cashewkernen. Dazu wird dann ein Kräuterbaguette gereicht, das ein wenig mit Butter bestrichen im Ofen noch einmal gebacken wurde.

Dann gibt es natürlich die „Bringer“ für das Stammpublikum: „Da freuen sich die Auszubildenden, unsere angehenden Forstwirte, immer sehr, wenn es unseren berühmten Pulled-Pork-



Abb. 2: Fingerfood am Buffet mit „Betriebsanleitung“

Burger gibt“, sagt Niggemann: Schweinefleisch, 14 Stunden bei 90 Grad im Ofen gegart, Pommes frites, ein wenig Salat und Gemüse, dazu noch Barbecue Sauce. Aber auch traditionelle Gerichte sind vertreten, wie z. B. westfälisches Pfefferpotthast, das regelmäßig auf dem Speiseplan steht. Genauso wie ein gutes Gulasch oder ein Geschnetzeltes.

Was auf den Teller kommt, soll auch nett angerichtet werden, denn bekanntlich isst das Auge auch mit. Da kann das in Pandemie-Zeiten in kleinen Gläsern mit Abdeckung angerichtete Schmanckerl auch optisch ansprechend sein, wie z. B. das mit Schafskäse gefüllte Roastbeef mit Salat und ein wenig Antipasti-Gemüse. Oder der zerschmolzene und goldbraun karamellierte Zucker, der in Fäden gezogen als filigrane Karamell-Kuppel das Nachtisch-Schälchen „überdacht“.



Abb. 3: Auch das Auge isst mit: Nachspeise mit einer Karamell-Kuppel



Abb. 4: Gefülltes Roastbeef mit Salat und Antipasti-Gemüse als Schmanckerl im Glas



Aber auch die kleinen Gäste im Jugendwaldheim werden mit auf die kulinarische Reise genommen. Da gibt es schon mal einen Nachtisch mit Mascarpone, Erdbeeren und Minze oder einen aufgepeppten Salat mit einem „Herbstlaub“ aus angerösteten Möhren. „Die kann man so als Crunch ein bisschen darüber geben.“ Dann ist das bei den Kindern so ein bisschen wie Chips – kommt sehr gut an“, freut sich Niggemann.

Natürlich darf, wenn bei Wald und Holz NRW über das Essen gesprochen wird, das Wild nicht fehlen. Obwohl auch regelmäßig Wild auf der Speisekarte steht, ist hier der Andrang noch nicht so groß. Niggemann vermutet, „viele hätten immer noch dieses alte Bild im Kopf: oh, Wild, das riecht streng, hat einen strengen Geschmack.“ Aber das sei bei entsprechender

Auswahl und Zubereitung des Fleisches gar nicht so. Auch sei Wildfleisch nicht nur etwas für die Winterküche. Man könne es ganzjährig nutzen. Wie z. B. ein Rehfilet, das man rundherum angebraten, innen noch rosa, vielleicht noch in Sesam gewälzt und schön aufgeschnitten hat. Dazu wird schöner Salat gereicht, auf den die Filetscheiben gelegt werden: „wie der Klassiker mit der Hähnchenbrust – dann kann man Wild auch wunderbar im Sommer genießen.“ Auch könnten alltägliche Speisen durchaus mit Wildfleisch zubereitet werden, wie Bratwürste oder Paddys für die Burger.

In Sachen Wildküche haben sich Niggemann und sein Team für die Zukunft noch einiges vorgenommen, um den Gästen das Wildbret näherzubringen. So soll z. B. ein eigener Lehrgang zum Thema „wild auf Wild“ auf die Beine gestellt werden.



Abb. 5: Beim Mittagstisch im Forstlichen Bildungszentrum



## Wie geht es weiter mit der Buche in unserem Land? Das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft veranstaltete ein Fachkolloquium zur „Zukunft der Buche in Nordrhein-Westfalen“

### Bernward Selter

Auch die Buche leidet unter den Folgen des Klimawandels. Besonders die Häufung von Witterungsextremen hat der „Mutter des Waldes“ in den letzten Jahren stark zugesetzt. Schadsymptome, wie z. B. frühzeitiger Laubverlust, Kurztriebhäufung und Spießkronenbildung haben auf vielen Standorten stetig zugenommen. Das Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) im Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen hatte angesichts dieser hochaktuellen Thematik am 16./17. August 2022 zu einer Fachtagung ins Waldinformationszentrum Hammerhof geladen.

Über 40 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Verwaltung und Praxis diskutierten vor Ort wie auch draußen im Gelände darüber, wie unsere Buchenwälder auf die veränderten Bedingungen im Klimawandel reagieren und wie sie darauf eingestellt werden können. Mehr als 160 Teilnehmerinnen und Teilnehmer verfolgten an den beiden Tagen die vielen Fachvorträge im Livestream. Über den Chat konnten sie an der Diskussion teilnehmen.

„Der Wald von morgen stellt uns vor große Herausforderungen – und zu diesen Herausforderungen zählen auch Fragen der Zukunft der Buche im Klimawandel“, betonte Dr. Bertram Leder, Leiter des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft, in seinem Eröffnungsvortrag. Nur 22 % der Buchen landesweit seien noch gesund. So formulierte der Waldbauexperte als Ziel der Fachtagung, „Empfehlungen möglicher Steuerungsoptionen für eine Anpassung der Buchenbehandlung unter sich klimatisch verändernden Rahmenbedingungen“ abzuleiten.

Andreas Wiebe, Leiter von Wald und Holz NRW, hob in seinen mit dem terminlich verhinderten Co-Leiter von Wald und Holz NRW, Thomas Kämmerling, abgestimmten einleitenden Ausführungen noch einmal die besondere Rolle der Buche im nordrhein-westfälischen Wald hervor. Dabei wurden dem Publikum auch die wichtigen Funktionen und einige Rahmendaten des Waldes insgesamt in dem dichtbesiedelten Industrieland Nordrhein-Westfalen vorgestellt.

Angesichts der dramatischen Veränderungen der aktuellen Waldschäden in Buchenbeständen v.a. seit 2018 könne man schon fast von einem „Waldsterben 2.0“ sprechen, so



Abb. 1: Eröffnungsvortrag des Fachkolloquiums „Zukunft der Buche in Nordrhein-Westfalen“

Prof. Dr. Peter Spathelf von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde. Er ging in seinem Vortrag auf die Bedeutung der Buche und ihre Konkurrenzkraft, ihre Vulnerabilität (Trockenheit, Sturm) und ihre Anpassungsfähigkeit (Mischung, Pflege, Naturwaldattribute) näher ein.

Einem von dem Münsteraner Historiker Dr. Bernward Selter vorgetragenen geschichtlichen Rückblick auf die jahrhundertelange Bedeutung der Buche für die Waldressourcenutzung folgte ein erster Einblick in die Zukunft der Buche.

Durch die Veränderung der Standortbedingungen bei fortschreitendem Klimawandel würden sich die Buchenstandorte in Richtung Norden und von den Niederungen in die höheren Lagen

verschieben. Die von Jakob Fei, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, vorgestellten Simulationen eines klimadynamischen Modells veranschaulichten die möglicherweise drastischen Verschiebungen der Potenziellen Natürlichen Vegetation in den nächsten Jahrzehnten. In Deutschland würden die aktuell auf 74 % der Fläche dominierenden Buchenwaldgesellschaften bis 2070 je nach Klimaszenario zwischen 6 % und 89 % ihres Potenzials einbüßen.

Bereits die aktuell spürbaren klimatischen Änderungen haben laut dem Waldschutzexperten im ZWH, Dr. Mathias Niesar, die Buche in den letzten zwei Jahrzehnten immer schadanfälliger werden lassen. Oftmals träten die Schäden dabei erst Jahre nach der eigentlichen Schwächung auf. „Die Buche ist nachtragend“, so Niesar.

Auf der kurzweiligen Exkursion am Nachmittag diskutierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nach einer Vorstellung des Regionalforstamtes Hochstift durch Forstamtsleiter Roland Schockemöhle und Revierförsterin Marina Jürgens angeregt vor Ort. In der Naturwaldzelle (NWZ) Hellberg wurden ihnen von Michael Elmer und Klaus Striepen (beide Wald und Holz NRW) die über Jahre gesammelten Daten der NWZ vorgestellt. Einige absterbende Baumexemplare vor Augen wurden bereits erste praxisrelevante Lösungsoptionen im Umgang mit abgestorbenen Buchen in einem Wirtschaftswald diskutiert.

Die nächste Station führte in einen bewirtschafteten Buchenbestand. Hier konnten die Anwesenden unter Anleitung von Dr. Carolin Stiehl und Alexander Weller (beide ZWH) auf einer Marteloskop-Fläche eine kleine waldbauliche Übung absolvieren.

Den Abschluss der Exkursion bildete ein kleiner Einblick in ein Stück „wildes“ Ostwestfalen. Theresa Albracht vom Regionalforstamt Hochstift informierte auf einer Führung durch das Wisentgehege Hardehausen über die Biologie der Bergland- und Flachlandwisente sowie über die Geschichte dieses ältesten Naturschutzprojektes in NRW.

Die Vorträge des zweiten Tages umfassten ein weites Themenspektrum rund um die Buche: angefangen bei den Schäden und der Anpassungsfähigkeit des Baumes an den Klimawandel, über Lösungsansätze für das künftige Buchenmanagement, bis hin zu praktischen Anwendungsbeispielen aus der heutigen Nutzung. Die Reaktionen der Buche auf klimatische



Abb. 2: Die Tagungsteilnehmerinnen und -teilnehmer in der Naturwaldzelle Hellberg

Extremereignisse schon seit ihrer historischen Wiederbesiedlung Zentraleuropas wurden ebenso thematisiert (Karoline Flume vom ZWH) wie die von Dr. Nadine Eickenscheidt vom Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW vorgetragene Ergebnisse des forstlichen Umweltmonitorings im Hinblick auf die Reaktion der Buche auf den derzeitigen Klimawandel und die Spätfolgen der Industriekultur.

Angesichts der vermuteten Arealverschiebungen der zonalen Waldgesellschaften in Europa „lohnt sich der Blick auf die Rolle der Buche in den südlich und vor allem südöstlich an Mitteleuropa angrenzenden Vegetationszonen“, so Dr. Jürgen Willig vom Servicezentrum Forsteinrichtung und Naturschutz Gießen, Hessen-Forst.

Aus Sicht der ökologischen Genetik steuerte Prof. Dr. Erwin Hussendörfer von der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf Empfehlungen für ein an den Klimawandel angepasstes Waldmanagement bei. Das „Vermögen einer Population, sich durch Änderungen ihrer genetischen Strukturen an variable Standorts- und Umweltbedingungen anzupassen und dadurch dauerhaft überlebensfähig zu bleiben“, erfordere ein waldbauliches Umdenken. So solle der Gewinnung von qualitativ und v. a. genetisch hochwertigem Saatgut sowie der Anwendung femelartiger, unregelmäßiger Durchforstungen mehr Gewicht verliehen werden.

Auch die Erkenntnisse des Forschungsprojektes „Buchenkalamitäten im Klimawandel – Ursachen, Folgen, Maßnahmen“ des Forstlichen Forschungs- und Kompetenzzentrums in Gotha (FFK), der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt in Göttingen und der Universität Göttingen sollen der forstlichen Praxis zufließen. Hier werden,



so Joscha Menge vom FFK, „praxisorientierte Handlungsstrategien und Empfehlungen für die zukünftige Bewirtschaftung, Sanierung bzw. Neubegründung von Rotbuchenbeständen unter veränderten klimatischen Bedingungen entwickelt“.

Aus Nordrhein-Westfalen stellten Dr. Carolin Stiehl und Alexander Weller vom Zentrum für Wald und Holzwirtschaft das dortige Waldbaukonzept vor. Dieses enthält angesichts des Klimawandels differenzierte Handlungsempfehlungen von Buchen-Waldentwicklungstypen und auch Hinweise zum Umgang mit labilen Buchenbeständen.

Dass im Umgang mit der Buche im Klimawandel viele offene Fragen und Handlungsbedarf bestehen, zeigten die Vorträge über die Rolle der Buche als wichtiges wirtschaftliches Rückgrat eines großen Forstbetriebes (Susanne Hoffmann vom Landesverband Lippe) sowie über die aktuellen Probleme mit der Buche im urbanen Raum. Im Bereich der Holzernte erhöht der Klimawandel die Anforderungen an Arbeitstechnik und Ausrüstung beim Umgang mit den Gefahren bei der unfallträchtigen Laubholzernte. Hier wies Thilo Wagner, Leiter des Forstlichen Bildungszentrums beim ZWH, auf dort bereits vorhandene gute Schulungskonzepte und Schulungsangebote hin. Sehr inter-



Abb. 3: Vertrocknende Buchen in der Naturwaldzelle Hellberg

essant und aufschlussreich war die Präsentation der Firma Pollmeier. Der Doppelvortrag von Annabell Richardt und Doris Tegelkamp sowie der eingebettete Film aus der Produktion boten u.a. spannende Einblicke in die Verwendung eines Hochleistungswerkstoffes aus heimischen Wäldern – der BauBuche.

Holz als Bau- und Rohstoff in vielfältiger Weise bildete auch das zentrale Thema der beiden letzten Vorträge der Tagung. Hier zeigte Martin Schwarz vom Team Holzwirtschaft im ZWH in zwei spannenden Präsentationen (eine stellvertretend vorgetragen für die terminlich verhin-

derte Teamleiterin Dr. Stefanie Wieland) das unglaublich große Spektrum des Einsatzes von Buchenholz für den Bereich der holzbasierten Bioökonomie und der Smart Materials.

Die während der Tagung erarbeiteten Thesen und Handlungsempfehlungen sollen nun ausgearbeitet und v. a. der forstlichen Praxis zur Verfügung gestellt werden. Interessierte können sich die Vorträge sowie den Videomitschnitt der Exkursion weiterhin unter [www.buchentagung.de](http://www.buchentagung.de) ansehen.

## Dr. Bernward Selter



arbeitet seit vielen Jahren für Wald und Holz NRW, schwerpunktmäßig an der forstlichen Dokumentationsstelle im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (ZWH) in Arnsberg. Der studierte Historiker ist so etwas wie ein „Exot“ unter den Försterinnen und Förstern. Selter hat die Forstliche Dokumentationsstelle (FoDoS) am Standort Arnsberg-Obereimer mit aufgebaut. Der Freiberufler ist durch eine Reihe weiterer Projekte mit Wald und Holz NRW verbunden.

### Wie kam es dazu, dass Sie sich als Historiker mit Bäumen und dem Wald beschäftigen?

Der Wald hat mich schon als Kind fasziniert, auch wenn ich später kein Förster geworden bin. Gebürtig komme ich aus dem Sauerland, da lag der Wald ja immer direkt vor der Tür.

Obwohl ich mich mit meinen Studienfächern Geschichte, Germanistik und Philosophie den Geisteswissenschaften verschrieben hatte, holte mich der Wald doch wieder ein. In den 1980er-Jahren „entdeckte“ die Geschichtswissenschaft das Umweltthema und damit auch den Wald. Die Umwelt- und Ökologiedebatte und die Diskussion über die „neuartigen“ Waldschäden bekamen eine historische Dimension.

Das alles fand ich sehr spannend, sodass ich mich entschied, meine Dissertation über ein forstgeschichtliches Thema zu schreiben.

### Wie sind Sie zu Ihrem jetzigen Beruf gekommen?

Nach dem Studium kam ich nach kurzzeitiger Beschäftigung an der Universität Münster und einigen Werkverträgen zur Landesforstverwaltung. Dort suchte man Mitte der 1990er-Jahre einen Historiker für den Aufbau einer forstlichen Dokumentationsstelle.

Nach Beendigung dieser befristeten Tätigkeit blieb ich dem Wald und der Forstgeschichte weiterhin treu. Über ein vom Umweltministerium NRW finanziertes Projekt der Universität Paderborn und der Landesforstverwaltung konnte ich als wissenschaftlicher Mitarbeiter wesentlich am Entstehen der nordrhein-westfälischen Landesmonographie „Wald und Holz in Nordrhein-Westfalen“ mitwirken. Weitere berufliche Stationen waren das Institut für Landschaftsökologie an der Universität Münster sowie das dortige Internationale Institut für Wald und Holz NRW e. V.

Um der beruflichen Sackgasse wissenschaftlicher Zeitverträge zu entgehen, wagte ich Ende 2006 den Schritt in die Selbständigkeit. Seitdem bin ich u.a. auch wieder für Wald und Holz NRW – und dort v.a. für die forstliche Dokumentationsstelle – tätig.

### Was fasziniert Sie an Ihrer Tätigkeit beim Forst?

Bäume wachsen sehr langsam. Die Forstwirtschaft arbeitet und plant in längeren Zeiträumen. Daher sind für sie Informationen aus der Vergangenheit sehr wichtig: wie sah der Wald vor 100 Jahren aus, wann wurde hier etwas gepflanzt oder gesät, woher stammte das Pflanz- oder Saatgut? Oft sind in den Forstämtern noch alte Dokumente erhalten, die auf ihre Auswertung warten. Besonders für die Wald- und Kulturlandschaftsentwicklung der letzten Jahrhunderte ist der Fundus hier sehr aufschlussreich.

Daneben fasziniert mich der Wald als eine Art Landschaftsarchiv. Hier lassen sich noch viele Relikte früherer Nutzungen aufspüren, wie etwa Niederwaldreste, alte Huteeichen, aber auch Pinggen, Stollenreste, Meilerplatten, Siedlungsreste und vieles mehr.

### Wie sieht denn Ihr Arbeitsalltag aus?

Meine Arbeiten sind vielseitig. Das beginnt mit dem Erschließen und Verzeichnen von historischen Unterlagen. Wenn Aktenaussonderungen gemeinsam mit dem Landesarchiv anstehen oder die Sichtung eines Nachlassbestandes, geht es schon mal raus aus dem Büro. Je nach Projekt kann ich auch zeitweilig den Schreibtisch gegen die Natur draußen eintauschen.



Darüber hinaus verfügt die Dokumentationsstelle über eine Fachbibliothek und ein kleines Bildarchiv.



Foto aus dem Bildarchiv der FoDoS: Alte Eiche beim Forsthaus Neheim-Moosfelde, um 1910

Im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit habe ich für Wald und Holz NRW die Fachredaktion für die Internetplattform [waldwissen.net](http://waldwissen.net) übernommen und für das ZWH die Pflege des Intranets. Daneben fallen für einige Publikationen redaktionelle Arbeiten an. Ab und zu ist die Mitarbeit bzw. auch Konzeption von Ausstellungen gefragt, wie etwa bei der Wanderausstellung „Wald in NRW“. Die ist über zehn Jahre durchs Land getourt.

Zum Tagesgeschäft gehören außerdem fachliche Recherchen für interne wie externe „Kunden“. Das Spektrum reicht da von gutachterlichen Stellungnahmen etwa zu alten Holzrechten bis hin zu den Lebensdaten eines Großvaters, der Förster war.

Gelegentlich steht auch einmal ein Fachvortrag oder der ein oder andere forstgeschichtliche Beitrag auf dem Programm.

## Welche Bedeutung hat Ihre Arbeit für externe Interessierte?

Im Mittelpunkt stehen da die schon erwähnten Anfragen, angefangen bei der Ahnenforschung, über die Geschichte von Waldbesitz, Wald- und Holzrechten, bis hin zur Unterstützung von Bachelor- und Masterarbeiten mit Quellenmaterial und Literatur. Hinzu kommen Anfragen etwa zu historischem Foto- und Kartenmaterial, zur Entwicklungsgeschichte bestimmter Waldgebiete usw.

Die „Kunden“ kommen aus verschiedenen Gebieten, seien es die Medien, öffentliche Verwaltungen, der Naturschutz oder kulturelle Einrichtungen. Vor einigen Jahren hatten wir eine Anfrage des Landeskriminalamtes NRW. Da ging es um Nachweise von NS-Verbrechen im Staatsforst Burgholz bei Wuppertal mit Hilfe forstgeschichtlicher Quellen.



Ausstellungsplakat der Wanderausstellung „Waldand NRW“

## Was liegt Ihnen bei Ihrer Arbeit besonders am Herzen?

Ich möchte nicht nur als „Theoretiker“ forschen, sondern mein Wissen auch an die Praxis weitergeben. Mir liegt das anwendungsorientierte Arbeiten als Grenzgänger zwischen verschiedenen Fachgebieten. Als Historiker verstehe ich mich bei Wald und Holz NRW daher nicht als „Archivar“, der faszinationslose Faktenhuberei betreibt, sondern als jemand, der mit seinen wald- und forsthistorischen Analysen Forstpolitik und waldbauliche Planung, Naturschutz und Landschaftsplanung unterstützen kann.





TEAM 2

# Forstliches Bildungszentrum



# Sensorbasierte Erfassung und automatisierte Auswertung von Waldwegzuständen für ein vorausschauendes Waldwegemanagement

Ferréol Berendt und Thilo Wagner

Ein intaktes Waldwegenetz ist über alle Waldbesitzformen hinweg eine wertschöpfungsrelevante Größe für Produktion und Logistik aller Akteure des Cluster Forst-Holz: die mit der Wegeinfrastruktur im Wald verbundenen Bau-, Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen bilden einen der größten Kostenblöcke vieler Forstbetriebe und haben damit eine hohe wirtschaftliche Relevanz. Ein richtiges Waldwegemanagementkonzept fehlt jedoch in den allermeisten Forstbetrieben, sodass ein sensorbasiertes Zustandsmonitoring (Condition Monitoring), eine darauf aufbauende digitale Abbildung (digitaler Zwilling) und vorausschauende Instandhaltung (Predictive Maintenance) von Waldwegen eine starke Effizienzsteigerung in Forstbetrieben zur Folge hätte.

Ansätze für digitale Zwillinge und Predictive Maintenance sind derzeit vor allem aus industriellen Anwendungen bekannt. Predictive Maintenance in der Industrie bedeutet vereinfacht dargestellt, schon vorher zu wissen, wann eine Maschine oder ein Bauteil ausfällt. Anhand von sensorbasiert erhobenen Daten zum Zustand einer Maschine, eines Bauteils oder einer Baugruppe (Condition Monitoring) und Informationen zur Belastung/Beanspruchung derselben in der Vergangenheit (seit Beginn der Lebensdauer) sowie der künftig geplanten Einsatz- und Belastungssituation in der Produktion (digitaler Zwilling des Objektes) werden Vorhersagen zum Ausfallverhalten ermittelt. Es geht also um ein Frühwarnsystem, welches Empfehlungen für die Instandhaltung und/oder Wartung und Austausch von Elementen gibt, bevor es zu einem Ausfall kommt.

## Das Forschungsprojekt „IntelliWay“

Im Verbundvorhaben „IntelliWay – Intelligente Wege – Condition Monitoring und Predictive Maintenance für Forstwege“ arbeiten das Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (FFK Gotha), die Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), das Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF), die INTEND Geoinformatik GmbH, die eEntwicklung GmbH, die IFOS GmbH und das Forstliche Bildungszentrum (FBZ) vom Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen gemeinsam daran, einen bundesweiten, digitalen Zwilling für Forstwege aufzubauen. Das Verbundprojekt wird von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. gefördert und hat eine Laufzeit von 01.06.2021 bis 31.05.2024. Dies beinhaltet eine durchgehende Datenkette im Prozess des Monitorings, Unterhaltung und Nutzung der Forstwege sowie die Etablierung eines offenen Standards im forstlichen Wegebau. So wird die digitale Kommunikation und der Informationsaustausch zwischen verschiedenen Anwendungen in diesem für die gesamte Branche Forst-Holz wirtschaftlich äußerst relevanten Anwendungsgebiet vom Zustandsmonitoring bis zur vorausschauenden Instandhaltung der Waldwege ermöglicht.



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Abb. 1: Wegelanze, am PKW montiert, für eine automatische sensorbasierte Erfassung des Wegezustands

### Ermittlung des Wegezustandes (Condition Monitoring)

Die Etablierung von Standards für den Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen und Akteuren ist wesentliche Voraussetzung für den Erfolg neuer Technologien rund um das forstliche Wegenetz. Im Projekt wird ein offener Datenstandard für eine verfahrens-unabhängige Erhebung und den Austausch von Wegezustandsinformationen entwickelt. Er bildet mittels Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz sowie durch mathematische Abbildung eine effektive automatisierte Interpretation des Zustands von forstlichen Abfuhrwegen ab. Für diese Verfahren müssen Algorithmen entwickelt werden, um mit unterschiedlichen Verfahren zu einer einheitlichen und nachvollziehbaren Beschreibung des Wegezustands zu gelangen. Dabei werden sowohl die gutachterliche manuelle mobile Erfassung der Wegezustandsdaten,

als auch die automatische sensorbasierte Erfassung des Wegezustands durch das in Entwicklung befindliche System „Wegelanze“ genutzt (Abb. 1).

Das FBZ hat mit der Wegelanze in Nordrhein-Westfalen, Thüringen und Brandenburg erste reale Daten erhoben. Dabei werden komplexe Infrastruktursituationen wie Relief, Geologie und Jahreszeiten besonders berücksichtigt. Die Analyse der Sensordaten zur Beschreibung der Wegezustandsklassen erfolgt dann zweigleisig: die Ableitung konventioneller Algorithmen (IFOS) und die Erarbeitung von Verfahren des maschinellen Lernens durch das IFF. Zusätzlich wird eine Übermittlung der Daten in den digitalen Zwilling Waldwegenetz durch die Zuordnung zwischen bekannten Wegen und den gemessenen Positionsdaten (Fahrzeugtrajektorie) mittels Matching-Algorithmen gewährleistet. Diese Algorithmen werden im Rahmen des Projektes getestet und weiterentwickelt.

## Digitaler Zwilling Waldwegenetz

Bei der Entwicklung einer geeigneten Demonstrations- und Testumgebung wird großer Wert auf standardisierte Schnittstellen unter besonderer Berücksichtigung von Datenschutz, Datenhoheit und Datenintegrität, mit sicherem Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Akteuren, die Entwicklung von nachhaltigen (digitalen) Geschäftsmodellen für den Betrieb neuartiger Dienste entlang der gesamten Informationskette gelegt. Dabei wird ein durchdachtes Schutzsystem konzipiert, das Datenhoheit und Datensicherheit gewährleistet. Dies ist essenziell, da die rechtlichen Möglichkeiten geschaffen werden sollen für ein späteres Waldwegeinformationssystem. Dieses soll neben allgemein zugänglichen Informationen, wie Klima, Hangneigung, geologisches Grundgestein, auch die betriebswirtschaftlichen Kerninformationen, wie Eigentums Grenzen, Flurstücke, den aktuellen Wegezustand, und perspektivisch die Wartungsmaßnahmen für einzelne Wege integrieren. Dabei soll das IT-Architekturkonzept des „Datenmodells Digitales Waldwegenetz“ auf den NAVLOG-Wege datensatz aufbauen, bestehende Daten und Informationen zu Waldwegen mit den sensorbasierten und KI-basiert ausgewerteten Daten verbinden, Schnittstellen zu betrieblichen Anwendungen aufbauen und entsprechende Dienste sowie Zugänge für verantwortliche Akteure des Waldwegemanagements zur Verfügung stellen.

## Betriebliche Anwendungen und Predictive Maintenance

Die Verknüpfung des „Digitalen Zwillings Waldwegenetz“ mit weiteren digitalen betrieblichen Prozessinformationen unterstützt betriebliche Planungen und Entscheidungen, insbesondere durch das Zustandsmanagement mittels Predictive Maintenance und durch die zustandsabhängige Ausführungsplanung für Instand-

haltungsmaßnahmen. Die Grundlage für die Entwicklung von Vorhersagemodellen (Diagnose- und Prognosemodellen) zur Ermittlung des Abnutzungsvorrats und zur vorausschauenden Pflege von forstlichen Wegen bieten betriebliche Daten (Historiendaten, aktuelle Zustandsinformationen und Daten der Produktions- und Logistikplanung) und entsprechende KI-basierte Regelwerke und Verfahren (z. B. neuronale Netze).

Darüber hinaus wird im IntelliWay-Projekt eine zweite zielgruppenorientierte Anwendung erarbeitet: Planungs- und Kalkulationsmodelle sollen i. W. die betrieblichen Entscheidungen im Planungsprozess der Forstbetriebe bzw. im Auftragsvergabeprozess an einen externen Dienstleister durch Hilfestellungen für die Konkretisierung der Leistungen in Art, Umfang und erforderlichen Aufwänden (z. B. technischer Bedarf, Material- und Zeitbedarf) optimieren.

## Digitale Geschäftsmodelle

Die Konzeption und Entwicklung von (digitalen) Geschäftsmodellen unter Anwendung entsprechender Methoden (z. B. Business Model Canvas) ist beim Projektpartner HNEE angesiedelt. Durch diese In-Wert-Setzung können die Erkenntnisse und Ergebnisse des Projektes dauerhaft in der Praxis verankert und verbreitet werden und so zum Nutzen aller Beteiligten wirtschaftlich verwertbar gestaltet werden. Dafür wurden mit Unterstützung des IFF und des FBZ in einem ersten Schritt Interviews mit zahlreichen Stakeholdern und Nutzergruppen von Waldwegen durchgeführt, um die Bedürfnisse und Wünsche an einer sensorbasierten Erhebung und automatisierten Auswertung zu eruieren. In einem weiteren Schritt werden auf Basis von Workshops die Geschäftsmodelle durch SWOT-Analysen bewertet, auf dieser Basis weiterentwickelt und anschließend mit konkreten Fallbeispielen demonstriert und beurteilt.

# Digitalisierung in Forst-Holz-Bereitstellungsketten: Wie lässt sich ein durchgängiger Datenfluss realisieren und welche Vorteile bietet er?

Lorenz Breinig und Thilo Wagner

Von der Unterstützung bestimmter Arbeitsabläufe bis hin zur Um- oder Neugestaltung ganzer Geschäftsmodelle – Digitalisierung wird seit einigen Jahren in vielen Branchen verstärkt thematisiert und umgesetzt. Auch in Forst-Holz-Bereitstellungsketten bieten digitale Erfassung und Kommunikation von Daten zwischen den Akteuren sowie daran angepasste Arbeitsabläufe an einigen Stellen Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung.

In vielen Wirtschaftszweigen wird Digitalisierung, im Kontext von industrieller Produktion begrifflich häufig auch mit „Industrie 4.0“ gleichgesetzt, seit mehreren Jahren verstärkt thematisiert und umgesetzt. Auf der technischen Ebene umfasst Digitalisierung dabei unter anderem Elemente aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz wie maschinelles Lernen und, darauf aufbauend, autonom agierende oder mit Menschen kooperierende Systeme und Maschinen. Ebenso gewinnen cyber-physische Systeme, bei denen Maschinen, Anlagen oder ganze Fertigungslinien als digitale Zwillinge abgebildet werden und in einem „Internet der Dinge“ (IoT) von eingebetteten Sensoren erfasste Daten miteinander austauschen, seit einigen Jahren an Bedeutung. Digitalisierung bedeutet vor allem aber auch die Vernetzung von Akteuren entlang von Wertschöpfungsketten und einen intensiveren Datenaustausch über Organisationsgrenzen hinweg. Neben den rein technischen Aspekten stellt diese Vernetzung daher auch eine Herausforderung hinsichtlich des Datenschutzes, der Datensicherheit und der gerechten Vergütung von Daten dar und fordert von den Akteuren oftmals eine höhere Kooperationsbereitschaft als bisher.

Auch in der Forstwirtschaft ist das Potenzial der Digitalisierung bei den verschiedensten Monitorings- und Planungsaufgaben sowie Arbeitstätigkeiten erkannt worden. Von der Fernerkundung mit satelliten-, flugzeug- und drohnengestützten Sensoren zur Erfassung von Waldzuständen bis hin zu mobilen Anwendungen, die bei der Holzaufnahme manuelle Messverfahren und Papieraufschriebe ersetzen können, existieren mittlerweile viele Ansätze, digitale Technologien in der Bewirtschaftung von Wäldern zu nutzen.

## Das Forschungsprojekt „Wood Supply 4.0“

Der Frage, an welchen Stellen innerhalb bestehender Forst-Holz-Bereitstellungsketten mit welchen Digitalisierungsansätzen ein möglichst großer Nutzen erzielt, beziehungsweise die größten Schwachstellen minimiert werden können, wird im Rahmen des von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) geförderten Forschungsprojekts „Potenzialabschätzung Industrie 4.0 in der Forst-Holz-Bereitstellungskette – Wood Supply 4.0“ nachgegangen. Eine Forst-Holz-Bereitstellungskette (oftmals auch als „Holzerntekette“ oder allgemein als eine „Logistikkette“ bezeichnet) wird hierbei als Wertschöpfungskette vom Auszeichnen des stehenden Bestandes bis hin zur Anlieferung des Rohholzes im verarbeitenden Unternehmen aufgefasst. In diesem Projekt, in dem das Forstliche Bildungszentrum mit den Universitäten Göttingen und Freiburg kooperiert, werden nicht nur operationale Schwachstellen in etablierten Bereitstellungsketten betrachtet, sondern darüber hinaus auch zusammen mit den Akteuren solcher Wertschöpfungsketten reflektiert, wie Geschäftsmodelle innerhalb dieser durch Digitalisierung weiterentwickelt werden könnten.

## Ermittlung bestehender Schwachstellen

Um die operationalen Schwachstellen derzeitiger Bereitstellungsketten zu ermitteln, wurden in Experteninterviews Vertreter von öffentlichen und privaten Forstverwaltungen, forstlichen Dienstleistungsunternehmen, Holzlogistikunternehmen, Rundholz verarbeitenden Unternehmen sowie Forstmaschinenanbietern befragt. Die dabei genannten Schwachstellen, Wünsche und Ideen für Verbesserungen wur-



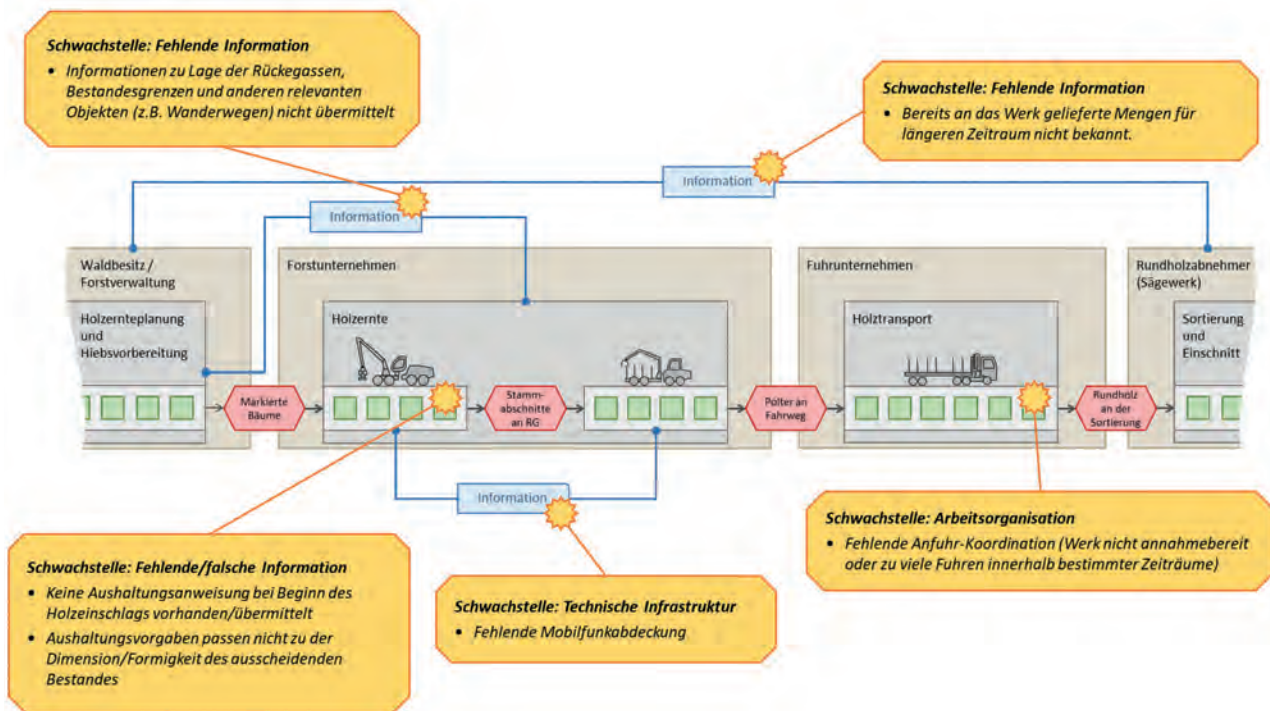


Abb. 1: Schematische Darstellung der Akteure und ihrer Aktivitäten sowie des Material- und Datenflusses in einer Bereitstellungskette für Stammholz mit hochmechanisierter Holzernte. Operationale Schwachstellen sind beschrieben und der Stelle ihres Auftretens zugeordnet.

den mit einem Teil der befragten Akteure nach Abschluss der Interviews in einem Workshop diskutiert.

Ein Großteil der genannten und in dem Workshop als relevant eingeschätzten Schwachstellen betrifft das Fehlen von Daten und Informationen, die für die Optimierung eigener Arbeitsabläufe relevant wären. Dabei fallen diese Daten sogar oftmals in vorangehenden Prozessen anderer Akteure an. Der Aspekt der Digitalisierung, bei dem in Forst-Holz-Bereitstellungsketten das größte Defizit besteht, ist damit tatsächlich die Vernetzung, d. h. die Datenkommunikation der beteiligten Akteure. Abbildung 1 stellt eine typische Bereitstellungskette für Stammholz mit den Akteuren und ihren Aktivitäten sowie dem Materialfluss und den Datenflüssen dar. In den Experteninterviews genannte Schwachstellen sind in Anlehnung an die Methode der Wertstromanalyse der Stelle ihres Auftretens zugeordnet.

### Fallstudie: Digitaler Datenfluss bei hochmechanisierter Holzernte

Zunächst wird dabei die hochmechanisierte Holzernte betrachtet, denn moderne Harvester und Forwarder können bereits seit vielen Jahren detaillierte Daten miteinander sowie mit vor- und nachgelagerten Akteuren und Arbeitsabläufen austauschen. Der mit XML auf

einer weit verbreiteten Auszeichnungssprache für strukturierte Daten basierende Standard StanForD 2010 definiert dabei unter anderem die Form der Aushaltungsanweisungen für den Harvester (baumartenspezifische Sortimente mit zulässigen Zopfdurchmesser-Längen-Kombinationen und ihrer jeweiligen Bepreisung je Festmeter) und der vom Harvester erzeugten Produktionsberichte (Listen der produzierten Abschnitte je Sortiment mit Stück- und Gesamtvolumina). Sie lassen sich damit prinzipiell gut in einen durchgängigen Datenfluss einbinden.

In der Fallstudie wurde, über die Verwendung der StanForD-2010-Daten hinausgehend, der digitale Datenfluss bereits zum Zeitpunkt des Auszeichnens im Testbestand eingeleitet: Mit der Anwendung LogBuch (seit kurzem in der Anwendung treeva aufgegangen) in Kombination mit dem GNSS-Empfänger LogBuch wurden die Brusthöhendurchmesser (BHD) der zu entnehmenden Bäume sowie deren Lagekoordinaten erfasst, ebenso der Verlauf der Rückegassen. Eine Karte mit diesen Informationen kann den Maschinenführer des Harvesters bei der Arbeit unterstützen.

Baumarten- und Dimensionsverteilung sowie das daraus abschätzbare Hiebsvolumen sind bereits für die Planung der Holzernte relevant, da die Auswahl einer geeigneten Maschine

und der zu erwartende Zeitbedarf von diesen Gegebenheiten mitbestimmt werden. Auch für den Abnehmer des Rundholzes können diese Daten für die Planung der Rohstoffversorgung relevant sein; daher wurden sie dem an der Fallstudie beteiligten Sägewerk übermittelt. Abbildung 2 zeigt ein Luftbild des Testbestandes mit der Karte des Rückegassenverlaufs und des ausscheidenden Bestandes, wobei für jeden Baum zwei Positionen markiert sind: Für ein parallel laufendes Projekt wurden die Lagekoordinaten der Bäume zusätzlich mit einem weiteren GNSS-Empfängersystem ermittelt. Dieses System, GeoMax Zenith 35 Pro, nutzt die RTK-Methode mit einem Korrektursignal einer eigenen Referenzstation, um die Positionsgenauigkeit des Empfängers am einzumessenden Objekt zu optimieren. Da es in den meisten Fällen selbst im Bestand eine Genauigkeit im Submeterbereich aufrechterhalten kann (bei längerer Einzelmesszeit mit einer Streuung von wenigen cm), konnten dessen Messungen als

Referenz für die Messungen mit dem Empfänger LogBuch+ dienen. Wie in der Abbildung erkennbar, traten durchaus Abweichungen zwischen den mit beiden Systemen erfassten Lagekoordinaten auf, wobei diese zumeist in einem Bereich von einem bis drei Metern lagen. Für den einfach zu verwendenden GNSS-Empfänger LogBuch+ konnte damit eine ausreichende Genauigkeit für die Positionserfassung im Zuge einer Hiebsvorbereitung festgestellt werden. Unter der Voraussetzung, dass auch der eingesetzte Harvester über einen GNSS-Empfänger mit vergleichbarer Genauigkeit verfügt, ist damit eine Navigation der Maschine zu den zu entnehmenden Bäumen möglich – mit einer Zielgenauigkeit, die „Suchfahrten“ auf den Rückegassen vermeidet. Bei unregelmäßig über eine größere Fläche verteilten Einzelentnahmen (beispielsweise von Käferbäumen oder bei ungleichmäßigen Eingriffen zur Schaffung differenzierter Bestandesstrukturen) kann das eine nicht unerhebliche Zeit-, Energie- und Kostenersparnis

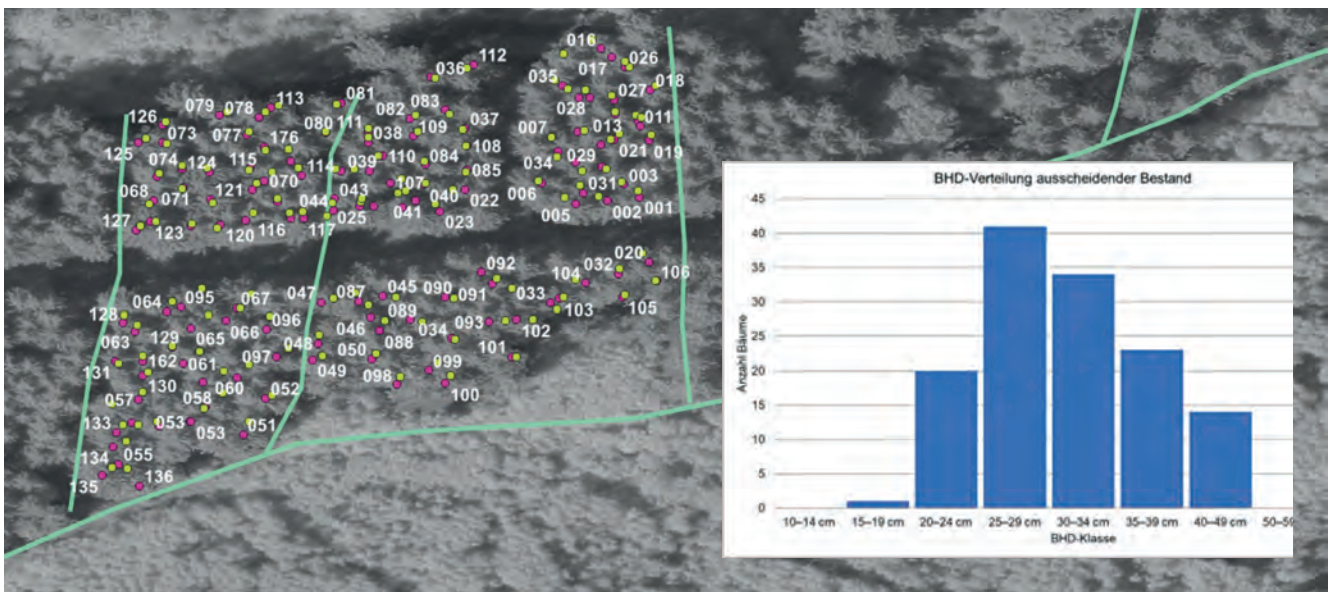


Abb. 2: Luftbild des Testbestandes mit Rückegassenverlauf und Positionen der zu entnehmenden Bäume, letztere aufgenommen mit zwei verschiedenen GNSS-Empfängern – LogBuch+ (gelbgrüne Marker) und GeoMax Zenith 35 Pro (magentafarbene Marker). Das eingefügte Säulendiagramm zeigt die BHD-Verteilung der markierten Bäume.

bedeuten. Das Problem fehlender Informationen über die Lage von Rückegassen oder weiterer relevanter Objekte (z. B. Wanderwege, die durch den Bestand verlaufen) kann mit diesem Ansatz in der Hiebsvorbereitung beseitigt werden, auch wenn bisher im Betrieb keine digitalen Karten mit den genannten Objekten vorhanden sein sollten. Auf eine gut erkennbare optische Kennzeichnung der Rückegassen und insbesondere der zu entnehmenden Bäume mit Markierfarbe kann bei der festgestellten Positionsgenauigkeit jedoch nicht verzichtet werden.

Beim Einschlag mit dem betriebseigenen Harvester erfolgte die Aushaltung der Bäume (ausschließlich Fichte) nach den Vorgaben des beteiligten Sägewerks, wobei zusätzlich zu den verbreiteten Stammholzlängen von vier und fünf Metern prioritär Abschnitte mit 5,35 m ausgeformt wurden. Zu diesem Zweck wurde eine entsprechende Aushaltungsanweisung gemäß StanForD 2010 angelegt und an die Maschine übermittelt. In den Experteninterviews stellte sich heraus, dass insbesondere bei diesem Schritt, dem Anlegen der Aushaltungsanweisung für den Harvester und der damit

verbundenen Möglichkeit zur Optimierung der Aushaltung, oftmals noch eine Schwachstelle besteht. Häufig wird die automatische Optimierung der Aushaltung, die die Steuersysteme der meisten Harvester schon seit geraumer Zeit bieten, schlicht nicht genutzt. Als Folge davon wurden eine geringere Wertausbeute und teilweise eine etwas geringere Produktivität beobachtet.

Ein drastischerer Fall von Verschwendung im Sinne geringer Wertausbeute tritt auf, wenn der ausscheidende Bestand in einer Hiebsmaßnahme nicht zu einer engen Aushaltungsvorgabe passt: Beispielsweise würde bei einem mittleren BHD der Bäume von 25 cm nur ein geringer Anteil Stammholz produziert werden, wenn für dieses Sortiment lediglich eine Kombination von fünf Metern Länge mit 20 cm Mindestzopfdurchmesser vorgesehen ist. Ein unnötig großer Anteil des Holzes würde dann nur als Industrieholz verkauft werden können. Zur Vermeidung solcher Verschwendung kann vor Beginn der Hiebsmaßnahme geprüft werden, ob der ausscheidende Bestand mit seiner Dimensionsverteilung zu einer vorgesehenen Aushaltungsanweisung passt – auf Basis der beim Auszeichnen erhobenen BHD-Verteilung. Daneben wäre denkbar, mit Rundholzabnehmern Aushaltungsanweisungen zu vereinbaren, die einen gewissen Spielraum zur Anpassung an unterschiedliche Baumdimensionen

und Wuchsmorphologien bieten, das heißt eine größere Anzahl von Längen-Zopfdurchmesser-Kombinationen. Die Einsteuerung nach aktuellem Bedarf des Abnehmers wäre dabei über die relative festmeterbezogene Bepreisung der einzelnen Kombinationen möglich; dieses Vorgehen ist in den nordischen Ländern seit langem etabliert.

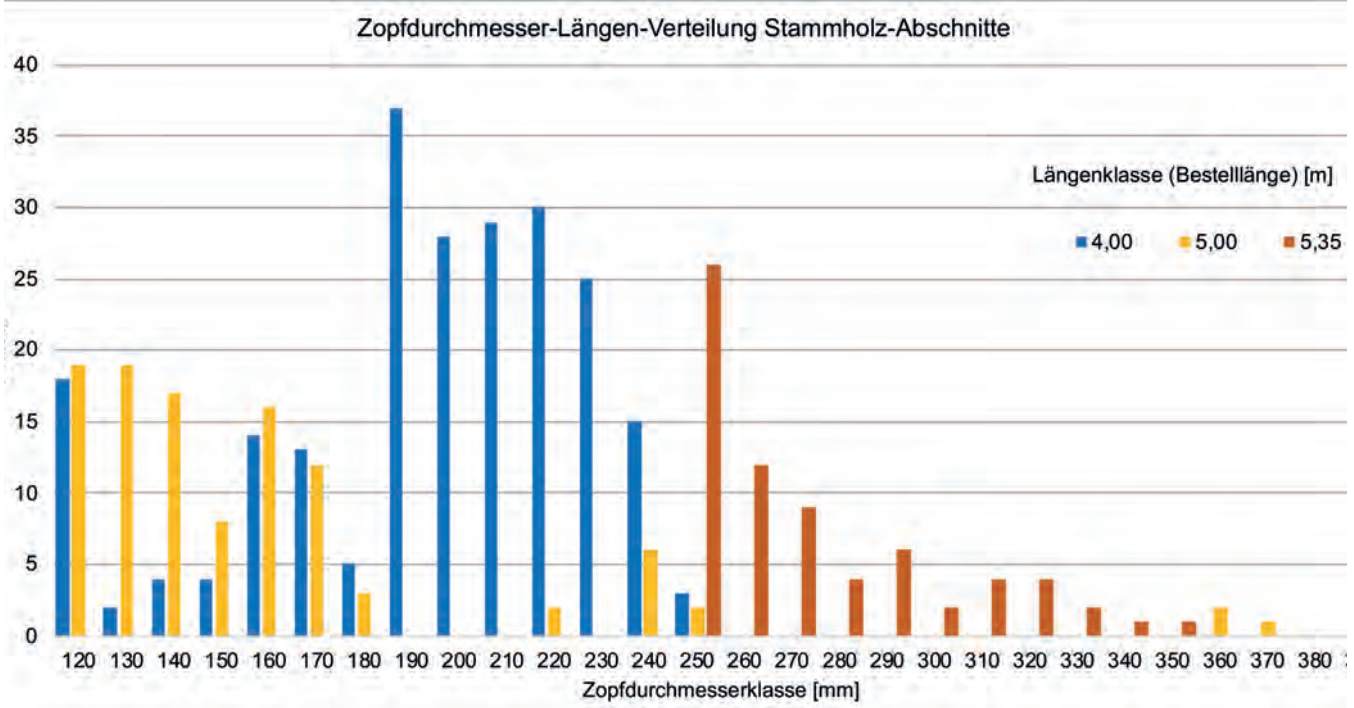
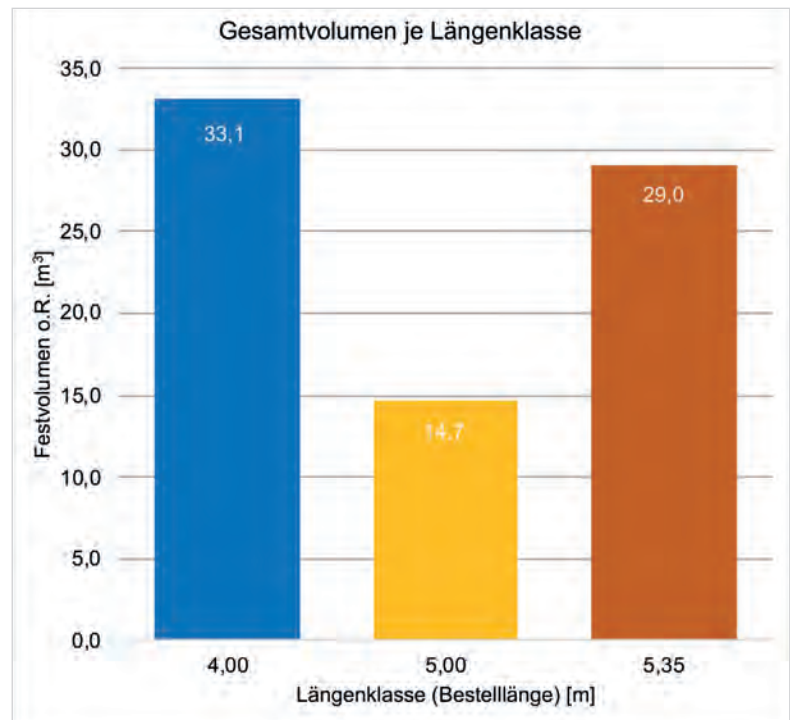


Abb. 3: Daten der produzierten Stammholzabschnitte, die dem Produktionsbericht eines Harvesters entnommen werden können. Neben höher aggregierten Daten wie Gesamtvolumen je Längenkategorie (oberes Diagramm), können auch detailliertere Informationen wie die Stückzahlverteilung auf Zopfdurchmesser-Längen-Kombinationen (unteres Diagramm) dargestellt werden.





Abb. 4: Mit der Anwendung iFOVEA Pro aufgenommenes Stammholzpolter. Auf dem aus Einzelfotos zusammengesetzten Bild sind oben die erkannten Einzelstämme markiert, unten ist die angepasste Kontur der Polterstirnfläche sowie deren minimal umgebendes Rechteck eingezeichnet. Im oberen Bildteil ist ein Stamm gekennzeichnet, dessen Stirnfläche von der Anwendung nicht erkannt wurde (orangefarbener Kreis).

Ein solcher Ansatz würde aber eine veränderte Ausgestaltung der Lieferverträge zwischen Forstbetrieb und Rundholzabnehmer erforderlich machen. Somit zeigt sich auch an dieser Stelle, dass eine enger vernetzte Datenkommunikation oftmals auch eine veränderte Form der Kooperation bedingt.

Nach Fällung und Aufarbeitung der Bäume wurde der Produktionsbericht des Harvesters ausgewertet und die Daten der produzierten Stammholzabschnitte an das Sägewerk übermittelt. Wie Abbildung 3 illustriert, stehen dem Rundholzabnehmer mit diesen Daten umfangreiche Informationen über das „Waldlager“ zur Verfügung: Zusätzlich zu einer Übersicht des Gesamtvolumens je Längenklasse oder Sortiment sind beliebig detaillierte Daten möglich – theoretisch bis hin zu Abholzigkeitswerten einzelner Abschnitte.

Damit kann der Abnehmer die tatsächliche Dimensionsverteilung einer zu erwartenden Rundholzlieferrung zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsehen.

Bei der Rückung sollten durch das Informationssystem des Forwarders Volumina und Lagekoordinaten der nach Bestelllänge separierten Polter erfasst werden, um auch diese Daten an den Abnehmer des Rundholzes und seinen Spediteur für eine frühzeitige Planung des Transports weiterzugeben. Hier gab es jedoch eine Abweichung von dem geplanten Vorgehen: Die Datenerfassung, die bei der Rückearbeit ohne größeren Mehraufwand für den Maschinenführer möglich ist, erfolgte aufgrund einer fehlenden Einstellung nicht. In der Konsequenz war es erforderlich, die Polter per fotooptischer Vermessung aufzunehmen. Die auf handelsüblichen Mobilgeräten nutzbare

Anwendung iFOVEA Pro (mittlerweile ebenfalls Bestandteil der Anwendung treeva) wurde hierfür eingesetzt. Dabei zeigte sich eine für ein Logistikmaß ausreichende Genauigkeit. Wie auch in anderen Untersuchungen schon festgestellt wurde und aus Abbildung 4 ersichtlich ist, muss dabei aber immer mit einem geringfügigen Fehler bei der ermittelten Stückzahl und dem geschätzten Volumen gerechnet werden.

Ein stärkeres Argument für die Nutzung der Forstmaschinen-Informationssysteme statt nachträglicher fotooptischer Vermessung ist aber der Umstand, dass einzelstammweise Messdaten im System des Harvesters bereits vorliegen. Diese Daten müssen lediglich an das System des Forwarders weitergegeben werden, um die Poltervolumina nach der Rückung zu bestimmen. Ein zusätzlicher Arbeitsschritt zur Erfassung der Poltermaße und -koordinaten kann damit entfallen. Dass durch die fotooptische Vermessung implizit eine fotografische Dokumentation der Polter vorhanden ist, wurde aber seitens des Rundholzabnehmers als ein positiver Aspekt hervorgehoben.

## Fazit

In Forst-Holz-Bereitstellungsketten sind gerade zu Beginn geographische Informationen relevant. Zur Erfassung dieser erweisen sich Systeme wie LogBuch (treeva) als nützlich – auch, da die bei früheren GNSS-Empfängern oftmals nur geringe Positionsgenauigkeit deutlich verbessert werden konnte. Das Prinzip, möglichst alle für nachfolgende Akteure und Aktivitäten relevanten Daten so früh wie möglich nach ihrer Erfassung an die Akteure weiterzugeben, lässt sich mit der vorhandenen Technik weitestgehend umsetzen. Ebenso erlaubt die vorhandene Technik prinzipiell eine an die Anforderungen des Rundholzabnehmers angepasste, wertoptimierte Aushaltung während des Holzeinschlags. Die Herausforderung für die Akteure – vom Forstbetrieb bis zum Rundholzabnehmer – besteht vielmehr in einer intensiveren Kommunikation und angepassten Arbeitsabläufen.

### Literatur

Berendt F., Wolfgramm F., Cremer T., 2021: Reliability of photo-optical measurements of log stack gross volume. *Silva Fennica* vol. 55 no. 3 article id 10555. 13 p. <https://doi.org/10.14214/sf.10555>

Kemmerer, J., Labelle, E.R., 2021: Using harvester data from on-board computers: a review of key findings, opportunities and challenges. *Eur J Forest Res* 140, 1–17. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01313-4>

Labelle, E.R., Huß, L., 2018: Creation of value through a harvester on-board bucking optimization system operated in a spruce stand. *Silva Fennica* vol. 52 no. 3 article id 9947. 22 p. <https://doi.org/10.14214/sf.9947>

## Befahrungsrisikokarten zur Planung des Maschineneinsatzes im Wald (BefahrGut)

Marian Schönauer

Der Einsatz von Forstmaschinen verursacht regelmäßig schwerwiegende Bodenschäden. Neben ökologischen Auswirkungen kommt es teilweise auch zum Verlust der Befahrbarkeit von Rückegassen. Deshalb wird seit langem an Befahrungsrisikokarten geforscht, um zu wissen, wann und wo tiefe Fahrspuren auftreten werden. Im Projekt BefahrGut wurde eine topographische Modellierung verwendet, um nasse und damit sensible Böden kartografisch darzustellen.



Abb. 1: Tiefe Fahrspuren, wie sie oft nach dem Einsatz schwerer Forstmaschinen auftreten. Die Empfindlichkeit des Bodens gegenüber Befahrung wird maßgeblich durch die Bodenfeuchte beeinflusst.

Bei der Holzernte verursacht die Befahrung von Rückegassen mit Forstmaschinen trotz der technischen Verbesserungen in den letzten Jahrzehnten regelmäßig Bodenschäden, wie beispielsweise tiefe Spurrillen (Abbildung 1), Verdichtung des Oberbodens oder Erosion auf Rückegassen. Neben der damit verbundenen Einschränkung der technischen Befahrbarkeit werden sichtbare Schäden im Wald von Teilen der Waldbesucher zunehmend kritisch gesehen. Um die Akzeptanz der Forstwirtschaft zu erhalten und zu stärken ist ein aktives Vorgehen der Forstbetriebe nötig, um Schäden weitestgehend zu verringern. Ebenso ist die Erhaltung der technischen Befahrbarkeit von Rückegassen ein primäres Ziel für eine wirtschaftliche und effiziente Holzernte.

Im Projekt „BefahrGut“ wurden Lösungsansätze untersucht, um Bodenschäden infolge der mechanisierten Holzernte zu reduzieren. Der Schwerpunkt lag dabei auf der Vorhersage der

Befahrbarkeit durch kartografische Indizes – wofür die in Zusammenarbeit mit der University of New Brunswick, Kanada, erstellten Depth-To-Water (DTW)-Karten (Abbildung 2) eine wesentliche Basis bildeten. Für die Erstellung der DTW-Karten verwendeten wir das Geländemodell von NRW („DGM1“).

Im ersten Schritt wurden Mulden im Geländemodell gefunden und „aufgefüllt“. Das Muldenfreie DGM wurde verwendet, um eine Abflussakkumulation unter Verwendung des D8-Algorithmus' zu erstellen. Wenn man nun einen Schwellenwert von 2.500 bis 100.000 m<sup>2</sup> auf die Zellenwerte der Abflussakkumulation anwendet, kann man Fließlinien abbilden, bzw. simulieren. Zellen mit Werten, die höher sind als der Schwellenwert, werden behalten und bilden somit die Fließlinien. Die übrigen Zellen werden entfernt. Da die Größe dieses Schwellenwertes beliebig variiert werden kann (als Standard werden gerne 10.000 oder 40.000 m<sup>2</sup> verwendet), können verschieden dichte Netzwerke der Fließlinien erstellt werden. In einem weiteren Schritt wird von jeder Zelle des Geländemodells mittels einer „least-cost-function“ der senkrechte Unterschied zu diesen Fließlinien berechnet. Dieser senkrechte Abstand wird als DTW-Index [m] bezeichnet. In Untersuchungen der University of New Brunswick hat sich gezeigt, dass ein DTW-Index von 0 bis 1 m nasse Böden zuverlässig vorhersagt. Dieser Bereich wird in Karten durch eine blaue Schattierung dargestellt (Abbildung 2). Durch die Verwendung solcher DTW-Karten können blaue Bereiche beispielsweise bei der Befahrung mit Forstmaschinen gemieden werden. Um die gerechneten Karten für den forstlichen Alltag verfügbar zu machen, wurde gemeinsam mit dem Team IT/Geodateneinsatz, Wald und Holz NRW, an einer Online-Lösung gearbeitet. Der Kartendienst wird nun für trockene, feuchte und nasse Bedingungen via ForstGISonline bereitgestellt.



Um die Aussagekraft von DTW-Karten unter den Bedingungen im Arnberger Wald zu testen, wurden Befahrungsversuche durchgeführt. Dabei wurde die Fahrspurtiefe nach vier Überfahrten mit einem Rückezug gemessen und mit DTW-Werten verglichen. Es wurden zwei Bedingungen untersucht: (a) trockene Bedingungen im Herbst 2022 und (b) nasse Bedingungen im Frühjahr 2021. Die Befahrung auf trockenen Böden (a) führte zu relativ geringen Spurtiefen, zwischen 1 und 7 cm. Die für nasse Flächen vorgesehene DTW-Karte (Schwellenwert von 40.000 m<sup>2</sup>) hat für die Rückegassen der Befahrungsversuche einen DTW-Index von über 10 m angegeben (Abbildung 3). Insofern ist die Vorhersage als richtig zu sehen, da die relativ geringen Spurtiefen (max. 7 cm) außerhalb der blauen Einfärbung (vgl. Abbildung 2) auftraten. Unter nassen Bedingungen (b) traten jedoch wesentlich tiefere Fahrspuren auf, mit Maximalwerten von 22 cm. Für die gegebenen Bedingungen wurde eine andere DTW-Karte verwendet, eine mit wesentlich höherem Anteil an (blauen) Flächen mit DTW-Werten zwischen 0 und 1 m. Tatsächlich waren Spurtiefe und DTW-Index stark korreliert. Das Bestimmtheitsmaß betrug 52 % (Abbildung 3).

Abbildung 3 zeigt die Regression der Fahrspurtiefe mit den beiden DTW-Karten. Das Bestimmtheitsmaß für die Spurtiefen der nassen und trockenen Befahrungen betrug 77 % - der DTW-Index war daher ein sehr aussagekräftiger Prädiktor. DTW-Karten konnten somit relativ zuverlässig das Auftreten von Fahrspurtiefen vorhersagen.

Ein weiterer inhaltlicher Schwerpunkt von „BefahrGut“ lag auf der Einbeziehung von frei verfügbaren Daten zur Ableitung von aktuellen Witterungsbedingungen und deren Einbindung in die Befahrungsprognose. Es wurde gezeigt, dass Werte des Deutschen Wetterdienstes wie auch frei verfügbare, Satelliten-basierte Daten verwendet werden können, um die aktuelle Bodenfeuchte im Wald abzuschätzen. Im Projekt BefahrGut haben wir Daten der „Soil Moisture Active Passive“ (SMAP) Mission verwendet, um einen Prädiktor für zeitliche Bodenfeuchtevariationen zu integrieren. Diese Werte werden als 9 x 9 km-Rasterzellen ausgegeben – eine räumliche Auflösung, die nicht für Befahrungsriskokarten verwendet werden kann. Deshalb wurden diese Werte mit unseren DTW-Karten zusammengeführt.

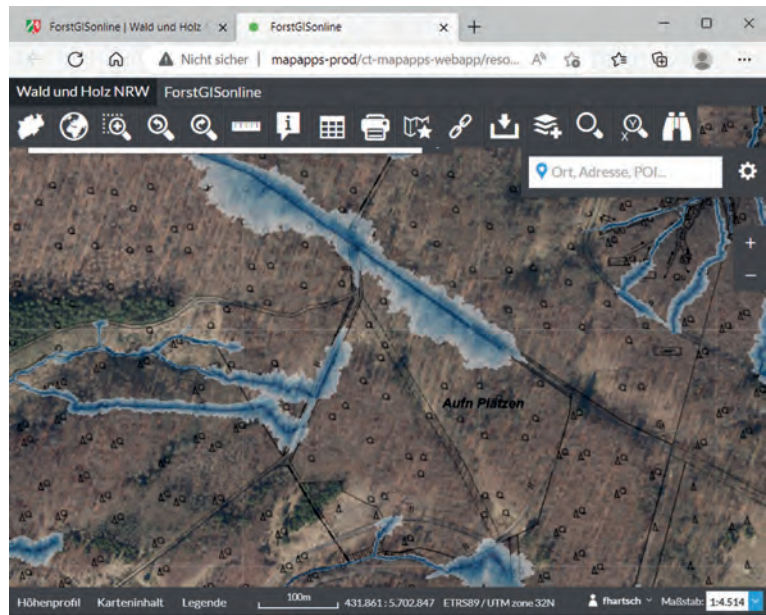


Abb. 2: Die blaue Einfärbung zeigt Bereiche mit einem DTW-Wert von weniger als 1 m – solche Bereiche gelten nach dem DTW-Konzept als nass und daher sensitiv gegenüber Befahrung.

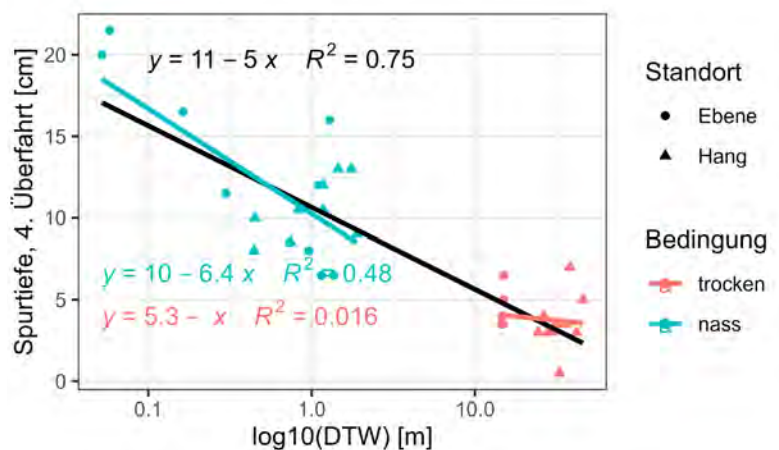


Abb. 3: Korrelation zwischen gemessenen Fahrspurtiefen und logarithmierten DTW-Werten. Das Bestimmtheitsmaß (R<sup>2</sup>) zeigt die Qualität der Korrelation.

Mittels verschiedener Algorithmen maschinellen Lernens wurden Felddaten des Bodenwasser-gehalts durch die Inputdaten SMAP und DTW modelliert, was aus einem „Downscaling“ der SMAP-Werte resultierte. Es war nun möglich, tagesaktuelle Karten der Bodenfeuchte zu generieren. Diese Karten wurden wiederum mit den georeferenzierten Spurtiefen der Befahrungsversuche verglichen, was eine deutliche Korrelation mit einem Bestimmtheitsmaß von 51 % aufzeigte. Obwohl es sich hierbei um eine Pilotstudie handelt, kann ein wesentlicher Schluss gezogen werden: Eine dynamische Vorhersage des Befahrungsriskos ist möglich und greifbar nahe.





TEAM 3

Holzwirtschaft



# Forschungsprojekt zur Untersuchung des stofflichen Nutzungspotenzials von Fichtenkalamitätsholz aus Dürrständern und Trockenlagern

Niklas Benteler

Im August 2022 startete das FNR-Verbundvorhaben NUKAFI zu stofflichen Verwertungsmöglichkeiten für stehend und trocken gelagertes Kalamitätsholz der Baumart Fichte in Abhängigkeit von Schadfortschritt und Holzqualität. Ziel ist es, die Veränderung der Holzqualität an durch Borkenkäferbefall geschädigten beziehungsweise an abgestorbenen Fichten, die im Sinne einer „Stehendlagerung“ ungefällt, als auch trocken gelagert über eine bestimmte Zeit im Wald verbleiben, systematisch zu untersuchen. Dabei soll geklärt werden, wie sich die Holzqualität in Abhängigkeit von der Lagerungsdauer und vom jeweiligen Standort verändert, und wann eine Weiterverarbeitung für bestimmte Holzprodukte wie Brettsperrholz oder Holzwerkstoffe noch möglich ist.

Das Team Holzwirtschaft des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft ist im Verbundvorhaben für die Bereitstellung von Dürrständerbeständen im Sauerland und Holz aus Kalamitäts-Trockenlagern sowie in enger Kooperation mit der Universität Göttingen, dem Fraunhofer Institut für Holzforschung (WKI), dem Institut für Holztechnologie Dresden (IHD) und dem Bundesverband Deutsche Säge- und Holzindustrie (DeSH) für dessen holzbiologische und holztechnische Untersuchung zuständig. Das Verbundprojekt NUKAFI (Nutzung Kalamitätsholz Fichte) wird durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) gefördert. Neben der Untersuchung der Veränderung der Holzqualitäten nach „Stehendlagerung“ bzw. nach Trockenlagerung sowie der Untersuchung der Sägefähigkeit und Qualitäten von Bauholzprodukten aus Kalamitätshölzern soll im Zuge des Projektes auch ein Leitfaden zur Stehendansprache von Kalamitätsbeständen und der damit einhergehenden Einschätzung der Nutzungsmöglichkeiten erstellt werden. Der grundlegende Ansatz des Projektes basiert auf der „Idee“ des Erhalts regionaler Holzversorgung und Wertschöpfungsketten, welche durch maximierte Lagerungsdauern (als Dürrständer und anschließend im Kalamitäts-Trockenlager) in Katastrophensituationen aufrechterhalten werden können.

Das Team Holzwirtschaft des ZWH wählte für das Projekt Kalamitätsholz aus den Regionalforstämtern Arnsberger Wald, Soest-Sauerland und dem Oberen Sauerland aus. So ist es möglich, Holz sowohl aus unterschiedlichen Höhenstufen (300 m bis 650 m ü. NN), als auch von

variierenden Standorten (Wasserversorgung/Exposition/Bodentyp) zu beproben. Zur Dokumentation der zeitlichen Abfolge des Schadfortschritts wurden Probebestände mit jeweils drei nachweisbaren Befallsstadien ausgewählt (seit 0/6/12 Monate befallen).

Pro Regionalforstamt wurden jeweils zwei repräsentative Probebestände ausgewählt. Im Zuge einer ersten Bestandsaufnahme wurden 90 Stämme pro Bestand bestimmt, welche im Anschluss einer Stehendansprache unterzogen wurden. Neben Kronen- und Rindenzustand lag der Fokus auf Faktoren wie Holzrisse und vorhandene Pilzfruchtkörper, welche hinsichtlich einer stofflichen Nutzung von Bedeutung sind. Im Zuge einer wissenschaftlichen Untersuchung der Bestände werden zusätzlich Feuchtesensoren an Dürrständern unterschiedlicher Absterbezeitpunkte angebracht, um Aussagen über die zeitliche Absenkung der relativen Holzfeuchte sowie deren witterungsbedingte Variabilität treffen zu können.



Abb. 1: Darstellung eines südlich exponierten Standorts im RFA Soest-Sauerland (450 m ü. NN) mit drei variierenden Befallsstadien (0/6/12 Monate befallen)





Abb. 2: Im Zuge der Stehendansprache stattgefundene Codierung aller Probestämme mit fortlaufender Baumnummer (obere Ziffer), jeweiligem Befallsstadium (grün / blau / rot) und BHD (untere Ziffer)

Zur Anlage von Kalamitätsholz-Trockenlagern (Einlagerung nach Vortrocknung als Dürrständer) und für die Bereitstellung von Kalamitätsholz (Schnittholz und Industrielholz zur Herstellung von Brettsperrholz und Holzwerkstoffen) für die Untersuchungen der Universität Göttingen und des Fraunhofer WKI wurden 60 Stämme aus zwei Beständen eingeschlagen. Um Einzelfaktoren und ihren Einfluss auf eine mögliche Holzentwertung herauszustellen, unterscheiden sich die Bestände hinsichtlich ihres Standorts (frisch/trocken) sowie ihrer Exposition (Nord-/Südhang) deutlich. Die Hälfte der Stämme dient Feuchtigkeitsuntersuchungen im Kalamitätsholz-Trockenlager. Zusätzlich

werden im Abstand von drei Monaten jeweils fünf Stichproben zur Dokumentation der Holzqualität sowie der Feuchteentwicklung des entsprechenden Lagers entnommen. Die übrigen 30 Stämme wurden für Laborversuche weiter bearbeitet.

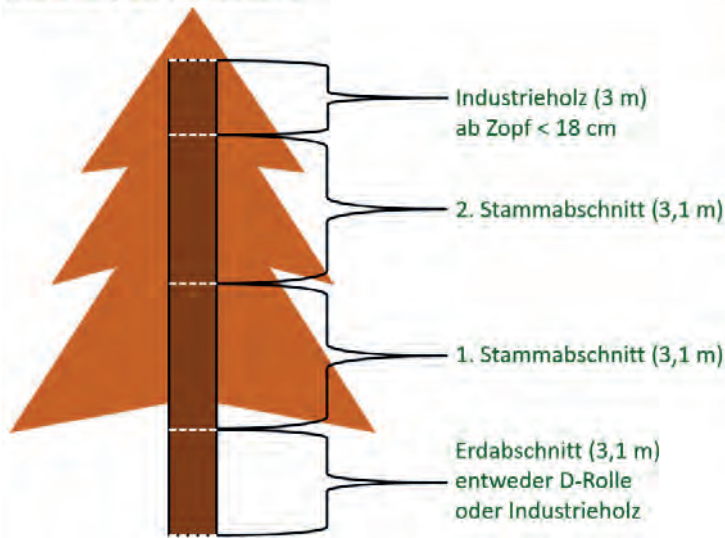
Die Schnittholzproduktion sowie der Einschnitt aller weiteren Prüfkörper fand am Zentrum HOLZ. in Olsberg statt. Jeder Rohschaft wurde zunächst zu Abschnitten mit einer Fixlänge von 3,1 m eingeschnitten (bis Zopfdurchmesser < 18 cm). Im Anschluss an die Beschriftung eines jeden Stammabschnitts wurden drei Stammscheiben pro Abschnitt geschnitten



Abb. 3: Kalamitätsholz-Trockenlager (relative Holzfeuchte ca. 30 %) mit starken Unterlegern und Plane abgedeckt, separiert nach Befallsstadien (0/6/12 Monate) und ausgestattet mit Holzfeuchtesensoren zur Aufzeichnung der Holzfeuchte über einen Zeitraum von zwei Jahren



## Aushaltung der Probebäume



## Holzverwendung am Beispiel UGOE/IHD

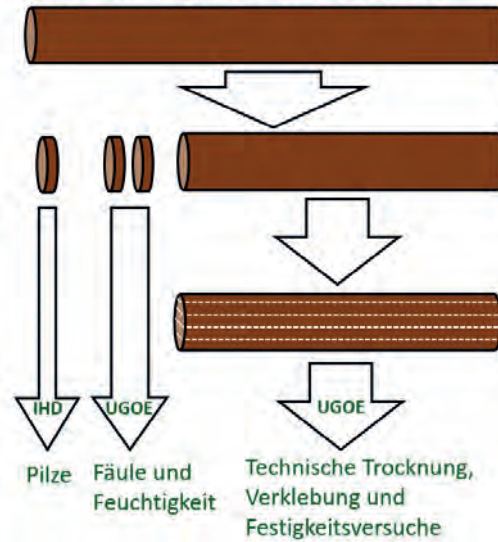


Abb. 4: Darstellung der Aushaltung der Probebäume sowie aller eingeschnittenen Prüfkörper mit zugehöriger Untersuchungsmethode (Pilze, Fäule, Feuchtigkeit, Verklebung, Festigkeit)

(Untersuchung Pilzarten, Fäuleausbreitung über Stammquerschnitt, Holzfeuchtigkeit). Durch ihre Untersuchung ist es möglich, die Veränderungen entlang der Stammlängsachse darzustellen. Mittels mobilem Sägewerk wurden die Abschnitte zu 52 mm starken Bohlen eingeschnitten.

Repräsentanz erhalten die Ergebnisse durch eine gleichartig durchgeführte Untersuchung von Kalamitätshölzern aus dem Nationalpark Harz. Grundlegender Unterschied beider Ansätze liegt jedoch im Befallsalter: so werden im Nationalpark Fichten mit Befallsstadien von zwei bis fünf Jahren betrachtet.

Neben dem „Laborversuch“ mit geringerem Holzvolumen werden durch Mitwirkung der Industriepartner EGGER Holzwerkstoffe und Ante Holz zusätzlich Untersuchungen an Kalamitätsholz in industrieller Größenordnung durchgeführt. Großflächig angelegte Kalamitätsholz-Trockenlager werden sukzessive aufgelöst und eingeschnitten. Zentrale Fragestellungen bilden hierbei: Auswirkungen von eingelagerten Stämmen mit Holzfeuchten jenseits von 30 %, Staubentwicklung im Sägewerk, Einschnittgeschwindigkeit bedingt durch unterschiedliche Holzfeuchten sowie der erhöhte Ausschuss durch Kernrisse und Fäulen. Die Ergebnisse ermöglichen eine vollumfängliche Beschreibung des Schadfortschritts über die Längs- und Querachse von Dürrständern und Abschnitten aus Kalamitäts-Trockenlagern. Ein weiterer Bezug dieser auf die Standorte und der damit verbundenen natürlichen Einzelpara-

meter, welche maßgeblichen Anteil am Verwitterungsprozess des Holzes haben, lässt auf praxisnahe Entscheidungshilfen für Waldbesitzer auch über die Grenzen Nordrhein-Westfalens hinaus hoffen.



Abb. 5: Darstellung der Entnahme von Prüfkörpern aus Kern und Splint entlang eines Abschnitts (3,1 m) aus dem Trockenlager zur Feuchtemessung mittels Darrverfahren

## Hybrid Symposium „Effizientes Bauen mit Holz“ in der Vorburg Schloss Hardenberg in Velbert

Thorsten Kaderbach

Moderne Holzbautechnologien übernehmen eine Schlüsselfunktion für das nachhaltige und klimafreundliche Bauen. Dabei setzt der moderne Holzbau in Bezug auf Planungsprozesse, Vorfertigung, Qualitätssicherung und das ressourcenschonende Bauen neue Standards. Bauaufgaben können effizient und mit einer hohen Wertigkeit umgesetzt werden

Das Symposium „Effizientes Bauen mit Holz“ am 22.06.2022 in der Vorburg Schloss Hardenberg in Velbert informierte in einem ganzheitlichen Ansatz über die Lösungen des Holzbaus im Geschosswohnungsbau, bei Aufstockung und Modernisierung sowie im Bereich von Kitas und Hochschulbauten.

Bei dem Hybrid-Seminar waren 90 Teilnehmende in Präsenz vor Ort und 152 Teilnehmende online zugeschaltet. Die Teilnehmenden waren Planer und Bauentscheider aus Wohnungsgenossenschaften, öffentlichen und kommunalen Wohnungsbauunternehmen, Immobilienunternehmer aus der Privatwirtschaft, aus Industrie,



Abb. 1: Blick in den Seminarraum der Vorburg Schloss Hardenberg in Velbert

Handel und Gewerbe, des kommunalen und öffentlichen Gebäude- und Liegenschaftsmanagements sowie den Bauaufsichtsbehörden. Das Seminar wurde zusammen mit dem Zentrum für Bioenergie, dem Bergischen Städtedreieck, der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land und der Stadt Velbert durchgeführt.

Nach der Begrüßung durch Jörg Ostermann, Beigeordneter der Stadt Velbert, erklärte Martin Schwarz, Mitarbeiter Team Holzwirtschaft, die aktuelle Lage im Wald und die Wiederbewaldung. Des Weiteren hob er hervor, wie wichtig die Holzverwendung ist, besonders die Tatsache, dass durch das Bauen mit Holz

eine Klimaschutzleistung von C-Speicher und Substitution von insgesamt 2,5 t CO<sub>2</sub> pro cbm erreicht wird und daher wichtig ist, um die Ziele der Charta 2.0 zu erreichen.

Architekt und Zimmermeister Johannes-Ulrich Blecke von Bauen mit Holz.NRW/Fachberatung Holzbau stellte die Grundlagen des Holzbaus vor und die verschiedenen Holzbauweisen. Er zeigte eindrucksvoll, welche Möglichkeiten der Holzbau bietet und wie flexibel der Holzbau ist.

Anschließend demonstrierte Bauingenieurin Annette Clauß, ebenfalls von Bauen mit Holz.NRW/Fachberatung Holzbau, in ihrem Vortrag die Planungsprozesse im Holzbau. Besonders



betonte sie die Wichtigkeit einer holzbaugerechten Planung und die Unterschiede zur klassischen Massivbau-Planung. Hierbei machte sie deutlich, dass die Planungsphase im Holzbau zwar mehr Zeit in Anspruch nimmt, die Bau-phase hingegen deutlich kürzer ist als in der klassischen Massivbauweise.

Nach einer Diskussion und einer kleinen Pause stellte David Ernesti, Teamleiter Bauaufsicht der Stadt Velbert, das Genehmigungsverfahren von Holzhäusern aus Sicht der Bauordnung dar. Detailliert erklärte er, auf welche Besonderheiten beim Holzbau zu achten ist und dass es bei Standardbauten gegenüber dem Massivbau keine besonderen baurechtlichen Anforderungen gibt. Er erläuterte, dass Sonderbauten bis Gebäudeklasse 5 im Holzbau möglich sind und ggf. auch Einzelfalllösungen erforderlich sind. Am Praxisbeispiel Universität Witten-Herdecke zeigte er den Verlauf des Genehmigungsverfahrens bei Sondergebäuden auf und machte deutlich, welche Lösungen gefunden wurden.

Die Vorteile des Holzbaus beim Bauen im Bestand und beim Bau von flexiblem Wohnraum zeigte Dipl.-Ing. Architekt BDA Michael Müller, ACMS Architekten, in seinem Vortrag auf. Am Beispiel des Studentenwohnheims Tiegelstraße erklärte er detailliert, welche Möglichkeiten der Holzbau bietet, und zeigte, wie aus einem ehemaligen Gemeindezentrum ein modernes Studentenwohnheim entstehen konnte. Hierbei ging er besonders auf die neue Vorhangfassade und auf die Aufstockung ein.

Das flexible Bauen und die hohe Vorfertigung im Holzbau demonstrierte er anhand des Bauvorhabens VarioWohnen in Bochum, eines Gebäudes mit 258 Wohneinheiten in Hybridbauweise.

Im Vortrag „Brandschutz: Aufstockungen in Holzbauweise in den GKL 4 und 5“ zeigte Dipl.-Ing. Tobias Wiesenkämper, Ripkens Wiesenkämper Beratende Ingenieure, an vielen Beispielen, welche Lösungen der moderne Holzbau zum Thema Brandschutz auch in höheren Gebäudeklassen bietet.



Abb. 2: David Ernesti, Teamleiter Bauaufsicht, Stadt Velbert

Nach einem Mittagsessen auf dem Vorplatz der Vorburg ging es mit zwei Bussen zur Fachexkursion. Es wurden zwei Baustellen besucht, zunächst eine zweigeschossige 5-Gruppen-Kita und danach eine eingeschossige 4-Gruppen-Kita. Architekt Michael Nagy, Architekten-BNS, und Architektin Carolin Driller-Köppen, Stadt Velbert, führten durch die Baustelle und erklärten den Teilnehmenden vor Ort sowie den Online-Teilnehmenden, welche den Rundgang per Kamera verfolgen konnten, die Baustellen und beantworteten die offenen Fragen. Nach ca. drei Stunden wurden die Teilnehmenden zurück zur Vorburg gefahren.



Abb. 3: Vorplatz Vorburg Schloss Hardenberg Velbert



Abb. 4: Gruppenbild vor der 4-Gruppen-Kita (eingeschossig)

Der vorgestellten Projekte und ganzheitlichen Lösungen für das effiziente Bauen mit Holz sowie die praxisorientierten Baustellenexkursionen haben den Teilnehmenden anschaulich dargestellt, wie energieeffizientes und nachhaltiges Bauen auch im kommunalen Bereich funktionieren kann.



## Nachlese: Jubiläums-Event „10 Jahre Zentrum HOLZ“

Martin Schwarz

Im Oktober 2012 ist das Zentrum HOLZ an den Start gegangen. Seit zehn Jahren entwickeln die Partner im Zentrum HOLZ Synergien für den Rohstoff Holz und die Holzverwendung im Bauwesen. Dabei liegen der Wissenstransfer und die Kommunikation zum Bauen mit Holz sowie die Vernetzung der Branchenakteure im Fokus der Partner. Das Zentrum HOLZ ist Plattform für die Einführung neuer Holzbauprodukte und Holzbautechnologien. Mehr als 50 Partner nutzen die Synergien mit dem Partnernetzwerk Cluster I.D. HOLZ. Zwischenzeitlich konnte eine sowohl für NRW als auch bundesweit bedeutsame Plattform und ein starkes Netzwerk für das Bauen mit Holz etabliert werden.

„Olsberg und das Zentrum HOLZ liegen in Südwestfalen, inmitten einer bundesweit bedeutsamen Schwerpunktregion der Forst- und Holzwirtschaft und in direkter Nähe zu den urbanen Zentren Nordrhein-Westfalens. Die Holz- und Forstwirtschaft ist eine der fünf Kernbranchen der Region und wesentlicher Baustein der Wertschöpfungskette Forst-Holz in NRW. Das Bauen mit Holz ist Teil der regionalen Südwestfalen-DNA – Im Rahmen des aktuellen Förderaufrufs zur REGIONALE 2025 haben der I.D. HOLZ e. V. und weitere Stakeholder ein umfassendes Konzept vorgelegt, in dem Südwestfalen als Vorreiter für das Bauen mit Holz weiterentwickelt werden soll“, führte Wolfgang Fischer, Bürgermeister der Stadt Olsberg und Vorsitzender des Trägervereins I.D. HOLZ e. V., in seiner Begrüßung aus.

„Das Zentrum Holz ist seit zehn Jahren auch der Standort des Zimmerer- und Holzbaugewerbes Westfalen und wir somit Teil eines starken Netzwerks für den Holzbau“, so Markus Becker, Vorsitzender der Zimmerer Westfalen. In seiner Eröffnungsrede führte er weiter aus: „Der Holzbau in NRW hat sich in den letzten zehn Jahren in einem günstigen Marktumfeld enorm weiterentwickelt. Viele Holzbaufirmen aus NRW sind in dieser Zeit enorm gewachsen und setzen beispielweise große überregionale Holzbauprojekte wie zum Beispiel in Berlin um.“

Als die derzeit größten Herausforderungen für die Akteure gelten das urbane Bauen mit Holz und der im Rahmen der aktuellen Muster-Holzbaurichtlinie erschwerte Einsatz von modernen und materialeffizienten Holzrahmenbauweisen bei Aufstockungen und mehrgeschossigen Holzgebäuden in der Gebäudeklasse 5.



Abb. 1: Moderation der Jubiläumveranstaltung durch Beate Schmies, WDR

„Unbegründete Vorbehalte zum Thema Brandschutz sind immer noch das große Hindernis, Holz verstärkt im verdichteten Bauen und in der Nachverdichtung einzusetzen. Nimmt es die Politik mit Ihren Zielen für bezahlbaren Wohnraum und Klimaneutralität ernst, müssen hier Richtungsentscheidungen getroffen werden“, so Markus Becker. Als weitere Herausforderung führte er den Fachkräftemangel an. Hier sei es wichtig, dass die handwerkliche Ausbildung wieder die Attraktivität bekommt, die ihr zusteht. „Nur wenn es uns gelingt, die Jugend für das Holzhandwerk zu begeistern, haben wir genug Mitarbeiter, um die zahlreichen Aufgaben, die vor uns liegen, zu erledigen“ betonte Markus Becker.



„Das Zentrum HOLZ ist der geeignete Ort und die Plattform in NRW, um durch Wissenstransfer und Kooperationen die vorgenannten Potenziale für die Betriebe des Zimmerer- und Holzbaugewerbes und den Rohstoff Holz zu erschließen und damit die Zukunft zu gestalten“, schloss Markus Becker seine Eröffnungsrede.

Das Zentrum HOLZ ist Standort des Teams Holzwirtschaft von Wald und Holz NRW. Das Team Holzwirtschaft übernimmt im Rahmen der Kooperationsvereinbarung „Zentrum HOLZ“ das Clustermanagement im Netzwerk Informations- und Demonstrationszentrum HOLZ (Cluster I.D. HOLZ) und setzt entsprechende Maßnahmen gemeinsam mit den Partnern um.

„Der Rohstoff Holz und die Holzverwendung im Bauwesen leisten so einen wichtigen Beitrag zu Beschäftigung und Wertschöpfung in den ländlichen Räumen und zu mehr Nachhaltigkeit und Klimaschutz in Nordrhein-Westfalen“, so Thomas Kämmerling, Leiter von Wald und Holz NRW.

Unter der Leitung von Dr. Stefanie Wieland bearbeitet das Team Holzwirtschaft vom Standort Zentrum HOLZ in Olsberg aus Aufgabenstellungen mit landesweiter Relevanz. Hierzu



Abb. 2: Diskussion von aktuellen Themenstellungen der Holzverwendung im Bauwesen: Dr. Stefanie Wieland, Wald und Holz NRW, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft und Prof. Katja Frühwald-König, Technische Hochschule Ostwestfalen-Lippe (von links nach rechts)

zählen die Stärkung der Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen im Cluster Forst und Holz, der Wissenstransfer, die Beratung und Kommunikation zur Holzverwendung, die holzwirtschaftliche Forschung sowie die Förderung der ressourceneffizienten Verwendung des Rohstoffs Holz.



Abb. 3: Jubiläumsevent „10 Jahre Zentrum HOLZ“: Mehr als 100 Akteure der Holzbranche sowie aus Forschung und Lehre haben am Branchentreffen und Networking teilgenommen und sich zu aktuellen Fachthemen informiert. Der Jubiläumsevent wurde als Hybrid-Veranstaltung durchgeführt.



Abb. 4: Live-Demos im Holzbaupavillon des Zentrum HOLZ zu Innovationen in den Bereichen Schallschutz, Feuchtemonitoring, Bauwerksabdichtung, Verbindungstechnik, nachhaltige Trockenbauwände und PV-Integration; hier: Einsatz eines innovativen Systems zur Überwachung des Feuchte- und Wassereintritts in Holzbauteilen im laufenden Gebäudebetrieb.

„Das Zentrum HOLZ“ bildet die Plattform für die Vernetzung der Branchenakteure im Sektor Forst und Holz sowie den Wissenstransfer und die Forschung zur ressourceneffizienten und nachhaltigen Verwendung des Klimarohstoffes Holz“, betonte Thomas Kämmerling.

Das Team Holzwirtschaft von Wald und Holz NRW arbeitet im Bereich der holzwirtschaftlichen Forschung eng mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie den holzwirtschaftlichen Verbänden in NRW und auf Bundesebene zusammen.

Vor dem Hintergrund einer sich infolge des Klimawandels und der aktuellen Waldschäden verändernden Rohstoffbasis werden zukünftig beim Bauen mit Holz neue Holzarten und Materialkombinationen zum Einsatz kommen. „Mit der Einrichtung des Forschungs- und Demonstrationslabors im Zentrum HOLZ und durch die Zusammenarbeit von Unternehmen und Hochschulen werden wir unsere Forschungsarbeit zu den vorgenannten Themen weiter ausbauen. Das Forschungs- und Demonstrationslabor wird im Mai 2023 an den Start gehen“ schloss

Thomas Kämmerling seine Eröffnungsrede. Anlässlich des Jubiläums-Events haben am 26.10.2022 mehr als 100 Akteure der Holzbranche sowie aus Forschung und Lehre am Branchentreffen und Networking teilgenommen und sich zu aktuellen Fachthemen informiert. Hierzu zählten die Vorstellung erster Ergebnisse zu den aktuellen Marktdaten und Potenziale für das Bauen mit Holz in NRW sowie die vernetzte Fertigung in den holzwirtschaftlichen Unternehmen. Weitere Themen waren die Vorstellung der Forschungsprojekte zu den Verwertungsmöglichkeiten von Fichten-Kalamitätsholz oder die Verwendung der Baumart Birke für das Bauen mit Holz.

Einen weiteren Höhepunkt des Events bildeten Live-Demos der Clusterpartner im Holzbaupavillon des Zentrum HOLZ zu Innovationen in den Bereichen Schallschutz, Feuchtemonitoring, Bauwerksabdichtung, Verbindungstechnik, nachhaltige Trockenbauwände und PV-Integration. Das anschließende Get-together erfolgte mit musikalischer Begleitung der Jazz Police Olsberg und mit „handcrafted food“ aus dem INNE FRITTEN BUS.



## Adam Gostkowski



Adam Gostkowski ist seit dem 15. August 2021 im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft tätig. Er ist dort im Team Holzwirtschaft zuständig für die Sachbearbeitung I.D.E.E., Beratung zu Energieholz & erneuerbare Energien im Sachgebiet Holzverwendung/Holzbau – I.D.E.E. Holzenergiecluster.

### Wie sind Sie zu Ihrem Beruf gekommen?

Mein Großvater war Jäger und hat mich schon in meiner Kindheit raus zum Angeln und in die Natur mitgenommen. Auf Grund dieser Erfahrungen habe ich als Leistungsfach Biologie gewählt, denn naturwissenschaftliche Fragestellungen haben mich schon immer interessiert, vor allem den Wald betreffend. Seitdem bin ich der Linie Wald und Holz treu geblieben.

Nach dem Abitur habe ich an der Technische Universität Dresden Forstwissenschaften (B.Sc. und M.Sc.) studiert und meine Masterarbeit im Bereich der Forstbotanik verfasst.

Bereits während meiner Studienzeit war ich kurzzeitig als ökologischer Berater und Assistent bei einem Landschaftsservice in Tharandt tätig. Dort ging es um die ökologische Beratung im Bereich Reptilienschutz und Ausgleichsmaßnahmenumsetzung für die Deutsche Bahn AG.

Zwischen 2018 und 2021 war ich als selbstständiger Forstdienstleister bundesweit im Bereich Natur-, Biotop- und Artenschutz unterwegs. Verkehrssicherungsprojekte und Spezialfällungen haben aber ebenfalls zu meinem Tätigkeitsgebiet gehört.

### Was schätzen Sie an Ihrer aktuellen Funktion?

Die Möglichkeit sich mit einem breiten Spektrum im Bereich Energie- und Wärmeversorgung, biogene Festbrennstoffe und dem nachhaltigen Rohstoff Holz auseinanderzusetzen. Meine aktuelle Tätigkeit umfasst dabei ein breitgefächertes Themengebiet, hierzu zählen die aktuelle Klima-, Energie- und Forstpolitik sowie deren Umsetzung auf nationaler und europäischer Ebene. Das beinhaltet Gesetze, Verordnungen oder Richtlinien wie das Gebäudeenergiegesetz, die Holzhandelsverordnung oder die Erneuerbare-Energien-Richtlinie und selbstverständlich die diversen und sich ständig ändernden Förderprogramme für erneuerbare Energie und Wärme. Aufgrund der vielen Partner des Informations- und Demonstrationszentrums Erneuerbare Energien e.V. (I.D.E.E. e.V.) im Zentrum HOLZ in Olsberg kann ich zudem auf praxisnahes Wissen zurückgreifen. Unsere Ausstellung, die aktuell zur größten Dauerausstellung im Bereich der Wärmeversorgung aus erneuerbaren Quellen avanciert ist, und das neu eingerichtete Brennstofflabor bieten mir die Möglichkeit den Wissenstransfer und die Fachberatung von Endverbrauchern, Gewerbe und auch der Kommunen direkt an Objekten in unserem Haus zu führen.





### Wie würden Sie Ihre typischen Tätigkeiten beschreiben?

Ich berate fachlich ein breites Publikum zum Thema Energie- und Wärme aus erneuerbaren Energien und organisiere Fachveranstaltungen wie Hybridseminare oder Ausstellungen. Dafür muss meistens das Thema in seiner Gesamtheit betrachtet werden. Vom Wald über die Energiebereitstellung und deren effiziente Nutzung in hochmodernen Anlagen bis hin zu den substitutionsbedingten Klimaschutzeffekten. Diese sind beeindruckend, um das mal kurz zu erwähnen! Ein weiteres Aufgabengebiet liegt in der Analyse des Holzmarktes und der Forstwirtschaft im Hinblick auf den Transformationsprozess zum europäischen „Green Deal“ und den damit einhergehenden rechtlichen Bestimmungen. Es ist unerlässlich sich auch mit diesem Gebiet zu befassen, wenn man die Möglichkeiten des Einsatzes von Biomasse heute und auch in Zukunft verstehen möchte.

### Welches Ziel möchten Sie mit Ihrer Arbeit erreichen?

Ich möchte gern dem Fachpublikum wie auch der breiten Öffentlichkeit die notwendige Schlüsselfunktion des Rohstoffes Holz für den Klimaschutz über das Waldwachstum bis hin zu den Vorteilen seiner energetischen Nutzung aufzeigen. Denn wir müssen die Menschen über die immense Bedeutung des Waldes und der ressourceneffizienten Nutzung des Rohstoffes Holz aufklären!

### Auf welche bereits erreichten Ziele sind Sie stolz?

Auf unsere faktenbasierte, neutrale Wissensvermittlung und Beratung. Daneben waren unsere Gruppenführungen mit diversen Auszubildenden, Studierenden, Fachteilnehmern aber auch Besuchern aus der ganzen Welt sehr erfolgreich. Es liegt in der Natur der Sache, dass wir uns durch unsere Arbeit an ein breites Publikum an Interessenten wenden. Die Energie und Wärme aus Biomasse ist ein tragender Pfeiler für unsere Entwicklung zu einer nachhaltigen Gesellschaft. Das Wissen darüber zu vermitteln, erfüllt mich mit Freude.



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 2020. Ziel ist es, im gesamten Bundesgebiet mit Forschungspartnern der einzelnen Länder eine satelliten- und drohnen-gestützte Vitalitäts- und Waldschadensüberwachung zu entwickeln. Das Sachgebiet Planungs- und Informationssysteme im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft stellt im Verbundprojekt wichtige Referenzdaten zur Schadentwicklung im Arnsberger Wald bereit und arbeitet an 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.



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, Landesforst Mecklenburg-Vorpommern Vitalitätsschwächen in 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 Nutzer der Ergebnisse im Privatwald einzubinden ist der Waldbesitzerverband Niedersachsen im Projekt vertreten. Die Bereitstellung der letztendlichen Dienste übernehmen die Firmen LiveEO und Ororatech.

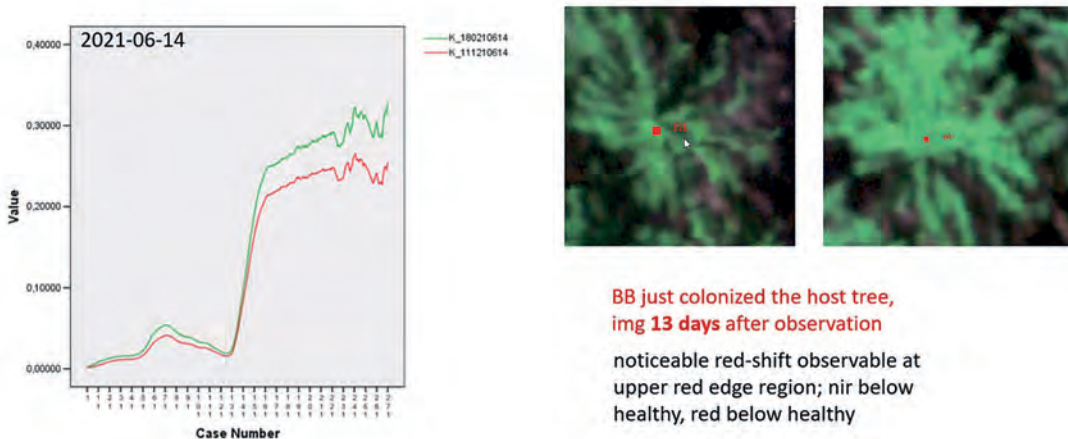
Das Verbundprojekt FirST 2.0 wird vom BMVI im Rahmen der Innovationsinitiative mFUND (Modernitätsfonds) gefördert. Die Gesamtfördersumme beträgt 1,8 Millionen Euro und soll der Entwicklung eines Software as a Service-Produkts (SaaS) dienen, das Waldbesitzern eine frühzeitige Erkennung von Vitalitätsveränderung und Bestandsschäden 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 Zentrum für Wald und Holzwirtschaft des Landesbetriebes Wald und Holz Nordrhein-Westfalen konzentriert sich

Rückblende: Im Jahr 2021 bis ins Frühjahr 2022 wurde im Arnsberger Wald auf ausgewählten Flächen ein umfangreiches Borkenkäfermonitoring durchgeführt. Dies umfasste das Auffinden und Einmessen von Käferbäumen, das Aufnehmen des Befallsdatums und das Abschätzen des Kronenverlustes. Die 2021 aufgenommenen Hyperspektraldrohnen-daten konnten mit diesen Referenzdaten verschnitten werden, um herauszustellen, ab wann ein Borkenkäferfrischbefall statistisch sichtbar wird. Teils konnte bereits nach 13 Tagen ein Rückgang der spektralen Signatur im Red Edge Bereich beobachtet werden.



## Green-Attack (111) vs Healthy



BB just colonized the host tree, img 13 days after observation  
noticeable red-shift observable at upper red edge region; nir below healthy, red below healthy

Abb. 1: Spektrale Signatur des NDRE aus Hyperspektralaufnahmen und Gegenüberstellung von vom Borkenkäfer befallenen und von vitalen Fichten. Der Abfall im NDRE, 13 Tage nach dem Befall, ist deutlich zu erkennen.

Als besonders aussagekräftig zeigte sich hier der Normalized Difference Red Edge Index (NDRE). Über alle befallenen Einzelbäume zeigte sich im NDRE auch ein Abfall in der Frischbefallsphase, also bis zu vier Wochen

nach dem Einbohren. Die Erkennung von Borkenkäferfrischbefall in einem engen Zeitfenster erscheint somit zumindest mit Hyperspektralsensoren möglich.

## Boxplots for flight 21-06-14

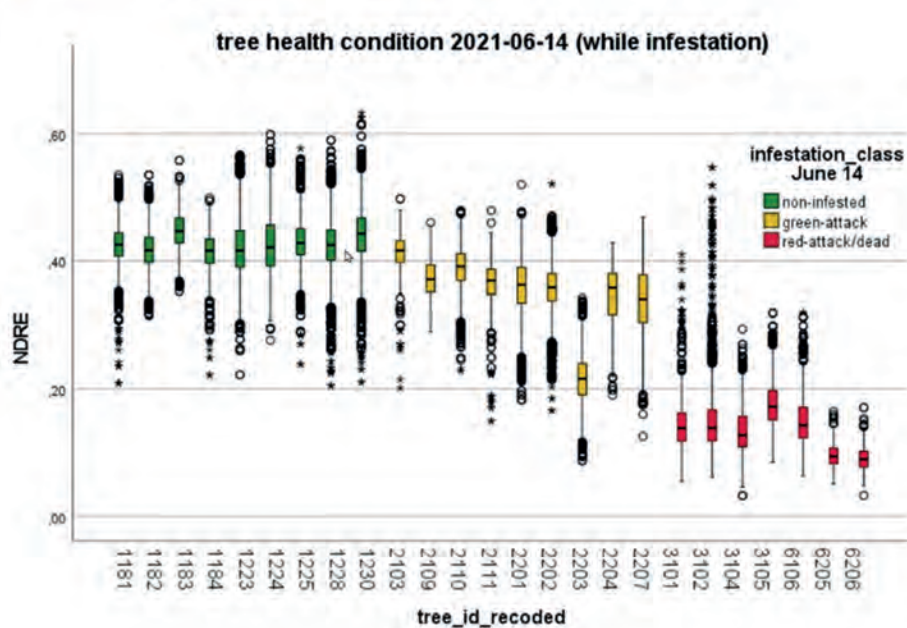


Abb. 2: Gegenüberstellung von Boxplots aus den Pixelwerten der Baumkronen für den NDRE aus Hyperspektraldaten für vitale, frisch befallene und Red-attack-Fichten

Als nächster Schritt wurden alle zwischen 2019 und 2021 verfügbaren Sentinel 2-Daten über die DLR-Programmiersplattform CODE-DE.org heruntergeladen, atmosphärisch und gelände-korrigiert, aufeinander georeferenziert, Wolken- und Wolkenschatten ausmaskiert und als wochenweise Zeitreihe interpoliert, um Datenlücken zu schließen. Nach der Auswertung der Hyperspektraldaten war es nun das Ziel, die Ergebnisse auf die Sentinel 2 Daten zu übertragen. Der NDRE aus den Hyperspektraluntersuchungen wurde auf die Sentinel-Daten skaliert und zusätzlich noch weitere Indizes gebildet, die auch das Kurzwelleninfrarot (SWIR) mit einbezogen. SWIR-Bänder reagieren besonders sensibel auf Veränderungen des Wasserhaushalts in den Nadeln und Blättern der Baumkronen.

Im Folgenden wurden nun für jede einzelne Schadfläche, die in 2020 kartiert worden war, die entsprechenden Satellitendaten ein Jahr vor dem Befall (aus Referenz für vitale Bestände), zum Zeitpunkt des Befalls sowie drei Monate nach dem Befall (Red attack-Phase) und ein Jahr später (grey attack und geerntete Bestände) aus den interpolierten Sentinel-Zeitreihen geschnitten und in die KI als Trainingsdatensatz eingespeist.

Mit dem KI-Workflow „Tensor Flow“ wurde eine zunächst objektbasierte KI mit Python programmiert. Wie sich herausstellte, war die Klassifizierung mit einer Genauigkeit von ~77 % und der objektbasierte Ansatz jedoch zu ungenau, da die befallene Fläche datenbedingt relativ groß sein musste, um klassifiziert zu werden.

Tabelle 1: Konfusionsmatrix aus der objektbasierten KI-Klassifizierung für Sentinel 2 Daten von vitalen, frisch befallenen, Red attack und grey attack-Fichten. Die Zeilen stellen die zu kategorisierenden Klassen dar, die Spalten die mit der KI klassifizierten. Werte außerhalb der grauen Kästchen entsprechen der Anzahl von Fehlklassifizierungen.

	Vital	Frischbefall	Entnadelnd	Dürrständer/ Kahlfläche
Vital	7	2	0	0
Frischbefall	3	14	3	0
Entnadelnd	0	7	7	4
Dürrständer/ Kahlfläche	0	0	8	10

Auch gab es, wie in der Konfusionsmatrix zu sehen, noch deutliche Überlappungen zwischen der Klassifizierung von frisch befallenen und entnadelnden Beständen. Generell gilt für das Trainieren von KI-Algorithmen, dass im Idealfall tausende von Trainingsdaten zur Verfügung stehen, um verlässliche neuronale Netzwerke zu bilden. Im Projekt standen allerdings nur knapp 200 Flächen mit je vier Schadkategorien zur Verfügung.

Als neuer, vielversprechender KI-Ansatz wird 2023 die semantische Segmentierung getestet. Bei diesem Ansatz wird nicht ein kleiner Bildausschnitt einer Klasse zugeordnet (dies war bei der objektbasierten KI der Fall), sondern jedes Bildpixel erhält einen zugehörigen Klassenwert. Im Projekt wurden auch Buchenschäden mit KI-Ansätzen analysiert. Die hier verwen-

deten Algorithmen stießen allerdings auch im Hinblick auf die Genauigkeit durch die nicht ausreichende Anzahl von Trainingsdaten an ihre Grenzen. Doch dies ist kein Grund zur Entmutigung. Derzeit laufen auch in der Buche weitere Tests von KI-Klassifizierungsalgorithmen, die phänologische Mittelwerte in die Bewertung mit einbeziehen.

Im letzten Projektjahr 2023 werden Ausbreitungsmodelle erstellt. Zunächst wird mit Generalized Linear Regression-Modellen (GLM) untersucht, ob es Windwurf begünstigende Parameter gibt. Weiterhin wird mit diesen Modellen unter Zuhilfenahme standörtlicher und klimatischer Faktoren untersucht, inwiefern sich die Befallsrichtung und Ausbreitungsintensität des Borkenkäferbefalls vorhersagen lassen.



## Johannes May



### Ich darf mich vorstellen:

Johannes May – Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft. Wenn ich darüber nachdenke, was mich zur Forst gebracht hat, muss ich tatsächlich weit in die Vergangenheit zurückdenken. Die Liebe zur Natur entwickelte sich sicherlich schon in meiner Kindheit, durch Zelturlaube, Kanu- und Fahrradtouren und nicht zuletzt viele Sommerurlaube in Norwegen. Im Schulpraktikum schnupperte ich in der Revierförsterei Chorin nahe meiner Heimatstadt Eberswalde in den Betrieb. Später besserte ich meine Geldbörse durch Ferienarbeit bei diversen Forstdienstleistern auf.

Im Studium „International Forest Ecosystem Management“ manifestierte sich der Wunsch nach Skandinavien auszuwandern. Mein Auslandssemester absolvierte an der schwedischen Westküste und arbeitete an naturschutz- und ökotourismusrelevanten Projekten. Neben der Leidenschaft für die Natur war ich ab dem zweiten Semester auch direkt von GIS und Fernerkundung fasziniert. So kam es, dass ich mich nach dem Bachelor direkt für den eher IT-basierten Master „Forest Information Technology“ auch an der HNEE einschrieb. Der Master brachte mich ein Semester nach Polen und drei Monate nach Norwegen.

Am Norwegischen Institut für Biotechnologie und Wissenschaft („NIBIO“) schrieb ich meine Masterarbeit über die halbautomatisierte Erkennung von Sturmschäden in der Fichte mittels Satellitendaten. Die Arbeit mündete in einem Jobangebot und so begann letztlich mein Traum vom Leben in Skandinavien. Ganze drei Jahre arbeitete ich an der fernerkundlichen Erkennung von Waldschäden mit weltweitem Fokus und an der Erprobung von SAR-Daten (Radar-Satellitentechnologie) zur Ermittlung der Biomasse in tropischen und heimischen Wäldern.

Wie ich jetzt im Sauerland gelandet bin? Das hätte ich mir auch lange nicht träumen lassen. Die norwegische Mentalität war letztlich doch nicht meins. Daher folgte ich kurzerhand meiner niederländischen Frau nach Brabant, um dort in der privaten und kommunalen Waldbetreuung und als GIS-Experte tätig zu werden. Neben der alltäglichen Arbeit drehten sich die meisten Projekte um die Verbesserung des Stickstoffgehalts der Böden.

Nach anderthalb Jahren bekam ich dann die Chance ins Sauerland zu ziehen. Ein Job zur gerade begonnenen Borkenkäferkalamität im Sauerland lockte mich und





ich begann in der Forstverwaltung des Freiherrn von Fürstenberg-Herdringen. Meine auf Satellitendaten beruhenden Prognosen zur Ausbreitung des Borkenkäfers lieferten zwar wertvolle und treffende Informationen, und die von mir angestoßene digitale Vernetzung der Förster sorgte für ein schnelleres Finden der Käfernester und effektiveres Steuern der Unternehmer, doch der Wucht des Käfers mussten wir uns bald geschlagen geben. Ich übernahm im Forstbetrieb die Revierleitung für die Privatwälder im Kreis Olpe und hatte mit dem Holzabsatz alle Hände voll zu tun.

Als ich von dem Projekt FirST 2.0 zur Vitalitätsüberwachung und Früherkennung von Waldschäden erfuhr, war mein Interesse geweckt. An der Möglichkeit, hoffentlich in der Zukunft solche Schadereignisse rechtzeitig erkennen zu können, wollte ich zu gern mitwirken.

Und da bin ich heute. Mein Projekt FirST 2.0 hatte viele Höhepunkte, wie Hyperspektraldrohnenflüge oder die Recherche zur Borkenkäferausbreitung im gesamten

Arnsberger Wald. Die Einarbeitung in künstliche Intelligenz im Umgang mit Schadklassifizierungen ist wohl ein ganz persönlicher Meilenstein, auch wenn die Ergebnisse noch ausstehen. Der Mix aus Satellitendatenauswertungen und der Beschaffung von Referenzdaten im Feld gefällt mir wohl am meisten an dem Job. Da derzeit die IT-Arbeit im Projekt überwiegt, freute es mich, im Team Wald- und Klimaschutz Ende letzten Jahres mit der Betreuung der Klimamessstationen betraut zu werden. Dieses Projekt wird hochspannende Aussagen zum optimalen Umgang mit Kalamitätsflächen liefern. Eigenes Engagement in diese Richtung hatte ich bereits bei Fürstenberg umgesetzt, allerdings ließ mein Nachfolger alle Dürrständer an den Steilhängen letztlich doch entfernen und alle Flächen braten in den kommenden Sommersonnen. Nun zu dieser Thematik wissenschaftliche Fakten zu erheben und Praxisempfehlungen zu erstellen motiviert mich darum umso mehr.





TEAM 5

# Waldbau



# Waldwachstumskundliche Dauerbeobachtung von eingeführten Baumarten am Beispiel des Riesenlebensbaums

Jana Melanie Hanke und Carolin Stiehl

Beim Besuch nordrhein-westfälischer Wälder sind Waldbesuchende wie Waldbesitzende besorgt: nicht nur die Fichte, auch andere heimische Baumarten haben unter den letzten Trockenjahren stark gelitten. Aber es gibt auch andere Ereignisse, wie Sturm oder Waldbrand, die unsere Wälder gefährden können.

Eine der wichtigen Aufgaben der forstlichen Forschung ist es, dabei zu unterstützen, unsere Wälder gegen künftige Risiken zu wappnen. Zwar gibt es Modelle und Prognosen über die Entwicklung des Klimawandels, aber was genau geschehen wird, ist nicht bekannt. Daher ist einer der wichtigsten Aspekte die Risikostreuung. Durch mehrere Baumarten auf einer Fläche soll das Risiko eines Totalausfalls ver-

mieden werden. Hierzu werden unterstützend auch Baumarten aus anderen Regionen der Erde, wie Südeuropa, Nordamerika oder Asien, in den Fokus genommen. Solche Baumarten werden auch als „eingeführte Baumarten“ bezeichnet. Sie sollen unter dem Aspekt der Risikostreuung zur Erweiterung des Baumartenportfolios dienen.

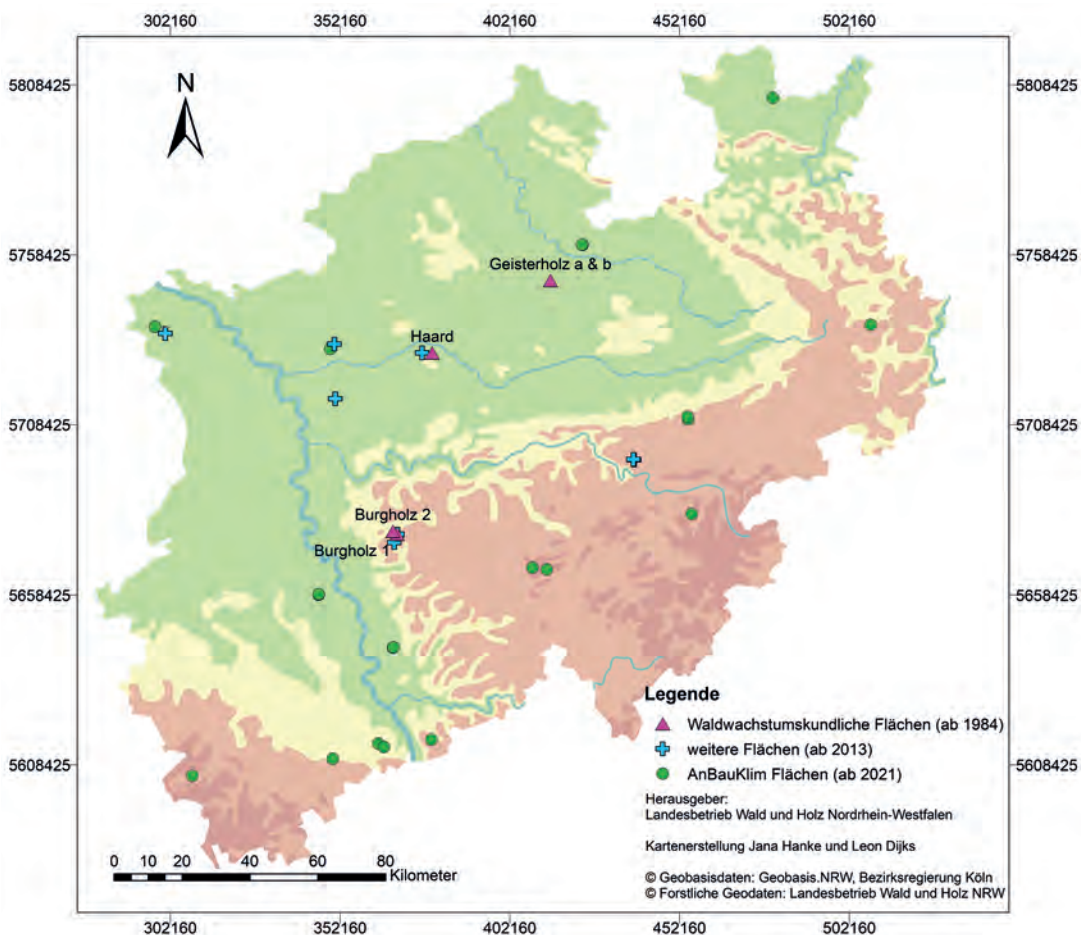


Abb. 1: Karte der Untersuchungsbestände des Forschungsbereichs Waldwachstumskunde zum Riesenlebensbaum. Dreiecke mit Beschriftungen markieren die Standorte der vier seit den 1980er-Jahren aufgenommenen Bestände, die Pluszeichen die Lage weiterer Bestände, die ab 2013 das erste Mal und 2021/2022 wiederholt aufgenommen wurden. Die Kreise zeigen die Standorte der Bestände, die im Rahmen des durch die FNR (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.) geförderten Projektes AnBauKlim aufgenommen werden.



Tabelle 1: Standort der Untersuchungsflächen nach Standortfaktoren entsprechend des Waldbaukonzepts NRW. Die Standortinformationen entstammen der FSK 5, erstellt durch den Geologischen Dienst des Landes NRW, und der FSK 10, erstellt durch die ehemalige Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung (LÖLF).

	Burgholz 1	Burgholz 2	Geisterholz a	Geisterholz b	Haard
<b>Forstamt</b>	Rhein-Sieg-Erft	Rhein-Sieg-Erft	Münsterland	Münsterland	Ruhrgebiet
<b>Vegetationszeit</b>	160-200 Tage	160-200 Tage	160-200 Tage	160-200 Tage	160-200 Tage
<b>Trophiestufe</b>	3	2	4	4	2
<b>Nährstoffversorgung</b>	mäßig nährstoffhaltig	nährstoffarm	nährstoffreich	nährstoffreich	nährstoffarm
<b>Gesamtwasserhaushalt</b>	frisch bis sehr frisch	mäßig wechselfeucht, frisch in Veg.zeit	mäßig wechselfeucht	mäßig wechselfeucht	mäßig frisch
<b>Bodentyp</b>	Braunerde	Braunerde-Pseudogley	Pseudogley	Pseudogley	Braunerdesande
<b>Verwendete Karte</b>	FSK 10	FSK 10	FSK 5	FSK 5	FSK 10
<b>Bestand</b>	Reinbestand	Mischbestand mit Riesennammutbaum und Japanischer Sichelanne	Reinbestand	Reinbestand	Reinbestand

Der Anbau von eingeführten Baumarten hat in NRW Tradition – bekannt ist vor allem das „Arboretum Burgholz“ mit über 100 Baumarten aus anderen Ländern [1]. Aber auch auf anderen Flächen im Land wurden verschiedenste Baumarten versuchsweise angebaut. Hier kann teilweise auf lange Zeitreihen zurückgegriffen werden. Forschergenerationen erfassen seit Jahrzehnten waldwachstumskundliche Daten, das heißt z. B. Höhe und Durchmesser, um die Zuwachsentwicklung und die Reaktion auf Klimaextreme nachzuvollziehen und aus der Vergangenheit für die Zukunft zu lernen. Mehr Informationen zur Forschungsdisziplin „Waldwachstumskunde“ bei Wald und Holz NRW finden Sie im Jahresbericht 2019/2020 des Zentrums für Wald und Holzwirtschaft.

Eine Baumart, die bereits auf eine lange Untersuchungsreihe zurückblicken kann, ist der ursprünglich aus dem westlichen Nordamerika stammende Riesenlebensbaum (*Thuja plicata* DONN EX D.DON). Erste Anbauten mit dieser Art wurden bereits 1880 im Rahmen des preußischen Versuchswesens von Danckelmann angelegt und das erste Mal 1900 durch Schwappach ausgewertet [2]. Die betreffenden Bestände sind zum Teil bis heute erhalten. Da es sich bei den preußischen Versuchsanbauten jedoch nur um wenige Bestände

dieser Baumart handelt, fehlen nach wie vor belastbare Ergebnisse zu Standorteignung, Qualität, Wachstumsraten und Resistenz dieser und anderer eingeführter Baumarten in Deutschland. Existierende Studien, von denen viele aus dem Heimatland des Riesenlebensbaums stammen, lassen jedoch grundsätzlich einige positive Eigenschaften erwarten. Sie sind auch im Kurzportrait zu dieser Baumart auf waldwissen.net beschrieben [3]. So zeichnet sich die Baumart durch ein hohes Schattenerträgnis aus, was sie zu einer idealen Mischbaumart macht. Ihre Streu ist bodenverbessernd und ihr Holz besonders dauerhaft. Ihr Volumenzuwachs ist bis ins höhere Alter hoch [3]. Das gute Wachstum einer Baumart in ihrem Ursprungsland bedeutet jedoch nicht zwangsläufig, dass sie auch auf Standorten in Deutschland bzw. Nordrhein-Westfalen gut zurechtkommt. Um daher das Betriebsrisiko beim Anbau dieser Baumart abzusenken, müssen weitere Erkenntnisse über sie durch gezielte Untersuchungen auf lokalen Standorten gewonnen und ausgewertet werden. Die einzelnen Anbauten liegen oft verstreut und vereinzelt über ganz NRW verteilt. Der erste Schritt ist es daher, solche Flächen in Staats-, Privat- sowie Körperschaftswald ausfindig zu machen. Die verschiedenen Boden- und Klimaverhältnisse in unterschied-

lichen Regionen erschweren dabei häufig die Vergleichbarkeit. Dennoch trägt jede einzelne Untersuchung ein Stück zum Gesamtbild des Wachstums der untersuchten Baumart in NRW bei. Das Sachgebiet Waldwachstumskunde möchte mit Untersuchungen solcher über ganz Nordrhein-Westfalen verstreuten Anbauten eingeführter Baumarten einen Beitrag zu diesem Gesamtbild leisten.

Bereits in den 1980er-Jahren wurden Beobachtungsflächen in Beständen eingeführter Baumarten angelegt. An allen Bäumen in diesen Flächen wurden seit dieser Zeit in regelmäßigen Abständen (in der Regel fünf Jahre) der BHD und die Höhe aufgenommen. Auf diese Mühen sind inzwischen über 30 Jahre dauernde Zeitreihen zurückzuführen, die wichtige Erkenntnisse zum Wachstumsverlauf der untersuchten eingeführten Baumarten liefern können. Exemplarisch sind im Folgenden erste Auswertungen für den Riesenlebensbaum aufgeführt. Die Lage der Flächen ist auf der Karte (Abbildung 1) dargestellt. Die Standortbeschreibung der vier ausgewerteten Flächen mit langen Zeitreihen kann der Tabelle 1 entnommen werden. Bei „Geisterholz a und b“ handelt es sich um einen Bestand mit zwei Probekreisen, die aufgrund wahrscheinlich unterschiedlicher Einflüsse getrennt ausgewertet wurden.

Die Standorte der waldwachstumskundlichen Beobachtungsflächen zum Riesenlebensbaum befinden sich alle in einem Bereich mit einer Vegetationszeit von 160-200 Tagen. Die Nährstoffversorgung reicht von nährstoffarm (2) bis nährstoffreich (4). Die Wasserversorgung wiederum reicht von frisch über sehr frisch bis zu mäßig wechselfeucht. Bei mäßig wechselfeuchten Standorten kann es in der Vegetationsperiode auch zu Trockenheit kommen [4]. Um auf die Leistungsfähigkeit einer Baumart auf einem Standort Rückschlüsse zu ziehen, kann man die Mittelhöhe<sup>1</sup> nutzen.

In Abbildung 2 zeigt sich, dass sich die verschiedenen Bestände in ihrer erreichten Mittelhöhe deutlich unterscheiden. Sie alle erreichen jedoch höhere Mittelhöhen als Fichten der I. Ertragsklasse (besonders wüchsige). Die höchste Bonität (Mittelhöhe über dem Alter) erreicht der Bestand Burgholz 1, die niedrigste Mittelhöhe in beiden Probekreisen der Bestand Geisterholz im Münsterland.

Verwendet man nun die Tabelle 1 zur Interpretation der Ergebnisse, kann man zu folgenden Schlussfolgerungen gelangen: Die Nährstoffversorgung scheint für den Riesenlebensbaum nicht der entscheidende Wachstumsfaktor zu sein, erreichen doch die Beobachtungsflächen im Bestand Geisterholz die geringsten Mittelhöhen, obwohl sie die beste Nährstoffversorgung aufweisen. Entscheidend für das Wachstum scheint eher die Wasserversorgung zu sein. So ist diese in Burgholz 1 mit „frisch bis sehr frisch“ am besten. Die Fläche Burgholz 2 zeigt gegenüber der Fläche Haard im geringeren Alter die höhere Mittelhöhe. Dies ändert sich aber ab ca. Alter 37. Auch dies könnte mit der Wasserversorgung zusammenhängen. Burgholz 2 wurde zum Kartierungszeitpunkt in den 1980er-Jahren als Braunerde-Pseudogley mit einer frischen Wasserversorgung in der Vegetationszeit beschrieben. Durch vermehrt trockene Sommer könnte sich die Wasserversorgung auf dem stauwasserbeeinflussten Standort jedoch im Laufe der Jahre verschlechtert haben. Die Fläche Haard hat eine mäßig frische Wasserversorgung ohne Stauwassereinfluss. Am schlechtesten schneiden die Beobachtungsflächen im Bestand Geisterholz ab, die sich auf einem stauwassergeprägten Standort befinden.

Stauwassergeprägte Standorte scheinen also für das Wachstum des Riesenlebensbaums nicht förderlich zu sein, da diese im Sommer zur Austrocknung neigen [4]. Hinzu kommt, dass der Riesenlebensbaum durch sein eher flaches Wurzelsystem besonders auf stau-nassen Böden windwurfgefährdet ist [3]. Dies hat auch bereits in einer der Untersuchungsflächen, Geisterholz a, zu Windwürfen geführt.

<sup>1</sup> Höhe des Kreisflächenmittelstamms.



Die erwähnten Interpretationen können nicht verallgemeinert werden, liefern aber Hinweise auf die Standortansprüche der Baumart in NRW.

Um noch stärker belastbare Aussagen treffen zu können und damit eine Abschwächung des Betriebsrisikos beim Anbau dieser und anderer eingeführter Baumarten zu erreichen, bedarf es weitaus mehr Untersuchungsergebnissen auf einer möglichst großen Standortamplitude. Aus diesem Grund werden aktuell Wiederholungsaufnahmen in Beständen eingeführter

Baumarten in ganz NRW durch das Sachgebiet Waldwachstumskunde durchgeführt. So konnten im Winter 2021/2022 18 Bestände eingeführter Baumarten, davon sechs Bestände mit Riesenlebensbaum, aufgenommen werden. Im Winter 2022/2023 werden weitere 13 Bestände wiederholt aufgenommen, davon vier Bestände mit Riesenlebensbaum. Aus diesen Daten werden sich weitere Zuwachswerte der Untersuchungsbaumarten auf verschiedenen Standorten ermitteln lassen, die langfristig zur Erstellung von Ertragstafeln dieser Baumarten beitragen können.

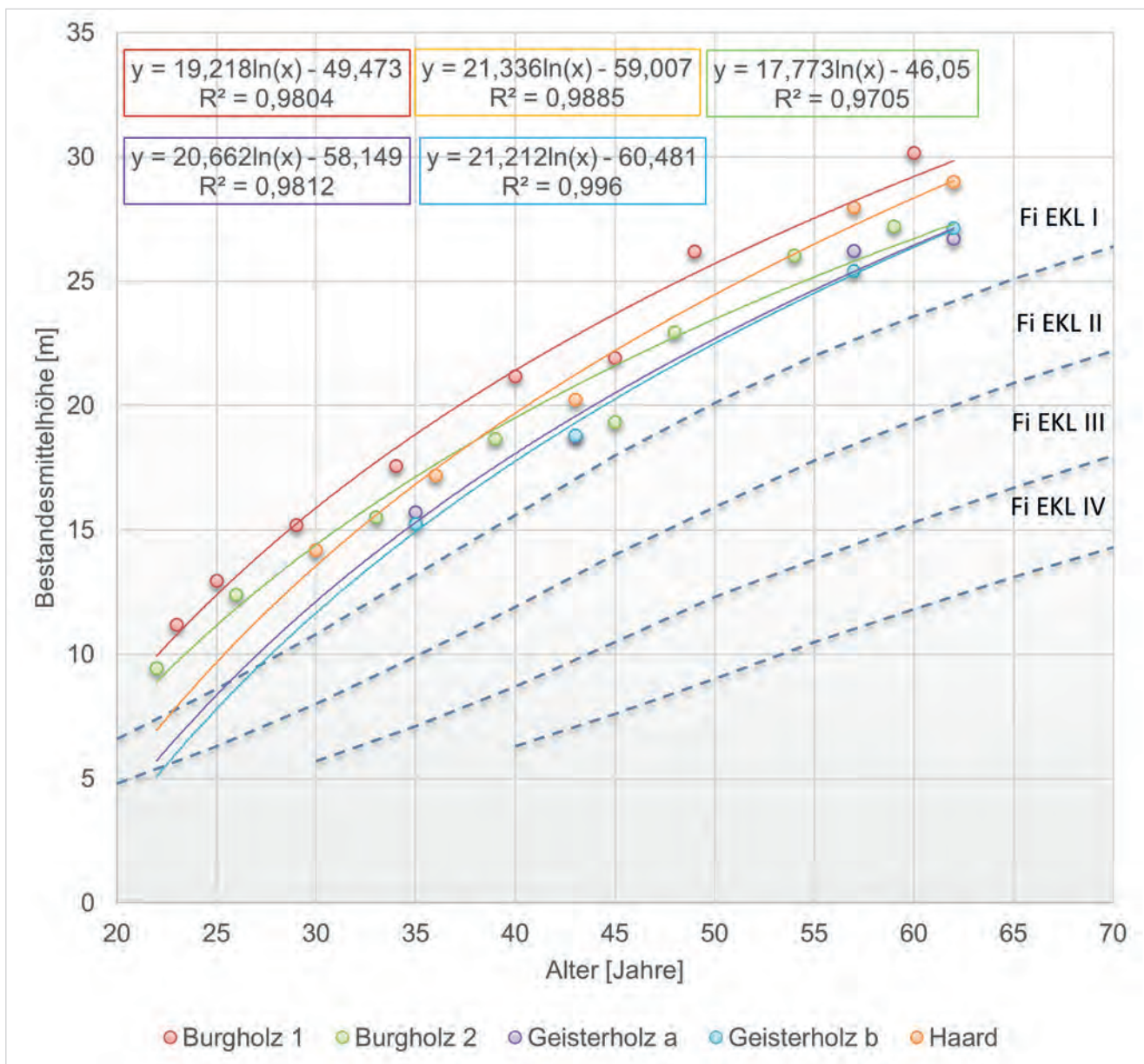


Abb. 2: Erreichte Bestandesmittelhöhen pro Bestand, dargestellt über dem Alter mit logarithmischen Ausgleichsfunktionen. In den Textfeldern mit farbigem Rand sind die jeweiligen Funktionen sowie das erreichte Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) für die einzelnen Bestände dargestellt. Die grau gestrichelten Linien zeigen im Vergleich jeweils die unteren Mittelhöhengrenzwerte der Fichte der verschiedenen Ertragsklassen [5].

Um noch zuverlässigere Aussagen zur Standorteignung der eingeführten Baumarten treffen zu können, wird die Beobachtungsflächenanzahl außerdem durch das durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) geförderte Projekt „AnBauKlim“ in großem Umfang ergänzt. Dieses wurde bereits im Jahresbericht 2021 näher vorgestellt.

Durch den Erkenntnisgewinn aus den vorgestellten Untersuchungen könnten sich die heutigen „Experimentierbaumarten“ (Waldbaukonzept NRW) langfristig zu Baumarten entwickeln, mit deren Umgang wir so vertraut sind, dass sie sich sicher in unsere Waldökosysteme integrieren lassen.

#### Literatur

- [1] Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2009: Burgholz: Geschichte und Perspektiven eines Versuchsreviers im Zeichen des Klimawandels, Stand Oktober 2009. Münster.
- [2] Schwappach, A., 1901: Anbauversuche mit fremdländischen Holzarten. Berlin.
- [3] Vor, T., 2015: „Kurzportrait Riesenlebensbaum (Thuja plicata)“, waldwissen.net. <https://www.waldwissen.net/de/waldwirtschaft/waldbau/kurzportrait-riesenlebensbaum> (zugegriffen 26. Januar 2023).
- [4] Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2021: Waldbaukonzept Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.
- [5] Wiedemann, E., 1949: „Die Ertragstafel Fichte für mäßige Durchforstung 1936/42“, Ertragstafeln der wichtigen Holzarten bei verschiedener Durchforstung sowie einiger Mischbestandsformen. Hannover.



Abb. 3: Holger Teske, langjähriger Mitarbeiter des Bereichs Waldwachstumskunde, beim Messen auf einer Fläche mit eingeführten Baumarten (hier: *Abies procera*).



## Dr. Carolin Stiehl



**Ich möchte dazu beitragen, dass unsere Wälder auch in Zukunft stabil und gesund sind!**

Dr. Carolin Stiehl, interviewt von Marlene Bömer

**Dr. Carolin Stiehl (38 Jahre) leitet seit 2020 das Sachgebiet Waldwachstumskunde, ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und stellvertretende Leitung im Team Waldbau. Sie arbeitete unter anderem an Praxisleitfäden zu den Themen Walderneuerung und Dürrestander sowie am Waldbau- und Wiederbewaldungskonzept NRW mit.**

### Wie sind Sie zu Ihrem Beruf gekommen?

Aufgewachsen bin ich im Hunsrück, Rheinland-Pfalz. Schon in der Schulzeit interessierte ich mich für Biologie. Weil ich nach dem Abi nicht genau wusste, wohin es beruflich gehen soll, habe ich ein Freiwilliges Ökologisches Jahr (FÖJ) im Bereich Waldpädagogik in Schleswig-Holstein gemacht. Jedem jungen Menschen kann ich nur empfehlen, sofern es möglich ist, so eine Orientierungszeit zu nehmen. Dort habe ich das erste Mal vom Forst-Studium gehört. Der Wald begeisterte mich damals wie heute, deshalb habe ich nach dem FÖJ in Göttingen Forstwissenschaften und Waldökologie im Bachelor und Master studiert. Im Anschluss konnte ich dank meines Promotionsstipendiums in Concepción, Chile, über Baumarten des chilenischen Naturwaldes forschen. Nach der Uni zog es mich für das Forstreferendariat zu Wald und Holz NRW. Heute arbeite ich als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Sachgebietsleiterin Waldwachstumskunde im Team Waldbau.

### Was gefällt Ihnen an Ihrem Beruf?

Ich mag die Abwechslung. Es gibt immer spannende aktuelle Themen. Ab und an darf ich für unsere Projekte ins Ausland reisen, 2022 zum Beispiel nach Rumänien und Spanien. Über den forstlichen Tellerrand zu schauen, begeistert mich. Mir gefallen auch die verschiedenen Facetten und Bedeutungen, die der Wald hat. Wald ist Lebensraum, Nutzungsraum und Raum für Menschen. Er wirkt ausgleichend auf das Klima, hält Wasser im Boden und speichert Kohlenstoff. Diese Eigenschaften prägen die Fragestellungen, mit denen wir uns beschäftigen. Als Forstleute sind wir für ein Drittel der deutschen Landesfläche zuständig. Das wird oft unterschätzt. Der Wald wird für selbstverständlich genommen. Aber es gibt viele engagierte Menschen, die sich um ihn kümmern.

### Was liegt Ihnen bei Ihrer Arbeit besonders am Herzen?

Ich möchte dazu beitragen, dass unsere Wälder auch in Zukunft stabil und gesund sind. Nur so können sie ihren Funktionen weiterhin gerecht werden. Dabei bewegen mich unter anderem die Fragen: Welche Baumarten können in unseren Breiten jetzt und in Zukunft gedeihen? Wie kann eine Waldbewirtschaftung aussehen, die alle wichtigen Waldfunktionen so gut wie möglich vereint?

### Wie sieht Ihr Arbeitsalltag aus?

Kein Tag ist wie der andere, einen routinemäßigen Tagesablauf habe ich nicht. Ich plane Tätigkeiten im Sachgebiet, bereite Besprechungen vor, erstelle Präsentationen oder arbeite an Publikationen. Andere Tage verbringe ich draußen mit Menschen, die sich für den Wald interessieren. Dort führe ich allein oder gemeinsam mit meinen Kolleginnen und Kollegen Fortbildungen und Übungen durch. Ich bereise Versuchsflächen, betreue Abschlussarbeiten und nehme an Arbeitsgruppen teil.

## Welche Ziele verfolgen Sie in Ihrem Beruf? Worauf sind Sie stolz?

Ich möchte auf fachlich fundierter Basis Empfehlungen geben können und unser Wissen auf verständliche Weise an Waldbesitzende und andere Interessierte vermitteln.



Ich bin stolz auf die Einrichtung und Betreuung mehrerer waldbaulicher Übungsflächen, sogenannter Marteloskope. Die habe ich auch bereits bei einem internationalen Netzwerkmeeting vorgestellt (Integrate Network, organisiert durch das European Forest Institute).

## Welche Bedeutung hat Ihre Arbeit für externe Interessierte?

Wir beraten vornehmlich Waldbesitzende aus Nordrhein-Westfalen. Gerade durch die Kalamität und die sich aktuell verändernden Klimabedingungen wird diese Arbeit, die wir im Team Waldbau durchführen, immer wichtiger.

## Was sind Ihre aktuellen Projekte?

Ich arbeite aktuell mit einer Arbeitsgruppe an einem Praxisleitfaden zur Unterstützung im Umgang mit Pionierbaumarten. Hintergrund ist, dass nach einem großflächigen Schadereignis mit vielen entstandenen Kahlflecken – wie der aktuellen Kalamität – häufig ein Wald aus Erstbesiedlern wie Birken, Erlen und Weiden, sogenannten Pionierbäumen, entsteht. In ihrem Schatten können andere Baumarten wachsen, die nicht gut auf Freiflächen gedeihen können. So bilden diese Baumarten einen sogenannten „Vorwald“. Waldbesitzende fragen sich nach einem Schadereignis: Was soll ich mit diesen Baumarten machen? Wie pflege ich meine jungen Bestände? Auch die Jungbestandspflege ist ein wichtiges Thema, mit dem wir uns mehr beschäftigen werden.



Nummerierte Bäume auf einer waldbaulichen Übungsfläche, einem sogenannten Marteloskop



Vorwald aus Birken auf einer ehemaligen Windwurffläche im Sauerland



## Qualitätssteigerung durch Vorbehandlung – Versuche des Saatgutlabors in Zeiten begrenzter Verfügbarkeit forstlichen Saatguts

Karin Müller, Chris Kenter, Marius Zimmermann und  
Marius Erley

Die großflächig entstandenen Kalamitätsflächen der letzten Jahre haben zu einer stark wachsenden Nachfrage nach qualitativ hochwertigem und herkunftsgesichertem Saatgut für die Wiederbewaldung und damit einhergehend zu einer starken Verknappung auf dem Markt geführt. Angesichts dieser Herausforderungen ist eine hohe Qualität des verfügbaren Saatguts von entscheidender Bedeutung. Das Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut des Teams Waldbau im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft hat für diese Fälle ein eigenes Saatgutlabor, welches sich schwerpunktmäßig mit der Analyse von forstlichem Saatgut befasst. Das Saatgutlabor führt Untersuchungen zur äußeren Beschaffenheit des Saatguts (wie z. B. Keimfähigkeitsuntersuchungen) sowie wissenschaftliche Versuchsanstellungen zum Thema forstliches Saatgut durch.

Baum- und Strauchsamen reifen in der Regel im Herbst, sind aber oft nach ihrer Ernte und Aufbereitung von Natur aus nicht sofort keimbereit. Dieser Schutzmechanismus der Natur hat seinen Sinn: Keimlinge, die sich bereits im Herbst entwickeln, würden anderenfalls einen harten Winter eventuell nicht überleben. Dieses keimgehemmte Verhalten wird durch das Vorhandensein von keimhemmenden Stoffen wie dem Phytohormon Abscisinsäure im Inneren des Samens reguliert (z. B. bei Douglasie oder Weißtanne). Erst nach dem Durchbrechen der inneren Keimhemmung (Dormanz) kann eine Keimung des Samens induziert werden. Dieser Prozess wird in der Botanik häufig durch eine langanhaltende Kälteeinwirkung (Stratifikation) erreicht. Die Dauer dieser Vorbehandlung variiert je nach Baumart und kann einige Wochen bis mehrere Monate dauern. Im Gegensatz dazu gibt es auch Samen mit nicht-keimgehemmtem Verhalten. Hier findet die Keimung nur aufgrund von fehlenden Keimbedingungen nicht statt, beispielsweise wenn es an Wasser fehlt (z. B. bei Roterle oder Kiefer).

Unabhängig vom Keimverhalten kann die Vorbehandlung von Saatgut (Priming) dazu beitragen, die Keimfähigkeit von Saatgut zu verbessern und die Toleranz des Sämlings gegenüber auftretenden Stressbedingungen (wie z. B. Trockenheit) zu erhöhen. Priming wird aktuell überwiegend bei Saatgut von landwirtschaftlich relevanten Arten wie der Zuckerrübe oder dem Mais eingesetzt. Priming-Versuche mit forstlichem Saatgut haben in der Forschung

bisher eine eher untergeordnete Rolle eingenommen. Nichtsdestotrotz konnten einige Studien bereits zeigen, dass durch Saatgut-Priming eine Verbesserung der Keimfähigkeit bei z. B. Roterle oder Moor-Birke erzielt werden konnte (Atrip und O'Reilly, 2007; Morales et al., 2012).

Es gibt eine Vielzahl von Priming-Methoden, von denen eine häufig verwendete die Vorbehandlung des Saatguts mit dem Phytohormon Gibberellinsäure (GA3) ist. GA3 ist ein natürlich vorkommendes Hormon in Pflanzen und hat als Antagonist zur Abscisinsäure einen positiven Effekt auf die Keimung. Eine weitere viel verwendete Priming-Methode ist das Osmopriming, bei dem die Samen in osmotischen Lösungen mit reduziertem Wasserpotenzial inkubiert werden. Dies führt zu einer langsameren Wasseraufnahme im Samen und reduziert somit zelluläre Schäden, die infolge einer schnellen Wasseraufnahme entstehen können.

Für erste Priming-Versuche hat sich das Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut für die Baumarten Fichte und Flatterulme entschieden, da deren Saatgut nicht keimgehemmt ist und daher keine Stratifikation erforderlich ist. Zunächst wurde das Osmopriming durch Inkubation für 24 Stunden in 20 % Polyethylenglykol durchgeführt. Anschließend erfolgte die Behandlung des Saatguts mit 1 g/l GA3 (Abbildung 1).

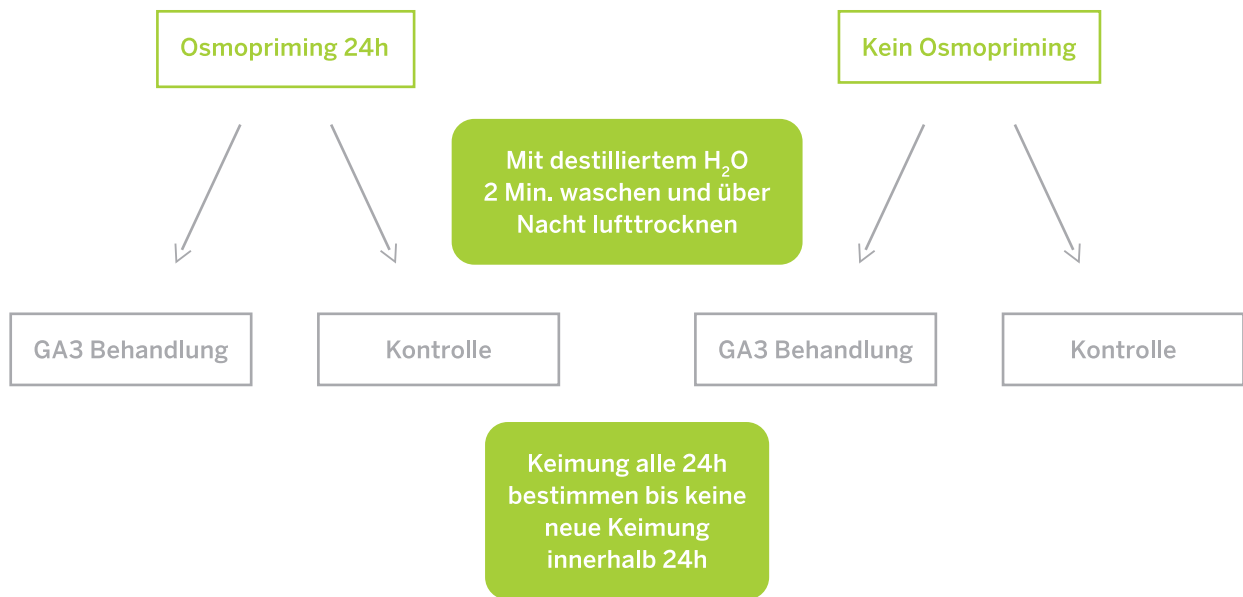


Abb. 1: Übersicht des Versuchsaufbaus zum Saatgut-Priming mittels Osmopriming (20 % Polyethylenglykol) und GA3 (1 g/l) für die Baumarten Flatterulme und Fichte

Das Saatgut wurde dann in Schalen mit feuchtem Filterpapier platziert. Sowohl für Flatterulme als auch für Fichte wurden alle drei bis vier Tage die gekeimten Samen der vier

Varianten gezählt und notiert (ein Beispiel für die Auszählung des Flatterulmen-Saatguts ist in Abbildung 2 dargestellt).



Abb. 2: Exemplarische Auszählung des Flatterulmen-Saatguts zwölf Tage nach Versuchsstart



Zum aktuellen Zeitpunkt liegen die Ergebnisse des Priming-Versuchs noch nicht statistisch final ausgewertet vor. Daher ist es derzeit noch nicht möglich, eine definitive Aussage über die Wirksamkeit der verwendeten Substanzen und Methoden zu treffen. Allerdings legt eine erste Beobachtung die Vermutung nahe, dass bei der Fichte die Behandlung mit GA3 zu einer Verbesserung der Keimfähigkeit geführt hat. Diese Beobachtung muss durch weitere Wiederholungen und statistische Analysen verifiziert werden, um eine belastbare Aussage treffen zu können. Für die Flatterulme konnte zunächst keine eindeutige Tendenz beobachtet werden. Zukünftige Untersuchungen mit modifizierten Parametern sind erforderlich, um weitere Erkenntnisse über die Wirksamkeit von Osmopriming und GA3 auf die Keimfähigkeit der Flatterulme zu erlangen.

Eine weitere Methode zum Saatgut-Priming ist die Behandlung des Saatguts mit Holzkohle und Holzessig. Für beide Substanzen konnte ein positiver Effekt auf die Keimung sowie eine Verkürzung der Stratifikationsdauer nachgewiesen werden (van Staden et al., 2000; Kochanek et al., 2016). Um den Effekt von Holzkohle und Holzessig auf die Dormanz von Saatgut zu überprüfen, hat das Sachgebiet Forstgenetik/Forstvermehrungsgut die Baumart Douglasie ausgewählt, da deren Saatgut etwa fünf bis sechs Wochen stratifiziert werden muss, bevor eine Keimung induziert werden kann. Das Douglasien-Saatgut wurde dazu in einer 0,003-prozentigen Holzessiglösung inkubiert und anschließend in einem

angefeuchteten Sand-Aktivkohle-Holzessig-Gemisch unter kalt-nassen Bedingungen kultiviert (Abbildung 3).

In dieser Versuchsreihe liegt die statistische Endauswertung zum jetzigen Zeitpunkt ebenfalls noch nicht vor. Erste Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass die Behandlung mit Holzessig eine keimstimulierende Wirkung bei der Douglasie haben könnte. Eine Verkürzung der Stratifikationszeit konnte vorerst nicht beobachtet werden. Auch hier werden weitere Versuche mit unterschiedlichen Parametern benötigt, um eine klare Aussage zum Effekt von Holzessig und Aktivkohle auf das Keimverhalten der Douglasie treffen zu können.

Im Gegensatz zu landwirtschaftlich relevanten Arten ist die Forschung beim Saatgut-Priming mit forstlich relevanten Arten weniger ausgeprägt. Die bisher durchgeführten Vorversuche konnten erste Einblicke hinsichtlich des Potenzials von Saatgut-Priming bei forstlichen Arten liefern, allerdings bedarf es weiterer Versuche mit angepassten Parametern (Veränderung der Konzentrationen, Inkubationszeiten, etc.) für ein tiefergehendes Verständnis.

Neben einer Verbesserung der Keimfähigkeit kann das Saatgut-Priming ebenfalls Einfluss auf die Wuchsleistung und Resistenz des Sämlings haben. In Zukunft sollen neben der Analyse keimspezifischer Parameter ebenfalls weitergehende Versuche durchgeführt werden, die zusätzlich Wuchsparameter des Sämlings analysieren.

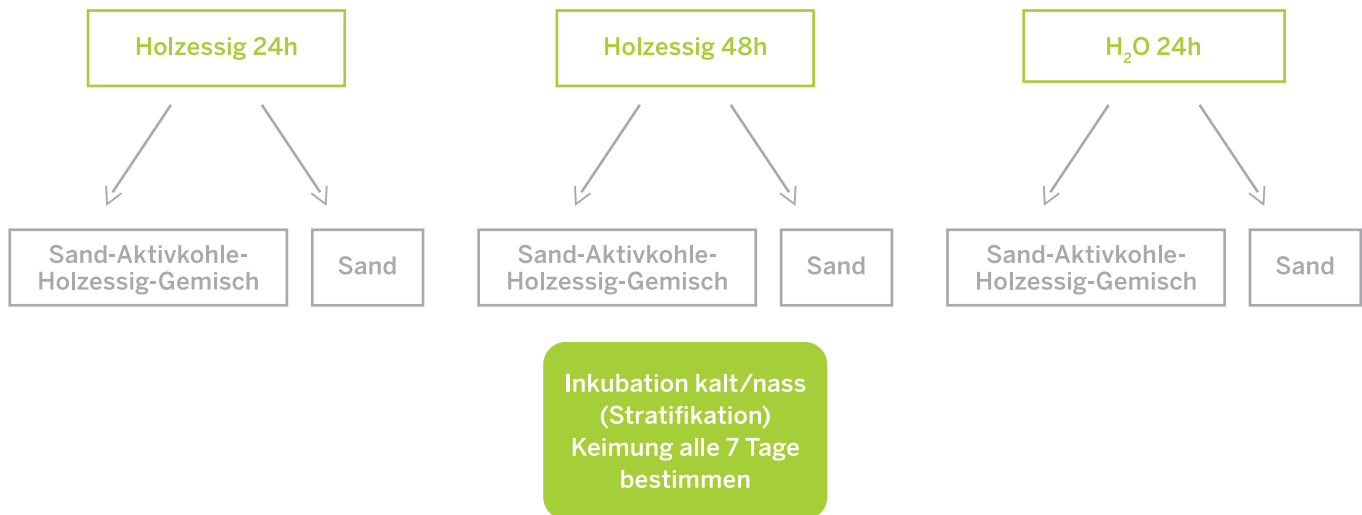


Abb. 3: Übersicht des Versuchsaufbaus zum Saatgut-Priming mit Holzessig (0,003 %) sowie einem Sand-Aktivkohle-Holzessig-Gemisch für die Douglasie. Die Aktivkohle wurde im Verhältnis fünf zu eins mit Holzessig gemischt. Anschließend wurden 0,235 g des Gemischs mit 400 g Sand und 70 ml Wasser versetzt und bei 4 °C stratifiziert.

#### Literatur

De Atrip, N. & O'Reilly, C., 2007: Germination response of alder and birch seeds to applied gibberellic acid and priming treatments in combination with chilling. *Annals of Forest Science*, 64(4), 385-394

Kochanek, J., Long, R. L., Lisle, A. T., & Flematti, G. R., 2016: Karrikins Identified in Biochars Indicate Post-Fire Chemical Cues Can Influence Community Diversity and Plant Development. *PLoS One*, 11(8), e0161234. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161234>

Morales, B., Barden, C., Boyer, C., Griffin, J., Fisher, L., & Thompson, J., 2012: Improving Germination of Red Elm (*Ulmus rubra*), Gray Alder (*Alnus incana*) and Buffaloberry (*Shepherdia canadensis*) seeds with Gibberellic Acid. *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations*. USDA Forest Service, Proceedings RMRS-P-68, 93-95

Simma, B., Polthane, A., Goggi, A. S., Siri, B., Promkhambut, A., & Caragea, P. C., 2017: Wood vinegar seed priming improves yield and suppresses weeds in dryland direct-seeding rice under rainfed production.

*Agronomy for sustainable development*, 37, 1-9.

Staden, J. V., Brown, N. A., Jäger, A. K., & Johnson, T. A., 2000: Smoke as a germination cue. *Plant Species Biology*, 15(2), 167-178





TEAM 6

# Wald- und Klimaschutz





## Temperaturanalyse zur Erfassung der Baum- und Bestandesvitalität Oberkronen via Drohne und Bestandesinnenklima via Datenlogger

Christin Carl, Mathias Niesar und André Lieffertz

Die trockenen Jahre seit 2018 führten dazu, dass viele Baumarten enormen Stresssituationen ausgesetzt waren und sind. Die Baumart Fichte hat in Nordrhein-Westfalen bisher am stärksten unter der Trockenheit leiden müssen. Aber auch andere Baumarten, wie die Buche, zeigen zunehmend Vitalitätsverluste. Immer häufiger weisen die Oberkronen einen hohen Blattverlust auf. Mit Hilfe der Wärmebildkamera an einer Drohne hat das Team Wald- und Klimaschutz erste Voruntersuchungen gestartet.

### Erste Tests mit jungen Pflanzen – Vorversuche

Pflanzen erzeugen ihr eigenes Bauminnenklima, indem sie sich bei warmen Außentemperaturen durch Transpiration herunterkühlen oder

ihre Stomata komplett schließen, um einen noch höheren Wasserverlust zu vermeiden. Bei der Betrachtung der Pflanzen ist dieser Effekt für das menschliche Auge nicht sichtbar. Daher stellte sich die Frage, ob es mit Hilfe einer Wärmebildkamera sichtbar gemacht werden

### Vital

### Gestresst

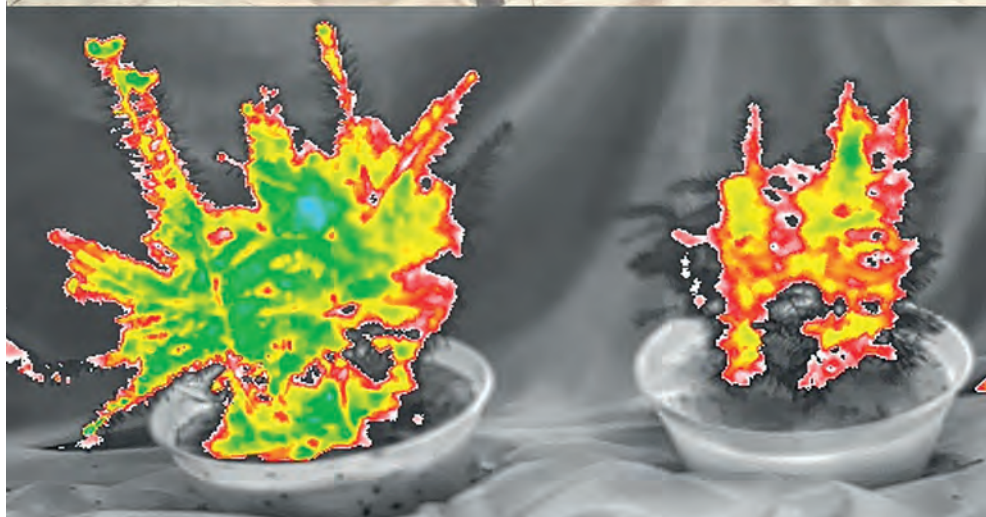


Abb. 1: Vorversuch mit jungen Tannen: gegossen und vital (links) sowie nicht gegossen und gestresst (rechts); Farbbild (oben) und Wärmebild (unten)



kann? Oder sind die Differenzen so gering, dass eine Wärmebildkamera, die an einer Drohne befestigt werden kann, diese Unterschiede gar nicht erfasst?

Diesen Fragen sind wir in einem ersten Vorversuch mit jungen Bäumen nachgegangen. In der Abbildung 1 ist der Versuchsaufbau zu sehen. Dabei wurde die eine Hälfte der Pflanzen gegossen (links) und die andere Hälfte in den Sommermonaten Mai bis Juli nicht gegossen (rechts). In dem Farbbild (oben) ist anhand des Habitus der jungen Pflanzen erkennbar, dass die linken Pflanzen deutlich längere Höhen- und Seitentriebe ausgebildet haben. Jedoch rein okular kann die rechte Pflanze über das Farbbild auch als vital eingestuft werden. Im Wärmebild (unten) zeigt sich jedoch, dass die gegossenen Pflanzen (links) deutlich kühler sind (blaue und grüne Einfärbung). Lediglich die äußersten Randbereiche erwärmen sich und befinden sich im roten Bereich. Bei

den nicht gegossenen und somit gestressten Bäumen zeigt sich, dass nur sehr wenige Pflanzenbereiche gekühlt werden (grün) und der überwiegende Teil der Pflanze durch rote und somit sehr warme Temperaturen geprägt ist. Das heißt, dass die Pflanzentemperaturen weniger heruntergekühlt werden. Durch fehlendes Wasser im Bauminneren kann weniger Wasser verdunsten und die Temperaturen innerhalb der Pflanzenkrone und innerhalb des Pflanzengewebes steigen an: die Stresssituation nimmt zu.

Es zeigt sich somit über die Wärmebildkamera, dass der vorhandene oder fehlende Kühlungseffekt wegen fehlender Transpiration der Bäume sichtbar gemacht werden kann.

Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein erster Feldversuch in Form einer Vorstudie an Altbäumen durchgeführt.

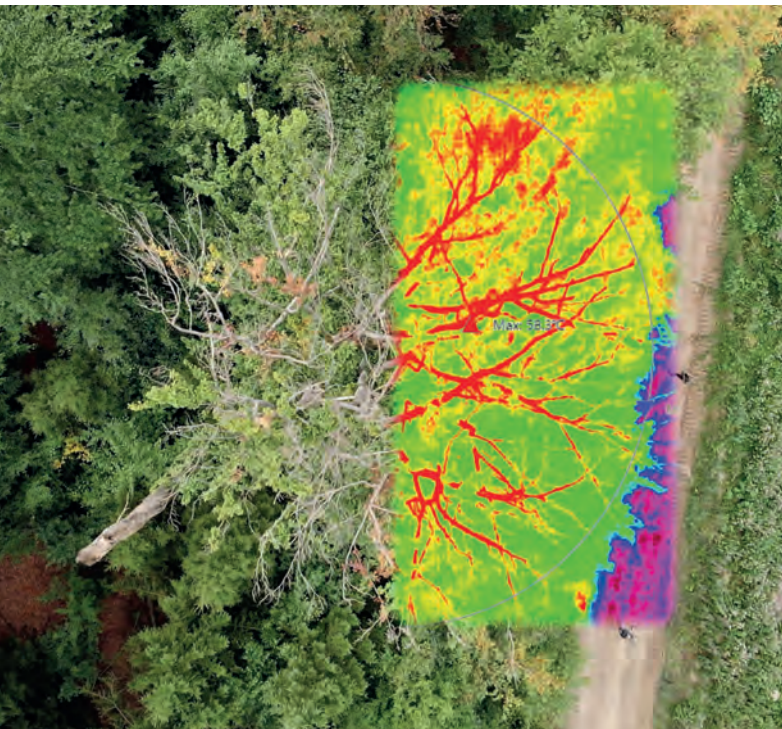


Abb. 2: Rotbuche mit abgestorbener Oberkrone, Farbbild und Thermalbildausschnitt, FBB Lieberhausen, 22.08.2022

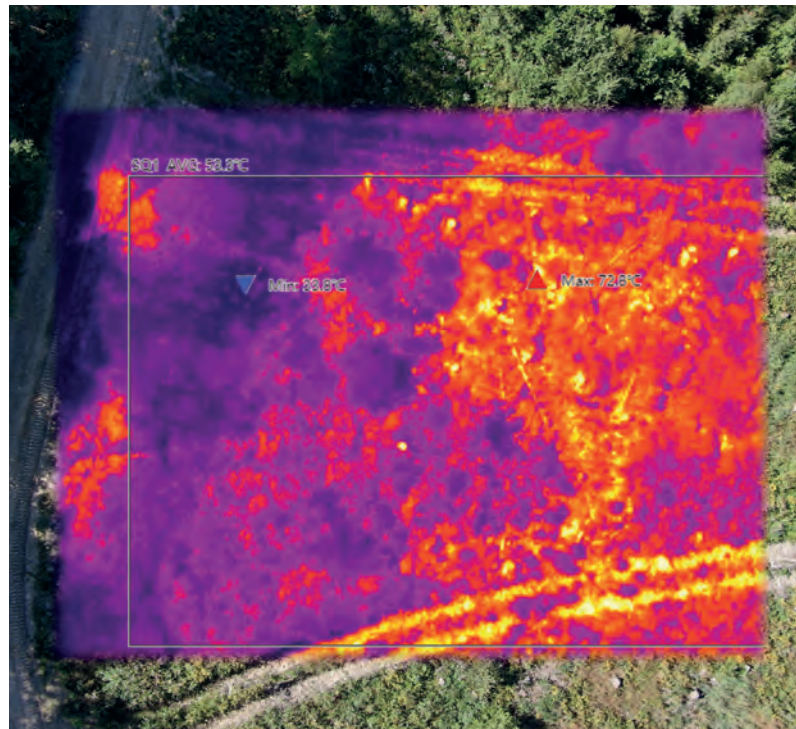


Abb. 3: Kulturfläche mit jungen Pflanzen, krautiger Vegetation & Totholz, Farbbild und Thermalbildausschnitt, Außentemperatur 26 °C (DWD Station Meinerzhagen-Redlendorf, 3 km entfernt), Datenlogger (HOBO MX2301A Temperatur-/RH-Datenlogger) auf der Kulturfläche 36 °C, FBB Lieberhausen, 08.08.2022

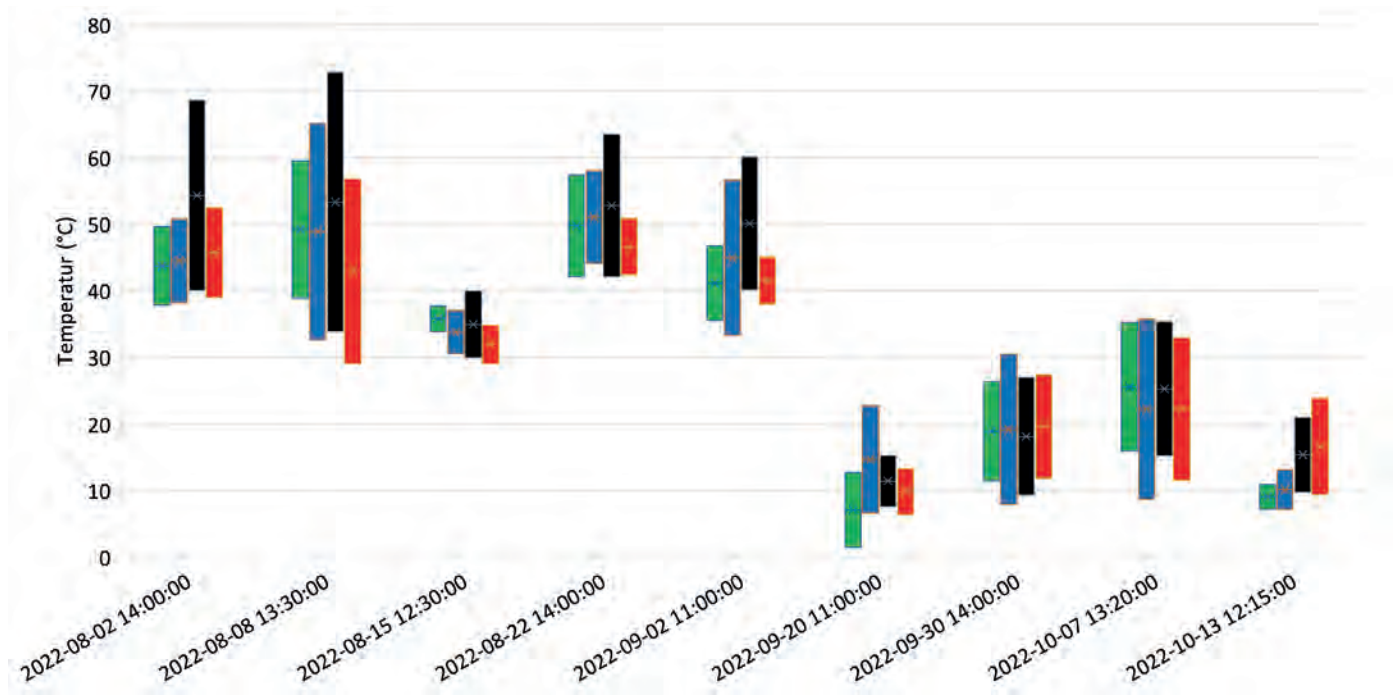


Abb. 4: Oberkronentemperaturen von August bis Oktober 2022, FBB Lieberhausen, 43 °C Hitzeleatengrenze (rosa), 47 °C Hitzeletalgrenze (rot) nach Lyr et al., 1992

## Wärmebilder in Altbeständen – Vorstudie

Bei der Betrachtung der Oberflächentemperaturen, die mit der Thermalkamera Zenmuse H20T an der Drohne DJI Matrice 300 RTK erfasst wurden, zeigt sich, dass die durch den Blattverlust freigewordenen Äste sehr hohe Temperaturen erreichen können – bei direkter Sonneneinstrahlung und hoher Lufttemperatur. In der Abbildung 2 ist die Oberkrone einer Randbuche zu erkennen. Die Oberkrone hat an Blattmasse verloren und die Aststrukturen werden sichtbar. Die Temperaturwerte steigen in den freigewordenen Aststrukturen im Maximum bis 58 °C (rote Bereiche), sodass sich der „Stress“ für die umliegende Blattmasse erhöht.

Auf der Kulturfläche mit jungen Pflanzen, krautiger Vegetation und Totholz sind die Temperaturspitzen in den Bereichen von trockener Vegetation und den trockenen Oberflächen des Fichten-Totholzes und Reisigs (bis 73 °C) detektiert worden (Abbildung 3). Aufgrund der hohen Oberflächentemperaturen steigt die Waldbrandgefahr in den sehr trockenen Bereichen an warmen Sommertagen an.

Die Balken stellen die Temperaturspreitung (Maxima, Minima) und die Kreuze die Mittelwerte dar. Die Oberkronentemperaturen sind im August 2022 über die Hitzeleatengrenze und Hitzeletalgrenze nach Lyr et al., 1992 angestiegen, sodass mit irreversiblen Schäden in den Kronbereichen, im Speziellen an den Blättern zu rechnen ist. Im September und Oktober sinken erwartungsgemäß die Oberflächentemperaturen wieder ab.

## Bestandesinnenklima (0 m und 2 m Höhe im Bestand) – Ergänzung

Das Bestandesinnenklima, gemessen mit Datenloggern (HOBO MX2301A Temperatur-/RH-Datenlogger), weist zwischen den vier Kategorien Temperaturamplituden von 19 °C im Buchen-Eichen-Mischbestand und bis 46 °C auf der Kulturfläche in dem Zeitraum vom 14. Juli bis 13. Oktober 2022 auf (Abbildung 5). Ein intaktes Bestandesinnenklima reduziert somit die Extrema der hohen und der niedrigen Temperaturen. Eine Öffnung des Kronendaches und der Randeinflüsse führen zu einem Anstieg der Temperaturamplitude. Der Maximalwert von 46 °C auf der Kulturfläche wurde am 19. Juli 2022 um 14:36 Uhr erreicht. Zeitgleich war es im Buchen-Eichen-Mischbestand 16 °C kühler.



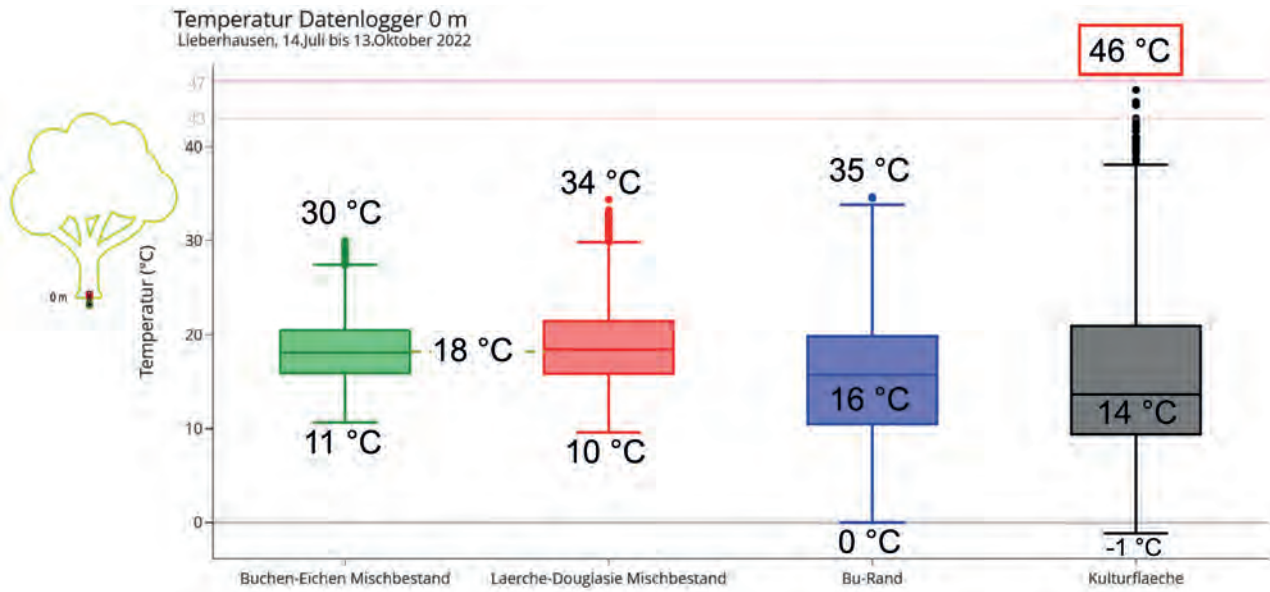


Abb. 5: Temperaturamplituden Bestandesinnenklima, Datenlogger 0 m, 43 °C Hitzelatengrenze, 47 °C Hitzelatalgrenze nach Lyt et al., 1992

## Zusammenfassung

Bei einem intakten Bestandes- und Bauminnenklima wird der Bestand und jeder einzelne Baum vor Überhitzung und Trockenstress geschützt. Extrema und Stress nehmen stark zu, wenn das Bestandes- und Bauminnenklima abnimmt oder wegfällt (Abbildung 6).

Die Datenkombination und die Einbeziehung von Informationen aus der Vogelperspektive ermöglichen neue Ansätze für ein ganzheitliches Monitoring als Werkzeug zur Einschätzung der aktuellen Situation und deren Entwicklungen.

Die Buche in Nordrhein-Westfalen leidet, laut Waldzustandsbericht 2022, wie in den Vorjahren besonders unter der Trocken-

heit. Nur ein knappes Viertel der Buchen (24 Prozent) sind gesund, 44 Prozent weisen einen deutlichen Verlust von Blättern auf (MLV NRW, 2022).

Das ganzheitliche Monitoring der Baumarten, im Speziellen der Baumart Buche, mit Hilfe von Klimadaten aus Klimamessstationen oder Datenloggern, terrestrischen Aufnahmen und Luftbildern aus der Fernerkundung bildet die Basis, um die ökologischen Prozesse besser zu verstehen, vorherzusagen, Konsequenzen abzuleiten und Empfehlungen zu geben. In dieser Vorstudie ist ein methodischer Ansatz zur Erfassung der Kronenvitalität in Kombination mit den Bestandeswerten dargestellt worden.



Abb. 6: Extrema und Stress nehmen stark zu, wenn das Bestandes- und Bauminnenklima abnimmt oder wegfällt.

## Empfehlungen für die Praxis

Das Bestandes- und Bauminnenklima ist essenziell, um lebenswichtige Funktionen der Bäume nachhaltig aufrechtzuerhalten. Bei Störungen und Stresseinfluss nimmt die Vitalität der Bäume und des Bestandes ab. Daher sollten in trockengestressten Beständen, im speziellen in Buchenbeständen, erforderliche Durchforstungen möglichst vorsichtig geführt werden. Die Öffnung des Kronendaches sollte nur punktuell erfolgen und die Bestandesränder möglichst durch gestufte Waldränder geschlossen gehalten werden.

Der Abwägungsprozess zwischen Verkehrs-sicherung, Holznutzung oder dem Belassen als Habitatbaum wird zunehmend komplexer. Um das Risiko zu streuen und den Verlust von Baumarten durch abiotische und/oder biotische Stressoren auszugleichen, werden Baumartenmischungen und vertikale Strukturierungen empfohlen. Das Baumartenportfolio sollte erweitert werden, um die Herausforderungen durch die Klimaveränderung zu meistern.

### Literatur

DWD (ed.), 2022: Index of climate environment.  
 CDC observations germany climate  
 URL: [https://opendata.dwd.de/climate\\_environment/CDC/observations\\_germany/climate/](https://opendata.dwd.de/climate_environment/CDC/observations_germany/climate/) (Abgerufen 26.10.2022).

Lyr, H. et al. (Hrsg.), 1992: Physiologie und Ökologie der Gehölze. Jena.

Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), 2022: Waldzustandsbericht 2022 – Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen.  
 URL: [https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Wald\\_in\\_NRW/waldzustandsbericht\\_nrw\\_2022\\_lang.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Wald_in_NRW/waldzustandsbericht_nrw_2022_lang.pdf) (Abgerufen 10.12.2022).



# Auswirkungen der Borkenkäferkalamität und Gesetzesnovellierungen auf die Auftragslage des Pflanzengesundheitsdienstes

Marion Jacoby und Mathias Niesar



Abb. 1: Wald bei Engelskirchen

Die verheerenden Folgen der Borkenkäferkalamität für den Wald sind in weiten Teilen Nordrhein-Westfalens unmittelbar sichtbar. Aber nicht alle Folgen der Kalamität sind so offensichtlich. So hat sich auch der Arbeitsschwerpunkt des Pflanzengesundheitsdienstes des Teams Wald- und Klimaschutz durch die Kalamität und durch neue gesetzliche Regelungen deutlich verschoben.

Der Pflanzengesundheitsdienst des Teams Wald- und Klimaschutz ist zuständig für Import- und Exportkontrollen von Holz und Holzzeugnissen. Er zertifiziert Importeure, ggf. mit Genehmigung einer Kontrollstelle, und Betriebe, die Holzverpackungsmittel behandeln, herstellen oder reparieren.

Die enormen Mengen an Fichtenrundholz, die ab 2019 aufgrund der Aufarbeitung des vom Borkenkäfer geschädigten Holzes auf den Holzmarkt kamen, brauchten neue Absatzmärkte, da die bisherigen Abnehmer der Sägeindustrie diese Mengen nicht mehr aufnehmen konnten. Gleichzeitig führte das übergroße

Angebot an Fichtenrundholz zu einem Preisverfall und zu einer Attraktivitätszunahme für Holzexporte auch über weite Entfernungen. So entwickelte sich während der Kalamität der Export von Fichtenrundholz nach China zu einer wichtigen Komponente des Holzabflusses, auch als wichtiger Aspekt des Waldschutzes.

## Voraussetzungen für den Export

Der internationale Handel mit Holz unterliegt gesetzlichen Bestimmungen, deren Ziel es ist, die Verschleppung von Schadorganismen in andere Ökosysteme zu verhindern. Bei eingeschleppten Schadorganismen besteht die Gefahr, dass sie sich in einer neuen Umgebung ohne natürliche Gegenspieler unkontrolliert ausbreiten und ökologische sowie wirtschaftliche Schäden verursachen.

Jedes Land legt daher Einfuhrbestimmungen fest, die dem Schutz der eigenen Ökosysteme dienen. In der Regel wird ein Pflanzengesundheitszeugnis (PGZ) verlangt, welches bestätigt, dass eine Warensendung die pflanzen-

gesundheitlichen Einfuhranforderungen eines Landes erfüllt. Das PGZ wird auf Antrag des Exporteurs vom amtlichen Pflanzengesundheitsdienst des Ursprungslandes ausgestellt. Die Einfuhrbestimmungen der Volksrepublik China sehen vor, dass Rundholz, das mit Schadorganismen befallen ist oder bei dem ein Befall aufgrund von Rinde oder anderen Merkmalen nicht ausgeschlossen werden kann, vor der Verschiffung behandelt werden muss, damit eventuell vorhandene Schadorganismen abgetötet werden.

Zulässige Behandlungsmethoden sind nach den Einfuhrbestimmungen Chinas: Behandlung („Ausräuchern“) mit Brommethan oder Sulfuryldifluorid (SF), Wärmebehandlung mit Dampf oder Heißwasser, durch Austrocknung oder per Mikrowelle, Wässerung (mindestens 90 Tage), Entrindung und ggf. weitere genehmigte Verfahren.

Während die Behandlung mit Brommethan in Deutschland seit dem 01.09.2006 untersagt ist, können mit den bisher zur Verfügung stehenden Verfahren zur Wärmebehandlung und Wässerung größere Mengen nicht behandelt werden. Bei augenscheinlich befallenem Holz reicht auch eine Entrindung nicht aus, da ein Befall mit holzbrütenden Insekten nicht ausgeschlossen werden kann. Die Container mit dem Fichtenholz werden daher mit dem als Insektizid wirkenden Gas SF behandelt. In Nordrhein-Westfalen ist nur eine Behandlungsanlage für SF zugelassen, die jedoch bisher kein Fichtenrundholz behandelt. Daher werden in Nordrhein-Westfalen für das Fichtenrundholz sogenannte Vorausfuhrzeugnisse (VAZ) erstellt, in denen insbesondere die Herkunft und die Beschaffenheit des Holzes bestätigt wird. Sie dienen als Grundlage für die weitere Behandlung, die an den Ausfuhrhäfen stattfindet.

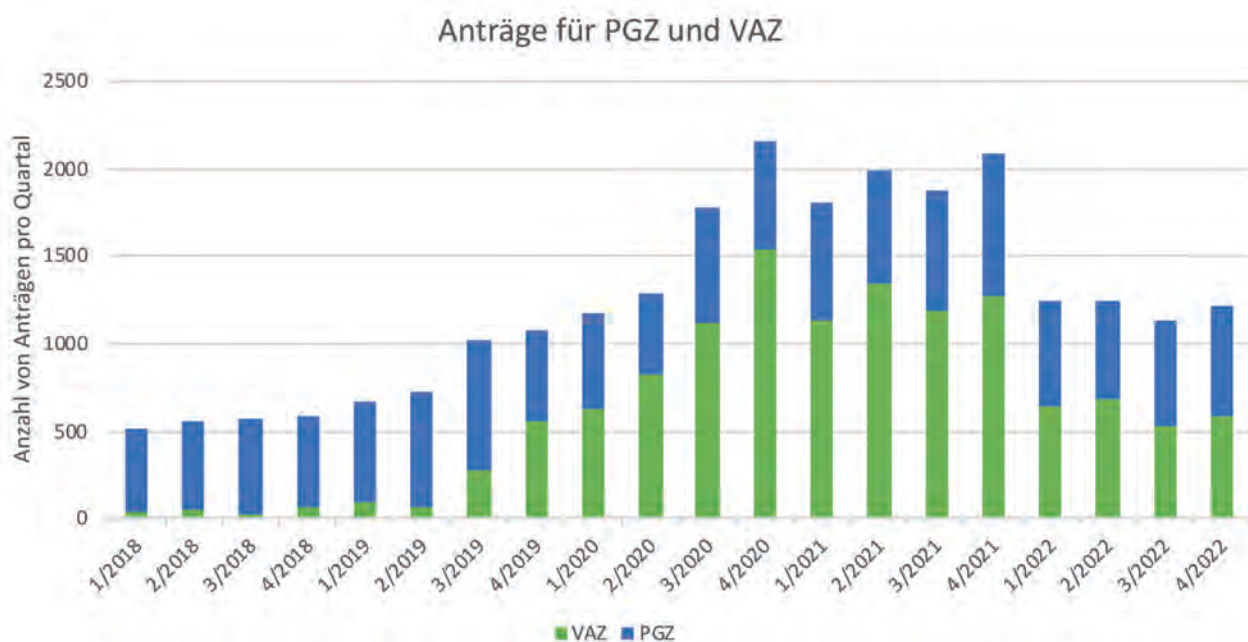


Abb. 2: Entwicklung der Anzahl der Anträge pro Quartal für Pflanzengesundheitszeugnisse und Vorausfuhrzeugnisse von 2018 bis 2022

Nach der Behandlung kann vom zuständigen Pflanzengesundheitsdienst des Ausfuhrhafens ein PGZ ausgestellt werden, das die Einhaltung der Einfuhrbestimmungen bescheinigt.

### Entwicklung der Anträge von PGZ und VAZ

Der Pflanzengesundheitsdienst des Teams Wald- und Klimaschutz stellt v.a. für Schnittholz seit 2018 durchschnittlich pro Quartal ca. 600 PGZ aus, wobei im vierten Quartal 2021 mit 822 PGZ-Anträgen ein Rekordhoch erreicht

wurde. Insgesamt ist bei der Anzahl der PGZ-Anträge ein steigender Trend zu verzeichnen. Im Jahr 2014 waren es beispielsweise noch unter 400 Anträge pro Quartal.

Die Anzahl der VAZ-Anträge lag im Jahr 2018 noch bei weniger als 50 Anträgen im Quartal. Aufgrund der extrem großen Fichtenrundholzmengen und der anlaufenden Exportaktivität stieg die Anzahl der VAZ-Anträge im Jahr 2019 auf durchschnittlich 250 Anträge pro Quartal. Der Höchstwert wurde Ende 2020 mit 1.535 VAZ-Anträgen pro Quartal erreicht.



Das entspricht damit mehr als dem 32fachen eines Quartals vor der Kalamität. Abb. 2 zeigt, dass der Exportmarkt mit einer deutlichen Verzögerung reagiert hat, denn der größte Kalamitätsholzanfall in Nordrhein-Westfalen war bereits im Jahr 2019.

Die Fichtenrundholzmenge, für die ein VAZ beantragt wird, variiert stark. Sie reicht von einer Containerladung, also ca. 34 Festmeter, bis zu einer Menge von mehr als 6.200 Festmeter in 170 Containern. Die durchschnittliche Holzmenge für einen VAZ-Antrag liegt bei ca. 860 Festmeter. Im Jahr 2020 wurden für 3,4 Mio. Festmeter Fichtenrundholz VAZ ausgestellt, im Jahr 2021 für 3,9 Mio. Festmeter. Die Gesamtmenge an Kalamitätsholz, welches aus Nordrhein-Westfalen in Drittländer exportiert worden ist, liegt jedoch höher, da nicht alle Ausfuhrhäfen konsequent ein VAZ für die Ausstellung eines PGZ verlangen.

### Entwicklung der Anträge für Importsendungen

Mit Inkrafttreten der Verordnung 2016/2031 über Maßnahmen zum Schutz vor Pflanzenschädlingen am 14.12.2019 wurden die Importkontrollen, die zuvor meist am Bestimmungsort durchgeführt wurden, überwiegend an die EU-Außengrenzen verlagert.

Die Abbildung 3 zeigt, dass nach einem stetigen Anstieg der Importanträge bis zu über 15.000 Anträgen im Jahr 2018 und dem Übergangsjahr 2019 die Anzahl der Importanträge in Nordrhein-Westfalen ab dem Jahr 2020 rapide abnahm. In den letzten drei Jahren betrug die Anzahl etwa 1.500 Anträge pro Jahr.

Obwohl die Anzahl der Exportanträge, also die Summe aus PGZ- und VAZ-Anträgen, insgesamt immer noch deutlich geringer geblieben ist als die Importanträge, zeigt die Kurve der Vor-Ort durchgeführten, zeitintensiven Kontrollen einen Anstieg.

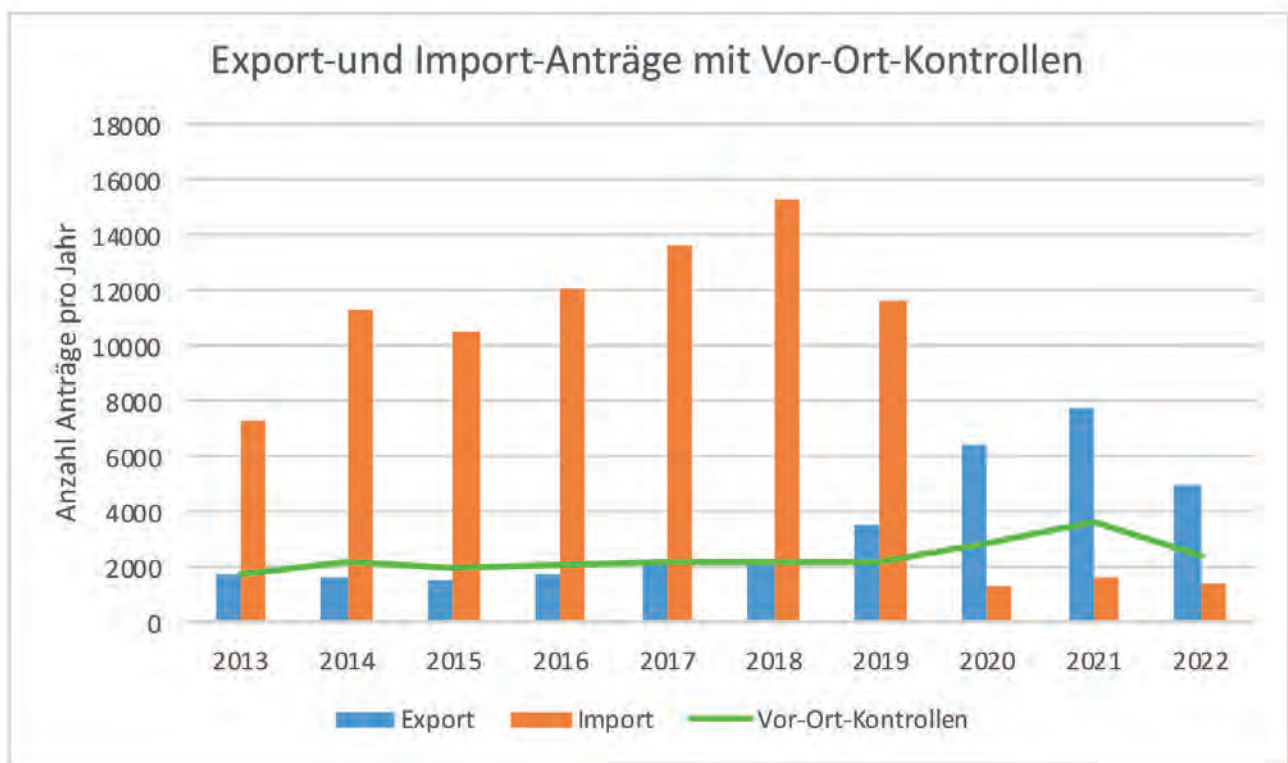


Abb. 3: Entwicklung der Anzahl der Export- und Importanträge pro Jahr von 2012 bis 2022

Der Grund für den Anstieg liegt darin, dass die Vor-Ort-Kontrollen stichprobenartig und risikobasiert stattfinden. Bei den Importanträgen handelt es sich meist um langjährig bekannte Importeure, die die gleiche Ware vom gleichen Exporteur importieren und die Bestimmungen kennen und zumeist einhalten. In Abstimmung mit dem Ministerium für Landwirtschaft und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen wurde festgelegt, dass eine Vor-Ort-Kontrolle bei 15 % der Sendungen als sinnvoll erachtet wird.

Die VAZ-Anträge stammen oft von bisher unbekanntem, international agierenden Unternehmen, die voraussichtlich nur für die Dauer der Kalamität in das Holzexportgeschäft in Deutschland einsteigen. In den VAZ für den Export von Kalamitätsholz wird Herkunft und Beschaffenheit des Holzes bescheinigt. Beides lässt sich am sichersten durch eine visuelle Kontrolle prüfen. Bei der Frage der Herkunft besteht die potenzielle Gefahr, Anträge für Holz aus illegalem Einschlag in südost- und osteuropäischen Ländern zu bekommen, welches auf diese Weise legale Papiere bekommen würde. Aus diesen Gründen liegt der Prozentsatz der Vor-Ort-Kontrollen bei den Exportanträgen, speziell bei den VAZ deutlich höher als bei den Importanträgen.

Vor-Ort-Kontrollen im Wald bedeuten außerdem lange und schwierige Anfahrten, sodass sich in den letzten drei Jahren in manchen Inspektionsbezirken sehr starke Arbeitsbelastungen einstellten.

## Fazit

Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt, dass sich bei grundsätzlich gleichen Aufgaben des Pflanzengesundheitsdienstes des Teams Wald- und Klimaschutz der Arbeitsschwerpunkt aufgrund von äußeren Gegebenheiten deutlich verschoben hat. Die weiter abnehmende Kalamitätsholzmenge wird in den nächsten Jahren voraussichtlich zu einer Abnahme der VAZ-Anträge führen, was wiederum zu einer Verschiebung des Arbeitsschwerpunktes führen wird. Zum einen können dann wahrscheinlich die Betriebsprüfungen im Rahmen der Zertifizierungen im vorgeschriebenen Zeitrahmen durchgeführt werden, und zum anderen werden auch hoheitlichen Kontrollen in größerem Umfang stattfinden können.



## Der Eichenprozessionsspinner in NRW: Entwicklung, Status quo und alternative Maßnahmen

Ole Theisinger, André Lieffertz, Lisa Stange, Johannes Kuhlmann und Mathias Niesar

Der Eichenprozessionsspinner hat in Deutschland sein natürliches Verbreitungsgebiet und gehört auch in NRW seit jeher zur heimischen Insektenfauna. Treten Raupen dieser Nachtfalterart in Massen auf, kann dies, durch deren Brennhaare, zu gesundheitlichen Problemen beim Menschen und durch starkes Fraßgeschehen, zu einer Abnahme der Vitalität der Eichen führen.

### Hintergrund

Erste Aufzeichnungen zu Massenvermehrungen des Eichenprozessionsspinners in NRW reichen bis ins Jahr 1829 zurück (Sobczyk, 2014). Diese traten in unterschiedlichen Abständen (meist alle 8-10 Jahre) und Intensitäten auf, wobei der Eichenprozessionsspinner zwischenzeitlich immer wieder aus dem Blickfeld verschwunden ist. Wiederkehrende Massenvermehrungen sind also wohlbekannte Ereignisse.

Nichtsdestotrotz sind die rasante Populationsentwicklung und Ausbreitung in den vergangenen 20 Jahren beunruhigend. Als wärmeliebende Art profitiert der Eichenprozessionsspinner von den sich verändernden Klimabedingungen. Ein trockenes und warmes Frühjahr begünstigt die Entwicklung und das Überleben der Raupen. In NRW ist er – anders als in Süd- und Ostdeutschland – bisher nur selten im Bestandesinneren anzutreffen, sondern bevorzugt vor

allem südexponierte Bestandsränder, Einzelbäume und Eichenalleen. Die Raupen fressen nachts in der Baumkrone und finden sich tagsüber in gut geschützten Gespinstnestern zusammen. Diese befinden sich oftmals an Astgabeln, wobei auch im unteren Stammbereich Gespinstnester von beachtlicher Größe angelegt werden können.

Im Juni verpuppen sich die Raupen und im August/September findet der Paarungsflug der Falter statt. Anschließend legen die Weibchen ihre Eigelege an den äußeren Zweigen der Eichen ab, wo die Larven in den Eiern überwintern. Untersuchungen aus den Niederlanden haben zudem gezeigt, dass der Eichenprozessionsspinner auch Nester im Boden anlegt, wo die Puppen zwei Jahre überdauern können, bis die Falter schlüpfen (Fransen, 2013; Hellingman, pers. Mitteilung). Diese ausgeklügelten Überlebensstrategien und die Giftigkeit der Brennhaare machen die Bekämpfung zu einer besonderen Herausforderung.



Abb. 1: A) Gespinstnest des Eichenprozessionsspinners mit Seidenfäden bis in die Baumkrone.  
B) Gespinstnest mit Raupen im unteren Stammbereich

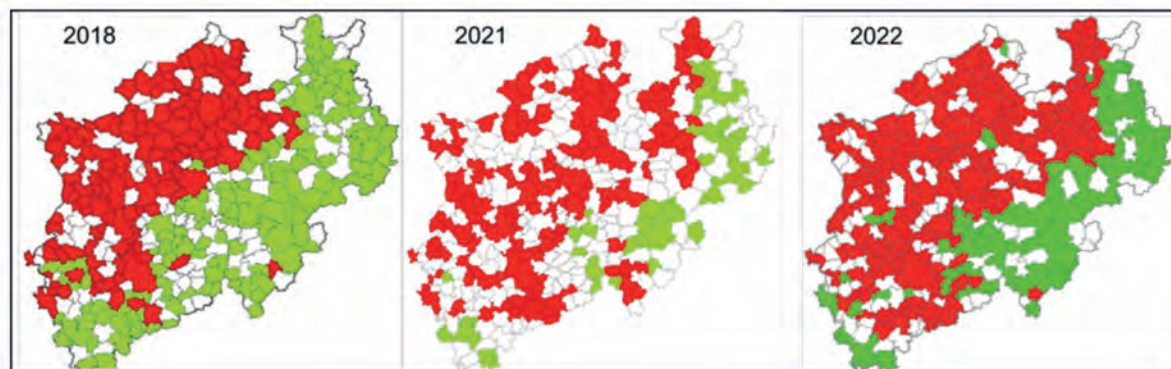


Abb. 2: Entwicklung der Verbreitung des Eichenprozessionsspinners in NRW von 2018 bis 2022 (rot: Befall; grün: befallsfrei; weiß: keine Rückmeldung)

Privatpersonen, Kommunen und die Straßenbauverwaltung investieren viel Geld in die Biozid-Bekämpfung der Raupen (hauptsächlich mit *Bacillus thuringiensis*) und in die Entfernung der Nester (Absaugung), wenn an diesen Standorten eine besondere Gefahr für die Menschen besteht. Im Wald gilt der Eichenprozessionsspinner als walddtypische Gefahr und bedarf deshalb keiner Bekämpfung in den Beständen zur Gefahrenabwehr. Anders verhält es sich bei wiederholtem Kahlfraß, wenn die Vitalität der Eichen gefährdet ist. In diesem Fall muss entschieden werden, ob eine Bekämpfung mit Pflanzenschutzmittel (PSM) vertretbar ist.

In NRW wurde bisher noch kein PSM gegen den Eichenprozessionsspinner im Wald eingesetzt, aber Beispiele aus Bayern, Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt zeigen, dass diese Art eine ernsthafte Gefahr für den Wald darstellen kann. In Bayern kam es während einer Massenvermehrung 2008 zu Befall auf insgesamt 20.000 ha Waldfläche, wobei hier jährlich zwischen 500 ha und 3.000 ha Wald mit PSM behandelt werden mussten (Lobinger, 2013). 2015/2016 folgte die nächste Massenvermehrung. Und auch 2022, außerhalb der Massenvermehrungsjahre, mussten Bestände mit PSM behandelt werden, um die Vitalität der Eichen zu bewahren.

Solche Szenarien sind bei fortschreitendem Klimawandel zukünftig auch in NRW denkbar, wenn die Witterungsbedingungen über mehrere Jahre hinweg eine Massenvermehrung begünstigen. Diese Entwicklung wird vom Team Wald- und Klimaschutz unter anderem durch eine jährliche Abfrage bei den Kommunen dokumentiert. Die Befallssituationen innerhalb des Waldes werden durch die Regionalforst-

ämter im Rahmen der Waldsicherungsvorschrift mitgeteilt. Ein Biozid- oder Pflanzenschutzmitteleinsatz wird stets als letztes Mittel der Wahl, als Ultima Ratio, umgesetzt. Deshalb werden durch das Team Wald- und Klimaschutz Präventivmaßnahmen und alternative Bekämpfungsmethoden gegen den Eichenprozessionsspinner erprobt (s. u.).

### Abfrage zum Vorkommen des Eichenprozessionsspinners in NRW 2022

Eine jährliche Abfrage zum Vorkommen und zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners bei den Kommunen ist notwendig, um dessen Ausbreitungsdynamik zu erfassen und Handlungsbedarf zu ermitteln. Außerdem werden die Kommunen so über den aktuellen Stand und neue/alternative Bekämpfungsmaßnahmen informiert. Seit 2018 wurde diese Abfrage regelmäßig durchgeführt und 2022 erstmals auf ein Online-System umgestellt. Die hohe Teilnahmebereitschaft (72 % Rückmeldderate) ermöglicht eine detailliertere Erfassung der Situation.

### Ergebnisse der Abfrage

Das Ergebnis der Abfrage von 2022 zeigt eine deutliche Zunahme der durch den Eichenprozessionsspinner betroffenen Kommunen seit 2018. Vom Niederrhein her hat sich die Art in Richtung Osten ausgebreitet und besiedelt neue Gebiete in Ostwestfalen. Aber auch eine fortschreitende Ausbreitung in höhere Lagen (Bergisches Land, Sauerland) ist zu beobachten (Abb. 2). Steigende Temperaturen ermöglichen es dem Eichenprozessionsspinner, sich auch in Gebieten mit vormals ungeeignetem Klima erfolgreich anzusiedeln.



Die fortschreitende Ausbreitung ist allerdings nicht mit einer Zunahme der Befallsintensität gleichzusetzen. Insgesamt scheint die Populationsdichte des Eichenprozessionsspinners 2022 im Gegensatz zum Vorjahr etwas abgenommen zu haben, da rund zwei Drittel der Kommunen von abnehmendem Befall berichten (Abb. 3A). Ein Drittel der Kommunen meldete gleichbleibenden oder zunehmenden Befall. Diese befinden sich zumeist an der derzeitigen Vorkommensgrenze, was klar für eine weitere Ausbreitung spricht (Abb. 3B). Der Populationsrückgang im Kerngebiet der Verbreitung ist teilweise auf Bekämpfungs-

maßnahmen der Kommunen, vor allem aber auf natürliche Populationsschwankungen zurückzuführen. Derzeitige Maßnahmen sind oftmals auf kleine Bereiche zur Gefahrenabwehr begrenzt. Dabei handelt es sich meist um Straßenabschnitte oder Einzelbäume, an denen eine Bekämpfung nicht vollumfänglich vorgenommen wird, was eine hohe Wiederbefallsrate nach sich zieht (Abb. 4). Eine großflächige Bekämpfung ist mit den derzeit verfügbaren Mitteln und Techniken aus Kosten- und Umweltgründen allerdings nicht möglich, da besonders der Einsatz von Biozid so gering wie möglich gehalten werden sollte.

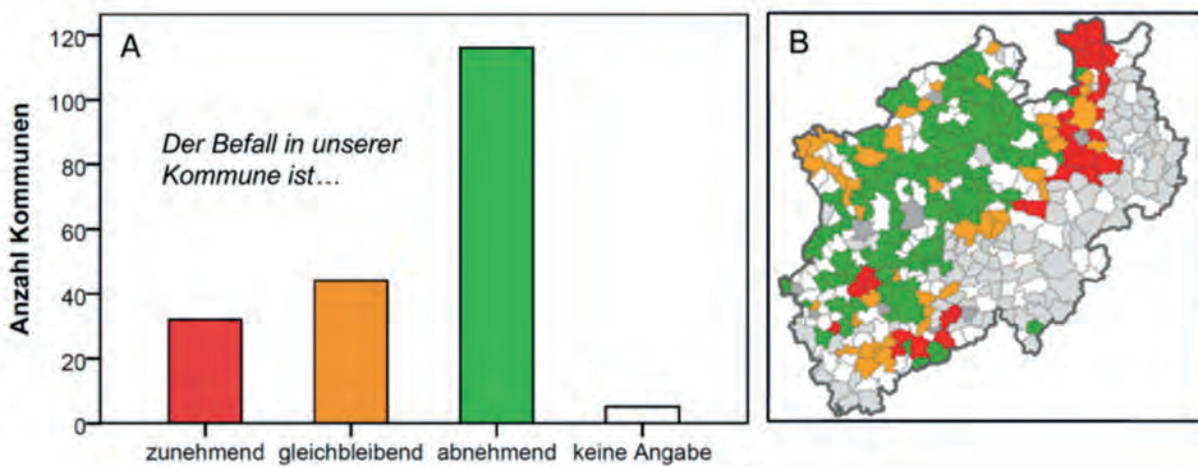


Abb. 3: A) Einschätzung des Eichenprozessionsspinner-Befallstrends durch die Kommunen in NRW. B) Karte des Befallstrends 2022 für NRW (grün: abnehmend; gelb: gleichbleibend; rot: zunehmend; grau: kein Befall/keine Angabe; weiß: keine Rückmeldung)

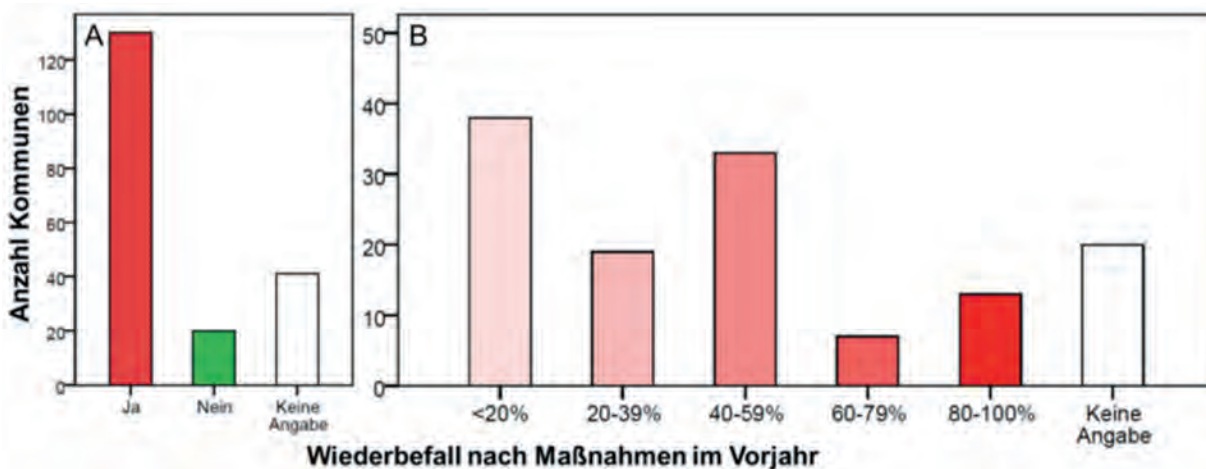


Abb. 4: A) Hohe Wiederbefallsrate durch den Eichenprozessionsspinner nach Maßnahmen im Vorjahr. B) Relative Häufigkeit des Wiederbefalls bei positiven Rückmeldungen

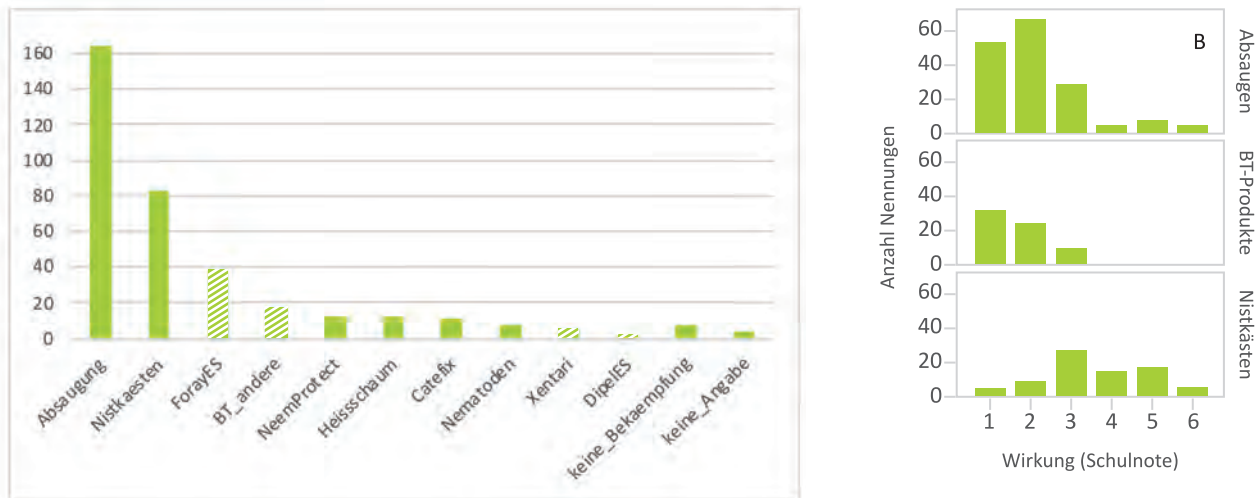


Abb. 5: A) Angewandte Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Eichenprozessionsspinner in den Kommunen (Mehrfachnennungen möglich). Die schraffierten Säulen zeigen unterschiedliche Produkte mit dem gleichen Wirkstoff (*Bacillus thuringiensis*) und werden im Folgenden als „BT-Produkte“ zusammengefasst. B) Einschätzung der Wirksamkeit der drei meistgenannten Maßnahmen (Absaugung, BT-Produkte und Nistkästen) durch die Kommunen.

## Konventionelle Bekämpfungsmaßnahmen

Vorwiegend werden vor allem im städtischen Bereich Absaugungen vorgenommen (Abb. 5A), aber auch die Behandlung mit Präparaten, die auf *Bacillus thuringiensis* basieren (vornehmlich Foray ES), wird häufig eingesetzt. Die Behandlung mit Biozid erfolgt bei frühen Raupenstadien, wenn die Brennhaare noch nicht ausgebildet sind. In der Regel werden dadurch alle Raupen getötet und es kommt in diesem Jahr nicht zur Bildung von Nestern. Absaugungen finden statt, wenn die Raupen bereits Brennhaare ausgebildet und sich ggf. schon verpuppt haben. Dadurch wird zwar die akute Gefahr, die von den Nestern ausgeht, gebannt, kleinere Nester in der Oberkrone können aber leicht übersehen werden, so dass die Wahrscheinlichkeit für erneuten Befall im Folgejahr hoch bleibt. Dies spiegelt sich auch in den teilweise sehr negativen Bewertungen für diese Maßnahme durch die Kommunen wider (Abb. 5B).

Eine gern genutzte Maßnahme ist das Aufhängen von Nistkästen für Meisen und andere Vogelarten zur Förderung der natürlichen Fressfeinde des Eichenprozessionsspinners. Dies beruht auf der Annahme, dass Meisen ihre Jungen mit den Raupen des Eichenprozessionsspinners füttern, bevor diese ihre Brennhaare ausbilden. Allerdings gibt es derzeit keine wissenschaftlichen Untersuchungen, die darauf hindeuten, dass diese Maßnahme wirksam ist. Bisherige Ergebnisse aus den Nieder-

landen und Frankreich (Martin, 2014) und eigene Untersuchungen mit Wildkameras (Waldschutzinfo 5/2022) deuten eher darauf hin, dass die Raupen des Eichenprozessionsspinners von den Meisen gemieden werden und eine Abnahme des Befalls andere Ursachen hat. Viele Kommunen führen diese Maßnahme durch, weil diese auf große Akzeptanz durch die Bevölkerung stößt.

Die Wirksamkeit der Methode wird jedoch oftmals von den Kommunen selbst angezweifelt (Abb. 5B). Grundsätzlich spricht nichts gegen das Aufhängen von Nistkästen, jedoch wird diese Maßnahme nicht zur Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners empfohlen, da nicht nur die Vögel, sondern gelegentlich auch der Eichenprozessionsspinner selbst in den Kästen „nistet“ – besonders, wenn diese fälschlicherweise an Eichen angebracht werden.

Weitere Bekämpfungsmaßnahmen wie NeemProtect, Nematoden, Heißschaum oder die Fixierung der Nester mit Catefix sind noch nicht sehr verbreitet, da entweder die Handhabung, die Kosten oder deren Wirksamkeit noch nicht überzeugen. Das Anbringen von Woll- oder Plastikringen mit Auffangbeuteln ist keine Bekämpfungsmaßnahme im eigentlichen Sinne. Die Raupen werden möglicherweise davon abgehalten, Nester im unteren Stammbereich anzulegen, aber eine Verringerung des Befalls ist damit nicht zu erwarten. Ob und welche Maßnahme durchgeführt werden sollte, ist abhängig von den Standortbedingungen, der Befallsintensität und der Gefährdungslage.



Die derzeitigen Bekämpfungsmaßnahmen können die akute Gefahr, die von den Raupen ausgeht, etwas eindämmen. Mit dem Verschwinden des Eichenprozessionsspinners ist allerdings nicht zu rechnen, da die Bedingungen für die weitere Vermehrung und Ausbreitung günstig sind und vermutlich auch in Zukunft sein werden, wenn nicht gegen die Ursachen angegangen wird.

Strukturarmut, Insektensterben und der Klimawandel fördern die Entwicklung und das Überleben des Eichenprozessionsspinners. Hier müssen neue, alternative Maßnahmen entwickelt werden, die die Ursachen beheben und umweltschonend wirken, um diese Art großflächig zu bekämpfen und sie nachhaltig auf ein erträgliches Maß einzudämmen. Ein wichtiger Ansatz ist die Schaffung geeigneter Strukturen zur Förderung von parasitoiden Insektenarten, die zu den effizientesten Gegenspielern des Eichenprozessionsspinners zählen (Sobczyk, 2014).

### Untersuchung zu Blühflächen für die Förderung natürlicher Gegenspieler

Blühende Waldränder und Wildwiesen stellen normalerweise einen idealen Lebensraum für viele Insektenarten dar. Wenn die Anlage von Waldrändern allerdings nicht möglich ist, können Ackerrandbegrünungen bzw. Blühflächen auf landwirtschaftlichen Flächen diese Aufgabe zu großen Teilen erfüllen (Campbell et al., 2017; Tschumi et al., 2016). Der Fokus bei der Schaffung von Lebensräumen liegt oftmals auf Wildbienen und Schmetterlingen, allerdings werden auch Raupenfliegen, Schlupf-, Brack- und Erzwespen gefördert. Dies sind natürliche Gegenspieler vieler Raupenarten (wie z. B. Eichenwickler und Frostspannerarten), die Einfluss auf die Eichenvitalität haben. Es handelt sich somit nicht nur um eine Förderung der Biodiversität im Allgemeinen, sondern um eine Maßnahme zum integrierten Waldschutz.



Abb. 6: Gespinstnest des Eichenprozessionsspinners über einer Blühfläche des Projektes „Blühmasse.de“



Das Projekt „Blühmasse“ des Vereins „Nachhaltiger Westen e. V.“ im Münsterland fördert die Anlage von Blühflächen mit ertragsoptimiertem Saatgut zur Biogasgewinnung, als wildtier- und insektenfreundliche Alternative zum Maisanbau (Abb. 6). An diesen landwirtschaftlichen Flächen in Wetringen bei Steinfurt wurde 2022 durch das Team Wald- und Klimaschutz mit finanzieller Unterstützung der FNR eine Untersuchung zur Parasitierungs- bzw. Schlupfrate von Eichenprozessionsspinnerpuppen durchgeführt. Ein Vergleich der Schlupfraten zwischen Gespinstnestern, die sich an Eichen befinden, die an Blühflächen und an landwirtschaftlichen Flächen mit konventioneller Landwirtschaft angrenzen, sollte zeigen, ob sich Blühflächen als Bekämpfung- bzw. Präventivmaßnahme gegen den Eichenprozessionsspinner eignen. Dafür wurden jeweils 36 Verpuppungsnester an Blüh- und Kontrollflächen eingesammelt und auf die Anzahl der geschlüpften Falter und Gegenspieler hin untersucht (Abb. 7).

## Ergebnisse der Untersuchung

Die Schlupfrate war mit 10-20 % relativ gering, wobei gesamt betrachtet keine Unterschiede zwischen Blüh- und Kontrollfläche festzustellen waren. Betrachtet man allerdings die Ergebnisse der einzelnen Standorte der Probenahme, erkennt man, dass die Flächen mit länger zurückliegender Aussaat und/oder mit einem höheren Angebot an Blühpflanzen durch die entsprechende Begleitvegetation niedrigere Schlupfraten, bzw. höhere Parasitierungsraten aufwiesen (Abb. 8). Zur Zeit der Untersuchung waren noch viele Larven und Tönnchen von Parasitoiden in den Proben vorhanden, und es war nicht immer eindeutig, ob die Puppen des Eichenprozessionsspinners tot oder parasitiert waren. Deshalb ließ sich die tatsächliche Parasitierungsrate nicht bestimmen und es wurde die Schlupfrate als Näherungswert herangezogen.

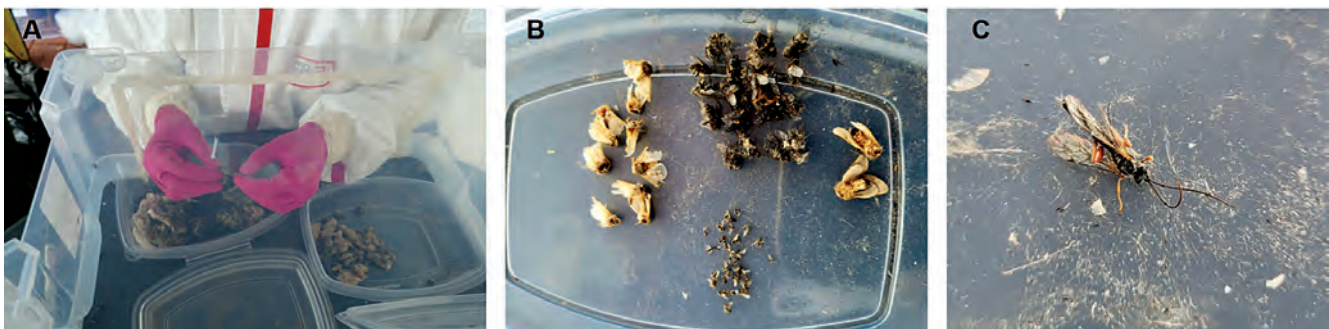


Abb. 7: A) Untersuchung der Gespinstnester und B) Sortierung der Funde nach Ende der Schlupfperiode der Falter des Eichenprozessionsspinners. C) Geschlüpfte parasitierende Schlupfwespe

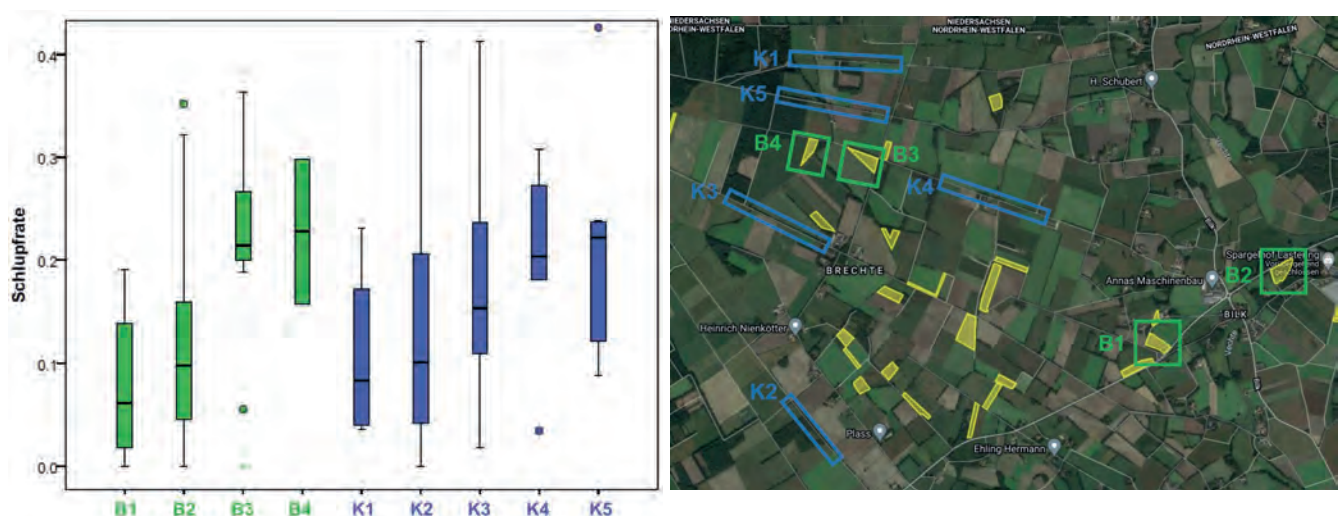


Abb. 8: A) Schlupfrate des Eichenprozessionsspinners aus den gesammelten Nestern von Blüh- und Kontrollflächen. Eine niedrige Schlupfrate deutet auf einen hohen Parasitierungsgrad hin. B) Verteilung der Blühflächen (gelb) in Wetringen (Münsterland) mit den untersuchten Eichenbeständen an diesen Flächen (grün) und an Kontrollflächen (blau) (Karte modifiziert von: Nachhaltiger Westen e.V.)



Die Untersuchung hat gezeigt, dass die Anlage von Blühflächen nicht unmittelbar zu einer höheren Parasitierungsrate beim Eichenprozessionsspinner führt. Erst an Blühflächen, deren Aussaat drei Jahre zurückliegt (B1 und B2, Abb. 8), wurde eine niedrigere Schlupfrate bzw. eine höhere Parasitierungsrate festgestellt, als an zweijährigen Flächen. Ähnliches gilt für Nester an Eichen, die sich zwar nicht an einer angelegten Blühfläche befanden, wo aber ein höheres Angebot an Blühpflanzen durch die Begleitvegetation (Sträucher) vorhanden war (K1 und K2, Abb. 8).

## Fazit

Man geht davon aus, dass die natürlichen Gegenspieler etwa drei bis fünf Jahre benötigen, um sich zu etablieren. Frisch angelegte Blühflächen haben noch keinen oder nur einen geringen Effekt auf die Parasitierungsrate, wohingegen die Gegenspieler auf älteren Flächen effektive Populationsgrößen erreichen können. Die Anlage solcher Flächen kommt nicht nur der Biodiversität im Allgemeinen zugute, sondern auch speziell den Gegenspielern von Schmetterlingsraupen, die sich ohne ökologische Selbstregulierung stark vermehren und zu Forst- und Agrarschädlingen entwickeln können. Die Schaffung dieser Strukturen sollte mit anderen Bekämpfungsmaßnahmen einhergehen, um zukünftig den Biozid- und Pflanzenschutzmitteleinsatz und die Kosten für andere Maßnahmen zu minimieren.

## Ausblick

Das Team Wald- und Klimaschutz arbeitet derzeit an der Erprobung der Verwirrmethode (Mating Disruption), deren Wirkung nicht direkt auf die Raupen abzielt, sondern auf die Falter. Weibliche Falter geben während des Paarungsflugs Sexuallockstoffe (Pheromone) ab, die von den Männchen wahrgenommen werden. Dadurch kann das Weibchen geortet und befruchtet werden. Durch das flächige Ausbringen hoher Konzentrationen an synthetischen Pheromonen wird diese Ortungsfähigkeit gestört, die Weibchen werden nicht befruchtet und der Befall im Folgejahr wird deutlich reduziert. Diese Methode wird seit vielen Jahren erfolgreich im Obst- und Weinbau eingesetzt und soll nun auch gegen den Eichenprozessionsspinner erprobt werden. Da die Pheromone artspezifisch wirken, ist diese Methode besonders umweltschonend, da andere Nicht-Zielarten nicht geschädigt werden. Sie könnte somit großflächig angewendet werden. Unabhängig davon, ob und wann diese Alternativen für die allgemeine Anwendung zur Verfügung stehen, sollten wo immer möglich Insektenwiesen/Blühflächen angelegt und – sofern für die Gefahrenabwehr erforderlich – konventionelle Maßnahmen bevorzugt werden.

### Literatur:

Campbell, A. J., Wilby, A., Sutton, P., Wäckers, F., 2017: Getting More Power from Your Flowers: Multi-Functional Flower Strips Enhance Pollinators and Pest Control Agents in Apple Orchards. *Insects*, 8(3), 101.

Fransen, J. J. 2013: Leidraad beheersing Eekenprocessierups: update 2013. Expertgroep Eekenprocessierups. NVWA - Alterra.

Lobinger, G., 2013: Befallssituation und Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners in Bayern im Forst und urbanen Bereich. Statusseminar „Prozessionsspinner“, JKI und BfR, Berlin.

Martin J.-C., 2014: Development of Environment-Friendly Strategies in the Management of Processionary Moths. In: *Processionary Moths and Climate Change: an Update* (Ed.: Roques, A.). Dordrecht.

Sobczyk, T., 2014: Der Eichenprozessionsspinner in Deutschland: Historie – Biologie – Gefahren – Bekämpfung. Bonn.

Tschumi, M., Albrecht, M., Collatz, J., Dubsy, V., Entling, M. H., Najjar-Rodriguez, A. J. Jacot, K., 2016: Tailored flower strips promote natural enemy biodiversity and pest control in potato crops. *Journal of Applied Ecology*, 53(4), 1169-1176.

Wald und Holz NRW (Hrsg.), 2022: Geringe Erfolgsaussichten bei der Bekämpfung des Eichenprozessionsspinners durch das Aufhängen von Nistkästen. *Waldschutzinfo* 5/2022.

# Die Vitalität heimischer Eichenwälder fördern – das FNR Projekt „Eichenresilienz“

Wiebke Theisinger, Yannick Prümers und Mathias Niesar

Im FNR-geförderten Projekt „Eichenresilienz“<sup>1</sup> beschäftigen sich Mitarbeiter des Teams Wald- und Klimaschutz seit Januar 2020 mit der Widerstandskraft heimischer Eichenwälder. Von zentraler Bedeutung beim Eichensterben ist der Frühjahrsfraß blattfressender Schmetterlingsraupen. Neben möglichen Unterschieden in der natürlichen Resilienz von Stiel- und Traubeneiche stehen deshalb parasitoide Insekten als natürliche Gegenspieler der Eichenfraßgesellschaft im Fokus des Projektes. Im Folgenden sind ausgewählte Ergebnisse aus den bisherigen Arbeiten des Projektes dargestellt.

## Bundesweiter Vitalitätsvergleich Stiel- und Traubeneiche

Artspezifische Daten von Eichen-Dauerbeobachtungsflächen in NRW zeigen eine geringere Vitalität für Stieleichen gegenüber Traubeneichen. Ob diese Unterschiede standortbedingt sind – Stieleichen wachsen aufgrund ihrer größeren ökologischen Potenz häufiger auf Extremstandorten – oder tatsächlich baumartbedingt, soll eine bundesweite Auswertung von Daten von Eichen-Dauerbeobachtungsflächen zeigen. Im Projekt wurden dafür verwertbare Daten von 37 Flächen aus acht Bundesländern zusammengetragen, die teilweise bis 1984 zurückreichen.

Erste Analyseergebnisse scheinen eine geringere Vitalität von Stieleichen gegenüber Traubeneichen, insbesondere auf nicht

hydromorphen Standorte zu bestätigen. Auf hydromorphen Standorten ist das Ergebnis weniger eindeutig, allerdings liegt auch hier der Blattverlust der Stieleiche meist über dem der Traubeneiche (Abb. 1).

## Eichenvitalität in vier Untersuchungsflächen im Münsterland 2020-2022

Bonituren des Frühjahrsfraßes im Juni zeigen im Mittel aller vier Bestände einen Rückgang der Fraßschäden von knapp 35 % im Jahr 2020 auf ca. 15 % im Jahr 2022. Allerdings gibt es regional teils gegenläufige Tendenzen (Abb. 2). Die Bestände in Everswinkel, Oelde und Steinfurt, in denen der Große und Kleine Frostspanner das Fraßgeschehen dominierten, zeigen im Rahmen der Retrogradation dieser Arten einen deutlichen Rückgang der Fraßschäden. Im Warendorfer Bestand dagegen ist das

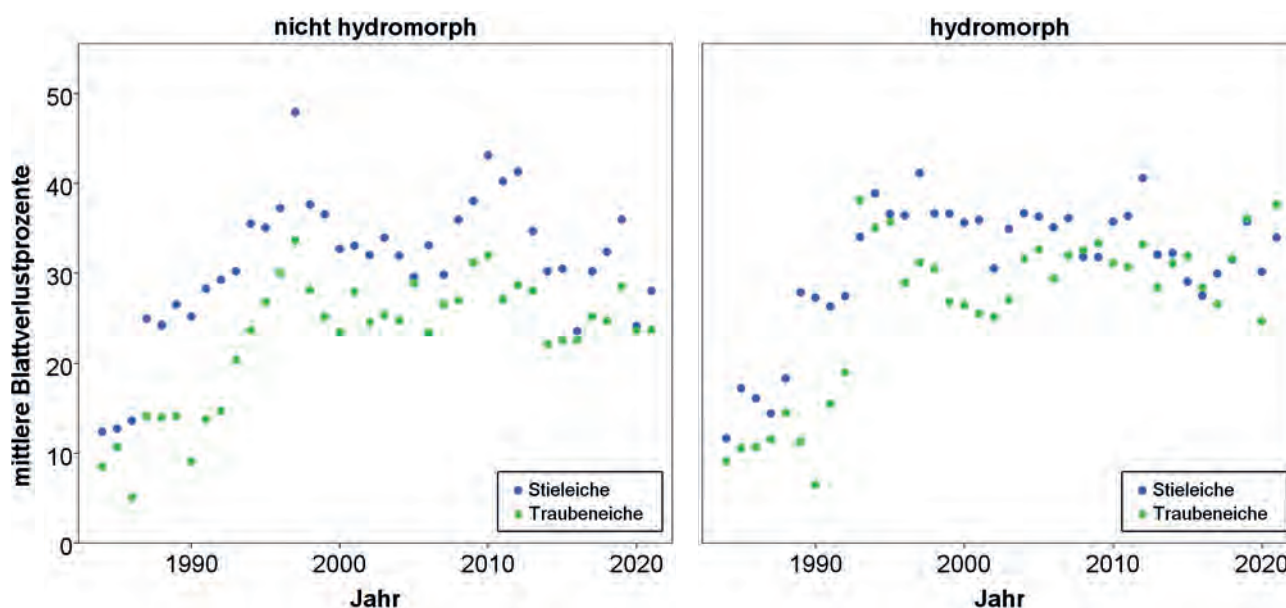


Abb. 1: Mittlere Blattverlustprozente bei Stieleiche (blau) und Traubeneiche (grün) auf nicht hydromorphen Standorten (links) und hydromorphen Standorten (rechts) für die Jahre 1984 bis 2021

<sup>1</sup> FNR Förderkennzeichen: 22017517; Laufzeit: ursprünglich 01/2020 – 12/2022, verlängert bis 10/2023.



Fraßgeschehen stark vom Eichenwickler beeinflusst. Diese Art trat dort 2022 verstärkt auf, was zu einer Zunahme der Fraßschäden führte.

Eichen können starken Fraß im Frühjahr durch den Regenerationstrieb kompensieren. Ein Ausgleich hoher Blattverlustprozente vom Juni zum August hin spiegelt also eine gute Regenerationsfähigkeit der Bäume wider. In den Jahren 2020 und 2021 zeigten die Eichen der Untersuchungsflächen noch eine – wenn auch eingeschränkte – Regeneration. Der Vergleich der Blattverlustprozente zwischen Juni und August 2022 zeigt dagegen keine signifikanten Unterschiede (Abb. 3). Möglicherweise bedingt durch die hohe Sommertrockenheit waren die Eichen 2022 in ihrer Regenerationskraft massiv eingeschränkt.

Insgesamt ist die durch die Blattverluste dargestellte Kronenverlichtung in den Untersuchungsbeständen weiter auf einem hohen Niveau, wenn auch seit 2020 leicht rückläufig, von 61 % im Mittel aller vier Bestände im Juni 2020 auf 51 % im Juni 2022. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen der Waldzustandserhebung, wonach sich der Zustand der Eichen in ganz Nordrhein-Westfalen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren 2018-2021 leicht verbessert hat, die Kronenverlichtung aber weiterhin auf einem hohen Niveau ist.<sup>2</sup>

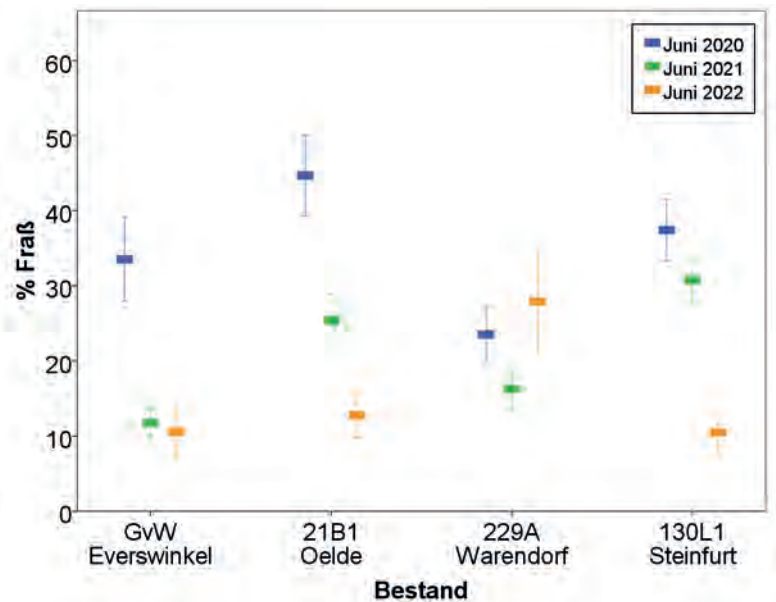


Abb. 2: Mittlere Fraßprozente der Frühjahrs-Bonituren in den Jahren 2020 bis 2022

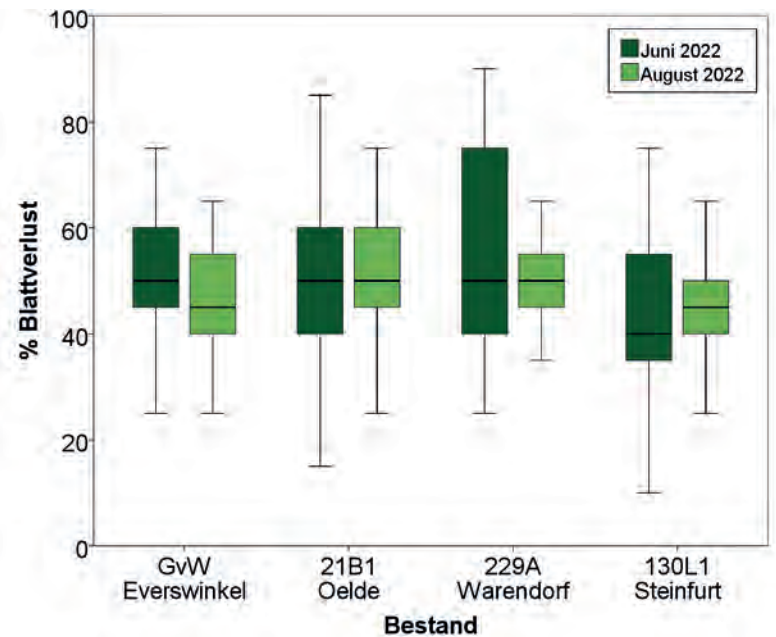


Abb. 3: Blattverlustprozente im Juni und August 2022

<sup>2</sup> MLV NRW (Hrsg.), 2022: Waldzustandsbericht 2022 – Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen.

## Untersuchung des Vorkommens parasitoider Insekten und Zuchtversuche

Zur Bestimmung der in den Untersuchungsflächen vorkommenden Parasitoidenarten wurden 2021 und 2022 über 3.700 Schmetterlingslarven vom Großen und Kleinen Frostspanner sowie dem Grünen Eichenwickler im Wald gesammelt und in Zuchtgläsern durchgezüchtet (Abb. 4), genauso wie über 1.500 Puppen der genannten Schmetterlingsarten. Die daraus geschlüpften Larven- und Puppenparasitoiden werden am Institut für Bodenkunde (BOKU) in Wien untersucht und bestimmt.

Aus den über 700 geschlüpften Individuen parasitoider Insekten wurden 2021 fünf Arten für Zuchtversuche ausgewählt: die Schlupfwespen *Apechthis quadridentata*, *Itoplectis maculator* und *Pimpla turionellae*, sowie die Brackwespe *Macrocentrus linearis* und die Erzwespe *Eulophus larvarum*. Eine große Herausforderung für die Zuchtversuche ist das Finden und Züchten passender Ersatzwirte, um eine konstante Eiablage im Labor zu ermöglichen. So konnte zum Beispiel für *Macrocentrus linearis* erst so spät ein passender Ersatzwirt gefunden werden, dass zwar noch eine Eiablage des letzten lebenden Weibchens beobachtet werden



Abb. 4: Zuchtglas für die Durchzüchtung der im Wald gesammelten Schmetterlingslarven (links) und parasitierte Larven des Kleinen Frostspanners (*Operophtera brumata*) (Mitte und rechts)

konnte, daraus aber keine Parasitoidenlarven geschlüpft sind. Der Puppenparasitoid *Itoplectis maculator* nimmt Puppen der Großen Wachs- motte (*Galleria mellonella*) gut an, allerdings müssen diese – in Nachahmung der in Blatt- wickler eingerollten Eichenwickler-Puppen – in Klopapier eingewickelt werden (Abb. 5, links). Diese Art wird so seit 2021 erfolgreich in Gelsenkirchen gezüchtet. Der Projektpartner BOKU Wien züchtet außerdem die Schlupf- wespenart *Pimpla turionellae* und seit 2022 auch die dritte Schlupfwespenart *Apechthis quadridentata*. Die Zucht der Brackwespe

*Macrocentrus linearis* und der Erzwespe *Eulophus larvarum* war bisher noch nicht erfolg- reich. Da diese beiden Arten aber von beson- derem Interesse sind, werden 2023 noch ein- mal gezielte Beprobungen und Zuchtversuche für diese Arten unternommen.

### Freilassungsversuche

Um das Parasitierungsvermögen der gezüchte- ten Parasitoide unter natürlichen Bedingungen zu testen, wurden 2022 mit *Pimpla turionellae* und *Itoplectis maculator* Freilassungsversuche



Abb. 5: Anstich einer eingewickelten *Galleria*-Puppe durch die Schlupfwespe *Itoplectis maculator*, daneben eine uneingewickelte Puppe (links) und Schlupf von *Itoplectis maculator* aus einer *Galleria*-Puppe nach erfolgreicher Eiablage (Mitte); Zuchtversuch mit der Brackwespe *Macrocentrus linearis* mit einer potenziellen Wirtslarve im nachgebildeten Blattwickel (rechts)



durchgeführt. Dazu wurden acht Wochen lang Wachsmotten-Puppen im Wald aufgehängt und wöchentlich ausgetauscht (Abb. 6 Fotos). Die Anzahl der Schlupfwespen, die aus den Puppen der jeweiligen Wochen geschlüpft sind, ist in der Grafik in Abb. 6 für *Pimpla turionellae* dargestellt. Die gezüchteten Schlupfwespen wurden am 22. Juli 2022 im Wald freigelassen. Schlupf aus Puppen, die vor dem 22. Juli im Wald aufgehängt waren, reflektiert somit die natürliche Parasitierung durch im Bestand vorkommende *Pimpla*-Weibchen. Diese war nach dem 27. Juni stark rückläufig und setzte

dann komplett aus, was zum natürlichen Zyklus der Tiere passt. Erst nach der Freilassung der gezüchteten *Pimpla*-Weibchen am 22. Juli wurden wieder drei Wochen lang Puppen parasitiert, was stark auf einen Freilassungseffekt hindeutet. Inwiefern solch eine Freilassung gezüchteter Individuen vorhandene oder neu zu etablierende Parasitoidenvorkommen beeinflusst, und vor allem ob auch ein Effekt auf die natürlich vorkommenden Schädlingspopulationen erzielt wird, müsste im nächsten Schritt in längeren Untersuchungen geprüft werden.

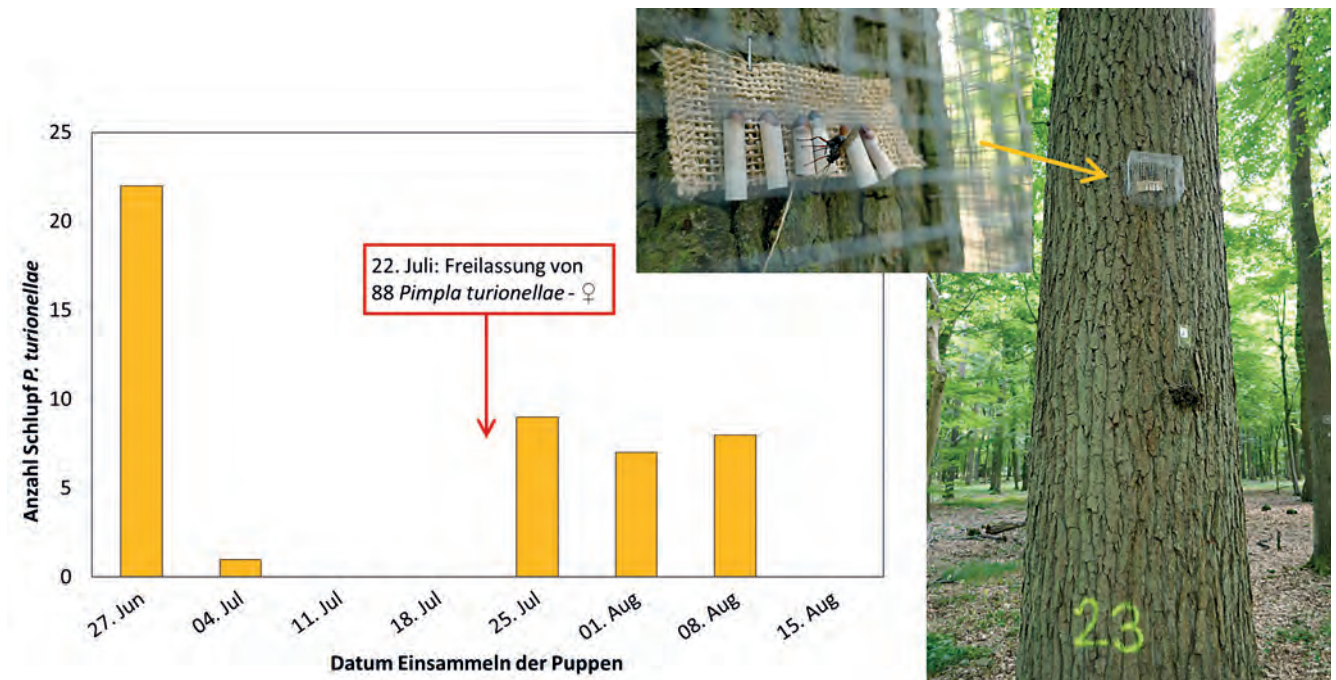


Abb. 6: Beim Freilassungsversuch werden im Wald aufgehängte *Galleria*-Puppen von Schlupfwespen-Weibchen parasitiert (Fotos). Die Käfige dienen als Schutz gegen Vogelfraß. Anzahl der Schlupfwespen, die aus den im Wald aufgehängten *Galleria*-Puppen der jeweiligen Woche geschlüpft sind (Grafik). Freilassung der 88 gezüchteten *Pimpla*-Weibchen und zusätzlicher Männchen war am 22. Juli 2022.

## Parasitoide im Waldschutz

Parasitoide Insekten sind als natürliche Gegenspieler von Forstschädlingen eine wichtige regulierende Kraft im Ökosystem. Ihre immense Artenvielfalt – mehrere Tausend Arten allein bei Schlupf- und Brackwespen in Europa – und die Vielzahl an Parasitierungsstrategien verleiht ihnen großes Potenzial im Kampf gegen Forstschädlinge. Ihre regulierende Wirksamkeit ist dabei stark an die Nahrungs- und Artenvielfalt

des Lebensraumes gebunden. Je größer die Biodiversität, desto größer die Vielfalt und Effizienz der natürlichen Gegenspieler. Diese Funktion der ökologischen Selbstregulierung gewinnt gerade angesichts der Unvorhersehbarkeit zukünftiger Entwicklungen nochmals an Bedeutung und die Versicherungswirkung von Biodiversität<sup>3,4</sup>, ist damit ein grundlegender Bestandteil, um die Resilienz unserer Wälder zu stärken.

<sup>3</sup> Yachi, S. und Loreau, M., 1999: Biodiversity and ecosystem productivity in a fluctuating environment: the insurance hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96(4), 1463-1468.

<sup>4</sup> Oliver, T. H. et al., 2015: Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends in Ecology & Evolution* 30(11), 673-684.

## Dr. Wiebke Theisinger



Wiebke Theisinger ist promovierte Biologin und seit September 2020 im Team Wald- und Klimaschutz im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft. Sie koordiniert dort als wissenschaftliche Mitarbeiterin das Eichenresilienz-Projekt und ist seit Dezember 2022 anteilig auch in den Sachgebieten Waldschutz und Klimaschutz tätig.

**Bevor Sie zu Wald und Holz NRW gekommen sind, hatten Sie längere spannende Forschungsaufenthalte im Ausland. Können Sie uns kurz etwas darüber erzählen?**

Gebürtig aus Berlin und später in Lippstadt aufgewachsen, habe ich in England meinen Bachelor in „Biodiversity and Conservation Management“ gemacht und anschließend ein Jahr lang als Forschungsassistentin in Madagaskar die Nahrungsökologie von ‚nackten‘ Lemuren untersucht – die Tiere haben durch das Fressen invasiver Pflanzen teilweise ihr gesamtes Fell verloren. Fasziniert vom Biologen-Paradies Madagaskar schloss ich mein Diplom in Hamburg ab und kehrte für meine Doktorarbeit noch einmal für rund 2 ½ Jahre nach Madagaskar zurück. Unter einfachsten Bedingungen erforschte ich dafür im madagassischen Trockenwald den Stoffwechsel freilebender Reptilien.

Nach der Promotion bin ich dann mit Mann und mittlerweile zwei kleinen Kindern nach Botswana gezogen, wo wir für eine Gepardenschutz-Organisation inmitten des Mensch-Wildtier-Konfliktes zu Hause waren und unser Jüngster im Kalaharisand laufen gelernt hat.

Eine neue berufliche Herausforderung zog uns dann nach Tansania. Dort konnte ich in den folgenden 1 ½ Jahren noch während der Elternzeit als Gastdozentin Vorlesungen und Praktika zum Verhalten von Pavianen geben, bevor uns die Coronapandemie zurück nach Deutschland und direkt zu Wald und Holz NRW geführt hat.

### Wie passt dieser Weg zum Thema Forst?

Die Betrachtung ökologischer Zusammenhänge und der Schutz von Biodiversität ziehen sich als roter Faden durch meine bisherigen Stationen, und diese Aspekte sind auch für die Zukunftsfähigkeit unserer Wälder essenziell. Mit dem Eichenresilienz-Projekt arbeite ich weiter an der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis. Und auch in den beiden Sachgebieten Wald- und Klimaschutz geht es viel um Wissenstransfer und das Erarbeiten praxistauglicher Lösungen. Ich freue mich deshalb sehr, in diesem Team an den großen Herausforderungen Waldschutz und Klimaschutz mitwirken zu können und mit meinem vielleicht etwas anderen Blickwinkel dazu beizutragen, die vielfältigen Funktionen des Ökosystems Wald langfristig zu sichern und mit einer nachhaltigen Bewirtschaftung in Einklang zu bringen.





# DIE ZEIT RENNT!

Jede Tonne gebundenes CO<sub>2</sub> ist wichtig, um dem Klimawandel zu begegnen. Dem Wald und seinem Produkt Holz kommt dabei eine entscheidende Rolle zu.

Der Wald in NRW hat heute bisher

10323,0

Tonnen CO<sub>2</sub> gebunden.

DA  
STAUNSTE,  
WAS!

Der Wald in NRW bindet pro Sekunde 0,3 Tonnen CO<sub>2</sub>.

## Teams

ALLE

MENSCH WALD!

Wald und Holz NRW

Landesbetrieb Wald und Holz NRW  
Landesbetrieb Wald und Holz NRW





# Wald und Holz NRW bei den DLG-Waldtagen in Lichtenau

## Vom Saatgut bis zum Zukunftsbaum, vom Zugpferd bis zu modernsten Forstmaschinen

Lukas Sieberth



**9.–11. September 2022**  
Lichtenau/Westfalen

Die DLG-Waldtage haben sich zum führenden Treffpunkt der Forstpraxis und als Plattform für eine nachhaltige, zukunfts- und nutzungsorientierte Waldbewirtschaftung entwickelt. Durchgeführt wurden die Waldtage von der DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) in Kooperation mit Wald und Holz NRW und weiteren Partnern. Die auf insgesamt 70 ha veranstaltete „Messe im Wald“ war Treffpunkt für Forstpraxis und Plattform für eine nachhaltige, zukunfts- und nutzungsorientierte Waldbewirtschaftung.

Etwa 12.500 Besucherinnen und Besucher aus ganz Deutschland kamen zu den DLG-Waldtagen vom 9. bis 11. September 2022 nach Lichtenau im Kreis Paderborn.

Im Fokus standen Live-Demonstrationen zu forstlichen Kernthemen. Zu den Besucherinnen und Besuchern zählten neben dem Fachpublikum aus dem In- und Ausland auch forstlich Interessierte und Familien aus der Region. Ein breites Spektrum, dem sich Wald und Holz NRW auf seinem rund 2.500 m<sup>2</sup> großen Messeauftritt mit einem nicht minder breiten Angebot präsentierte.

So wurden die massiven Wiederbewaldungserfordernisse des durch die Klimakrise geschädigten Waldes zum Anlass genommen, allgemeinverständlich über die zentrale Rolle des Waldes in Bezug auf die globalen Krisenthemen Klimaschutz und Naturschutz zu in-



Abb. 1: Rund um den Kampagnen-Slogan „Da staunste, was!“, mit dem Wald und Holz NRW aktuell auf die Klimaschutz- und Naturschutzleistungen aufmerksam macht, wurden die Ausstellungsinhalte von Wald und Holz NRW auf den DLG-Waldtagen gegliedert.





Abb. 2: Ein Blick in das Zelt; informativ, wetterfest und trotzdem grün

formieren. Und darüber, was Försterinnen und Förster machen, damit sich die Gesellschaft auch in Zukunft auf die Leistungen des Waldes verlassen kann – ganz im Sinne der aktuellen Kommunikationskampagne „Da staunste, was!“ von Wald und Holz NRW.

Die vielfältigen Aufgabengebiete rund um die Wiederbewaldung wurden optisch aufeinander abgestimmt und mit einem „roten Faden“ von der standortangepassten Baumartenwahl über das angepasste Pflanzverfahren bis hin zur finalen Holzverwendung präsentiert.

Im Außenbereich wurden Interessierten praxisbezogene Anwendungsbeispiele gezeigt. Auch im rund 250 m<sup>2</sup> Quadratmeter großen Zelt gab es jede Menge Fachinformationen. Neben Wissenswertem zu für eine Forstmesse eher ungewöhnlichen Themen wie Naturschutzkonzepten gab es auch jede Menge Unterhaltung. Ranger brachten Kindern spielerisch die Zusammenhänge des Waldes näher. Und beim Waldquiz konnten Groß und Klein ihr Wissen unter Beweis stellen. Außerdem wurde umfassend über Arbeit und Ausbildung bei Wald und Holz NRW informiert. An allen Info-Punkten standen die jeweiligen Spezialistinnen und Spezialisten von Wald und Holz NRW bereit und gaben Auskunft.

Für den erfolgreichen Auftritt von Wald und Holz NRW wirkten zahlreiche Organisationseinheiten des Landesbetriebs sowie des Geologischen Dienstes konstruktiv zusammen. Eine große Herausforderung für Konzeption und Koordination, aber sehr erfolgreich im Ergebnis.



Abb. 3: Die häufigsten Waldentwicklungstypen (WET) der Waldbauberatung wurden beispielhaft auf jeweils 1x1 m Fläche veranschaulicht



## Team Waldbau

Amadeus Bewer



Abb. 1: Eine Station auf dem Messerundweg zum Spotlight Wiederbewaldung und Naturraumgestaltung

Der Sturm „Friederike“ und die darauffolgende Käferkalamität hat in Nordrhein-Westfalen eine Schadfläche von mehr als 135.000 Hektar auf ehemals von der Fichte dominierten Standorten hinterlassen. So war bei den Waldtagen besonders das **Wiederbewaldungskonzept NRW (2020)** gefragt, das auf dem **Waldbaukonzept NRW (2018, 2021)** aufbaut. Ziel der Konzepte ist die Entwicklung klimastabiler Wälder. Dabei handelt es sich um standortgerechte und strukturreiche Mischwälder, die sich möglichst gut an die sich ändernden Umweltbedingungen anpassen.

### Wie gestalten wir unseren Zukunftswald?

Bei Praxis-Demos und in direkten Gesprächen konnte über Waldentwicklungstypen mit Standortbezug und Baumartenwahl informiert werden. Insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden Klimaveränderungen wurden eingeführte Baumarten wie Esskastanie, Atlaszeder oder Riesenlebensbaum stärker in den Fokus gerückt und ganz konkrete Fragen beantwortet. Welche Risiken gibt es beim Anbau von eingeführten Baumarten? Passen die Standortbedingungen auf meiner Fläche zu den Bedürfnissen der Baumart? Zur Beantwortung solcher Fragen kann auch nach verpasstem Messebesuch die Broschüre **„Eingeführte Baumarten in Nordrhein-Westfalen: Neue Baumarten an neuen Orten – Chancen und Möglichkeiten im Fokus des Klimawandels“** zu Rate gezogen werden.





Abb. 2: Titelblatt der neuen Broschüre über eingeführte Baumarten in NRW

Auch auf europäischer Ebene spielt die Wiederbewaldung eine bedeutende Rolle. Dies wird im auf der Messe ebenfalls vorgestellten EU-Projekt „**SUPERB** – Upscaling Forest Restoration“ deutlich. Projektpartner in Deutschland sind die Universität Freiburg und Wald und Holz NRW. Das übergeordnete Ziel des Projekts ist die Wiederherstellung von Wald-ökosystemen im Hinblick auf Artenvielfalt und Ökosystemleistungen im Wald. NRW ist eine von zwölf großräumigen Demonstrationsregionen. Anhand der Erkenntnisse aus den Untersuchungen soll eine Entscheidungshilfe als Unterstützung für den Waldbesitz entstehen.

**Downloads und Links:**

Waldbaukonzept NRW (2021)

[https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Waldbaukonzept\\_NRW.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Waldbaukonzept_NRW.pdf)

Wiederbewaldungskonzept NRW (2020)

[https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Wiederbewaldungskonzept\\_NRW.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/Wiederbewaldungskonzept_NRW.pdf)

Eingeführte Baumarten in Nordrhein-Westfalen (2022)

[https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/20220602\\_WuH\\_Broschuere\\_eingefuehrte\\_baumarten\\_langfassung\\_web.pdf](https://www.wald-und-holz.nrw.de/fileadmin/Publikationen/Broschueren/20220602_WuH_Broschuere_eingefuehrte_baumarten_langfassung_web.pdf)

EU-Projekt SUPERB

<https://forest-restoration.eu>

## Team Forstliches Bildungszentrum



Abb. 3: Vorstellung des Hybrid-Seminars zum Thema „Wiederbewaldung“ in einem Pavillon des FBZ

Die Flutkatastrophe im Ahrtal 2022 hat vielen Menschen die zerstörerische Kraft des Wassers abermals vor Augen geführt. Auch die Forstwirtschaft sieht sich mit großen Herausforderungen konfrontiert. In schon naher Zukunft ist es von zentraler Bedeutung, aufgrund sich verändernder Niederschlagsverteilungen und -intensitäten Starkregenereignisse durch eine effiziente Wasserführung und -ableitung in Forstflächen abzumildern. Aber auch die drainierende Wirkung von Gräben muss so manipuliert werden, dass Wasser auch über einen längeren Zeitraum in Waldflächen gehalten werden kann, damit die Bestände längere Dürrephasen kompensieren können.

Das Projekt **KlarWeg** – Klimasmarte Wege für klimafitte Wälder – macht genau diese Aspekte zum Forschungsgegenstand. Gemeinsam mit der Universität Göttingen, der TH Köln, dem Ingenieurbüro Fischer Teamplan sowie der unique land use GmbH arbeitet Wald und Holz NRW an intelligenten Lösungen in allen Fragen rund um den Waldwegebau. Das Projekt wurde vom FBZ gemeinsam mit der Universität Göttingen auf dem Stand des Landesbetriebes vorgestellt.

Ziel ist es zunächst, GIS-Tools zu entwickeln bzw. zu adaptieren, um Wegezustandserfassungen digitalisieren und damit vereinfachen zu können. Im Laufe des Projektes werden bestehende Wegeneubau- und Instandhaltungsrichtlinien angepasst und erneuert. Technische Innovationen werden darauffolgend geprüft und auf dieser Basis Empfehlungen zum

Wegebau abgeleitet. Zentrale Aufgabe des Forstlichen Bildungszentrums ist es, Schulungsunterlagen und -applikationen sowie ein didaktisches Konzept für Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer bereitzustellen. Kern dieses Konzeptes bilden erstens ein Klimawege-Wiki, in dem Interessierte alles über den Forstwegebau nachlesen können. Zweitens wird aktuell eine App programmiert, mit deren Hilfe Waldbesitzer oder Förster Wegeschäden in ein digitales Kataster übernehmen können, um Schäden zu aggregieren und schnell auswerten zu können. Drittens wird ein Online-Kurs erstellt, dessen Ziel es ist, der nach wie vor sehr hohen Bedeutung des Wegebaus im Forstbetrieb mit Hilfe von Videos und kleinen Lerneinheiten gerecht zu werden.

Bei der Wiederaufforstung hin zum Generationsziel „klimastabiler Mischwald“ stehen Waldbesitzende bzw. Verantwortliche aus dem forstlichen Management vor der großen Aufgabe, Ihrer Verantwortung für nachfolgende Generationen nachzukommen und Ihren Wald zukunftsfähig zu gestalten. Ein Angebot im Sinne der „Hilfe zur Selbsthilfe“ macht das ZWH mit seinem neuen innovativen Hybrid-Seminar zur Wiederbewaldung in Zeiten des Klimawandels mit digitaler Unterstützung. In unterschiedlichen Lernformaten in einer bestimmten Abfolge erfahren die Teilnehmenden digital, aber auch im Rahmen einer Präsenzveranstaltung alles zum Einstieg in das Thema „Wiederbewaldung“. Das neue Bildungskonzept wurde vom FBZ auf den DLG-Waldtagen vorgestellt.



## Team Holzwirtschaft – Neue Potenziale für den Rohstoff Holz Martin Schwarz



Abb. 4: Neue Potenziale für den Rohstoff Holz: Teilnehmende der Eröffnungsveranstaltung, Ehrengäste und Journalisten informierten sich am ersten Messetag im Rahmen eines geführten Messerundgangs über neue und innovative Holzverwendungen



Abb. 5: Einschnitt von Buche, Birke, Eiche, Küstentanne und Douglasie im mobilen Sägewerk und Demo zu den Verwendungsmöglichkeiten dieser Baumarten im Bauwesen und im Bereich holzbasierter Materialien



Abb. 6: Der zur Biomassefeuerung passende Brennstoff – Demo der Aufbereitung von unterschiedlichen Waldenergieholzsortimenten und Einfluss des Ausgangsmaterials auf Hackschnitzelqualität und Brennstoffparameter

Unter dem Leitthema „Neue Potenziale für den Rohstoff Holz“ zeigte das Team Holzwirtschaft die Potenziale für neue und innovative Holzverwendungen beim Bauen mit Holz und im Bereich neuer Holzwerkstoffe und Materialien als Teil der zirkulären Bioökonomie. Dabei bildeten die Verwendung der Birke und der Buche sowie die Verwendung der Douglasie und Küstentanne einen besonderen Themenschwerpunkt.

Die Information hierzu erfolgte anhand des Einschnitts der vorgenannten Baumarten in einem mobilen Sägewerk, der anschließenden Vorstellung der holztechnologischen Eigenschaften und Qualitätskriterien für die weitere Verwendung sowie durch die Demonstration von Produktbeispielen. Die Präsentation zu den „Neuen Potenzialen für den Rohstoff Holz“ erfolgte in einem eigenen Zelt und auf einer Demofläche von 200 m<sup>2</sup>.

Zudem konnten sich die Besucher der Messe im Rahmen der Fachberatung Holzbau zu allen Fragen des Einsatzes moderner Holzbautechnologien und Holzbauprodukte beim Bauen und Modernisieren informieren.

Der durch das Team Holzwirtschaft veranstaltete **Holzbautag auf den DLG-Waldtagen** stand unter dem Motto „Bauen mit Holz – Perspektiven im Holzbau“. Baufachleute und HolztechnologInnen stellten die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten des Baustoffs Holz inklusive der Verwendung von neuen Laub- und Nadelhölzern im Bauwesen vor.

Bereits seit 2017 präsentiert sich das Team Holzwirtschaft mit dem Spotlight „Wärme aus Holz“ auf den DLG-Waldtagen. Im Zentrum der diesjährigen Präsentation stand die Aufbereitung und Qualitätssicherung von Hackschnitzeln. Sie bildeten einen wesentlichen Schwerpunkt der Praxisvorführungen. Besucher konnten sich zudem im Rahmen der Verbraucherberatung durch das Team Holzwirtschaft über den Einsatz effizienter und komfortabler Holzfeuerungs-systeme und Förderung informieren.

# Team IT – Geodatenatz und Team Waldplanung Waldinfo2.0 – Mit neuem Gewand auf den DLG-Waldtagen 2022

Sandra Machalica, Berthold Mertens, Alexander Weller

Die Kartenanwendung Waldinfo.NRW bietet seit 2018 Informationen zu den Wäldern in NRW. Das Angebot reicht dabei von Waldbewirtschaftung über Naturschutz, Waldökologie und Waldfunktion bis hin zu Verwaltung und Erholung. Durch die Informationen soll vor allem der private und kommunale Waldbesitz bei der Wiederbewaldung sowie bei der Anpassung der Waldbewirtschaftung im Klimawandel unterstützt werden.

Im Jahr 2021 wurde Waldinfo.NRW intensiv weiterentwickelt und ausgebaut. Insbesondere für die forstpraktische Anwendung gibt es wichtige neue Fachinhalte und Funktionen. Ein interaktives Instrument – das „Unterstützungssystem Wiederbewaldung“ – unterstützt Waldbesitzende in moderner Form bei der Auswahl eines Ziel-Mischbestandes für einen konkreten Waldstandort (Abb. 7).

Neben Verbesserungen der Bedienungs-freundlichkeit wurden auch in der Oberfläche Erweiterungen bei einer Vielzahl von Funktionen vorgenommen.

Diese Neuerungen konnten auf den DLG-Waldtagen den privaten Waldbesitzenden anschaulich nähergebracht werden. Mit unserem prominenten Stand im großen Messezelt von Wald und Holz NRW hatten wir Gelegenheit, an drei Tagen die Menschen über das Angebot persönlich zu informieren. So haben wir mit den Besuchenden konkret Informationen zum eigenen Standort und zu den dort empfohlenen Waldentwicklungstypen abgefragt und ihnen diese im Anschluss auf Wunsch als ausgedruckten Bericht an die Hand gegeben.

Gleichzeitig war es für uns als Waldinfo-Team wertvoll, im direkten Austausch mit den Waldbesitzenden ein Feedback zur Anwendung zu bekommen und neue Impulse für eine bedarfsorientierte und benutzerfreundliche Weiterentwicklung von Waldinfo.NRW aufzunehmen.

Für eine Vielzahl der Besuchenden war Waldinfo.NRW auch noch gänzlich neu. Hier konnten wir durch unsere Präsenz die Bekanntheit der Anwendung steigern. An Akzeptanz seitens des Publikums mangelte es im Anschluss an das erste Kennenlernen von Waldinfo.NRW jeweils nicht. Viele waren positiv überrascht von den umfangreichen und vom Land NRW kostenlos bereitgestellten Daten in den digitalen Karten. Und nicht zuletzt der Umstand, dass NRW im Rahmen der OpenNRW-Strategie alle amtlichen (Geo-)Daten zur freien Verfügung stellt, weckte bei manchen Besuchenden aus anderen Bundesländern den Wunsch nach einem vergleichbaren Angebot.

Bei Detailfragen zur Wiederbewaldung, wie zum Beispiel zur Förderung oder der Pflanzung konkreter Baumartenmischungen für die empfohlenen Waldentwicklungstypen, konnten die Interessierten an die Kolleginnen und Kollegen mit der entsprechenden Kompetenz direkt nebenan verwiesen werden. Insgesamt war unser Auftritt auf den DLG-Waldtagen ein voller Erfolg – viele Waldbesitzende konnten Waldinfo.NRW mit seinen vielfältigen Funktionen hautnah kennenlernen. Zugleich konnten wir wertvolle Anregungen direkt aus der Praxis sammeln.



Abb. 8: Austausch am Waldinfo-Stand im Messezelt



Abb. 9: Intensiver Austausch mit den Waldbesitzenden

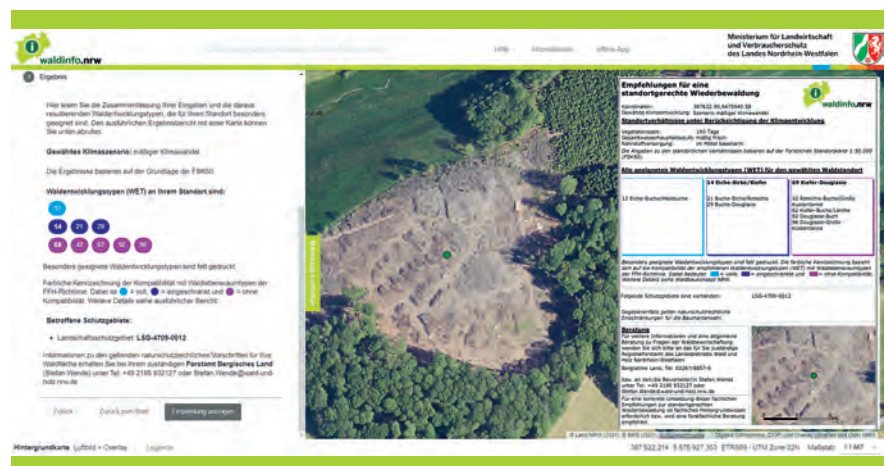


Abb. 7: Unterstützungssystem Wiederbewaldung mit Ergebnisbericht



## Team Wald- und Klimaschutz DLG-Waldtage – CO<sub>2</sub>-Arena

Norbert Geisthoff, Johannes Kuhlmann



Abb. 10: Die CO<sub>2</sub>-Uhr veranschaulicht die Speicherung durch den Holzzuwachs in NRW



Abb. 11: Auch von Familien wurden die Sitzgelegenheiten aus Holz gerne angenommen



Abb. 12: Bedruckte Holzkugeln veranschaulichten das Maß der Kohlenstoffspeicherung

In der CO<sub>2</sub>-Arena präsentierte das Team Wald- und Klimaschutz eine kleine Oase für die Messebesucher unter dem Motto „Nehmen Sie Platz auf diesem CO<sub>2</sub>-Speicher“. Durch die ausgestellte einladende Sitzgruppe wurde die Substitutionsspeicherung von Kohlenstoff durch Holzgegenstände erläutert.

Ein besonderes Highlight war die CO<sub>2</sub>-Uhr. Diese zeigte sekundengenau, wieviel Tonnen CO<sub>2</sub> an dem Messetag die Wälder Nordrhein-Westfalens speicherten – diese Klimaleistung brachte nicht nur Kinder zum Erstaunen.

Viele Besucher kamen zur CO<sub>2</sub>-Arena, um die Ruhe und das Waldklima zu genießen. Auch hier ergaben sich Gespräche über die wichti-

gen Klimaschutzleistungen des Waldes. Um sich in den Eindrücken, die ein Waldbesuch bietet, mal so richtig zu „suhlen“ und wohlzufühlen, konnten die Besucher in die mit Laub gefüllte Waldbadewanne steigen.

Die CO<sub>2</sub>-Holzkugeln als Give-aways wurden oft erfolgreich von den Besuchern für Jonglierversuche genutzt. Besonders Familien, Kinder und Schülergruppen begeisterte die kostenlose Möglichkeit, analoge „Mails“ – also echte Postkarten – mit coolen Waldsprüchen der Öffentlichkeitskampagne „Waldstaunen“ zu versenden.



## DLG-Waldtage 2022 – Drohnen-Stand Team Wald- und Klimaschutz

Christin Carl

Der Drohnen-Stand des Teams Wald- und Klimaschutz (Abb. 13) war zweigegliedert. Auf einem Hackschnitzelhaufen wurde die Drohne vor jungen Pflanzen platziert, die zum einen gewässert und zum anderen unter Trockenstress gesetzt wurden (Abb. 14). Ein Großbildschirm im Pavillon übertrug das Livebild der an der Drohne installierten Wärmebildkamera, sodass die Besucher u.a. spielerisch ihre Körpertemperatur inspizieren konnten (Abb. 13).

Das Ziel war die Vorstellung der neuen Technik und deren Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Waldschadenserfassung. Auf einer Schautafel wurden weitere Anwendungsbereiche der Drohnentechnologie aufgezeigt, wie z. B. die Kulturplanung mit Hilfe aktueller, hochauflösender und georeferenzierter Kartenausschnitte.

Die Einsatzmöglichkeiten der Drohne mit Farb-, Multispektral- und Wärmebildern sind vielfältig, sodass das ZWH neue Möglichkeiten hat, Daten und Informationen über den Wald zu generieren und entsprechende Empfehlungen für die Waldbesitzenden aufzuzeigen.

Vital

Gestresst



Abb. 14: Gegenüberstellung vitale und gestresste Pflanzen im Farbbild (oben) und im Wärmebild (unten)



Abb. 13: Drohnen-Stand des Teams Wald- und Klimaschutz, Vorstellung der Drohnentechnik und erste Ergebnisse



## Klima-, Baum- und Biodiversitätsanalysen im AJA-Sensornetzwerk des KWH4.0

Christin Carl, Amadeus Bewer, Frank Heinze, Andreas Böhm und Sebastian Blömeke

Im Zuge des Klimawandels gewinnen Klimainformationen und deren Auswirkungen auf Ökosysteme immer mehr an Bedeutung. Im AJA-Sensornetzwerk des Kompetenzzentrums Wald und Holz 4.0 (KWH4.0\*) werden in den Waldbeständen Baum-, Boden-, Klima- und Biodiversitätsdaten generiert, die Zusammenhänge und Rückschlüsse auf die Veränderungen in den Beständen, im Speziellen des Bestandesinnenklimas ermöglichen.

### Untersuchungsgebiet und Methodik

Die Standorte der Sensorik befinden sich in der Nähe der Stadt Arnsberg. In Summe sind 20 Bestände (Abbildung 1) im AJA-Sensornetzwerk des KWH4.0 integriert. In der Tabelle 1 sind die Bestandesinformationen aufgelistet.

Auf Grundlage der Bestandesstrukturen können Vergleiche zwischen:

- jung vs. alt,
- Laubholz vs. Nadelholz,
- Wirtschaftswald vs. Naturwaldzelle etc. gezogen werden.

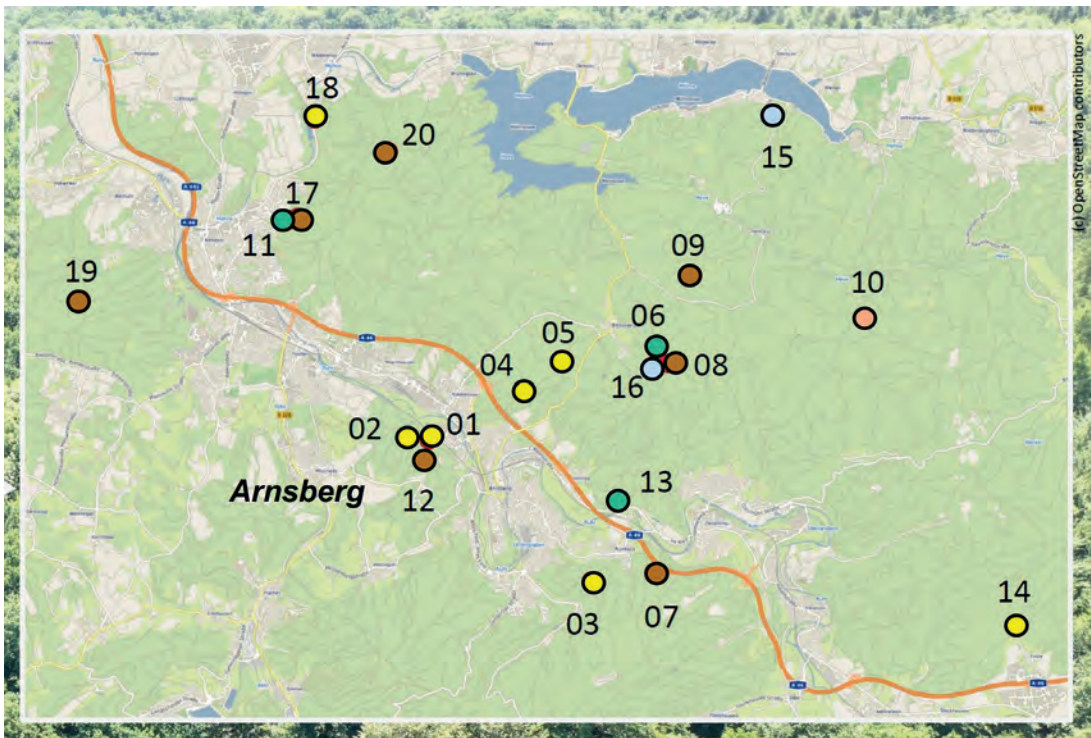


Abb. 1: Übersichtskarte Standorte AJA-Sensornetzwerk des KWH4.0 im Raum Arnsberg und Neheim (Hintergrundkarte OpenStreetMap, Bestandesinformationen siehe Tabelle 1)

Im Rahmen des Forschungsinfrastrukturprojekts KWH 4.0 wurde die erste Generation der Sensorik im Jahr 2021 etabliert. Dabei wurden neun Sensoren je Standort eingesetzt: ein Hauptsatellit und acht Nebensatelliten. Mittels LoRa-Funktechnologie wurden die Nebensatelliten mit dem Hauptsatelliten verknüpft, der Hauptsatellit sendete die empfangenen Daten dann über Mobilfunk in die Cloud. In der

zweiten Generation wurden pro Standort fünf Hauptsatelliten etabliert, die jeweils eigenständig die Daten über Mobilfunk versenden.

Entwickelt wurden die Sensoren von foldAI, einem Start-up aus München. Es werden Daten zum Mikroklima im Bestand und am Boden erfasst, im Speziellen die Luft- und Bodentemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, die



Tabelle 1: Bestandesinformationen zu den AJA-Sensornetzwerk-Standorten des KWH4.0

ID	Bestand
1	Traubeneichen-Rotbuchen Mischbestand, 138 Jahre, Naturwaldzelle
2	Traubeneichen-Lärchen Mischbestand, 115 Jahre
3	Traubeneichen-Rotbuchen Mischbestand, 75 Jahre
4	Traubeneiche-Rotbuchen Mischbestand, 209 Jahre
5	Stieleichen-Birken-Rotbuchen- Fichten Mischbestand, 47 Jahre
6	Hemlocktannen-Riesenlebensbaum Mischbestand, 60 Jahre
7	Rotbuchen, 59 Jahre
8	Rotbuchen, 183 Jahre
9	Rotbuchen, 210 Jahre, Naturwaldzelle
10	Birken-Fichten Mischbestand, 19 Jahre
11	Douglasien-Rotbuchen Mischbestand, 69 Jahre
12	Rotbuchen-Europäische Lärchen Mischbestand, 84 Jahre
13	Douglasien-Fichten-Birken Mischbestand, 16 Jahre
14	Stieleichen-Rotbuchen Mischbestand, 176 Jahre
15	Weißtannen-Fichten Mischbestand, 49 Jahre
16	Fichten-Riesenlebensbaum Mischbestand, 51 Jahre
17	Rotbuchen-Fichten Mischbestand, 84 Jahre
18	Traubeneichen-Rotbuchen Mischbestand, 169 Jahre
19	Rotbuchen-Fichten Mischbestand, 72 Jahre
20	Rotbuchen-Fichten Mischbestand, 89 Jahre



Abb. 2: Installation der Sensoren, eine Kooperation zwischen dem Start-up foldAI, dem RIF Institut für Forschung und Transfer e.V. und dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Team Waldbau.



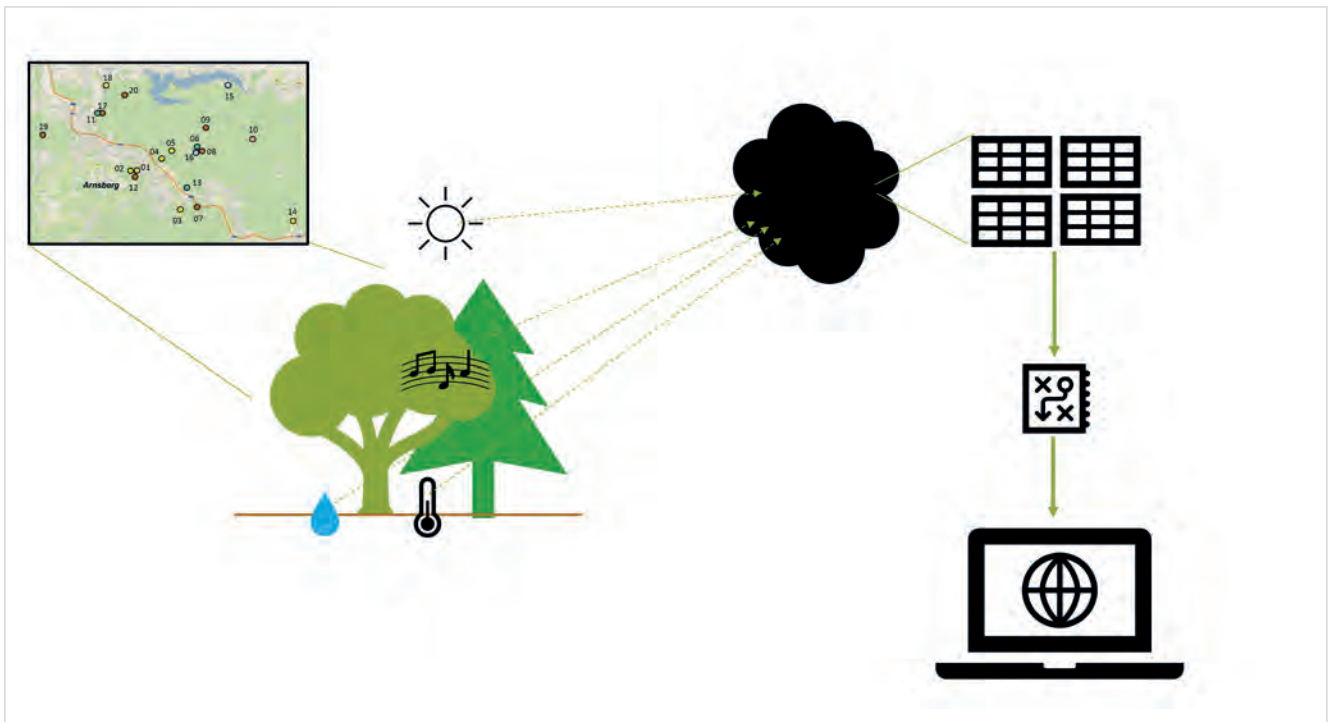


Abb. 3: Workflow der Datengenerierung und -aufbereitung im AJA-Sensornetzwerk des KWH4.0

Bodenfeuchtigkeit, der Luftdruck und die Lichtintensität (sichtbares Licht, Infrarot). Des Weiteren werden Geräusche mit Hilfe von Mikrofonen aufgenommen. In den Sensorknoten wertet eine künstliche Intelligenz diese Tonaufnahmen aus. Sie unterscheidet etwa Vogelstimmen von

Geräuschen einer Bahnlinie und berechnet so Biodiversitätsindizes. Des Weiteren sollen mit einem nichtinvasiven optischen Dendrometer Rückschlüsse auf das Baumwachstum gezogen werden. Ebenfalls werden Baumbewegungen und -vibrationen erfasst.



Abb. 4: Douglasien-Fichten-Birken-Mischbestand, 16 Jahre, Luft- und Bodentemperatur im gleichen Zeitraum 2021 und 2022

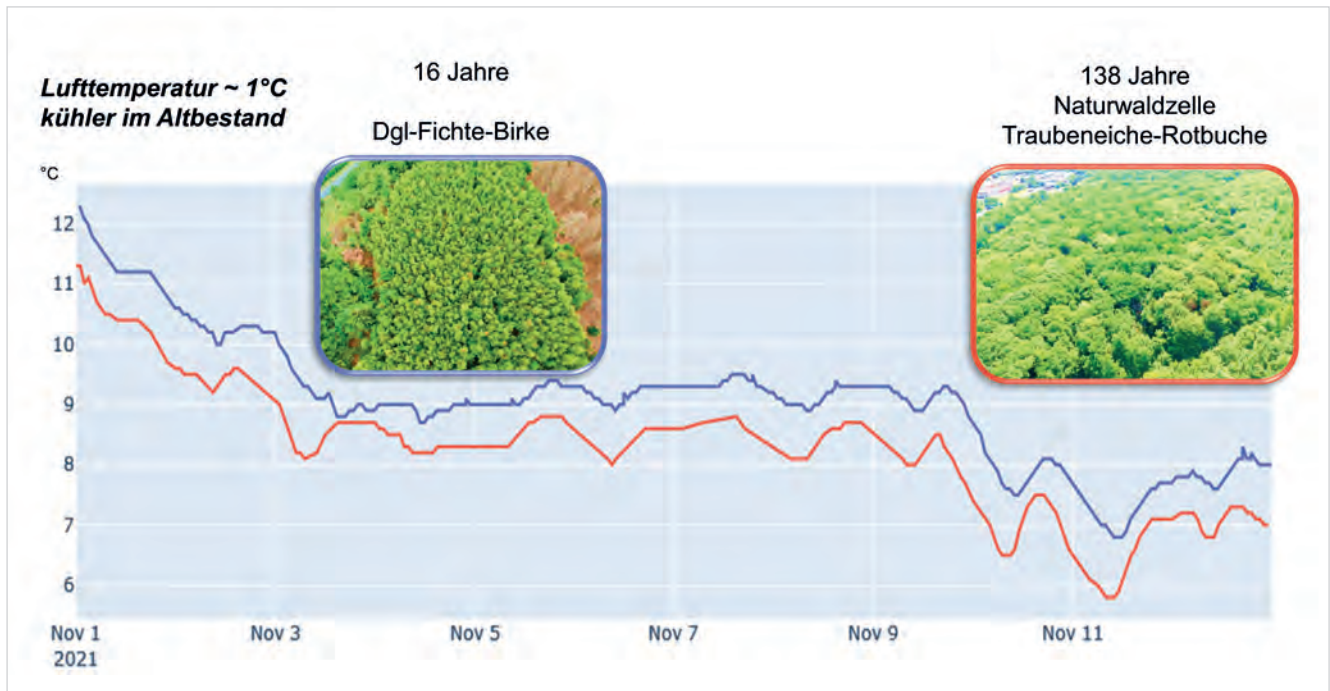


Abb. 5: Lufttemperatur: Gegenüberstellung Douglasien-Fichten-Birken-Mischbestand, 16 Jahre (blaue Linie), mit dem Traubeneichen-Rotbuchen-Mischbestand in der Naturwaldzelle, 138 Jahre (rote Linie)

Als Projektpartner ist das RIF Institut für Forschung und Transfer e. V. aus Dortmund am KWH4.0 und an Folgeprojekten beteiligt. In dieser Rolle bereitet das RIF die Daten auf und programmiert die Visualisierung von Auswertungen (Abbildung 4 und 5). In Kooperation mit dem Landesbetrieb Wald und Holz NRW –

Zentrum für Wald und Forstwirtschaft – Team Waldbau werden die Daten interpretiert und die Auswertungsoptionen vertieft.

Um die Daten verfügbar zu machen, ist ein webbasiertes Auswertungstool geplant. Mit diesem sollen sich interaktiv die Daten in den Beständen vergleichen lassen.

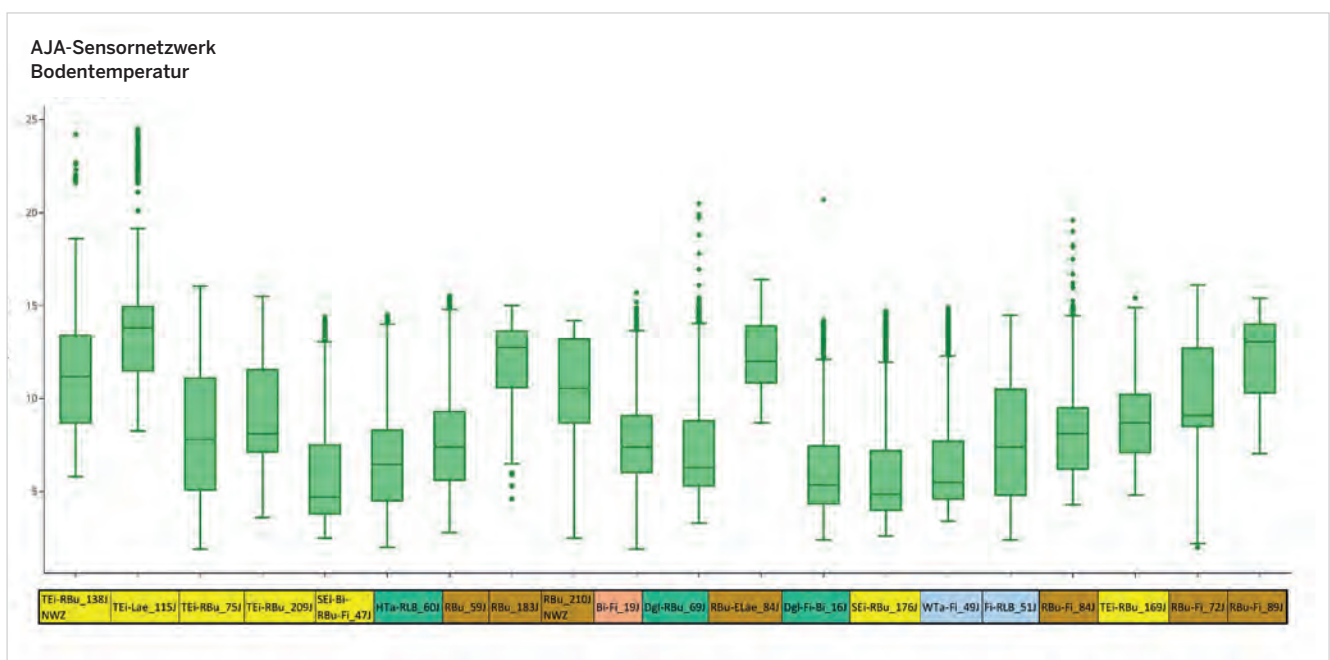


Abb. 6: Bodentemperatur aller Standorte des AJA-Sensornetzwerkes des KWH 4.0 (20.08.2021 bis 08.03.2022)



## Ergebnisse

In der Abbildung 4 ist die Gegenüberstellung der Luft- mit der Bodentemperatur für den 16-jährigen Douglasien-Fichten-Birken-Mischbestand zu sehen. Die Bodentemperatur bewegt sich in diesem Zeitraum zwischen 2 °C und 10 °C und unterschreitet somit nicht die 0 °C. Die Lufttemperatur schwankt im selben Zeitraum zwischen -6 °C bis 15 °C und hat somit eine deutlich höhere Amplitude und Extrema.

Dieser junge Douglasien-Fichten-Birken-Mischbestand (blaue Linie) wird in der Abbildung 5 dem 138-jährigen Traubeneichen-Rotbuchen-Mischbestand in der Naturwaldzelle (rote Linie) gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Lufttemperatur in dem Altbestand Traubeneichen-Rotbuchen-Mischbestand über den betrachteten Zeitraum um ca. 1 °C kühler ist.

Die Bodentemperatur aller Bestände (Abbildung 6) für den Zeitraum vom 20.08.2021 bis zum 08.03.2022 (erste Generation) zeigt, dass die Bodentemperaturen in den Beständen sehr unterschiedlich waren. Die höchste Durchschnittstemperatur weist der 115-jährige Traubeneichen-Lärchen-Mischbestand mit 13,8 °C auf. Die niedrigste Durchschnittstemperatur für den analysierten Zeitraum wurde im 47-jährigen Stieleichen-Birken-Rotbuchen-Fichten-Mischbestand mit 4,7 °C gemessen. In den zwei Naturwaldzellen betrug die Bodentemperatur im Mittel 11 °C.

## Zusammenfassung

Dieser innovative Ansatz, Klima-, Baum- und Biodiversitätsmessdaten zu generieren und zu kombinieren, ermöglicht eine vergleichende Gegenüberstellung verschiedener Bestände: „jung“ vs. „alt“ oder „Laubholz“ vs. „Nadelholz“. Die kontinuierliche Messung von Lufttemperatur und -feuchte, aber auch von Bodentemperatur und -feuchte ermöglicht in Kombination mit Vitalitätsparametern, wie dem Zuwachs, Rückschlüsse über Einflussfaktoren (z. B. Bewirtschaftung/ keine Bewirtschaftung) auf die Resilienz verschiedener Waldtypen.

Die Erfahrungen, die im AJA-Sensornetzwerk des KWH 4.0 gesammelt wurden und werden, können dabei helfen, weitere Messungen in Waldbeständen in NRW zu forcieren.

### \*Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0

Das Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 (KWH4.0) überträgt Konzepte aus dem Bereich Industrie 4.0 auf die Forst- und Holzwirtschaft. Maschinen und Geräte werden zu intelligenten und dezentral agierenden Komponenten. Mit neuen Diensten verknüpft, unterstützen sie Menschen im Cluster. So lassen sich Wertschöpfungsnetzwerke optimieren und neue Geschäftsmodelle entwickeln – auch, um aktuellen Herausforderungen aus Ökologie, Ökonomie und dem Klimawandel nachhaltig zu begegnen.

Das KWH4.0 bündelt dazu Kompetenzen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung. Es ist Grundlage für eine Vielzahl von aktuellen nationalen und internationalen Forschungsprojekten: DigiKomForst, S3I-X, SmartForest und Waldboden 4.0. Das zugehörige Forschungsprojekt wurde aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen gefördert.

Mehr Informationen auf: [www.kwh40.de](http://www.kwh40.de)

## Drohnen-Einsatz in der Praxis und Forschung

Christin Carl, Mathias Niesar, André Liefertz, Amadeus Bewer und Jan Zimmermanns

Neue Technologien gewinnen im Zuge der Digitalisierung und Datengenerierung zunehmend an Bedeutung. Dabei unterstützen Luftbilder von Satelliten, Flugzeugen und Drohnen schon heute zahlreiche Behörden und Unternehmen. Hochauflösende Luftbilder werden vor allem im Zuge detaillierter Flächenplanungen zum Beispiel der Wiederbewaldungsplanung oder der Erfassung von Schutzgebieten immer bedeutender. Der Einsatz der Drohnentechnik in der forstlichen Praxis und Forschung ist vielfältig und wird im Folgenden thematisiert.

### Drohnen: Daten und Einsatzbereiche

Mit Hilfe der Drohne sind Einzelfotos oder auch Videos generierbar (Abb. 1). So können verschiedene Ereignisse oder auch Gegebenheiten dokumentiert werden. Die Einzelbilder können Farbbilder (RGB) sein oder beispielsweise auch Multispektral- oder Thermalbilder. Vor allem in der Forschung gewinnen die Thermal- und Multispektralbilder zunehmend an Bedeutung. Aus den Einzelbildern können zudem Orthofotos generiert werden, wenn mit Hilfe einer Flugplanungssoftware mit einer Überlappung über 70 % geflogen wird. Diese Orthofotos sind hochauflösend und georeferenziert. Je nach GPS-Empfang oder RTK-Verfügbarkeit (Einbindung von Mobilfunk-Diensten) kann die Lagegenauigkeit verbessert werden.

Diese Orthofotos können im ForstGIS Online integriert werden und somit für die detaillierte Planung der Flächen von den Forstbetriebsbezirks-Leitenden (FBB) verwendet werden (Abb. 2).

Bei diesem Prozess koordiniert beispielsweise der FBB-Leitende die Flächenauswahl und den Flug. Die übermittelten Daten werden im Zentrum für Wald und Holzwirtschaft – Team Wald- und Klimaschutz – zusammengefügt und die hochauflösenden, georeferenzierten Orthofotos von der IT-Geodateneinsatz im ForstGIS Online eingestellt, sodass der FBB-Leitende die Daten für eine detaillierte Planung und Dokumentation ins ForstGIS Online hinzuladen kann.

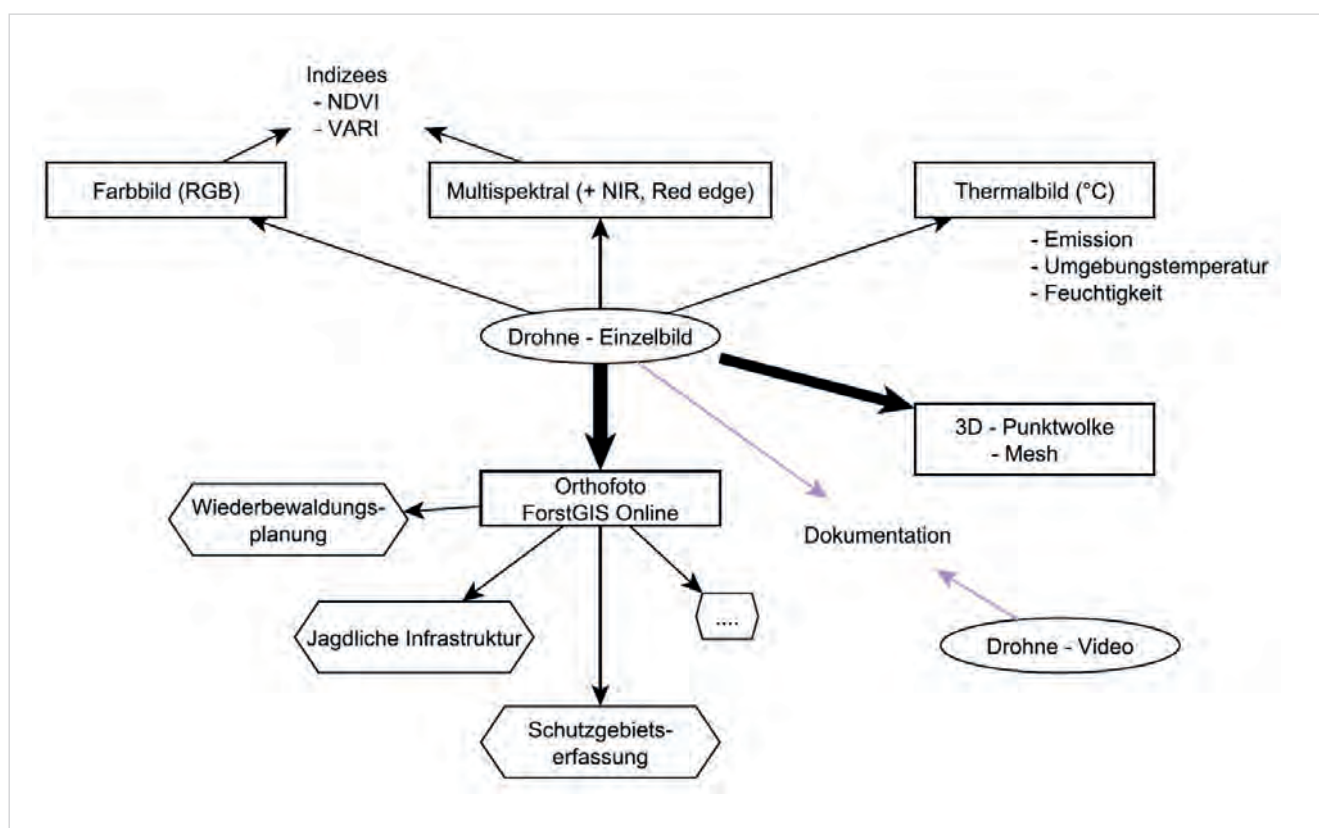


Abb. 1: Drohnen- und potenzielle Anwendungsbereiche bei Wald und Holz NRW in der Praxis und Forschung



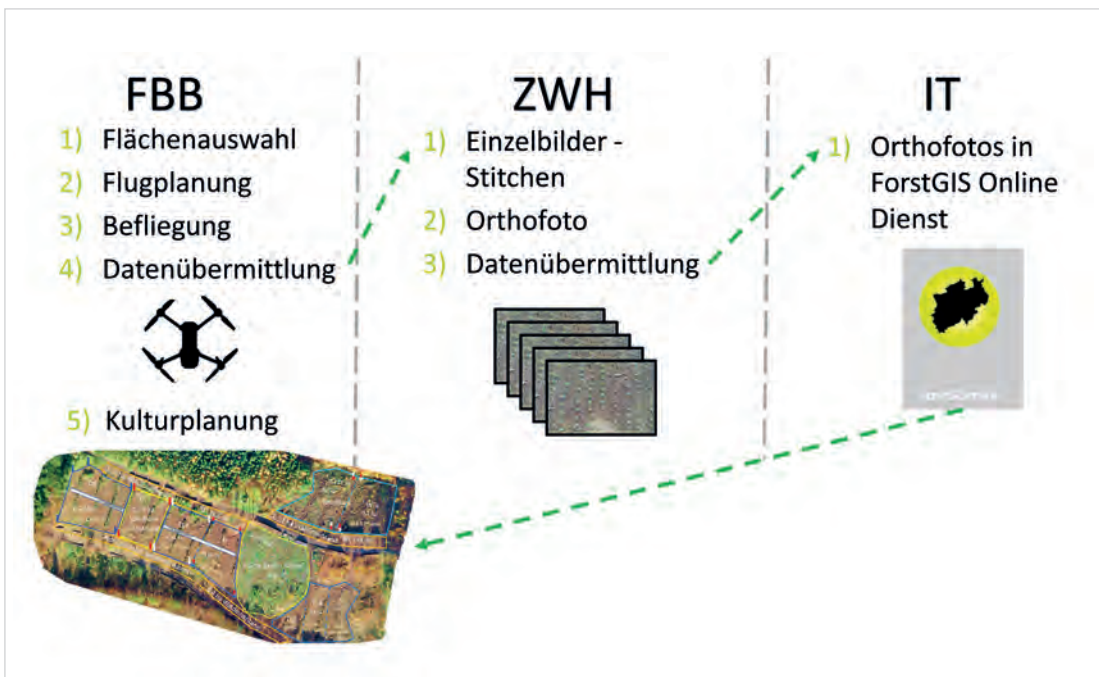


Abb. 2: Potenzieller Workflow: Kulturplanung mit Hilfe hochauflösender Drohnen-Orthofotos, FBB – Forstbetriebsbezirk, ZWH – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft, IT – Informationstechnologie

Neben der Kulturplanung ist auch die Planung der jagdlichen Infrastruktur für die kommenden Jahre essentiell, dazu zeigt die Abb. 3 ein Beispiel: Kombination Planung, Wiederbewaldung und jagdliche Infrastruktur. Detaillierte Luftbilder ermöglichen viele weitere Einsatzbereiche im Wald: Schutzgebietserfassung, Waldbranddokumentation und -entwicklung etc.

Neben den Orthofotos können auch 3D-Punktwolken generiert und daraus digitale Oberflächenmodelle (sogenannte Meshs) erzeugt werden (Abb. 4), sodass die Oberflächen des „virtuellen“ Waldes sichtbar werden. Die Analyse von 3D-Modellen kann dabei helfen, Baumbestände zu erfassen, um Daten über Höhe, Anzahl sowie Deckungsgrad zu generieren.

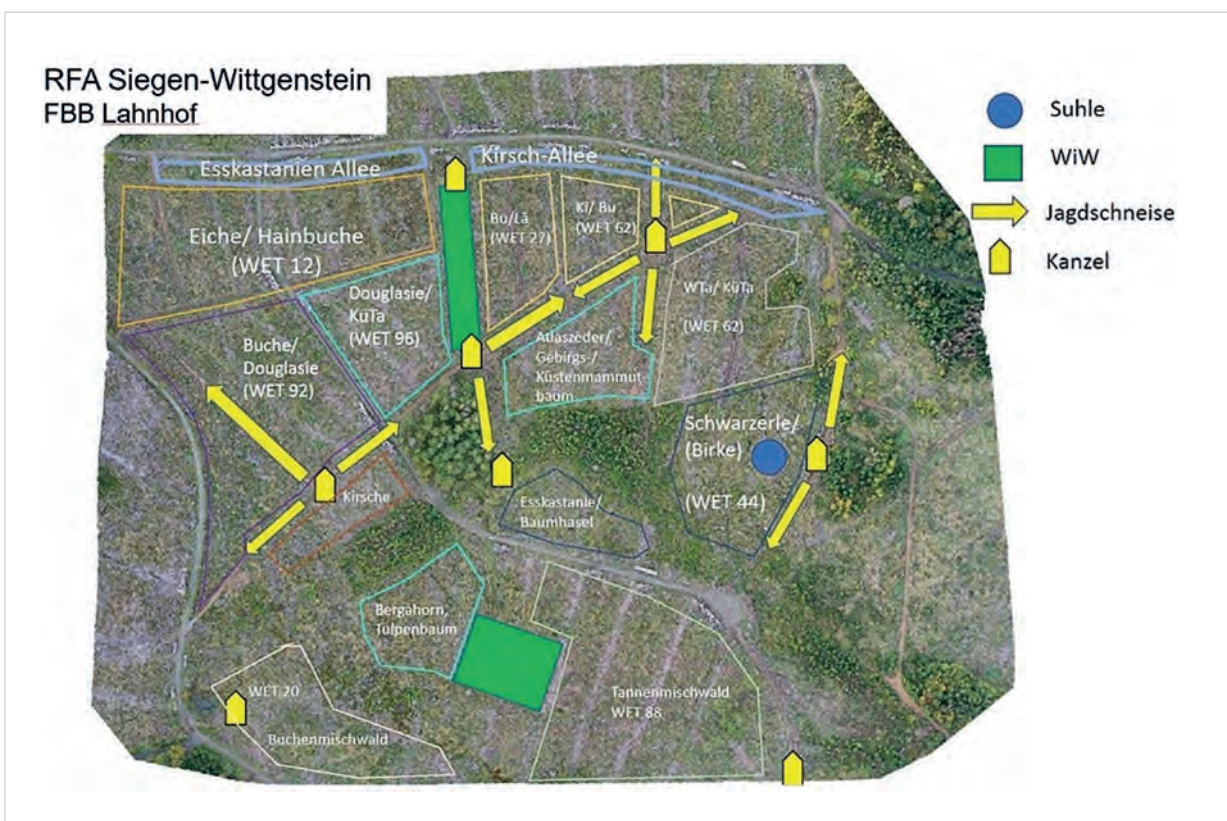


Abb. 3: Beispiel Planung, Wiederbewaldung und jagdliche Infrastruktur, RFA Siegen-Wittgenstein, FBB Lahnhof

Durch die Trockenheit der letzten vier Jahre tritt die Waldvitalitätsanalyse zunehmend in den Fokus. Daher fokussiert sich das Team Wald- und Klimaschutz des ZWH auf die Datenerfassung via Multispektralkamera und der Berechnung von Vitalitätsindizes wie dem „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI, Abb. 5).

Die vitalen Bereiche mit einem hohen Anteil an Chlorophyll – und somit Blattmasse – sind dunkelgrün; je weniger Pflanzenmaterial vorhanden ist, desto hellgrüner bis rötlicher werden die entsprechenden Bereiche (Abb. 5).

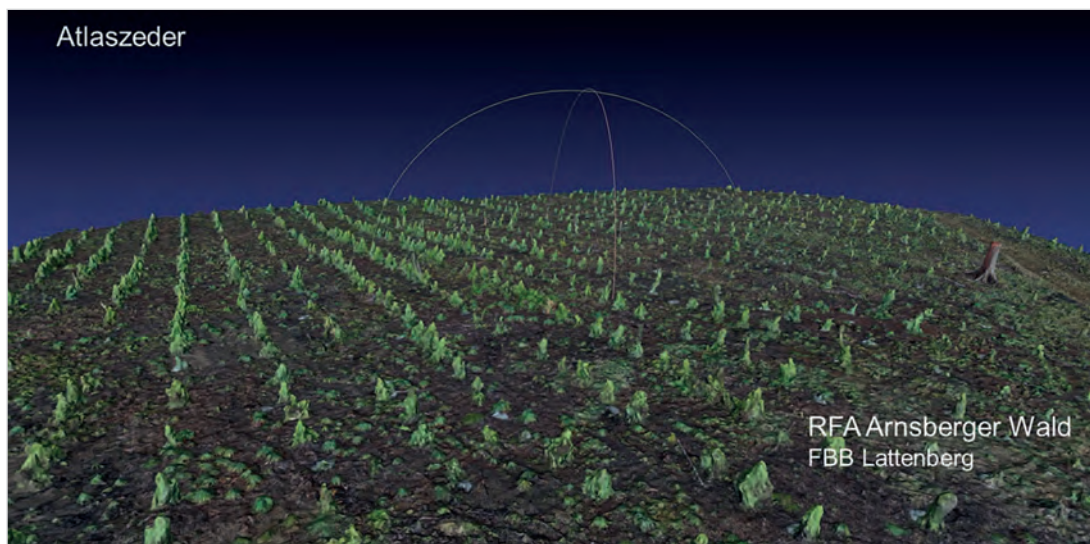


Abb. 4: Mesh einer Versuchsfläche mit Atlaszeder im RFA Arnsberger Wald, FBB Lattenberg

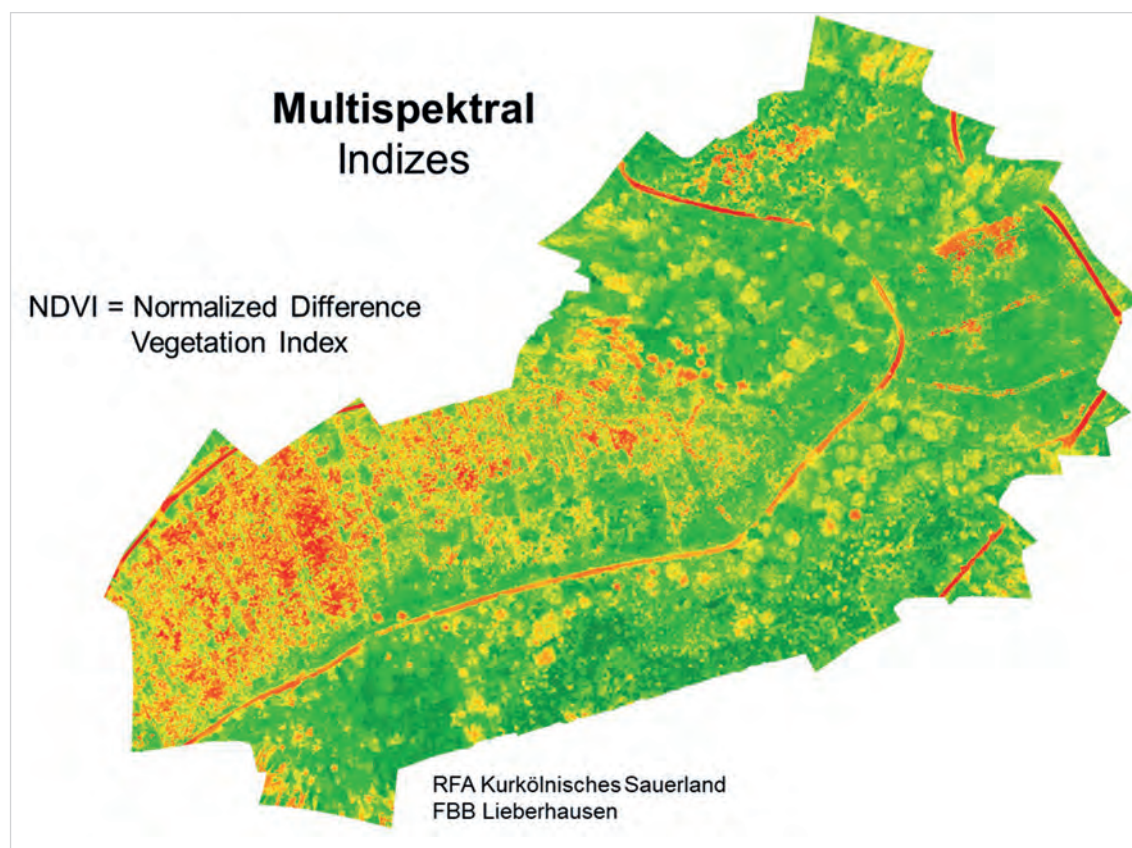


Abb. 5: Vegetationsindex (NDVI) im RFA Kurkölnisches Sauerland, FBB Lieberhausen



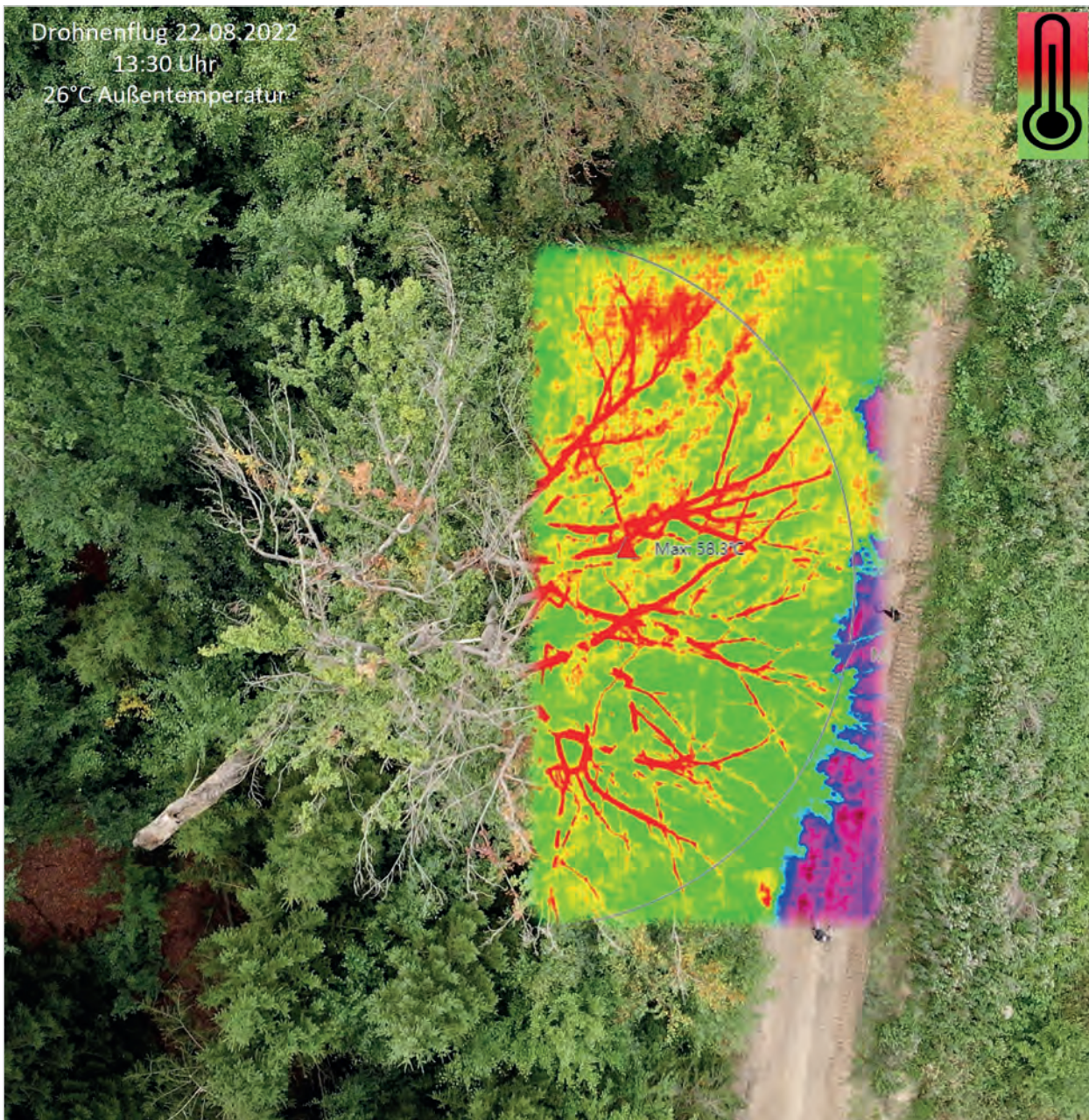


Abb. 6: Luftbild Buchenkrone – Farbbild kombiniert mit einem Wärmebild, RFA Kurkölnisches Sauerland, FBB Lieberhausen

Neben dem NDVI ist auch die Auswertung der Wärmebilder für die Analyse der Baumvitalität und des Stresspotenzials von enormer Bedeutung. In einer Vorstudie konnten im Team Wald- und Klimaschutz erste Erkenntnisse gesammelt werden (Abb. 6). Es zeigt sich, dass sich das Stresspotenzial für die umliegenden Kronenbereiche und Blätter erhöht, wenn erste Astpartien frei liegen und nicht mehr durch Blätter geschützt werden. Der Trockenstress potenziert sich, je mehr Blattmasse und somit Transpirationsleistung = Kühlung in den Sommermonaten verloren geht.

## Zusammenfassung

In diesem Artikel wird das Einsatzspektrum der Drohnentechnologie beim Landesbetrieb Wald und Holz NRW aufgezeigt. Erste Vorversuche und Tests zeigen das Potenzial und die Möglichkeiten auf: in der Praxis vor allem im Bereich der Dokumentation, Planung und Analyse und in der Forschung bei der Erlangung neuer Daten und Erkenntnisse. Die Drohnentechnik dient als Unterstützung zu den vorhandenen Werkzeugen.



## Vitalitätsmonitoring mit Klimamessstationen

Johannes May und Mathias Niesar

Zum Ende des Jahres startete die Datenaufnahme von drei Klimamessstationsgruppen auf Fichtenkalamitätsflächen in den Regionalforstämtern Arnsberger Wald und Kurkölnisches Sauerland. Die Messstationen sollen Grundlagendaten liefern und der bislang eher von „Bauchgefühlen“ geprägten Argumentation zu Totholz im Wald und zur Vorgehensweise auf Kalamitätsflächen belastbare Fakten liefern. Untersucht werden das Bestandesinnenklima, die Vegetationsentwicklung und der Wasserhaushalt auf unterschiedlich behandelten Kalamitätsflächen. Das Projekt wird durch Haushaltsmittel des Ministeriums für Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW aus dem Corona-Konjunkturprogramm unterstützt.

### Klimamessstationsgruppen

Jede der drei Klimamessstationsgruppen besteht aus einer Basisstation mit jeweils sechs weiteren Messstationen, sogenannten Satellitenstationen im Umkreis von bis zu 250 Metern. Die Satelliten funken ihre Daten zur Basisstation, wo gebündelt eine Weiterleitung über das Mobilfunknetz in einen Cloudspeicher stattfindet. Die Basisstation befindet sich immer auf einer geräumten Freifläche. Hier werden auch Niederschlags- und Winddaten erhoben. Jede Klimamessstation ist mit Sensoren für Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck sowie einkommender und bodenreflektierter Strahlung ausgestattet. Die Temperaturen werden bodennah (50 cm Höhe) und auf zwei Meter aufgenommen. Außerdem verfügen die Klimamessstationen über Bodensensoren, die Bodentemperatur, Feuchtigkeit und den Bodenwärmestrom in 10 cm und 30 cm aufzeichnen. Die Basisstation misst zusätzlich in 50 cm Tiefe die Bodentemperatur. Die Daten werden permanent aufgezeichnet und im 15-Minuten-Takt von der Basisstation als 15-minütige Mittel-, Minimum- und Maximalwerte übermittelt.

### Standorte

Im Regionalforstamt Arnsberger Wald wurden zwei Klimamessstationsgruppen im Revier Hirschberg (ca. 300 m über NN) eingerichtet. Ein Aufbau befindet sich auf einer geräumten Kalamitätsfläche und zwischen teils umgefallenen Dürrständern, jeweils mit Hanggradien-



Abb. 1: Klimamessstation auf Fläche mit liegendem und stehendem Totholz im Arnsberger Wald



ten. Die zweite Untersuchungsfläche liegt auf Teilflächen des SUPERB-Projekts<sup>1</sup> mit einem Spektrum von

- geräumten Sukzessionsflächen,
- Flächen mit abgestorbenem, liegendem mittlerem bis starkem Fichtenbaumholz,
- einer Fläche unter Schirm in einem alten Douglasienbestand, bis hin zu
- Wiederaufforstungsflächen mit Baumarten der Waldentwicklungstypen 12<sup>2</sup>, 21<sup>3</sup> und 40<sup>4</sup> aus dem SUPERB-Projekt, die im Frühjahr 2023 bepflanzt werden.

Im Regionalforstamt Kurkölnisches Sauerland, Forstbetriebsbezirk Einsiedelei (550 m über NN), sind Klimamessstationen auf Kalamitätsflächen mit folgenden Ausprägungen installiert:

- geräumte Kahlfläche,
- Flächen mit höheren Stubben (60-80 cm),
- Flächen mit Hochstubben (4 m),
- Flächen mit Dürrständern inkl. Flächen im Schlagschatten der Dürrständer.

Geplant ist außerdem ein Aufbau in einem simulierten Windwurf und unter Hochstubben mit liegengelassenem Kronenmaterial.

Alle Flächen werden sich ausschließlich über Sukzession wiederbewalden. In unmittelbarer Umgebung befindet sich eine große Zahl unterschiedlichster Samenmutterbäume.

Diese vielzähligen, diversen Flächen werden in den kommenden Jahren wertvolle Daten darüber liefern, wie sich stehendes und liegendes Totholz und andere Behandlungskonzepte von Kalamitätsflächen auf bepflanzte und der Naturverjüngung überlassenen Bestände auswirken, und wie sich deren Wasserhaushalt und das gesamte Mikroklima entwickeln.

### Erste Daten

Die Klimamessstationen zeichnen seit Anfang Dezember kontinuierlich Daten auf und speichern diese zuverlässig in der Cloud. Ein erster Blick auf die Daten zeigt bereits bemerkenswerte Unterschiede. Bei einer Gegenüberstellung aller aufgezeichneten Bodentemperaturwerte in 30 Zentimeter Tiefe auf Plot 2 beispielsweise zeichnen sich Temperaturunterschiede von maximal 5,4 °C ab. Die Tiefstwerte werden hier in Tallage erreicht und die Höchstwerte auf Station zehn unter Schirm.

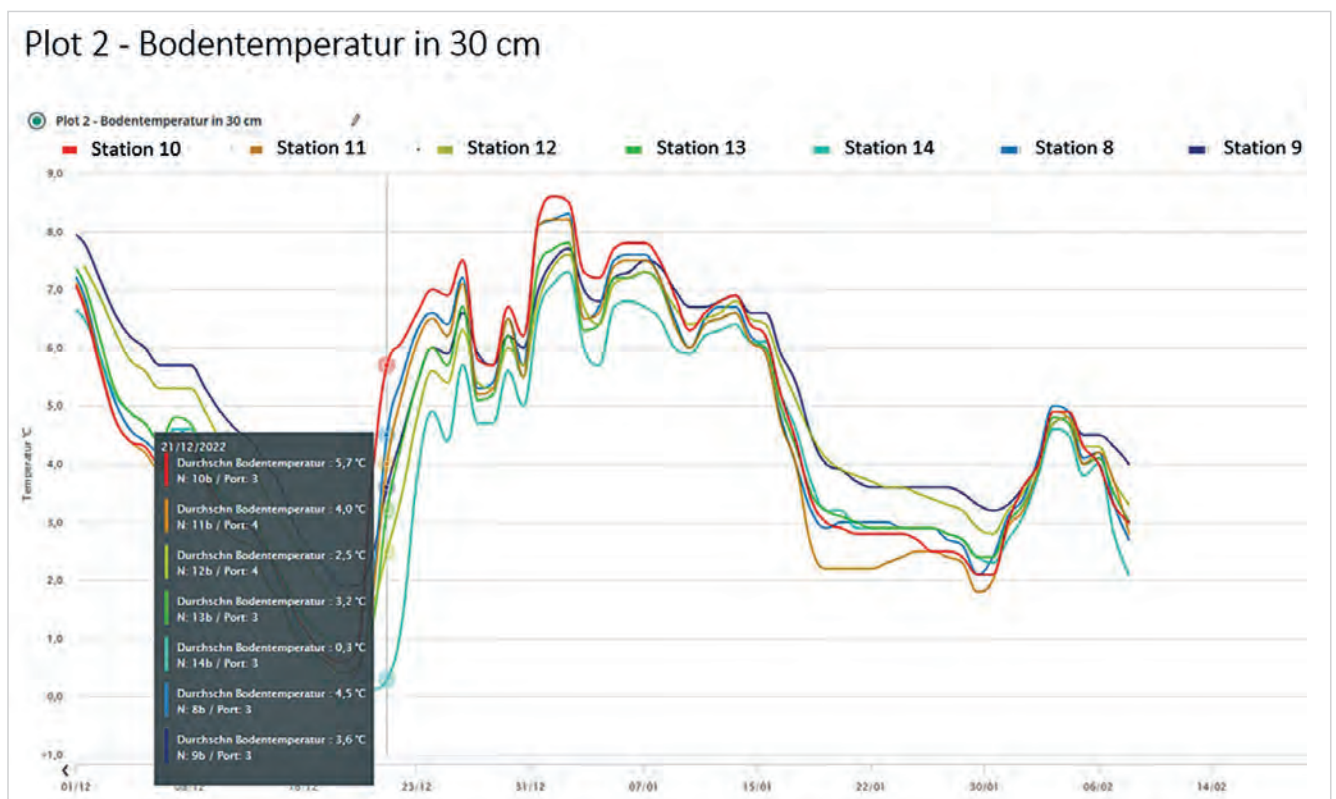


Abb. 2: Aufgezeichnete Bodentemperaturwerte in 30 Zentimeter Tiefe (Plot 2)

1 SUPERB: Systematische Lösungen zur Hochskalierung der Wiederherstellung von Ökosystemen in Wäldern mit Bezug auf Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen.  
 2 Waldentwicklungstyp 12: Traubeneiche – Buche.  
 3 Waldentwicklungstyp 21: Buche – Roteiche.  
 4 Waldentwicklungstyp 40: Schwarzerle.

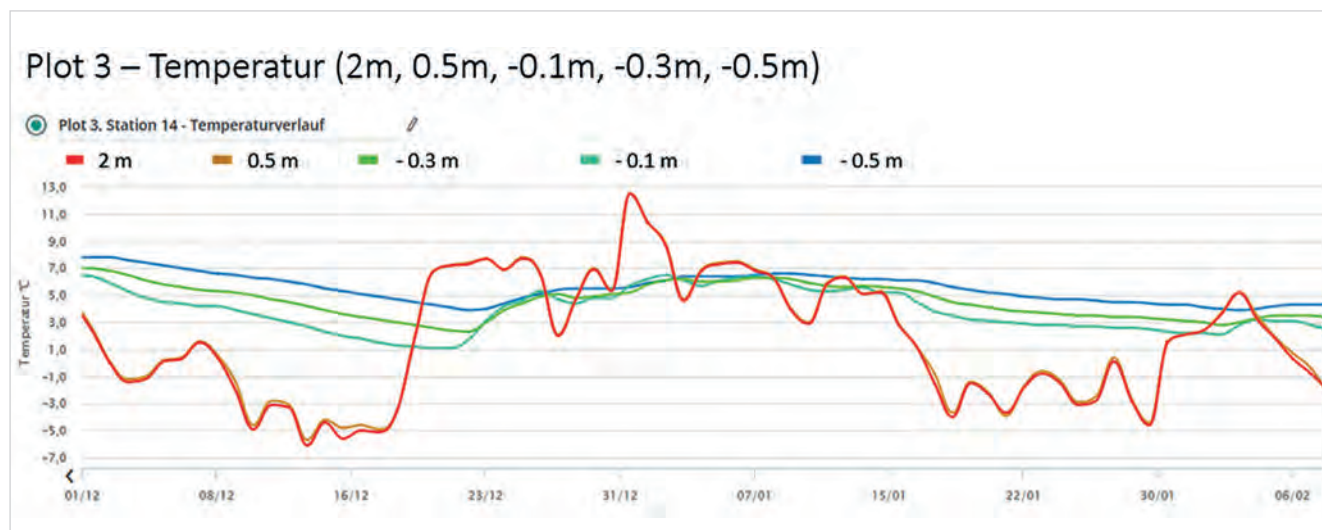


Abb. 3: Aufgezeichnete Bodentemperaturwerte in unterschiedlichen Höhen bis hinein ins Erdreich (Plot 3)

Allerdings sind auch Unterschiede in Stationen auf gleicher Höhenstufe festzustellen. Station acht steht auf einer Freifläche und Station neun im Totholz, und selbst hier betragen die Temperaturunterschiede noch 0,9 °C. Es stellt sich die Frage, welchen Einfluss die auf dieser SUPERB-Fläche gepflanzten Eichen und Buchen in Zukunft haben werden.

Betrachtet man auf einer einzigen Basisstation die Temperaturen in unterschiedlichen Höhen bis hinein ins Erdreich, wird deutlich, dass bereits ab 10 cm Tiefe an kalten Tagen noch

Temperaturen von über 0 °C vorliegen, selbst wenn die Lufttemperatur bereits zwei Wochen weit unter dem Gefrierpunkt liegt.

In Zukunft werden die aufgezeichneten Daten der Klimamessstationen quartalsweise ausgewertet und miteinander verglichen. Außerdem werden die Flächen mit Multispektral- und Thermalsensoren regelmäßig von der Drohne erfasst. Das stehende und liegende Totholz sollen vollständig kartiert werden. Zudem wird ein Vitalitätsmonitoring der Naturverjüngung und Begleitvegetation stattfinden.



# ÖKOPROFIT-KONVOI der Landesverwaltungen 2021/2022

## Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen Landesverwaltung bis 2030

Tom Hovestädt, Tanja Breu-Knaup, Wiebke Theisinger und Mathias Niesar

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MULNV) bot das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) einen ÖKOPROFIT-Konvoi für Einrichtungen der Landesverwaltung an. Die Zentrale des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen nahm daran teil und wurde als geprüfte und zertifizierte ÖKOPROFIT®-Einrichtung ausgezeichnet.



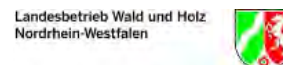
### Was genau verbirgt sich hinter „ÖKOPROFIT“?

Ziel des Konvois war es, Einrichtungen der Landesverwaltung bei den ersten systematischen Schritten zur Verbesserung der betrieblichen Umwelt- und Klimaschutzleistungen zu unterstützen. Dazu gehört auch, den Erfahrungsaustausch innerhalb der Landeseinrichtung zu fördern, um Synergieeffekte erkennen und nutzen zu können. Die kostenfreie Teilnahme beinhaltete ein umfangreiches Beratungsangebot für die teilnehmenden Einrichtungen und begleitete sie so auf dem Weg zu einer ÖKOPROFIT-Zertifizierung. Das Programm dauerte zwölf Monate und wurde im Zeitraum Herbst 2021 bis Herbst 2022 durchgeführt. Wald und Holz NRW nahm mit dem Standort „Zentrale Münster“ teil.



### Warum nahm Wald und Holz am ÖKOPROFIT-Konvoi teil?

Durch die angestrebte Auszeichnung als ÖKOPROFIT Betrieb möchte Wald und Holz NRW das Bewusstsein aller Mitarbeitenden für das Thema Umweltmanagement stärken. Durch die Teilnahme können die betrieblichen Hauptverbraucher identifiziert, Einsparpotenziale aufgezeigt und genutzt sowie letztlich auch Synergieeffekte zur ISO 14001 Zertifizierung und anderen erschlossen werden.



## Wald und Holz NRW

ÖKOPROFIT®-Konvoi 2021/2022

### Unser Umweltprogramm

Maßnahme	Investition	Jährliche Einsparung bzw. Nutzen					Termin
		Kosten	CO <sub>2</sub>	Energie	Abfall	Wasser	
Umstellung auf zertifizierten Ökostrom	noch nicht beziffert	0 €	0 t	0 kWh	0 t	0 m <sup>3</sup>	erledigt
Installation einer Photovoltaikanlage	150.000 €	15.400 €	0 t	0 kWh	0 t	0 m <sup>3</sup>	in Bearbeitung 2023
Optimierung des Fuhrparkmanagements (Buchungsmöglichkeiten)	0 €	-	Angebot der Buchung auch von Fahrgemeinschaften dadurch weitere Reduzierung des Ressourcenverbrauchs möglich				erledigt
Beschaffung von E-Fahrzeugen für die Straßenflotte (5 Stück)	z.Zt. nicht zu beziffern	1.985 €	0 t	19.200 kWh	0 t	0 m <sup>3</sup>	2023
Online-Durchführung von Audits und Leitungskreis-Besprechungen anstelle Präsenzterminen und Dienstreisen mit den Zielen Zeitersparnis und Ressourcenschonung	0 €	3.340 €	4,1 t	16.533 kWh	0 t	0 m <sup>3</sup>	laufend
Gestaltung eines beschatteten und bepflanzten Aufenthaltsbereichs vor der Teeküche für die Mitarbeiter:innen	1.500 €	-	Möglichkeit auch Draußen Pause zu machen bei guter Aufenthaltsqualität				laufend
Installation eines Trinkwasserspenders für alle Mitarbeiter:innen	noch nicht beziffert	-	Reduzierung von eingekauften Wasserkisten				laufend
<b>Jährliche Einsparung Gesamt</b>		<b>20.725 €</b>	<b>70 t</b>	<b>35.733 kWh</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	

### Über uns

**Wald und Holz NRW**  
 Albrecht-Thaer-Straße 34  
 48147 Münster  
[www.wald-und-holz.nrw.de](http://www.wald-und-holz.nrw.de)

Wald begeistert und fasziniert uns aus den unterschiedlichsten Gründen und dementsprechend breit gefächert sind die Kundschaft und die Themenpalette von Wald und Holz NRW.

Wir arbeiten in einem Bereich, in dem wie in keinem anderen, Tradition in Zukunftsvision übergeht. Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Wald und Holz NRW koordinieren die unterschiedlichsten Ansprüche der Menschen an den Wald und finden realisierbare Lösungen, um das Naturerbe Wald in seiner Gesamtheit langfristig zu schützen, zu nutzen und zu stärken.

18 Millionen Menschen in NRW stehen ca. 935.000 ha Wald gegenüber. In keinem anderen Bundesland ist das Mensch-Wald-Verhältnis so eng wie in Nordrhein-Westfalen.

Wir sagen deshalb Mensch Wald!

### Unser ÖKOPROFIT®-Team

Kontakt:

Tom Hovestädt  
 0251 91797 - 0  
[Tom.hovestaedt\(at\)wald-und-holz.nrw.de](mailto:Tom.hovestaedt(at)wald-und-holz.nrw.de)

„ Eine Teilnahme am ÖKOPROFIT Projekt rückt das Thema Umweltschutz bei Wald und Holz NRW weiter in den Fokus. Im Zuge dieses Projektes konnte das eigene Umweltmanagement durchleuchtet und gleichzeitig neue Kenntnisse gewonnen werden. Durch die erfolgreiche Teilnahme an diesem Projekt werden Ressourcen gespart, Prozesse optimiert und Synergien genutzt. Dabei steht die Bewusstseinsbildung aller Mitarbeitenden im Vordergrund, um zu sensibilisieren und gemeinsam besser zu werden. Ökoprofit ist für Wald und Holz NRW daher ein weiterer Baustein für unsere moderne und nachhaltige Verwaltung.“





## Wie war das Vorgehen?

In einer Standortbegehung wurde zunächst das Gebäude in der Albrecht-Thaer-Straße in Münster zusammen mit dem Vermieter, der Landwirtschaftskammer NRW, mit den Betreuerinnen der Beratungsfirma B.A.U.M. Consult und den Projektbeauftragten von Wald und Holz NRW vom Dach bis zum Keller besichtigt, um anschließend Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Einsparung zu empfehlen.

Eine Befragung der Mitarbeitenden, die ihren Dienstsitz im Gebäude haben, wurde durchgeführt. Der Fragenkatalog beinhaltete Fragen zu Abfall, Wasserverbräuchen, Heiz- und Lüftungsmöglichkeiten und -verhalten, zur Nutzung des Fuhrparks, zum eigenen Anreiseverhalten zum Dienst und last but not least nach eigenen Ideen und Verbesserungsvorschlägen allgemeiner Art. Gerade der letzte Punkt zielt darauf ab, möglichst viele Mitarbeitende mitzunehmen. Somit werden nicht nur ermittelbare und messbare Daten zum Energie- und Ressourcenverbrauch betrachtet, sondern auch eher subjektive Einsparpotenziale erfasst. Letztere zeigen uns ganz konkret klima- und umweltrelevante Einsparmöglichkeiten auf und machen es uns leichter, Veränderungen im Nutzerverhalten zugunsten des Klimas umzusetzen.

In acht Workshops zu den Themen Energie, Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft, Recht und Nachhaltigkeitsmanagement, wurde den Teilnehmenden in sehr praktischen (Haben sie schon etwas vom grünen Warenkorb der Landesverwaltung gehört?) und alltagstauglichen (Muss man zum Händewaschen warmes Wasser nutzen?) Präsentationen bestehende Möglichkeiten aber auch Pflichten an die Hand gegeben.

Diese wurden dann in weiteren Beratungsterminen mit den Mitarbeiterinnen der BAUM Consulting in Bezug zur Einrichtung gestellt und eine Umsetzung der notwendigen und möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Umwelt- und Klimaschutzleistung begonnen.

Mithilfe der bereitgestellten Erfassungsunterlagen wurden die vorhandenen Daten z. B. zum Energieverbrauch, Abfall und Wasser erhoben. Auch erfasst wurden hier Kältemittel in Klimaanlagen und der rechtlich anders zu betrachtende Abfall durch Elektroschrott – hätten sie es gewusst?

## Welche Potenziale wurden entdeckt?

Der größte Einsparschritt für das Gebäude in Münster dürfte die Umstellung auf Ökostrom darstellen. Bisher bezog man über den Vermieter „normalen“ Strom. Durch die Umstellung auf Ökostrom, aus dem Kontingent des BLB, ergibt sich eine unmittelbare Einsparung von 65 t CO<sub>2</sub> – eine Kosteneinsparung in € lässt sich erst zum Ende des Abrechnungszeitraum bilanzieren.

Der Installation einer Photovoltaikanlage konnte bei der ersten Begehung des Gebäudes auf Grund von baulichen Prüfnotwendigkeiten nicht zugestimmt werden. Kurz vor der abschließenden Prüfung stand fest, dass eine entsprechende Anlage nunmehr doch installiert werden kann – die Planungen dafür haben begonnen. Hier haben wir eine Nutzung von ca. 44.000 kWh Eigenstrom pro Jahr in die Berechnung aufnehmen können.

Zusammen mit dem Gebäudesektor liegt das größte Potenzial für Einsparungen im gesamten Landesbetrieb beim Fuhrpark, mit mehr als sechs Millionen landesweit gefahrenen km pro Jahr. Hier können durch die zeitnahe Anschaffung von fünf E-Fahrzeugen für den Standort Münster und den damit verbundenen Austausch von Dieselfahrzeugen fast 20.000 kWh im Jahr eingespart werden.

Ebenfalls eine nicht zu unterschätzende Einsparung kann durch die Onlinedurchführung von Audits und Besprechungen erreicht werden. Der hier ermittelte Wert liegt bei ca. 1.600 Liter Diesel und damit bei etwa 16.500 kWh, was rund 4,1 t CO<sub>2</sub> entspricht.

Nicht zu vergessen sind die eher subjektiven Aspekte. Mit der Gestaltung eines „grünen“ Aufenthaltsbereichs vor der Teeküche und eines Trinkwasserspenders soll das Klimabewusstsein der Mitarbeitenden gefördert und positiv gestärkt werden.

Vielleicht wird auch das geplante Projekt zur Anlage eines Blühstreifens vor dem Gebäude, z. B. in einer Mitmachaktion, die Mitarbeitenden zum Thema Klimaschutz weiter sensibilisieren.

## Was können wir alle beitragen?

Die entscheidenden Erkenntnisse aus dem Projekt: Dem Klima wirklich helfen kann nur eine tatsächliche Einsparung von Ressourcen, Energie, Wasser, sowie die Vermeidung von Müll. Das häufig angewendete „Schönrechnen“ hilft dem Klima deutlich weniger. Das ÖKOPROFIT-Projekt will genau hier ansetzen und Möglichkeiten aufzeigen, welche Einsparoptionen im Behördenalltag vorhanden und umsetzbar sind.

## Wie geht es weiter?

Für den im Herbst 2022 gestarteten 2. ÖKOPROFIT-Konvoi hat das Regionalforstamt Arnsberger Wald die Initiative zur Teilnahme ergriffen. Darauf aufbauend ist in absehbarer Zeit geplant, einen Wald und Holz-ÖKOPROFIT-Konvoi mit allen Regionalforstämtern zu starten, um so gemeinsam das Ziel klimaneutraler Landesverwaltung 2030 erreichen zu können.



**Eine Teilnahme am ÖKOPROFIT-Projekt rückt das Thema Umweltschutz bei Wald und Holz NRW weiter in den Fokus. Im Zuge dieses Projektes konnten das eigene Umweltmanagement durchleuchtet und gleichzeitig neue Kenntnisse gewonnen werden.**

**Durch die erfolgreiche Teilnahme an diesem Projekt werden Ressourcen gespart, Prozesse optimiert und Synergien genutzt. Dabei steht die Bewusstseinsbildung aller Mitarbeitenden im Vordergrund, um zu sensibilisieren und gemeinsam besser zu werden.**

**ÖKOPROFIT ist für Wald und Holz NRW daher ein weiterer Baustein für unsere moderne und nachhaltige Verwaltung.**







## Verzeichnis der Autorinnen und Autoren

### Niklas Benteler

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Team Holzwirtschaft  
 SG 34 Holzwirtschaftliche Forschung  
 +49 2931 7866 466  
 Niklas.Benteler@wald-und-holz.nrw.de

### Ferréol Berendt

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde  
 Waldcampus  
 Forschungsprojekt Intelliway  
 + 49 3334 657 495  
 Ferreol.Berendt@hnee.de

### Amadeus Bewer

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Leiter Team Waldbau  
 +49 2931 7866 421  
 Amadeus.Bewer@wald-und-holz.nrw.de

### Sebastian Blömeke

RIF Institut für Forschung und Transfer e.V., Dortmund  
 Infrastrukturprojekt „Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0“  
 +49 231 9700-781  
 sebastian.bloemeke@rt.rif-ev.de  
 info@kwh40.de

### Andreas Böhm

RIF Institut für Forschung und Transfer e.V., Dortmund  
 Infrastrukturprojekt „Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0“  
 +49 231 9700-781  
 Andreas.boehm@rt.rif-ev.de  
 info@kwh40.de

### Dr. Lorenz Breinig

Georg-August-Universität Göttingen  
 Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie  
 Abt. Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie  
 +49 551 39 23578  
 Lorenz.breinig@uni-goettingen.de

### Tanja Breu-Knaup

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Team Wald- und Klimaschutz  
 SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
 +49 2504 9844933  
 Tanja.Breu-Knaup@wald-und-holz.nrw.de

### Dr. Christin Carl

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Team Wald- und Klimaschutz  
 SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
 +49 2931 7866 452  
 Christin.Carl@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

### Jana Melanie Hanke

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Team Waldbau  
 SG 51 Waldbau / Waldökologie / Klimaanpassung  
 SG 53 Waldwachstumskunde  
 +49 2931 7866 419  
 Jana.Hanke@wald-und-holz.nrw.de

### Frank Heinze

RIF Institut für Forschung und Transfer e.V., Dortmund  
 Projektkoordinator Infrastrukturprojekt „Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0“  
 +49 231 9700-781  
 frank.heinze@rt.rif-ev.de  
 info@kwh40.de

### Tom Hovestädt

Wald und Holz NRW  
 Stabsstelle Qualitäts-, Umwelt- und Arbeitssicherheitsmanagement  
 +49 251 91797 227  
 Tom.Hovestaedt@wald-und-holz.nrw.de

### Marion Jacoby

Wald und Holz NRW  
 FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
 Team Wald- und Klimaschutz  
 SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
 SG 62 Phytosanitäre Dienste/Pflanzengesundheitsdienst  
 +49 2931 7866 453  
 Marion.Jacoby@wald-und-holz.nrw.de



**Thorsten Kaderbach**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Holzwirtschaft  
SG 32 Holzverwendung/Holzbau  
+49 2931 7866 464  
Thorsten.Kaderbach@wald-und-holz.nrw.de

**Thomas Kämmerling**

Leiter Wald und Holz NRW  
+49 251 91797 207  
Thomas.Kaemmerling@wald-und-holz.nrw.de

**Chris Kenter**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 52 Forstgenetik/-vermehrungsgut  
+49 2931 7866 427  
Chris.Kenter@wald-und-holz.nrw.de

**Johannes Kuhlmann**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald- und Klimaschutz  
SG 62 Phytosanitäre Dienste/Pflanzengesundheitsdienst  
+49 2332 5543882  
Johannes.Kuhlmann@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- und Klimaschutz  
SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
+49 2931 7866 455  
Andre.Liefertz@wald-und-holz.nrw.de

**Sandra Machalica**

Wald und Holz NRW  
Zentrale FB I – Zentrale Dienste  
IT/Geodateneinsatz  
+49 251 91797 218  
Sandra.Machalica@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

**Karin Müller**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Waldbau  
SG 52 Forstgenetik/-vermehrungsgut  
+49 2931 7866 428  
Karin.Mueller@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Mathias Niesar**

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

**Lars Niggemann**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Zentrale Dienste  
SG 11 Verwaltung  
+49 2931 7866 339  
Lars.Niggemann@wald-und-holz.nrw.de

**Yannick Prümers**

Wald und Holz NRW  
Regionalforstamt Märkisches Sauerland  
Revierassistenz  
+49 2351 1539 39  
Yannick.Pruemers@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Marian Schönauer**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Forstliches Bildungszentrum  
SG 24 Forsttechnik, KWH 4.0  
+49 2931 7866 300  
Thilo.Wagner@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

**Lukas Sieberth**

Wald und Holz NRW  
FB III – Privat- und Körperschaftswald  
Gemeinschaftswald  
+49 251 91797 273  
Lukas.Sieberth@wald-und-holz.nrw.de

**Lisa Stange**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald- und Klimaschutz  
SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
+49 2931 7866 218  
Lisa.Stange@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- und Klimaschutz  
SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
+49 2931 7866 190  
Ole.Theisinger@wald-und-holz.nrw.de

**Dr. Wiebke Theisinger**

Wald und Holz NRW  
FB V – Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Wald- und Klimaschutz  
SG 61 Biotischer/Abiotischer Waldschutz, Pflanzenschutzdienst  
+49 2931 7866 189  
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

**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

**Jan Zimmermanns**

Wald und Holz NRW  
Regionalforstamt Siegen-Wittgenstein  
Stellvertretender Leiter  
+49 2733 8944 14  
Jan.Zimmermanns@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  
FB V - Zentrum für Wald und Holzwirtschaft  
Team Zentrale Dienste  
SG 13 Veröffentlichungen/Forstl. Dokumentationsstelle

## Bildnachweis

Niklas Benteler (S. 32-35); Andreas Böhm (S. 95); Marlene Bömer (S. 18), Lorenz Breinig (S. 25-28); FBZ / Ferréol Berendt (S. 22); Christin Carl (S. 63-67, 96 oben, 97 unten, 99-102); Rosa Castañeda (S. 83 unten); T. Funder (S. 68); Norbert Geisthoff (S. 93 unten); Jana Melanie Hanke (S. 54); Jana Melanie Hanke, Leon Dijks / Wald und Holz NRW (S. 51); Integrate Secretariat (S. 57); Marion Jacoby (S. 69, 70); Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 / Wald und Holz NRW (S. 94); Kompetenzzentrum Wald und Holz 4.0 / Christin Carl (S. 96 unten, 97 oben); Johannes Kuhlmann (S. 84, 92); Sandra Machalica (S. 91 oben); Alexander Marx (S. 46); Johannes May (S. 48 oben); Klaus Mischka (S. 107 oben); MLV NRW / Thorsten Mrosek (S. 8 unten); Martina Möller (S. 11, 12); Karin Müller (S. 59); Moritz Münch (S. 4 links, 20); Lars Niggemann (S. 10, 13); PK-Media Consulting GmbH / Wald und Holz NRW (S. 8 Mitte rechts, 36-43, 89, 90, 91 Mitte); Gesche Schifferdecker (S. 83 oben); Catharina Schmidt (S. 48 unten, 103); Marian Schönauer (S. 30, 31); Bernward Selter (S. 8 Mitte links, 16, 17, 50); Lukas Sieberth (S. 86, 87); Lisa Sihlberg (S. 49); Caroline Stiehl (Titel, S. 15, 55, 57 oben rechts und unten); Norbert Tennhoff (S. 56); Ole Theisinger (S. 72-76, 77 Mitte); Wiebke Theisinger (S. 77 Mitte, 79-82); Wald und Holz NRW (S. 4 rechts, 85, 91 unten, 107 unten); Wald und Holz NRW / Imago Images / blickwinkel (S. 88); Wald und Holz NRW / Schutzgemeinschaft Deutscher Wald NRW (S. 19 rechts); Wald und Holz NRW / ZWH Team Wald- und Klimaschutz (S. 93 oben); Imago Marcus Wildelau (S. 14); Marius Zimmermann (S. 59, 61); ZWH, Bildarchiv FoDoS (S. 19 links).

## Gestaltung

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

## Herstellung

XPrint Medienproduktion, Aachen

## Stand

April 2023



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

