



Forstwissenschaftliche Tagung vom 11. - 13. September 2023 in Dresden



Wald- und Holzforschung
zwischen Klimawandel, Bioökonomie
und gesellschaftlichen Umbrüchen

Forstwissenschaftliche Tagung 2023 in Dresden

Wald- und Holzforschung zwischen Klimawandel, Bioökonomie und gesellschaftlichen Umbrüchen

Herausgeber:

**Fachrichtung Forstwissenschaften an der Fakultät Umweltwissenschaften
der Technischen Universität Dresden**

01062 Dresden

Redaktion:

**Prof. Dr. Norbert Weber
Josephine Köhler, M.Sc.**

Gestaltung & Layout:

Jacob Riedel

Firma EventClass

DOI:

<https://doi.org/10.25368/2024.36>

URL:

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-906067>

Organisationskomitee

Prof. Dr. Norbert Weber
Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften

Prof. Dr. Jörn Erler
Technische Universität Dresden

Josephine Köhler, M.Sc.
Technische Universität Dresden

Jacob Riedel, studentischer Mitarbeiter
Technische Universität Dresden

Dipl.-Ing. oec. Desdemona Bock
CMD Congress GmbH Dresden

Wissenschaftliches Komitee

Prof. Dr. Norbert Weber
Technische Universität Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften

Prof. Dr. Christian Ammer
Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und
Waldökologie

Prof. Dr. Andreas Bolte
Thünen-Institut für Waldökosysteme und Deutscher Verband Forstlicher
Forschungsanstalten (DVFFA)

Prof. Dr. Thomas Knoke
Technische Universität München, TUM School of Life Sciences

Prof. Dr. Goddert von Oheimb
Technische Universität Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften

Prof. Dr. Thomas Purfürst
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Vorwort



Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe Studierende, liebe Gäste,

im Namen des Organisationskomitees darf ich Sie herzlich zur Forstwissenschaftlichen Tagung 2023 an der Technischen Universität Dresden willkommen heißen.

Traditionell dient die FowiTa vor allem dem persönlichen Erfahrungsaustausch von Wissenschaftler:innen, die sich in ihren Forschungen mit dem Wald und damit verwandten Themenfeldern befassen. Aus diesem Grund haben wir uns entschlossen, nach der digitalen FowiTa 2021 an der TU München und der Aufhebung der Pandemiebedingten Einschränkungen wieder eine Präsenztagung anzubieten. Trotz anfänglicher Unsicherheiten, inwieweit Präsenztagungen in Nach-Corona-Zeiten überhaupt wieder Anklang finden, haben viele Interessierte dieses Angebot angenommen. So können wir dieses Jahr über 150 Vorträge in 42 Sessions und etwa 100 Poster anbieten. In vier Keynotes kommen erfahrene Kolleginnen und Kollegen zu Wort, die einen weiten Bogen von der internationalen Wahrnehmung forstwissenschaftlicher Beiträge aus Deutschland über naturwissenschaftliche Herausforderungen bis hin zur Wissenschaftskommunikation spannen. Die Vielfalt der fachlichen Beiträge spiegelt die Vielfalt der Forstwissenschaften wider – von den behandelten Themen über die beteiligten Disziplinen bis hin zu den Forschungsinstitutionen innerhalb und außerhalb des universitären Umfeldes. Erstmals wird es auch eine Session „Young Speakers“ geben.

Auch bei der FowiTa 2023 wird die Verleihung des Deutschen Forstwissenschaftspreises der Eva Mayr-Stihl Stiftung einen Höhepunkt bilden. Neu ist seit diesem Jahr, dass zusätzlich zum persönlichen Preisgeld in Höhe von 15.000 Euro Fördermittel für ein Forschungsprojekt in Höhe von bis zu 35.000 Euro vergeben werden. Für die musikalische Begleitung konnten wir Sina Neumärker mit ihrer famosen „Red Guitar“ gewinnen.

Die diesjährige Forstwissenschaftliche Tagung insgesamt wird großzügig von der Eva Mayr-Stihl Stiftung unterstützt, wofür wir uns herzlich bedanken. Hervorheben möchte ich auch die Partnerschaft mit dem Staatsbetrieb Sachsenforst und die Beiträge der

Firma Grube. Schließlich bin ich den Kolleginnen und Kollegen des wissenschaftlichen Komitees der vier universitären Forstforschungsstandorte und des Deutschen Verbandes Forstlicher Forschungsanstalten für die Unterstützung bei der Vorbereitung der Tagung dankbar: Prof. Dr. Christian Ammer (Georg-August-Universität Göttingen); Prof. Dr. Andreas Bolte (Thünen-Institut für Waldökosysteme und Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA)); Prof. Dr. Thomas Knoke (Technische Universität München); Prof. Dr. Goddert von Oheimb (Technische Universität Dresden); Prof. Dr. Thomas Purfürst (Albert-Ludwigs-Universität Freiburg).

Angesichts der dramatischen Verschlechterung des Zustands der Wälder in den letzten Jahren und der gleichzeitigen Zunahme von vielfältigen Ansprüchen der Gesellschaft an deren Ökosystemleistungen ist fundierte forstliche Forschung wichtiger denn je. Die Teilnahme an der FowiTa 2023 bietet nicht nur einen Einblick in aktuellste Forschungsarbeiten. Sie ermöglicht auch gute Gespräche mit Gleichgesinnten, die täglich an Lösungen für wissenschaftliche und praktische Herausforderungen rund um den Wald, seinen Schutz und seine Nutzung arbeiten.

An dieser Stelle möchten wir uns schon einmal sehr herzlich bei Ihnen für Ihre Teilnahme und Mitwirkung an der FowiTa bedanken!

Mit den besten Grüßen aus Tharandt

Ihr

Norbert Weber

Für das Organisationskomitee der Forstwissenschaftlichen Tagung 2023

Inhalt

Inhalt	7
Programm	10
11. September 2023	14
BEG Begrüßung	15
K-01 Keynote - Das Selbst und die Anderen - Waldpolitik zwischen Identitäten und Institutionen (Prof. Dr. Daniela Kleinschmit)	19
K-02 Keynote - Forestry's Eduring Debt to German Science (Prof. Dr. William Hyde)	21
V-01 Waldschutz I: Borkenkäfer	23
V-02 Waldwirtschaft und Klimawandel I: Umwelt, Stress, Mortalität ...	30
V-03 Ökologie, Biodiversität, Naturschutz I	39
V-04 Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung I	46
V-05 Forstbotanik I	53
V-06 Waldbau I	61
V-07 Waldschutz II: Borkenkäfer	69
V-08 Waldwirtschaft und Klimawandel II: Waldanpassung, Baumartenwahl	77
V-09 Ökologie, Biodiversität, Naturschutz II	87
V-10 Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung II	96
V-11 Eschen-Session	104
V-12 Waldbau II	116
P 1-3 Poster Session	126
P-1 Management mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt & Sozialwissenschaften	127
P-2 Naturwissenschaften mit Schwerpunkt Waldschutz	142
P-3 Naturwissenschaften 1	159
12. September 2023	180
V-13 Waldschutz III: Krankheiten	181
V-14 Waldwirtschaft im Klimawandel III: Forest Restoration	187
V-15 Fernerkundung I	192

V-16 Forsttechnik, Verfahrenstechnik I	196
V-17 Forstrecht	201
V-18 Forstpolitik, Umweltkommunikation I	205
V-19 Waldschutz IV: Grundsätzliches und Säugetiere	210
V-20 Waldwirtschaft im Klimawandel IV: Klimaschutz, Kohlenstoffsенke, Wasserhaushalt	215
V-21 Fernerkundung II	227
V-22 Forsttechnik, Verfahrenstechnik II	236
V-23 Holzkunde und Verwendung	245
V-24 Forstpolitik, Umweltkommunikation II	255
K-03 Keynote - Über den Wald als chemisches Element (Prof. Dr. Peter Annighöfer)	262
K-04 Keynote - Verschwommene Grenzen: Zur Handhabung und Wirkung wissenschaftlicher Aussagen in öffentlichen Auseinandersetzungen (Prof. Dr. Senja Post)	264
PV Preisverleihung Deutscher Forstwissenschaftspreis	266
13. September 2023	267
P 4-6 Poster Session	268
P-4 Management mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt	269
P-5 Naturwissenschaften mit Schwerpunkt Waldbau	287
P-6 Naturwissenschaften 2	304
V-25 Waldschutz V: Sturm und Waldbrände	328
V-26 Bodenkunde I	334
V-27 Fernerkundung III	341
V-28 Forsttechnik, Verfahrenstechnik III	351
V-29 Forstökonomie I: Ökonomik des Kleinprivatwaldes	361
V-30 Bioökonomie	373
YS-01 Young Speakers	381
YS-02 Young Speakers	383
YS-03 Young Speakers	385

YS-04 Young Speakers	387
YS-05 Young Speakers	389
YS-06 Young Speakers	391
V-31 Waldschutz VI	392
V-32 Bodenkunde II	398
V-33 Fernerkundung IV	404
V-34 Forsttechnik, Verfahrenstechnik IV	411
V-35 Forstökonomie II: Landnutzung und Forsteinrichtung	416
V-36 Wissenschaftskommunikation I	423
V-37 Agroforstsysteme	429
V-39 Waldwachstum	435
V-40 Bioklimatologie und Meteorologie	444
V-41 Forstökonomie III: Klimawandel und Waldschäden	451
V-42 Wissenschaftskommunikation II	459
V-43 Ökologie, Biodiversität, Naturschutz III	466
Register	468
Moderatorenindex	469
Autorenindex	470
Schlagwortindex	479

Programm

Montag, 11. September 2023

 	POT/081H	POT/006H	POT/051H	POT/112H	POT/151H	POT/251H
12:30	Begrüßung					
13:00	K-01: Keynote „Das Selbst und die Anderen“					
13:30	K-02: Keynote „Forestry's Enduring Debt to German Science“					
14:00	Pause					
14:30	V-01: Waldschutz I: Borkenkäfer	V-02: Waldwirtschaft und Klimawandel I: Umwelt, Stress, Mortalität	V-03: Ökologie, Biodiversität, Naturschutz I	V-04: Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung I	V-05: Forstbotanik I	V-06: Waldbau I
16:00	Pause					
16:30	V-07: Waldschutz II: Borkenkäfer	V-08: Waldwirtschaft und Klimawandel II: Waldanpassung, Baumartenwahl	V-09: Ökologie, Biodiversität, Naturschutz II	V-10: Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung II	V-11: Eschen-Session	V-12: Waldbau II
18:30	P 1-3 Postersession					
19:30	Schluss					

Dienstag, 12. September 2023

	POT/081H	POT/006H	POT/051H	POT/112H	POT/151H	POT/251H
9:00	V-13: Waldschutz III: Krankheiten	V-14: Waldwirtschaft im Klimawandel III: Forest Restoration	V-15: Fernerkundung I	V-16: Forsttechnik, Verfahrenstechnik I	V-17: Forstrecht	V-18: Forstpolitik, Umweltkommunikation I
10:00	Pause					
10:30	V-19: Waldschutz IV: Grundsätzliches und Säugetiere	V-20: Waldwirtschaft im Klimawandel IV: Klimaschutz, Kohlenstoffsenke, Wasserhaushalt	V-21: Fernerkundung II	V-22: Forsttechnik, Verfahrenstechnik II	V-23: Holzkunde und Verwendung	V-24: Forstpolitik, Umweltkommunikation II
12:30	Pause					
14:00	K-03: Keynote: „Über den Wald als chemisches Element“					
14:30	K-04: Keynote „Zur Handhabung und Wirkung wissenschaftlicher Aussagen in öffentlichen Auseinandersetzungen“					
15:00	Pause					
15:30	Verleihung Deutscher Forstwissenschaftspreis					
17:30	Schluss					

Mittwoch, 13. September 2023

 	POT/081H	POT/006H	POT/051H	POT/112H	POT/151H	POT/251H
9:00	P 4-6 Postersession					
10:00	Pause					
10:30	V-25: Waldschutz V: Sturm und Waldbrände	V-26: Bodenkunde I	V-27: Fernerkundung III	V-28: Forsttechnik, Verfahrenstechnik III	V-29: Forstökonomie I: Ökonomik des Kleinprivatwaldes	V-30: Bioökonomie
12:30	Pause					
14:00	YS-01: Wie wir Wissen aus dem Wald ins Web bringen	YS-02: Herausforderungen im Klimawandel – Was sagen junge Forstleute?	YS-03: Unterm Radar: die Welt der Förster außerhalb der öffentlichen Verwaltung	YS-04: Wozu brauchen wir ökologische Schlüsselattribute und was sind gute Indikatoren?	YS-05: Mikroplastik in Böden - Untersuchungen zu vertikaler Verteilung & möglicher Verlagerung	
15:00	V-31: Waldschutz VI	V-32: Bodenkunde II	V-33: Fernerkundung IV	V-34: Forsttechnik, Verfahrenstechnik IV	V-35: Forstökonomie II: Landnutzung und Forsteinrichtung	V-36: Wissenschaftskommunikation I
16:00	Pause					
16:30	V-37: Agroforstsysteme	V-38: Ökologie, Biodiversität, Naturschutz III	V-39: Waldwachstum	V-40: Bioklimatologie und Meteorologie	V-41: Forstökonomie III: Klimawandel und Waldschäden	V-42: Wissenschaftskommunikation II
18:30	Schluss					

11. September 2023

12:30 – 13:00

POT/081H

BEG | Begrüßung

- Jagdhornbläser der Fachrichtung Forstwissenschaften
- Grußwort von Prof. Dr. Angela Rösen-Wolff, Prorektorin für Forschung
- Grußwort von Prof. Dr. Norbert Weber, Tagungsleitung

Grußwort anlässlich der Forstwissenschaftliche Tagung (FowiTa) 2023

von Prof. Dr. Angela Rösen-Wolff, Prorektorin für Forschung an der Technischen Universität Dresden

Sehr geehrter Kollege Ammer,
Sehr geehrter Kollege Purfürst,
Sehr geehrter Kollege Knoke,
Sehr geehrter Kollege Bolte,
Sehr geehrter Herr Hempfling,
Sehr geehrter Kollege Weber,
Sehr geehrte Damen und Herren,
liebe Gäste der Forstwissenschaftlichen Tagung 2023,

ich begrüße Sie herzlich zur Forstwissenschaftlichen Tagung 2023, die in diesem Jahr von der Technischen Universität Dresden ausgerichtet wird. Diese Tagung ist nicht nur eine Gelegenheit zum wissenschaftlichen Austausch, sondern auch eine Feier der langen und bedeutenden Geschichte der Forstwissenschaften in dieser Gegend.

Vor mehr als zwei Jahrhunderten, im Jahr 1811, gründete Heinrich Cotta in Tharandt eine der traditionsreichsten Lehrstätten der Forstwissenschaften weltweit. Seine bahnbrechenden Arbeiten und sein Engagement in der Forstwissenschaft legten den Grundstein für die Entwicklung dieser Disziplin. Seit 1929 sind die Forstwissenschaften fester Bestandteil der TU Dresden, und die Universität hat sich zu einem Zentrum für Forstforschung und -ausbildung entwickelt.

In Tharandt finden umfangreiche Forschungen rund um Wald, Forstwirtschaft und Holzwirtschaft statt. Eine besondere Expertise wurde auch in der Erforschung von Stadtbäumen und Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen entwickelt. Wir können

mit Stolz auf eine breite Palette von Forschungsprojekten blicken, darunter komplexe Verbundprojekte wie das erst kürzlich erfolgreich abgeschlossene EU-Projekt Dendromass4Europe, das sich mit der nachhaltigen Erzeugung von Biomasse auf landwirtschaftlichen Flächen befasste.

Eine besondere Rolle spielen jedoch die Forschungen zum Klimawandel. Diese gehen über die Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf Waldökosysteme hinaus. Sie erkunden auch die entscheidende Rolle der Wälder bei der Bindung von CO₂ im Boden und in den Waldbeständen. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie die Wälder der Zukunft gestaltet sein sollten. Das Verbundvorhaben WAIKLIM, das in diesem Jahr gestartet ist, widmet sich genau diesem Thema und sucht nach Verfahren zur Überführung bestehender Bestände in klimawandelresistente Wälder.

Die Forschungsinfrastruktur der Forstwissenschaften hier vor Ort hat sich in den letzten Jahren erheblich verbessert. Ein Beispiel dafür ist der neue Zellstoffkocher, der vielfältige Möglichkeiten für Experimente bietet; sei es zur Kohlenstoffgewinnung aus Cellulose oder zur Entwicklung von hoch verfestigtem Holz. Zudem sind die Tharandter Forstwissenschaften maßgeblich an der Core Facility Environmental Analytics beteiligt, der Technologieplattform unserer Fakultät Umweltwissenschaften. Diese ermöglicht einen einfachen Zugang zu innovativer Analysetechnik für interne und externe Forschende.

Die Neuberufungen der Fachrichtung, die in jüngster Zeit erfolgt sind und noch anstehen, signalisieren einen Erneuerungsprozess, der die räumliche und technische Ausstattung der Forschungsrichtung weiter optimieren wird. Dies wird die Forschung und Lehre weiter stärken und die Position als eine führende Institution in der Forstwissenschaft festigen können.

Erst vor wenigen Wochen hatte ich das Vergnügen, dem Forstbotanischen Garten in Tharandt einen Besuch abzustatten, wo ich sehr kundig und kurzweilig von Dr. Pietzarka durch den Garten geführt wurde. Vielleicht gerade in den Sommermonaten wurde aber auch in dieser so beeindruckenden Anlage deutlich, dass der Klimawandel zweifellos eine der drängendsten globalen Herausforderungen unserer Zeit ist. Die steigenden Temperaturen, veränderten Niederschlagsmuster und extremen Wetterereignisse haben bereits unbestreitbar erhebliche Auswirkungen auf unsere Wälder. Trockenheit und vermehrte Waldbrände sind leider bereits auch hier in Sachsen, beispielsweise der Sächsischen Schweiz, ein wiederkehrendes Thema. In diesem Zusammenhang spielt die Wald- und Holzforschung eine entscheidende Rolle, indem sie uns dabei hilft, Strategien zur Anpassung unserer Wälder an den Klimawandel zu entwickeln. Dies umfasst die Identifizierung von klimaresistenten Baumarten, nachhaltige Forstwirtschaftspraktiken und die Erforschung von Technologien zur Überwachung und Frühwarnung vor Waldbränden.

Gleichzeitig stehen wir vor der Möglichkeit eines Umbruchs hin zu einer Bioökonomie, einer nachhaltigen Wirtschaftsweise, die auf biologischen Ressourcen basiert. Wälder sind eine wichtige Quelle für nachwachsende Rohstoffe wie Holz, aber auch für Biomasse und Bioenergie. Die Wald- und Holzforschung spielt hier eine Schlüsselrolle, um sicherzustellen, dass wir diese Ressourcen nachhaltig nutzen, ohne die ökologische Integrität unserer Wälder zu gefährden. Dies erfordert innovative Ansätze zur

Forstwirtschaft, zur Verbesserung der Holzverarbeitungstechnologien und zur Entwicklung von biobasierten Produkten.

Schließlich dürfen wir gewisse gesellschaftliche Veränderungen nicht außer Acht lassen. Unsere Gesellschaft entwickelt sich rasant weiter, und unsere Beziehung zu Wäldern wandelt sich ebenfalls. Der Wald ist nicht nur ein Ort der Erholung, sondern auch ein wichtiger Raum für Bildung, Forschung und auch technische Innovation. Wir müssen sicherstellen, dass die Bedürfnisse der Gesellschaft im Einklang mit dem Schutz unserer Wälder stehen können.

Die Förderung von Umweltbewusstsein und Bildung über die Bedeutung von Wäldern ist von entscheidender Bedeutung, um die Unterstützung der Öffentlichkeit für den Wald- und Naturschutz zu gewinnen.

Insgesamt erfordert die Wald- und Holzforschung eine interdisziplinäre Herangehensweise und enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern, Regierungen, Unternehmen und der Zivilgesellschaft. Unsere Wälder sind nicht nur als lebenswichtige Ökosysteme, sondern auch eine wichtige Ressource für die Zukunft unserer Gesellschaft zu verstehen. Die Bedeutung der Forstwissenschaften in Deutschland ist damit unbestreitbar. Sie, verehrte Kolleginnen und Kollegen, spielen eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung einer der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, sei es der Klimawandel, der Schutz der Umwelt oder die nachhaltige Nutzung von Ressourcen.

Im Namen des Erweiterten Rektorats der ZU Dresden möchte ich abschließend noch einmal meine Freude darüber ausdrücken, dass die TU Dresden die Forstwissenschaftliche Tagung 2023 ausrichtet. Ich wünsche der Veranstaltung viel Erfolg und Ihnen fruchtbare Diskussionen und einen regen Austausch von Erkenntnissen und Ideen.

Das Wort darf ich nun an den Kollegen Norbert Weber, Sprecher der Fachrichtung Forstwissenschaften der TU Dresden und heute auch in der Funktion des Tagungsleiters weitergeben.

13:00 – 13:30

POT/081H

K-01 | Keynote - Das Selbst und die Anderen - Waldpolitik zwischen Identitäten und Institutionen (Prof. Dr. Daniela Kleinschmit)

K-01-01

Das Selbst und die Anderen - Waldpolitik zwischen Identitäten und Institutionen

Prof. Dr. Daniela Kleinschmit

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, Deutschland

Die Frage der Zuständigkeit in der Waldpolitik gleicht in Deutschland in der letzten Dekade einer Kakophonie unterschiedlicher Perspektiven und Interessen. Zu Beginn scheint die Frage nach der Zuständigkeit trivial. Jedoch lässt sie sich nicht allein rechtlich abgrenzen und beantworten, sondern beinhaltet eine Vielzahl subjektiver Problemwahrnehmungen und normativer Wissensvorstellungen. Sie betrifft sowohl Fragen nach der „richtigen“ politischen Ebene, wie z.B. ob die europäische Waldstrategie 2030 in die Souveränität der Mitgliedstaaten eingreift oder in wieweit die Erneuerung des Bundeswaldgesetzes die Entscheidungsfreiheiten der Länder einschränken. Gleichzeitig sind Fragen inbegriffen, die eine Priorisierung der Ökosystemdienstleistungen des Waldes in den Mittelpunkt stellen und damit auch die Frage nach den zuständigen Sektoren beinhaltet, wie z.B. wieviel Holznutzung kann zugelassen werden? Wieviel Naturschutz braucht es und steht der Klimaschutz nicht über allem? Und welches Waldmanagement ist am besten geeignet, um den Wald bestmöglich an die globalen Herausforderungen anzupassen. Nicht erst mit den letzten Dürrejahre, aber durch diese noch einmal intensiviert, erscheint die Diskussion um die deutsche Waldpolitik polarisiert und zerrissen. Neben den bestehenden und neuen Institutionen, zu denen sowohl Normen, Werte aber auch Regulierungen und Organisationen zählen, sind es auch die Identitäten der verschiedenen sozialen und politischen Gruppen, die eine machtvolle Entwicklung sowohl innerhalb der Gruppe aber auch in den Konflikten zwischen den Gruppen voranbringen. Je nach Problemsituation und Perspektive auf den Wald entwickelt sich ein Verständnis vom „Selbst“ als Ergebnis einer komplexen Beziehung von Akteuren und die Wahrnehmung des „Anderen“, die dazu beitragen das Selbst zu konstituieren und konturieren. Identitäten sind dabei zum einen institutionell festgelegt, wie. z.B. in der Zugehörigkeit zu einer bestimmten politischen Ebene, zum anderen aber sozial konstruiert und fluid. Dieser Vortrag gewährt einen Überblick über die verschiedenen Problemsichten der aktuellen Waldpolitik und geht dabei sowohl auf die bestehenden Institutionen als auch auf die verschiedenen Wahrnehmungen ein, die durch eine Identifizierung von „Selbst“ und „Andere“ zu einer Verstärkung der Polarisierung führen.

13:30 – 14:00

POT/081H

K-02 | Keynote - Forestry's Enduring Debt to German Science (Prof. Dr. William Hyde)

K-02-01

Forestry's Enduring Debt to German Science

William F. Hyde

Grand Junction, USA

The development of forest science over the last three centuries is largely a story of debt to its German beginnings—which I will tracer briefly. The debt continues to this day and it continues with the issues that are globally most important within forestry. I'll suggest two modern examples of German leadership, satellite imagery and well-considered German caution regarding the concept of community forestry, then continue with a request for continuing German leadership on two newer topics, the role of forests in global climate change and the dominant impact of exogenous macroeconomic and policy variation over even the “best” of forest policy.

14:30 – 16:00

POT/081H

V-01 | Waldschutz I: Borkenkäfer

V-01-01

Einführung

V-01-02

Dronenbasierte Frühdetektion von Borkenkäferbefall mit Hilfe von Geruchssensor und multispektralen Kameras

Tarek Neubert, **Sebastian Paczkowski**

Georg-August Universität Göttingen, Forstwissenschaften und Waldökologie / Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie, göttingen, Deutschland

Seit einigen Jahren sind unsere Wälder von längeren Trockenheitsperioden sowie wiederkehrenden Sturmereignissen betroffen. Insbesondere Fichtenbestände leiden darunter und bieten Borkenkäfern (Buchdrucker und Kupferstecher) ideale Brutbedingungen. Die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen dieser Kalamitäten sind vielerorts gravierend. Dieser Umstand lässt den Einsatz moderner Methoden aus der Fernerkundung zur Früherkennung des Insektenbefalls immer wichtiger werden. Bisher bieten etablierte Verfahren der UAV- oder satellitengestützten Bildgebung jedoch keine Möglichkeit, den frischen Befall am noch "grünen" Baum zu identifizieren. Dies ist jedoch notwendig, um ein Ausfliegen der nächsten Generation von Käfern und damit die exponentielle Vermehrung der Schadinsekten zu verhindern.

In unseren Projekten ForestCare und ForstPrax verfolgen wir zwei unterschiedliche drohnenbasierte Ansätze, um den frischen Befall an Fichten zu detektieren und in Karten visuell darzustellen. Sanitärhiebe in befallenen Beständen könnten so deutlich effizienter geplant und koordiniert werden.

Im Projekt ForstPrax arbeiten wir an der Entwicklung einer elektronischen Nase (E-Nose). Bei einem Befall werden die eindringenden Käfer eingeharzt. Die dabei vom Harz freigesetzten flüchtigen organischen Substanzen (VOCs) können mit der E-Nose erfasst und mithilfe eines Algorithmus in R quantifiziert werden. Durch die GPS-Koordinaten der Drohne sowie der während des Fluges erfassten Windrichtung, können Aussagen über Schwere und Position des Befalls getroffen werden.

In einem weiteren Projekt „ForestCare“ setzen wir hochauflösende multispektrale Bildaufnahmen ein, die in unmittelbarer Nähe zur Baumkrone aufgezeichnet werden. Durch die Verwendung spezieller Wellenlängenbereiche und aktueller, sensitiver Indizes zur Bestimmung des Chlorophyllgehalts, können schon geringfügige Veränderungen in der biochemischen Zusammensetzung der Nadeln berechnet werden. Hierdurch können befallene Bäume und Bestandesteile frühzeitig identifiziert werden.

Die Projekte ForestCare und ForstPrax haben in ihren bisherigen Testflügen unter realen Bedingungen vielversprechende Ergebnisse erzielt und einen signifikanten Zusammenhang zwischen Parameter und Befallssituation nachweisen können. Die Flüge und Datenaufzeichnungen wurden im Sommer 2022 auf Flächen des NFA Clausthal durchgeführt.



ForstPrax/ForestCare - Früherkennung Käferbefall, Harz, NFA Clausthal, 2022

Polygone je Baumkrone mit grünen Pixeln für potentiell gesunde Vegetation und roten Pixeln für geschädigte/befallene Kronen. Die Flugroute der Enose in weiß dargestellt mit roten/rosa Wolken bei Ausschlag des Sensors. Blaue Pfeile zeigen die gemessene Windrichtung entlang des Fluges an.

V-01-03

Detektion forstrelevanter Insekten mittels Ionenmobilitätsspektrometrie anhand ihrer arteigenen Pheromone

Maja Bentele¹, Christine Rachow², Michael Müller¹

¹ Technische Universität Dresden, Professur für Waldschutz, Dresden, Deutschland; ² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldnaturschutz, Hann. Münden, Deutschland

Forstlich relevante Insekten verwenden für ihre inter- und intraspezifische Kommunikation Pheromone. Diese können genutzt werden, um Insekten frühzeitig zu detektieren. Mittels Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS) wurde erstmals die Etablierungsphase des Buchdruckers (*Ips typographus* (L.)) am Fichtenstamm im Labor untersucht anhand der abgegebenen Pheromone. Bereits nach wenigen Tagen konnte der Befall nachgewiesen werden. Ebenso konnten die Arten Nonne (*Lymantria monacha* (L.)), Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea* (L.)) anhand ihrer Eigelege, sowie Buchdrucker (*Ips typographus* (L.)) und Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus* (L.)) anhand von Imagines und Bohrmehl eindeutig voneinander unterschieden werden durch die IMS. In einem neuen Forschungsprojekt werden diese Experimente nun weitergeführt, um die im Labor gefundenen Ergebnisse in die Praxis zu bringen.

V-01-04

Opfer gesucht – Duftstoffsignale weisen dem Buchdrucker *Ips typographus* den Weg zu geeigneten Wirtsbäumen

Linda M.A. Lehmannski¹, Martin Göbel¹, Jianbei Huang¹, Jonathan Gershenzon², Henrik Hartmann^{1,3}

¹ Max-Planck-Institut für Biogeochemie, Abteilung Biogeochemische Prozesse, Jena, Deutschland; ² Max-Planck-Institut für chemische Ökologie, Abteilung Biochemie, Jena, Deutschland; ³ Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Waldschutz, Quedlinburg, Deutschland

Der fortschreitende Klimawandel hat in den letzten Jahren vermehrt zu Wetterextremen geführt, welche in Europa große Waldschäden verursacht haben. Dürren und Stürme haben Bäume geschwächt und ihre Anfälligkeit gegenüber Schädlingen verstärkt, wie beispielsweise der Gemeinen Fichte (*Picea abies*) gegenüber dem Buchdrucker (*Ips typographus*). Früh schwärmende Käfer der ersten Generation befallen nach der Dormanz in erster Linie geschwächte Bäume, da diese geringe Verteidigungskapazitäten haben. Da die ersten schwärmenden Käfer nach der Überwinterung niedrige Energiereserven haben, ist es für sie vorteilhaft, bereits aus einer größeren Entfernung zu erkennen, ob ein Baum als Wirt geeignet ist, um eine kräftezehrende Suche zu verhindern. Man geht davon aus, dass von Wirtsbäumen abgegebene Duftstoffe es dem Borkenkäfer erlauben, geschwächte Bäume als geeignete Wirte zu erkennen. In unserem Projekt haben wir Duftstoffe an geschwächten (Windwurf) und vitalen (stehenden) Bäumen gemessen, die für den Borkenkäfer bei der Wirtssuche von Bedeutung sein könnten. In meinem Vortrag stelle ich die Theorie der Wirtssuche von *I. typographus* vor, dazu unseren methodischen Ansatz um flüchtige Substanzen *in situ*, d.h. direkt an Bäumen im Wald zu messen, sowie erste Ergebnisse von Emissionsprofilen geschwächter und vitaler Bäume.

V-01-05

DETMON – Entwicklung eines Monitoringverfahrens für forstlich relevante invasive Insekten

Moritz Brunkau

Technische Universität Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Die Ausbreitung von invasiven Insekten Arten in Wäldern ist ein schwer zu kontrollierender biologischer Prozess. Unbedingte Voraussetzung für regulierende Maßnahmen ist immer die rechtzeitige Erfassung dieser Arten.

Ziel der Forschungsarbeiten im Verbundprojekt DETMON ist es, neue technologische Möglichkeiten zu schaffen, um invasive und forstlich bedeutsame Arten in ihrem Auftreten möglichst frühzeitig zu erkennen und deren Ausbreitung identifizieren zu können. Dazu soll ein neuartiges Nachweis- und Monitoringverfahren entwickelt werden.

Im Rahmen des Teilvorhabens an der Technischen Universität Dresden werden die aggregierende Wirkung von Semiochemikalien, deren Abgaberaten, Mischungsverhältnisse und Konfektionierungen untersucht sowie verschiedene Fallensysteme im Freiland erprobt. Die Zielarten sind unter anderem der Schwarze Nutzholzborkenkäfer (*Xylosandrus germanus*) als bereits etablierte invasive Art sowie der Bänderbock (*Monochamus galloprovincialis*) als bekannter Verbreitungsvektor für den Kiefernholznematode (*Bursaphelenchus xylophilus*).

Im Vortrag werden die vorläufigen Ergebnisse, die gewonnenen Erkenntnisse zu Fangmethoden und das geplante Monitoringsystem vorgestellt.

14:30 – 16:00

POT/006H

V-02 | Waldwirtschaft und Klimawandel I: Umwelt, Stress, Mortalität

V-02-01

Einführung

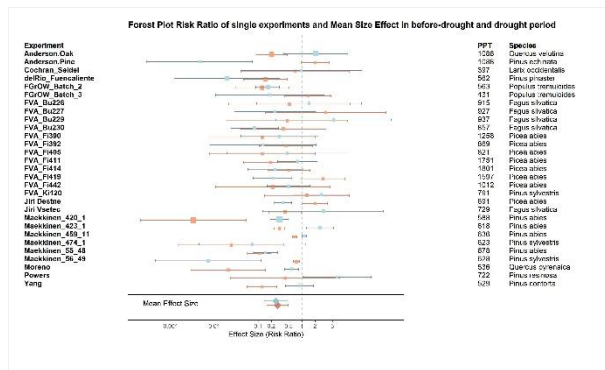
V-02-02

Keine erhöhte Mortalität durch Freistellung: eine Meta-Analyse zu Durchforstung und Trockenstressresistenz

Julius Willig, Julia Schwarz, Jürgen Bauhus

Universität Freiburg, Professur für Waldbau, Freiburg, Deutschland

Die Jahre 2018-2020 haben gezeigt, dass eine Anpassung an Dürre- und Hitzewellen dringend erforderlich ist, um massiven Vitalitätsverlusten und Mortalität vorzubeugen. Häufig wird Durchforstung als eine mögliche Anpassungsmethode genannt, da die verringerte Bestandesdichte weniger Transpirations- und Interzeptionsverluste und entsprechend höhere Wasserverfügbarkeit für den Einzelbaum aufweist [1]. Zwei Meta-Analysen zu Bestandesdichte und Wachstumsreaktion auf Dürre konnten z.T. eine höhere Resistenz in weniger dichten Beständen beobachten, allerdings mit einer sehr hohen Variabilität [2,3]. Möglicherweise ist dies u.a. mit Unterschieden im Standort, dem Versuchsaufbau (Durchforstungsintensität und -intervall) oder des Waldtyps zu erklären [2,3]. Die Wechselwirkungen der Wachstumsindikatoren (Resistenz, Erholung) und ihre Aussagekraft für die Anpassungsfähigkeit sind teilweise schwierig zu interpretieren [4], deswegen haben wir für unsere Meta-Analyse Mortalität als Zielgröße gewählt. Mit den Daten aus einer Literaturrecherche und Beiträgen von Partnerinstitutionen haben wir untersucht wie sich das Verhältnis von Mortalitätsraten in Kontroll- und Durchforstungsbeständen, das sogenannte Risk Ratio, von einer normalen zu einer Dürreperiode entwickelt. Ähnlich wie in den oben genannten Meta-Analysen sind wir auf eine sehr große Variabilität gestoßen. Wir konnten keine signifikante Änderung im Verhältnis der Mortalitätsraten feststellen (Abb.). Weiterhin konnten wir auch keine erhöhte Mortalität für dominante Bäume feststellen. Dies hatten wir mit Hilfe des Dominance Index [5] geprüft, welcher die Dominanz ausscheidender Bäume anhand der Grundfläche bemisst. In ihrer Studie hatten Meyer et al. (2022) [5] in bewirtschafteten Wäldern durchaus das Absterben von dominanteren Bäumen festgestellt. Schlussendlich könnte das Ausbleiben einer Mortalitätsreaktion damit erklärt werden, dass sich höhere Wasserverfügbarkeit nach Durchforstung und größere Transpiration durch Freistellung und Kronenvergrößerung die Waage halten, wie es für den Resistenz-Indikator beschrieben wird [1]. Infolgedessen würden andere positive Auswirkungen von Durchforstungen nicht durch erhöhte Mortalität beantwortet, wie etwa verbesserte Erholung nach Dürre, die Möglichkeit zur Vorverjüngung und Einbringung neuer Arten sowie stärkere individuelle Fitness und Wehrfähigkeit gegen Schadinsekten.



Comparison of mean size effect and risk ratios of single studies before and within a drought

Forest plot comparing the risk ratio of single experiments (n=29) and the mean size effect (bottom) before drought period (blue) and within drought period (orange), PPT, the average annual precipitation (from 1958-2021, Terraclim database), and the dominant species is shown, size of squares indicate the weight of single experiments, logarithmic scale on x-axis

Risk Ratio = $\text{MortalityRate}_{\text{Thinned}} / \text{MortalityRate}_{\text{Control}}$, so values < 1 indicate relatively lower mortality in thinned treatments

Referenzen

- [1] del Campo, A. D., Otsuki, K., Serengil, Y., Blanco, J. A., Yousefpour, R., & Wei, X. (2022). A global synthesis on the effects of thinning on hydrological processes: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management*, 519, 120324. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120324>
- [2] Sohn, J. A., Saha, S., & Bauhus, J. (2016). Potential of forest thinning to mitigate drought stress: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management*, 380, 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.07.046>
- [3] Castagneri, D., Vacchiano, G., Hacket-Pain, A., DeRose, R. J., Klein, T., & Bottero, A. (2021). Meta-analysis Reveals Different Competition Effects on Tree Growth Resistance and Resilience to Drought. *Ecosystems*. <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00638-4>
- [4] Schwarz, J., Skiadaresis, G., Kohler, M., Kunz, J., Schnabel, F., Vitali, V., & Bauhus, J. (2020). Quantifying Growth Responses of Trees to Drought—A Critique of Commonly Used Resilience Indices and Recommendations for Future Studies. *Current Forestry Reports*, 6(3), 185–200. <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00119-2>
- [5] Meyer, P., Spînu, A. P., Mölder, A., & Bauhus, J. (2022). Management alters drought-induced mortality patterns in European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Plant Biology*, 24(7), 1157–1170. <https://doi.org/10.1111/plb.13396>

V-02-03

Mortalität von Buche, Eiche, Fichte und Kiefer in Abhängigkeit von Alter, Dimension, Klima, Witterung, Standort und Extremereignissen

Matthias Schmidt¹, Levent Burggraef¹, Thorsten Zeppenfeld¹, Christopher Jung², Dirk Schindler²

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen, Deutschland; ² Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Umweltmeteorologie, Freiburg, Deutschland

Die extremen Trocken- und Hitzeperioden der letzten Jahre haben im Zusammenspiel mit Winterstürmen zu massiven Waldschäden geführt und im Klimawandel wird sich diese Problematik weiter verschärfen. Für den Erhalt stabiler, multifunktionaler Wälder ist es somit von überragender Bedeutung, baumartenspezifische Mortalitätsraten klima- und witterungssensitiv abzuschätzen (Fuchs et al. 2022). Daher wurden an der NW-FVA klima- und witterungssensitive Regressionsmodelle entwickelt, die Effekte wichtiger Faktoren auf die Mortalitätsrate der Hauptbaumarten Buche, Eiche, Fichte und Kiefer quantifizieren. Neben dem Alterstrend werden Witterungsparameter wie jährliche Temperatursummen und Ariditätsindizes in der Vegetationsperiode berücksichtigt. Weiterhin geht die Temperatursumme in der Vegetationszeit als Mittelwert der Klimanormalperiode 1991-2020 in die Modelle ein. Zusätzlich wird eine Sturmschadenswahrscheinlichkeit (Zeppenfeld et al. 2023) verwendet, die über ein vorgeschaltetes Regressionsmodell unter Berücksichtigung der jährlichen stärksten Böenwindgeschwindigkeit, von Baumhöhe und -durchmesser, Geländeexposition und -exponiertheit sowie Geländewasserhaushalt modelliert wird (Schmidt et al. 2010). Über den Effekt der Sturmschadenswahrscheinlichkeit wird die Baumdimension implizit berücksichtigt, während in vergleichbaren Ansätzen häufig nur der Alterseffekt als Proxy integriert ist. Im Rahmen des Vortrages werden die Daten- und Modellgrundlagen, sowie das Modellverhalten über Sensitivitätsanalysen dargestellt. Die meisten der quantifizierten Modelleffekte zeigen eine deutliche Sensitivität und sind sachlogisch plausibel. Insbesondere die Effekte der Witterungsparameter zeigen überwiegend ausgeprägte Kipppunkte, ab denen sich die Mortalitätsraten deutlich verändern. Mischbestandseffekte sind in den Modellen dagegen von nachrangiger Bedeutung. Die Modelle sind eine wichtige Grundlage für Baumartenempfehlungen, um die Klimafolgen für einen multifunktionalen Wald abzumildern und sollen perspektivisch im Entscheidungsunterstützungssystem der NW-FVA integriert werden (Hamkens et al. 2022).

Referenzen

- [1] Fuchs, JM, Hittenbeck, A, Brandl, S, Schmidt, M, Paul, C 2022, Adaptation strategies for spruce forests - economic potential of bark beetle management and Douglas fir cultivation in future tree species portfolios. Forestry 95(2): 229-246. doi: 10.1093/forestry/cpab040

- [2] Hamkens, H, Nagel, R-V, Spellmann, H 2022, Baumartenwahl im Klimawandel. In: Nagel, R.-V, Schmidt, M (Hrsg.), Tagungsband zur Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 12.-14.09.2022 in Rendsburg/Schleswig-Holstein. S. 121-125.
- [3] Schmidt, M, Hanewinkel, M, Kändler, G, Kublin, E, Kohnle, U 2010, An inventory-based approach for modeling single tree storm damage -experiences with the winter storm of 1999 in southwestern Germany. Can J Forest Res. 40(8): 1636-1652. doi:10.1139/X10-099.
- [4] Zeppenfeld, T, Jung, C, Schindler, D, Sennhenn-Reulen, H, Ipsen, MJ, Schmidt, M 2023, Winter storm risk assessment in forests with high resolution gust speed data. European Journal of Forest Research (resubmitted after acceptance with minor revisions)

V-02-04

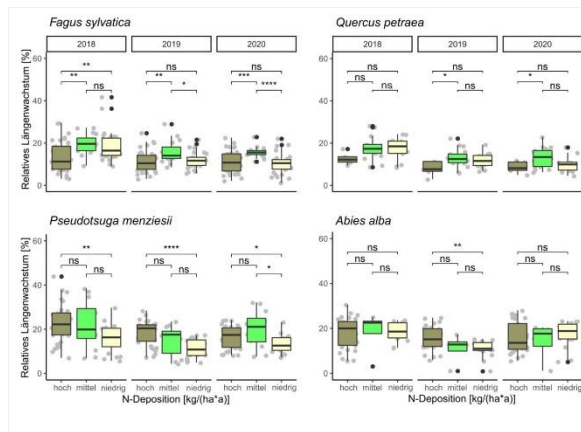
Verjüngungserfolg von Rotbuche und trockenheitstoleranteren Baumarten unter Einfluss von Stickstoffdeposition und Trockenheit

Viktoria Dietrich, Markus Hauck, Jörg Niederberger

Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Professur für Angewandte Vegetationsökologie, Freiburg, Deutschland

Die Auswahl geeigneter Baumarten in der Forstwirtschaft wird durch zunehmende Trockenheit und erhöhte atmosphärische Stickstoffdeposition schwieriger. Zudem ist zu den Kontrollfaktoren für den natürlichen Verjüngungserfolg von Wäldern unter dem Einfluss von Klimawandel und Eutrophierung wenig bekannt. Deswegen hat das Projekt NitroClim das Ziel, mögliche Interaktionseffekte von Stickstoffdeposition und Trockenheit auf den Verjüngungserfolg von Wäldern zu identifizieren. Hierbei stehen die Rotbuche und trockenheitstolerantere Nachfolgebaumarten (Douglasie, Traubeneiche, Weißtanne für montane Regionen) im Fokus. In Deutschland wurden 55 Waldstandorte ausgewiesen, um das Längenwachstum der Verjüngung bis 2 Meter Höhe im Jahr 2018/19/20 zu quantifizieren.

Buchenjungwuchs zeigte einen Wachstumseinbruch bis zu einer Höhe von über 150cm, die Traubeneiche bis zu einer Höhe von 100cm, während die Nadelbaumarten schon ab einer Höhe von über 50cm keinen Wachstumseinbruch mehr erfuhren. Jungbäume der Rotbuche wiesen im Jahr 2018 auf Flächen mit einer Stickstoffdeposition über $20\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$ ein reduziertes relatives Längenwachstum gegenüber trockeneren Standorten mit geringerer Deposition (unter $15\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$) auf. Auf den letztgenannten Standorten kam es erst 2019 zu einem Einbruch des relativen Längenzuwachses des Buchenjungwuchses, so dass das Wachstum auf trockenen Standorten mit hoher Stickstoffdeposition vergleichbar geringer war als auf feuchteren Standorten mit leicht erhöhter Deposition ($15\text{-}20\text{kg ha}^{-1}\text{a}^{-1}$). Traubeneichenjungwuchs zeigte ein ähnliches Muster, allerdings blieb der Wachstumseinbruch auf den trockeneren Flächen mit geringer Deposition aus. Die jungen Nadelbäume zeigten kein reduziertes relatives Längenwachstum bei hoher Stickstoffdeposition. Jedoch verringerte sich das relative Längenwachstum bei einer niedrigeren Deposition in 2019 für die Weißtanne und 2018-20 für die Douglasie. Zusammengefasst waren kleine Jungbäume im Längenzuwachs am dürrerempfindlichsten und wurden mit zunehmender Größe bis auf den Buchenjungwuchs unempfindlicher. Eine hohe Stickstoffdeposition erhöhte die durch die Dürre von 2018 induzierte Reduktion des Zuwachses bei der Rotbuche und der Traubeneiche, nicht aber bei Douglasie und Weißtanne, welche aber eine erhöhte Sensitivität gegenüber Trockenheit zeigten.



Längenwachstum 2018-20 unter Einfluss von Stickstoffdeposition

Relatives Längenwachstum von Rotbuche, Traubeneiche, Douglasie und Weißtanne von 15cm bis 2m Höhe auf 18 Standorten mit niedriger (unter 15 kg/ha*a), mittlerer (15-20 kg/ha*a) und hoher Stickstoffdeposition (über 20kg/ha*a) in Deutschland mit einem jährlichen Trockenheitsindex unter 40 mm/°C (de Martonne); Standorte mit niedriger Deposition sind außerdem trockener (unter 30 mm/°C, de Martonne) (Publikation in Arbeit)

V-02-05

Intra-spezifische Plastizität in der Jahrringleistung von Douglasien als Reaktion auf die durch den globalen Klimawandel bedingte Trockenheit

Vincent P. Riedel

Technische Universität Dresden, Forstbotanik, Dresden, Deutschland

Zu den beobachteten und vorhergesagten klimatischen Veränderungen gehören häufigere und langanhaltendere Dürren in Mitteleuropa. Um die Ökosystemleistungen der Wälder zu erhalten, ist es wichtig zu wissen, wie sich die Bäume unter diesen veränderten Bedingungen verhalten und ob nicht-heimische Baumarten eine waldbauliche Option darstellen könnten. Die Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) besiedelt in ihrem Heimatgebiet ein großes Gebiet mit unterschiedlichen klimatischen Bedingungen. Aufgrund ihrer Wirtschaftlichkeit und ihrer hohen Anpassungsfähigkeit an klimatische und edaphische Bedingungen gilt diese Baumart als zukunftssträchtig und wird in Deutschland zunehmend angepflanzt.

Um zu überprüfen, ob die erwartete Plastizität für Deutschland zutrifft und ob sich diese Baumart physisch an die veränderten Bedingungen anpassen kann, haben wir an sechs Standorten in Bayern, die um 1980 angelegt wurden, verschiedene Douglasien-Provenienzen beprobt. Dabei wird ein klimatischer Gradient von Jahresniederschlägen von 1330mm bis 790mm und mittleren Jahrestemperaturen von 8,7°C bis 6,7°C abgedeckt. Insgesamt wurden 535 Bohrkerne dendrochronologisch analysiert, wobei die verschiedenen Resilienz-Indizes (Resistenz, Recovery, Resilience) für die extremen Dürreereignisse in 2003 und 2018 berechnet wurden. In einem weiteren Schritt sind die Provenienzen, aufgrund ihrer Bioklimatischen Wuchsbedingungen neu eingeordnet, um darüber Aufschluss zu geben, ob ihre klimatische Erfahrung einen Einfluss auf die Reaktion auf Wachstum und auf Dürreereignisse hat.

Unsere Ergebnisse werden helfen zu beurteilen, ob sich Douglasien Provenienzen für die Beimischung in trockenheitsangepassten Wäldern der Zukunft eignen.

14:30 – 16:00

POT/051H

V-03 | Ökologie, Biodiversität, Naturschutz I

V-03-01

Biodiversität und Denkmalschutz: Das Projekt „Alte Bäume = Lebensräume“ im Osterzgebirge

Sebastian Dittrich¹, Antje Lindner², Jens Weber², Goddert von Oheimb¹, Faunistische Daten wurden von Vertragspartnern im Projekt erhoben: Jörg Lorenz, Löthain / Naturschutz-Institut (NSI) Freiberg. Das Projekt wird teilfinanziert mit Steuermitteln im Rahmen des Förderprogramms „Nachhaltig aus der Krise“ durch den Freistaat Sachsen.

¹ TU Dresden, Professur für Biodiversität und Naturschutz, Tharandt, Deutschland; ² Grüne Liga Osterzgebirge, Dippoldiswalde, Deutschland

Das Projekt „Alte Bäume = Lebensräume“ im Osterzgebirge zielt darauf ab, besonders wertvolle (v.a. sehr alte, große) Bäume im Naturraum langfristig zu erhalten und dafür ein Netzwerk von engagierten Ehrenamtlichen als „Baumdenkmalpat*innen“ aufzubauen.

Grundlage hierfür bildet eine systematische Erfassung und Bewertung bereits ausgewiesener Naturdenkmale (Abb.) und weiterer großer, alter und sonst bemerkenswerter Baum-Individuen. Flankiert werden unsere Arbeiten durch zielgruppenspezifische Umweltbildungs-Angebote. In wissenschaftlichen Begleituntersuchungen wurde bei einem größeren Teil der der (potenziellen) Baumdenkmale das Habitatpotenzial (baumgebundene Mikrohabitate) ermittelt sowie epiphytische Moose und Flechten am unteren Stamm (0 - 2 m Höhe) aufgenommen. Bei einer kleineren Auswahl wurden außerdem Vögel und Fledermäuse sowie xylobionte Käfer erfasst.

Seit Ende 2021 wurden rund 380 Bäume im Naturraum Osterzgebirge (Teile der Landkreise Sächsische Schweiz-Osterzgebirge, Mittelsachsen und Erzgebirgskreis) kartiert. Überrepräsentiert sind dabei mittel- und langlebige einheimische Laubbaumarten (v.a. *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*). Gezielt gesucht wurde nach Vertretern regional seltener (*Abies alba*, *Malus sylvestris*, *Taxus baccata*) und Pionier-Baumarten (u.a. *Betula* spp., *Salix caprea*, *Sorbus aucuparia*). Zusätzlich wurden auch ausgewählte gebietsfremde Baumarten einbezogen (u.a. *Abies concolor*, *Castanea sativa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Quercus rubra*).

Erste Ergebnisse deuten auf vergleichsweise geringe Unterschiede in der Mikrohabitat-Ausstattung der verschiedenen Laubbaumarten hin, die insgesamt aber deutlich mehr Mikrohabitate als die Nadelbaumarten aufweisen. Erfassungen der Fauna bestätigen das Habitatpotenzial der alten Bäume teils eindrucksvoll. Die artenreichsten Epiphyten-Gemeinschaften wurden an *Fraxinus excelsior*, *Quercus rubra* und *Salix caprea* festgestellt, die artenärmsten an *Pinus strobus* und *Taxus baccata*.

Zum Projektabschluss im Juni 2023 liegt eine sehr umfangreiche, dann auch öffentlich zugängliche systematische Erfassung wertvoller Bäume vor. Neben lokalen Erfassungs-

Schwerpunkten gibt es aber auch noch deutlich unter-kartierte Teilräume. Mithilfe der Baumpat*innen ist zukünftig für viele Bäume ein langfristiges Monitoring in Form von (fachlich betreuter) *citizen science* gewährleistet. Dieses kann in regelmäßigen Abständen durch intensivere Wiederholungsuntersuchungen ergänzt werden.



Naturdenkmal "Waldkiefer am Harthaer Flügel"
(Tharandter Wald, begründet 1648).

V-03-02

Nationales Biodiversitätsmonitoring im Wald (NaBioWald) - eine Bund-Länder Initiative

Andreas Bolte¹, Christian Ammer⁶, Naomi Daur⁴, Martin Freitag⁹, Stefanie Gärtner⁸, Martin Gossner², Ralf Kätzel¹¹, Jörg Kleinschmit⁵, Franz Kroiher¹, Peter Meyer⁷, Berit Michler¹, Stefan Müller-Kroehling¹⁰, Tanja Sanders¹, Friedrich Schmitz⁴, Hans-Albert Volz⁴, Christian Wirth³

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Deutschland; ³ Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung, Leipzig, Deutschland; ⁴ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bonn, Deutschland; ⁵ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt BW, Freiburg, Deutschland; ⁶ Universität Göttingen, Göttingen, Deutschland; ⁷ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen, Deutschland; ⁸ Nationalpark Schwarzwald, Seebach, Deutschland; ⁹ Bundesamt für Naturschutz, Bonn, Deutschland; ¹⁰ Bayrische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, Deutschland; ¹¹ Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Eberswalde, Deutschland

Die Erhaltung der biologischen Vielfalt ist von großem gesellschaftlichem Interesse. Den Status und die zukünftige Entwicklung der Biodiversität in deutschen Wäldern können die bereits bestehenden nationalen Monitoringprogramme nicht umfassend bestimmen. NaBioWald soll diese Lücke schließen, indem umfassende und repräsentative Informationen über die Entwicklung der biologischen Vielfalt und über die Wirkungsweise von Einflussgrößen gewonnen werden. NaBioWald soll wichtige Grundlagen für ein biodiversitätsorientiertes Waldmanagement liefern, die Wald- und Naturschutzpolitik des Bundes und der Länder unterstützen und zur Erfüllung nationaler und internationaler Berichtspflichten beitragen.

Eine Arbeitsgruppe aus Vertreter*innen von Bundes- und Landeseinrichtungen im Bereich Forstwirtschaft und Naturschutz arbeitet derzeit unter Einbeziehung von Expert*innen an einem Monitoringkonzept. Ein Fokus liegt auf den Einflüssen der Waldbewirtschaftung, des Klimas, der Luftverunreinigung und von Pflanzenschutzmitteln auf die Biodiversität. Es sollen bestehende, deutschlandweite (Wald-) Erhebungen mit zusätzlichen Erfassungen ergänzt und Schnittstellen zu laufenden und im Aufbau befindlichen Programmen des Biodiversitätsmonitorings geschaffen werden. Dies wird in die Aktivitäten des Nationalen Monitoringzentrums zur Biodiversität eingebunden sein. Aufgrund der vielfältigen anthropogenen Einflüsse, sowie der Komplexität des Themas und des Aufwands des Monitorings bedarf es einer Arbeits- und Aufgabenteilung vieler unterschiedlicher Akteure aus Wissenschaft, Verwaltung, Forstwirtschaft und Naturschutz auf Bundes- und Landesebene. Ein Konzeptentwurf soll in einem erweiterten Kreis von Expert*innen diskutiert und schließlich als finaler Entwurf der Politik zur Entscheidung über eine Umsetzung vorgelegt werden.

Wir stellen den aktuellen Arbeitsstand und den weiteren Prozess von NaBioWald vor.

Referenzen

- [1] **Bolte A, Ammer C, Kleinschmit J, Kroiher F, Krüger I, Meyer P, Michler B, Müller-Kroehling S, Sanders TGM, Sukopp U (2022)** Nationales Biodiversitätsmonitoring im Wald. Natur Landsch 97(8):398-401, DOI:10.19217/NuL2022-08-04

V-03-03

Biodiversität und Kohlenstoffspeicherung in Wäldern unterschiedlicher Nutzungsintensität

Max Fornfeist¹, Ute Hamer², Norbert Hölzel², Theresa Klein-Raufhake², Laura Kurowski³, Britta Linnemann³, Michael Meyer², Lea Santora³, Jens Jakob Schaper³, Jens Wöllecke³, **Michael Elmer**¹

¹ Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Team Waldnaturschutz, Münster, Deutschland; ² Universität Münster, Institut für Landschaftsökologie, Münster, Deutschland; ³ NABU-Naturschutzstation Münsterland, Münster, Deutschland

Wälder spielen eine bedeutende Rolle zur Erhaltung der Biodiversität und als Kohlenstoffsenke. Im Rahmen des Projekts „Biodiversität und Kohlenstoffspeicherung in Wäldern unterschiedlicher Nutzungsintensität“ (BiCO₂) wurde der Einfluss der forstlichen Bewirtschaftung auf diese Funktionen untersucht. Die Untersuchungen fanden in vier Regionen von Nordrhein-Westfalen statt, die die häufigsten Waldgesellschaften in Deutschland repräsentieren. Untersucht wurden jeweils 50 Plots, die einen Nutzungsgradienten von Naturwaldreservaten bis zu Wirtschaftswäldern mit standortfremder Bestockung abbilden. Die forstliche Bewirtschaftung wirkt sich unterschiedlich auf die verschiedenen Organismengruppen aus. Eine generelle Abnahme der Häufigkeit oder der Vielfalt an Arten konnte nicht festgestellt werden. Allerdings konnte z.B. bei den Vögeln ein Wechsel der Artengemeinschaften entlang des Nutzungsgradienten festgestellt werden. Dieser wird vor allem durch die vorkommenden Hauptbaumarten, das Bestandesalter und die jeweilige Waldstruktur beeinflusst.

Betrachtet man die Habitatansprüche der untersuchten Artengruppen, so konnte ein stärkerer Einfluss der Nutzungsintensität festgestellt werden. So kommen beispielsweise höhlenbrütende Vögel wie Spechte häufiger in alten unbewirtschafteten Buchen- und Eichenbeständen vor als in intensiver bewirtschafteten Wäldern. Unter den Käfern wurden vor allem die holzbewohnenden von der Bewirtschaftungsintensität beeinflusst. Dies ist vor allem auf die Menge an Totholz und die bestandesbildenden Baumarten zurückzuführen.

Die Bewirtschaftungsintensität hat einen geringen negativen Einfluss auf die gesamte C-Speicherung im Wald. Vor allem die C-Vorräte im Boden erwiesen sich als stark standortabhängig. Die mikrobielle Biomasse im Boden nahm bei steigender Bewirtschaftungsintensität deutlich ab.

Die Ergebnisse zeigen, dass die forstliche Bewirtschaftung, der Erhalt der Biodiversität sowie die Speicherung von Kohlenstoff im Wald nicht ausschließen – die Herausforderung ist es, die drei Aspekte im Sinne eines integrativen Managements optimal zu kombinieren. Vor allem für den Erhalt der Biodiversität ist es zielführend, auf Landschaftsebene möglichst viele Lebensräume für

die unterschiedlichen Ansprüche der Artengemeinschaften zu schaffen. Dennoch zeigte unsere Studie auch, dass das Vorkommen von Alt- und Totholz sowie von Mikrohabitaten eine große Bedeutung für die Biodiversität hat.

14:30 – 16:00

POT/112H

V-04 | Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung I

V-04-01

Zusammenbringen, was zusammengehört: Genetik und Ökophysiologie von Trockenstress in Rotbuchen (*Fagus sylvatica*)

Tobias Brüggemann¹, Alexander Fendel¹, Maike Woith², Friderieke Schwarzer³, Alina Fomin¹, Sebastian Haß², Boas Pucker³, Matthias Fladung¹, Manfred Forstreuter²

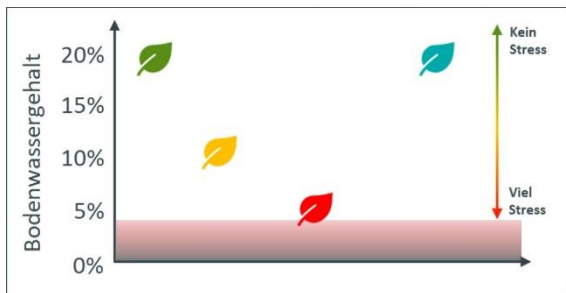
¹ Thünen-Institut für Forstgenetik, Genetische Technologien, Großhansdorf, Deutschland; ² Freie Universität Berlin, Ökologie der Pflanzen, Berlin, Deutschland; ³ Technische Universität Braunschweig, Pflanzenbiotechnologie und Bioinformatik, Braunschweig, Deutschland

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) hat ein großes Verbreitungsgebiet in Europa, an dessen südlichem Rand sie mit anderen klimatischen Bedingungen konfrontiert ist als in Deutschland: Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt über den deutschen Werten; die Niederschlagsmenge ist geringer als in Deutschland. Daher wird angenommen, dass Rotbuchen in südlichen Arealen über eine höhere Trockenstresstoleranz verfügen könnten als in nördlichen Arealen. Zur Untersuchung einer möglichen unterschiedlichen Trockenstresstoleranz von Buchenherkünften wurde im Jahr 2013 von Mitarbeitenden der Freien Universität Berlin in Berliner Grunewald ein Herkunftsversuch („Klimawald“) angelegt. In diesem Versuch können einzelne Versuchsglieder (eine Gruppe von Bäumen) bewässert werden, während andere Versuchsglieder im Sommer vom (natürlicherweise eintretenden) Trockenstress beeinflusst werden. Im Sommer 2022 wurde ein Trockenstressversuch mit jeweils einer Herkunft aus Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien initiiert. Dabei wurden nach unterschiedlichen Stressintensitäten ökophysiologische, biochemische und genetische Analysen durchgeführt. Durch die Zusammenführung aller erhaltenen Daten soll die Trockenstresstoleranz einzelner Rotbuchen-Herkünfte abgeschätzt werden.

Die genetischen Regulierungen werden mittels Analyse der Expression proteinkodierender Gene eines Gewebes untersucht (Transkriptomanalyse). Dazu werden alle mRNA-Moleküle, die in den Blättern gebildet werden, entschlüsselt. Auf biochemischer Ebene werden u.a. die Gehalte der Trockenstressmarker Prolin, Malondialdehyd (MDA) und Peroxid gemessen. Zusammen mit physiologischen Daten, wie z. B. der Photosyntheseaktivität, der stomatären Leitfähigkeit und dem Wasserpotenzial, soll der analytische Dreiklang ein umfassendes Bild der Trockenstresstoleranz bei den ausgewählten Rotbuchen-Herkünften ergeben.

Wir erwarten Antworten auf die Fragen: Welche Reaktionen zeigen die Rotbuchen unter Trockenstress? Unterscheiden sich die ausgewählten Herkünfte in ihrer Reaktion auf Trockenstress? Welche Gene werden unter Trockenstress ein- bzw. ausgeschaltet und wie schnell bzw. wie stark wird die Genaktivität reguliert? Hängt die mögliche herkunftsabhängige, unterschiedliche Trockenstresstoleranz mit einer unterschiedlichen Genregulation zusammen? Die Erkenntnisse aus dieser kooperativen Forschungsarbeit können bei der Auswahl von geeigneten trockentoleranten Herkünften hilfreich sein.

Vier Probezeitpunkte: Kein Stress, moderater Stress, starker Stress, Erholung



Versuchsdesign

Im Sommer 2022 wurde ein Trockenstressversuch mit jeweils einer Herkunft aus Deutschland, Frankreich, Italien und Spanien initiiert. Dabei wurden nach unterschiedlichen Stressintensitäten ökophysiologische, biochemische und genetische Analysen durchgeführt.

V-04-02

Populationsgenetischer Status von Vorkommen und Erhaltungsmaßnahmen für die Europäische Schwarz-Pappel anhand von Beispielen aus Mitteleuropa

Matthias Meyer¹, Petra Štochlová², Kateřina Novotná², Barnabáš Kováč³, Kristin Morgenstern⁴, Birgit Reiche⁴, Doris Krabel⁴, Marek Schildbach¹, Ute Tröber¹

¹ Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Pirna, Deutschland; ² Silva Tarouca Research Institute for Landscape and Horticulture (VÚKOZ), Písek, Tschechien; ³ IKEA Industry Slovakia, Malacky, Slowakei; ⁴ TU Dresden, AG für Molekulare Gehölzphysiologie, Tharandt, Deutschland

Die Schwarz-Pappel (*Populus nigra* L.) ist azonale entlang von Flusssystemen verbreitet, welche das für eine effektive Verjüngung erforderliche offene, mineralische Keimbett mit nicht zu feiner Körnung bieten können, etwa Kies- und Sandbänke nach einem Hochwasser. Das genetische System (*sensu* Hattemer et al. 1993: Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft) der Art stützt sich sowohl auf generative als auch zum geringen Teil auf vegetative Verjüngung. Ihr schnelles Wachstum, die leichte adventive Bewurzelung von Steckmaterial und die Fähigkeit zur leichten Hybridisierung mit anderen Pappel-Arten waren grundlegend für eine erfolgreiche Heterosis-Züchtung und die Nutzung von Hybrid-Klonen in nachhaltigen Kulturen. Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln bieten ein erprobtes Konzept, um eine signifikante Verbesserung verschiedener Nachhaltigkeitskriterien im landwirtschaftlichen Biomasseanbau in Kombination mit der Bereitstellung eines hochwertigen Holz-Rohstoffes für neue Bioökonomie zu erzielen. Mit der Flussregulierung europäischer Ströme und mit dem Ersetzen von autochthonen Schwarz-Pappel-Beständen durch Hybriden bzw. Hybrid-Beständen in der Landschaft und dem Stadtgrün treten zwei Gefährdungen in vielen EU-Staaten auf: der Verlust der dynamischen, natürlichen Verjüngungshabitate und die genetische Introgression bei Genfluss zwischen autochthonen und nicht-heimischen Pappeln. Anhand von Beispielen aus drei Staaten in Mittel-Europa benennt der vorliegende Beitrag kurz (I.) Ziele und Ergebnisse von populationsgenetischen Studien an den Strukturen des Komplexes um *P. nigra*, (II.) die Anlage von Archiven *ex situ* zur Bereitstellung von Vermehrungsgut für Ergänzungspflanzungen in wilden Populationen und (III.) den Stand der (rechtlichen) Wahrnehmung der möglichen Maßnahmen, beispielsweise des Nachpflanzens in geschützten Beständen von *P. nigra*, oder des Anlegens von KUP, durch Behörden.

V-04-03

Deutschlandweite Selektion der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.) mit Toleranz gegenüber dem Eschentriebsterben: Ergebnisse zu Infektionsversuchen mit Genotypen aus der Propfsaison 2022

Felix Rentschler¹, Elena Körtels¹, Sarah Poppenborg¹, Jörg R.G. Kleinschmit¹, Ben Bubner², Franziska Past², Barbara Fussi⁵, Hannes Seidel⁵, Martin Dreist³, Christina Fey³, Patrick Siemokat⁴, Maia Ridley⁶, Die hier vorgestellten Arbeiten wurden im Verbundprojekt FraxGen durchgeführt, welches Teil des Demonstrationsvorhaben FraxForFuture ist.

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldnaturschutz, Freiburg, Deutschland; ² Thünen Institut, Institut für Forstgenetik, Waldsiedersdorf, Deutschland; ³ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldgenressourcen, Hann. Münden, Deutschland; ⁴ Staatsbetrieb Sachsenforst, Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung, Pirna, Deutschland; ⁵ Bayerisches Amt für Waldgenetik, Teisendorf, Deutschland; ⁶ Julius-Kühn-Institut, Institut für Waldschutz, Braunschweig, Deutschland

Das Eschentriebsterben ist eine ernsthafte Bedrohung für die Esche als Wirtschaftsbaumart. Ausgelöst wird es durch den aus Asien stammenden Ascomyceten *Hymenoscyphus fraxineus*. Etwa 1 bis 5% der Alt-Eschen in einem Bestand werden als tolerant eingestuft. Es ist bekannt, dass diese Toleranz eine erbliche Komponente hat. Daher erscheint es als aussichtsreich über Selektion von Plusbäumen und eine gezielte Zusammenstellung in Samenplantagen, Saatgut zu erzeugen, das zu Pflanzen mit einer gegenüber dem Eschentriebsterben erhöhten Toleranz führt. Die hier vorgestellten Arbeiten wurden im Verbund-Projekt FraxGen durchgeführt, welches Teil des Demonstrationsvorhaben FraxForFuture ist (Langer et al. 2022).

Im Winter 2020/21, Sommer 2021 und Winter 2021/2022 wurden Bonituren in den Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg, Thüringen, Sachsen, Hessen, Sachsen-Anhalt, Niedersachsen, Schleswig-Holstein und Brandenburg durchgeführt. Grundlage war ein im Rahmen von FraxForFuture entwickelter vereinheitlichter Boniturschlüssel (Peters et al. 2021). Ausgehend davon wurden 454 Bäume als Plusbaumkandidaten ausgewiesen und im Frühjahr 2022 durch Propfung auf Sämlingsunterlagen vermehrt.

Die getopften Pflöpfinge wurden in Sommer und Herbst 2022 zwei unterschiedlichen Infektionsversuchen mit dem Erreger des Eschentriebsterbens unterzogen. Zum einen wurden 4 Rameten pro Genotyp mittels Agarstücken mit 2 verschiedenen Isolaten von *H. fraxineus* mit bekannter Virulenz inokuliert (Agarplugtest). Da dieser Test nicht die natürlichen Infektionsbedingungen simuliert, wurde mit den verbleibenden Rameten Ascosporentests durchgeführt. Die Töpfe mit den Plusbaumkandidaten wurden mit Eschen-Blattstielen aus stark befallenen Beständen bedeckt. Unter den feuchten Bedingungen von Gewächshaus oder

Beregnungsbogen bildeten sich im Spätsommer Fruchtkörper aus, so dass die dort entstehenden Ascosporen die Blätter infizieren konnten. Je nach Forschungsstandort entwickelten 10 bis 60 % der Genotypen Symptome. Eine finale Auswertung der Tests im Frühjahr 2023 wird entscheiden, welche der im Jahr 2022 gepfropften Plusbaumkandidaten als Plusbäume gelten und in die Samenplantagen gepflanzt werden. Es ist die Anlage von 5 Samenplantagen geplant.

Referenzen

- [1] **Langer G.J., Fuchs S., Osewold J., Peters S., Schrewe F., Ridley M., Kätzel R., Bubner B., Grüner J. 2022:** FraxForFuture—research on European ash dieback in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection* **129**, 1285-1295. DOI:10.1007/s41348-022-00670-z
- [2] **Peters S. Langer G. J., Kätzel R. 2021:** Bonitur geschädigter Eschen im Kontext des Eschentriebsterbens. *AFZ Der Wald* **12/2021**, 28-31

V-04-04

Diskussion

14:30 – 16:00

POT/151H

V-05 | Forstbotanik I

V-05-01

Einführung

V-05-02

Der Einfluss art- und standortspezifischer hydraulischer Pflanzenparameter am Beispiel von Mangroven

Ronny Peters, Uta Berger

TU Dresden, Institut für Waldwachstum und forstliche Informatik, Tharandt, Deutschland

Mangroven können mit extrem niedrigen osmotischen Bodenwasserpotentialen von -3MPa bei Meerwassersalzgehalt bis zu unter -6MPa an hypersalinen Standorten auskommen. Damit ist die Wasserverfügbarkeit einer der wichtigsten Faktoren, die das Wachstum und das Vorkommen auf bestimmten Standorten beeinflussen. Die hydraulische Architektur ist ein Schlüsselement für das Wachstum des einzelnen Baumes. Parameter, die im Wesentlichen die Wasseraufnahme steuern, sind (i) die Xylemleitfähigkeit k_s und (ii) die hydraulische Leitfähigkeit der Wurzeln L_p .

Größere Gefäße erhöhen die Xylemleitfähigkeit um den Preis der hydraulischen Sicherheit und der Gefahr von Embolien. Studien zur Xylemleitfähigkeit und zur Verteilung der Gefäßdurchmesser weisen auf (i) typische artspezifische Ausprägungen und (ii) auf eine vom Standort (d. h. vom Salzgehalt) abhängige Plastizität hin. Vulnerabilitätskurven aus experimentellen Studien beschreiben den Verlust der Leitfähigkeit durch Embolien durch extrem niedrige Wasserpotentiale.

Die hydraulische Leitfähigkeit der Wurzeln ist geringer als bei Landpflanzen, da Salzionen daran gehindert werden müssen, in das hydraulische System des Baumes einzudringen. Für Mangroven liegen nur wenige Informationen über diesen Parameter vor, aber es gibt Hinweise darauf, dass sie sich auch an den Porenwassersalzgehalt anpassen.

Mit unserem individuenbasierten mechanistischen Mangrovenmodell BETTINA stellen wir dar, wie sich die Plastizität und Anpassung dieser beiden Parameter auf die Wasserverfügbarkeit des Baumes aufgrund der Rückkopplung mit dem Wasser- und Salzhaushalt des Bodens auswirkt. Wir beleuchten die Auswirkungen artspezifischer Gefäßdurchmesserverteilungen auf die Transpiration und die hydraulische Sicherheit von Bäumen und heben die möglichen Vorteile einer systematischeren Kenntnis der artspezifischen Beziehungen zwischen den vorherrschenden Wasserpotenzialen, den Gefäßdurchmesserverteilungen, der Xylemleitfähigkeit und dem Risiko eines hydraulischen Versagens hervor. Eine bessere Quantifizierbarkeit durch systematische Datensätze könnte zu einem besseren Verständnis der funktionalen Unterschiede zwischen den Arten und zu einer besseren Vorhersagbarkeit des Auftretens von Arten führen.

Referenzen

- [1] Peters, R., Walther, M., Lovelock, C., Jiang, J., & Berger, U. (2020). The interplay between vegetation and water in mangroves: New perspectives for mangrove stand modelling and ecological research. *Wetlands Ecology and Management*. <https://doi.org/10.1007/s11273-020-09733-0>
- [2] Peters, R., Lovelock, C., López-Portillo, J., Bathmann, J., Wimmeler, M.-C., Jiang, J., Walther, M., & Berger, U. (2021). Partial canopy loss of mangrove trees: Mitigating water scarcity by physical adaptation and feedback on porewater salinity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 248, 106797. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106797>

- [3] Robert, E. M. R., Koedam, N., Beeckman, H., & Schmitz, N. (2009). A Safe Hydraulic Architecture as Wood Anatomical Explanation for the Difference in Distribution of the Mangroves *Avicennia* and *Rhizophora*. *Functional Ecology*, 23(4), 649–657.
- [4] Sobrado, M. A. (2007). Relationship of water transport to anatomical features in the mangrove *Laguncularia racemosa* grown under contrasting salinities. *New Phytologist*, 173(3), 584–591. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01927.x>
- [5] Field, C. D. (1984). Movement of ions and water into the xylem sap of tropical mangroves. In H. J. Teas (Ed.), *Physiology and management of mangroves* (Vol. 9, pp. 49–52). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-6572-0_6

V-05-03

SIND WURZELVERWACHSUNGEN EIN HINWEIS AUF KOOPERATION ZWISCHEN MANGROVEN BEI DER BEWÄLTIGUNG VON WASSERSTRESS?

Marie-Christin Wimmeler¹, Alejandra G. Vovides², Hannah James Bowen³, Jorge López-Portillo⁴, Nadezhda Nadezhkina⁵, Uta Berger¹

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Waldwachstum und forstliche Informatik, Tharandt, Deutschland; ² University of Glasgow, Glasgow, Großbritannien; ³ Plant Ecology Program, Venus, USA; ⁴ Functional Ecology Network, Xalapa, Mexiko; ⁵ Institute of Forest Botany, Brno, Tschechien

Bäume können intraspezifische Wurzelverwachsungen bilden und über diese Ressourcen miteinander auszutauschen, wenn das Gewebe vollständig miteinander verwachsen ist. Diese Verbindungen können zwischen zwei oder mehr Bäumen bestehen und somit Gruppen mit unterschiedlichen Strukturen bilden. Bei den Schwarzen Mangroven (*Avicennia germinans*) variieren solche Gruppenstrukturen mit zunehmendem Salzgehalt des Porenwassers. Unter günstigen Bedingungen (niedriger Salzgehalt und Bestandsdichte) haben die Gruppen mehr Mitglieder, die über eine größere Fläche verteilt waren. Mit steigendem Salzgehalt nahm die Häufigkeit der Gruppen zu, aber sie bestanden aus weniger Mitgliedern. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass es einen Mechanismus gibt, der die Gruppengröße kontrolliert und möglicherweise mit der physiologischen Trockenheit zusammenhängt, die durch den Salzgehalt des Porenwassers verursacht wird. Wir stellen hier die Hypothese auf, dass die Wurzelverwachsung ein kooperatives Merkmal ist, das dazu beitragen kann, Trockenstress zu mildern, wenn die Vorteile die Kosten der Kooperation für jedes Individuum übersteigen. Kosten entstehen z.B. bei der Veredelung und bei der Bereitstellung von Ressourcen. Um die Auswirkungen des Wasseraustauschs durch Pfropfung besser zu verstehen, haben wir ein mechanistisches, Individuen-basiertes Modell verwendet, um die physikalischen Grenzen des Wasseraustauschs zu untersuchen. Wir untersuchten die Faktoren, die die Richtung und die potentielle Menge des Wasseraustausches zwischen verbundenen Individuen bestimmen. Zusätzlich haben wir *in vivo* radiale Saftflussprofile von schwarzen Mangroven mit der „Heat Field Deformation“ Methode gemessen. Es erwies sich als schwierig, direkte Signale für den Wasseraustausch zu identifizieren, und wir beobachteten unerwartete Strömungsmuster. Einige Bäume wiesen beispielsweise einen gleichzeitigen bidirektionalen Fluss auf, was auf eine sektorale Splintholzstruktur hindeutet und darauf, dass ein komplexer hydraulischer Ausgleichsmechanismus zum Wasserhaushalt beitragen kann. Dieses Thema sollte weiter erforscht werden, um die Muster des Saftflusses innerhalb und zwischen Bäumen zu verstehen, die Waldfunktionen als Reaktion auf Umweltveränderungen vorherzusagen und Managementstrategien zur Anpassung an den Klimawandel zu verbessern.

V-05-04

Über die Trockenstressresistenz nicht-heimischer Baumarten und deren Potenzial für einen klimagerechten Waldumbau

Bernhard Schuldt^{1,2}, Vincent Riedel¹, Melina Panagoulas¹, Irina Beldman¹, Lukas Gunkel¹, Wanja Stroszeck¹, Roman M. Link^{1,2}, Pierre-Andre Waite^{1,2}

¹ Universität Würzburg, Lehrstuhl für Ökophysiologie und Vegetationsökologie, Würzburg, Deutschland; ² Technische Universität Dresden, Professur für Forstbotanik, Dresden, Deutschland

Eine waldbauliche Möglichkeit den klimatischen Veränderungen des 21. Jahrhunderts gerecht zu werden ist die Einführung von Gastbaumarten, welche ein begrenztes invasives Potenzial aufweisen. Da in der Vergangenheit jedoch eine Klimaähnlichkeit zwischen Ursprungs- und Anbaugbiet in Deutschland angestrebt wurde bleibt es fraglich, inwiefern nicht-heimische Baumarten der kühlgemäßigten nordamerikanischen bzw. ostasiatischen Region tatsächlich eine höhere Trockenstressresistenz als heimische Vertreter der gleichen Gattung aufweisen. Um diese Wissenslücke zu schließen wurde im Rahmen des WKF-Projekts NONNATIVE die Trockenstressresistenz von nicht-heimischen mit der von heimischen Nadel- und Laubbaumarten der gleichen Gattung verglichen, insgesamt wurden 16 Arten untersucht. Durch Aufnahme ökophysiologisch-relevanter Merkmale des Wasserhaushalts und der Trockentoleranz sowie der Bestimmung der letalen Austrocknungszeit kann festgestellt werden, ob Jungbäume von nicht-invasive nicht-heimischen Baumarten trotz der angestrebten Klimaähnlichkeit eine höhere Trockenstresstoleranz aufweisen als die heimischen Vertreter.

V-05-05

Multikriterielles Verfahren zur Ermittlung der Stadtbaumeignung im Klimawandel (CityTreeSuit)

Friederike Stoll¹, Axel Albrecht¹, Somidh Saha²

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldwachstum, Freiburg, Deutschland; ² Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS), Karlsruhe, Deutschland

Angesichts des fortschreitenden Klimawandels sind Kommunen mit der Herausforderung konfrontiert, geeignete klimaresiliente Baumarten im städtischen Bereich zu identifizieren. Die Auswahl potenziell passender Baumarten basiert dabei auf vielen verschiedenen Kriterien wie Dürretoleranz, Schattenwurf und Kronencharakteristika und muss unterschiedlichen kommunenindividuellen Ansprüchen und Anforderungen gerecht werden. Zur Unterstützung dieser Entscheidungssituation wurde im Forschungsprojekt GrüneLunge 2.0 ein Online-Tool entwickelt, das Kommunen bei der Stadtbaumartenwahl unterstützt und mittels einer Baumartenrangliste die jeweils geeigneten Arten aufzeigt. Für die Rangliste wurden 20 Stadtbaumarten einer Eignungsprüfung unterzogen. Innerartliche Differenzierungen (Kultivare etc.) konnten nicht berücksichtigt werden. Um die Vielfalt der zu berücksichtigenden Kriterien adäquat einfließen zu lassen, wurde eine multikriterielle Analyse (multicriterial decision analysis, MCDA) durchgeführt. Die MCDA verspricht auch angesichts von Unsicherheiten, die mit dem Klimawandel einhergehen, entscheidungsfähig zu bleiben. Zur systematischen Vergleichbarkeit der Baumarten wurde eine Literaturstudie zu 41 sozialen und ökologischen Kriterien der Stadtbaumeignung durchgeführt und deren Ergebnisse in einen numerischen Schlüssel überführt. Da nicht alle Kriterien die gleiche Bedeutung für die Stadtbaumauswahl im Klimawandel haben, wurden die einzelnen Kriterien basierend auf Befragungen von Testkommunen entsprechend ihrer Bedeutung gewichtet und anhand gewichteter Mittelwerte zu Gesamteignungswerten verrechnet. Diese bilden die Grundlage für die Erstellung des Baumartenrankings. Interaktive Auswahlmöglichkeiten ermöglichen es Kommunen, ihr Ergebnis zu präzisieren und regionale Besonderheiten sowie individuelle Anforderungen bei der Baumartenwahl als Präferenzen auszudrücken. Hierdurch wird die Baumartenrangliste individuell angepasst. Dieser multikriterielle Ansatz und das darauf basierende Online-Tool bieten Kommunen eine transparente und reproduzierbare Hilfestellung in der komplexen Entscheidungssituation der Baumartenwahl im Klimawandel.

V-05-06

Abschluss

14:30 – 16:00

POT/251H

V-06 | Waldbau I

V-06-01

Ist das Etablierungspotential der Pionierbaumarten im Klimawandel gefährdet?

Katharina Tiebel, Antje Karge, Sven Wagner

TU Dresden, Professur für Waldbau, Tharandt, Deutschland

Neben dem Temperaturanstieg, einer Veränderung der Niederschlagsregime und Häufung von Extremereignissen führt der Klimawandel zu einem Anstieg von Trockenperioden und Hitzetagen im Frühjahr. Dies reduziert die Wasserverfügbarkeit und den Bodenwassergehalt, welche wichtige Faktoren für das Baumwachstum sind. Im Leben eines Baumes sind die Keimung und Etablierung die kritischsten Phasen. Auch Pionierbaumarten reagieren sehr empfindlich auf ungünstige Standortbedingungen während der Etablierung. Daher ist zu erwarten, dass eine erfolgreiche Etablierung von Pionierbaumarten in Zukunft eingeschränkt sein wird. Dies ist ein Problem, da die Wiederbewaldung großer Schadflächen in Deutschland mittlerweile vorrangig durch Sukzession erfolgen soll. Bei fehlender Vorverjüngung und sehr großen Freiflächen können dies vorrangig nur Pionierbaumarten leisten.

Ziel der Studie war es, den Einfluss unterschiedlicher Mikrostandorte auf die Keimung, das Überleben und das Wachstum von *Betula pendula*, *Populus tremula* und *Salix caprea* bei Trockenstress zu untersuchen. Als Mikrostandorte wurden freier Mineralboden, Moos- und Streubedeckung unter abgestuften Strahlungsbedingungen getestet.

Die Keimung und die Etablierung sind an langfristig feuchte Bedingungen geknüpft. Während Zitterpappel, Salweide und Sandbirke mittlere Überlebensraten von 68%, 45% und 78% auf feuchten Mineralböden über alle Strahlungsvarianten zeigten, lagen diese bei Bodenfeuchtwerten knapp über dem permanenten Welkepunkt bei lediglich 11%, 3% und 14%. Die Strahlung hatte keinen Einfluss auf die Keimung und das Überleben, jedoch auf das Wachstum. Auch bei 3% Freilandstrahlung vermochten es die Keimlinge, sich zu etablieren, wuchsen jedoch deutlich langsamer. Unter trockenen Bedingungen wirkte sich eine Bodenbedeckung durch Moos und Streu im Vergleich zu Mineralboden förderlich auf die Überlebensrate und das Wachstum aus. Als Keimstandortersatz zum feuchten Mineralboden können diese Deckungsvarianten im Klimawandel jedoch nicht fungieren, da die Keimraten sehr gering waren.

Insgesamt erwies sich die Sandbirke als die trockenstressresistenteste der Baumarten und Salweide als trockenstressempfindlichste. Da Zitterpappel und Salweide bereits in der Vergangenheit Schwierigkeiten bei der Etablierung infolge fehlender Bodenfeuchte hatten, wird sich das Problem im Klimawandel verschärfen.

V-06-02

Die Kombination von aktiven und passiven Restorationsmaßnahmen führt zu einer größeren und artenreicheren Bodenvegetation drei Jahre nach einem Waldbrand

Katrin Fröhlich¹, Johanna Gaber¹, Nadine Rühr², Sebastian Schmidtlein³, Somidh Saha¹

¹ Karlsruher Institut für Technologie, ITAS, Karlsruhe, Deutschland; ² Karlsruher Institut für Technologie, IMK-IFU, Garmisch-Partenkirchen, Deutschland; ³ Karlsruher Institut für Technologie, IFGG, Karlsruhe, Deutschland

Der Klimawandel führt in Deutschland zu einer Häufung von Waldbränden. Die Restauration von gestörten Flächen und Waldbeständen ist von den Folgen des Klimawandels und den Landnutzungsabsichten gleichermaßen betroffen. Da funktionierende Waldökosysteme auch die Folgen des Klimawandels abmildern, wird die Restaurierung eines wertschaffenden Waldbestandes zu einer Herausforderung. Bis heute werden in Deutschland brandgestörte Waldbestände hauptsächlich durch Vollräumung aktiv wiederhergestellt, sodass eine völlig leere Fläche zurückbleibt. Da diese Flächen besonders extremen Witterungsbedingungen und Erosion ausgesetzt sind, steht der Erfolg der Zielbaumpflanzungen auf dem Spiel.

Um die Wiederaufforstung brandgeschädigter Wälder zu verbessern, sind Kenntnisse über die Prozesse der frühen Sukzession und über die Auswirkungen unterschiedlicher Restorationsmaßnahmen erforderlich. Frühsukzessionsgesellschaften werden sowohl von Moosen als auch von krautigen Pflanzen gebildet, die in den brandgestörten Gebieten Pionierarbeit leisten. Als Pioniere prägen besonders Moose die Oberbodenbedingungen und bilden Mikrohabitate, die neue Räume für nachfolgende krautige Pflanzen und Tiere bieten. Bis heute fehlt jedoch Wissen über die Rolle der frühsukzessorischen Moos- und Pflanzengesellschaften in gemäßigten und bewirtschafteten Wäldern.

Um mehr über die Vegetation in der frühen Sukzessionsphase und ihre Reaktion auf Restorationsmaßnahmen nach einem Brand herauszufinden, untersuchten wir Pflanzengesellschaften, die nach einem Brand passiven, rein aktiven (Vollräumung) und kombinierten Restorationsmaßnahmen unterzogen wurden. Drei Jahre nach einem Waldbrand in Brandenburg, Deutschland, zeigte unsere Bestandsaufnahme der frühsukzessorischen Pflanzengesellschaften die Auswirkungen der angewandten Restorationsmaßnahmen auf die jeweiligen Gemeinschaften. Diversität und Abundanz der Vegetation nahmen von aktiven zu passiven Wiederaufforstungsansätzen in brandgeschädigten Waldbeständen zu. Weiterhin zeigte die Untersuchung der funktionellen Merkmale der Vegetationsschicht in Gebieten unter kombinierter Restoration besonders kurzlebige, krautige Spezies, die für die Regeneration des Oberbodens aber auch für die Einführung von Zielbaumarten genutzt werden können. Insgesamt schließen wir aus der Vegetationsinventur,

dass eine Kombination aus aktiven und passiven Wiederaufforstungsmaßnahmen, wie Teilräumungen und Standortvorbereitung in kleinflächigen Abschnitten, den Verlust der Vegetationsvielfalt abmildern und gleichzeitig den Erfolg der Wiederaufforstung fördern kann.

V-06-03

IST SUKZESSION EIN GEEIGNETES INSTRUMENT ZUR WIEDERHERSTELLUNG VON EICHEN-LINDEN-WÄLDERN NACH KAHLSCHLAG?

Alina Nasibullina , Sven Wagner

TU Dresden, Waldbau und Waldschutz, Dresden, Deutschland

Motivation: Die Idee, nach flächenhaftem Verlust eines Baumbestandes mit Hilfe der natürlichen Sukzession eine kostengünstige und naturnahe Wiederbewaldung zu erreichen, erscheint überzeugend. Es gibt allerdings in Zentraleuropa wenig Gelegenheit, Erfolge dieser Strategie nach mehreren Jahrzehnten der Eigendynamik zu prüfen. Wir berichten deshalb hier über Untersuchungen aus der mittleren Wolgaregion Russlands, in der Eichen-Lindenwälder die natürliche Waldgesellschaft darstellen. Da sie seit 300 Jahren durch Kahlschlag, praktisch ohne weitere Eingriffe und Umtriebszeiten unter 150 Jahren genutzt wurden, ist es zu einer Degradation mit Baumartenwechsel gekommen.

Methode: Es wurde eine Chronosequenz aus 180 repräsentativen Plots von 1 bis 62 Jahren nach Kahlschlag untersucht. Wir erfassten Baumarten, BHD, Baumhöhen, Totholz, die Waldverjüngung und die Bodenvegetation. **Ergebnisse:** Unsere Analyse belegt die historische Zugehörigkeit der Region zum Gürtel der Winterlinden-Eichenwälder, da die typische Bodenvegetation und alle entsprechenden Baumarten in der Chronosequenz auftreten. In 60 Jahren kommt es in der Eigendynamik der Flächen zu einer charakteristischen Entwicklung der Mischbaumartenanteile und zu einer ausgeprägten vertikalen Schichtung der Bestände. Während Aspe und Sandbirke das obere Kronendach dominieren und die Winterlinde kontinuierlich aufschließt, verbleiben Spitzahorn und Bergulme in der zweiten Bestandesschicht. Außerdem wird bestätigt, dass ab 40 Jahren die Aspen absterben, während die Linden im Flächenanteil zunehmen. Die Rolle der namensgebenden Eiche dieser Waldgesellschaft bleibt allerdings unklar: wir fanden auch nach 60 Jahren keine Naturverjüngung. Die Eiche tritt scheinbar nur auf, wenn sie bei den Kahlschlägen als Baumart verschont bleibt und dann wegen ihrer Langlebigkeit im Laufe der Zeit an Vitalität gewinnt. **Schlussfolgerung:** Aus den Daten ergibt sich, dass in diesem System ohne jeden Eingriff nach Kahlschlag die Sukzession alleine in mittlerer Frist nur unzureichend zur Wiederherstellung der natürlichen Baumartenzusammensetzung führt. Der Verbleib einzelner Eichen-Altbäume oder die künstliche Einbringung der Stieleiche nach etwa 40 Jahren nach Kahlschlag erscheinen sinnvoll, um eine Renaturierung der Flächen in wirtschaftlich akzeptablen Zeiträumen abzusichern.

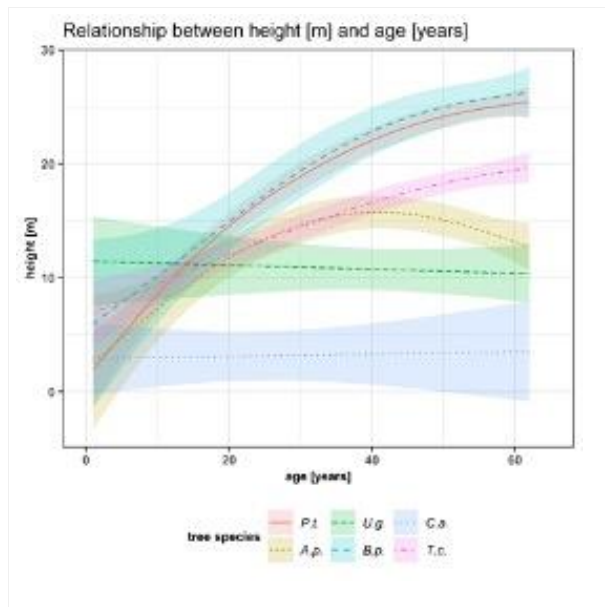


Abbildung 1.

Entwicklung der mittleren Baumhöhen der an der Sukzession beteiligten Baumarten über der Zeitachse (Eiche fehlt wegen unzureichender Daten). Baumarten sind P.t. (*Populus tremula*), A.p. (*Acer platanoides*), U.g. (*Ulmus glabra*), B.p. (*Betula pendula*), C.a. (*Coryllus avellana*), T.c. (*Tilia cordata*).

V-06-04

Urwälder von Morgen? – Betrachtung der Struktur von Buchen-Naturwaldreservaten im Vergleich mit Buchenurwäldern anhand des *Development Stage Index*

Eike Feldmann¹, Rouven Nagel^{1,2}, Peter Meyer¹

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldnaturschutz, Hann. Münden, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Waldnaturschutz, Göttingen, Deutschland

Häufig werden ehemalige Wirtschaftswälder, die einer natürlichen Entwicklung überlassen werden, als „Urwälder von Morgen“ bezeichnet. Welchen Zeitraum es beansprucht, bis sich aus Altersklassenwäldern Bestände mit urwaldartiger Struktur herausbilden ist weitgehend spekulativ und schwer zu quantifizieren.

Im Rahmen des natWald100-Projekts wurden in 69 buchendominierten Beständen entlang eines zeitlichen Gradienten seit Nutzungseinstellung (time since abandonment; TSA) Waldstrukturaufnahmen durchgeführt (jeweils auf neun Probekreise á 500 m²). Mit Hilfe des Development Stage Index (I_{DS}) wurde die Struktur der Untersuchungsbestände analysiert und mit jener in slowakischen Buchenurwäldern verglichen. Der Index ordnet Bäume entsprechend ihres Brusthöhendurchmessers einem von drei Entwicklungsstadien zu (< 40 = Initial, 40-69 = Optimal, ≥ 70 = Terminal) und erlaubt die Berechnung der Flächenanteile der Stadien auf Plot- und Bestandesebene, deren Mischungsverhältnisse sich mit Hilfe von „ternary plots“ anschaulich darstellen lassen.

Der I_{DS} zeichnet insgesamt ein plausibles Bild der Bestandesstrukturen und ihrer Entwicklung entlang der Zeitachse. Anhand der Untersuchungen wird deutlich, dass sich Buchen-Altersklassenwälder auch bei hoher TSA und hohem Alter strukturell noch deutlich von Buchenurwäldern unterscheiden. Dies liegt zum einen an der langen Zeit, welche es braucht, um Elemente des Terminalstadiums zu entwickeln, zum andern etablieren sich im Altersklassenwald über eine lange Periode sich keine neuen Individuen. Während Buchenurwälder auf Bestandesebene ausgeglichene Anteile und auf Probekreisebene meist eine eher intensivere Durchmischung der drei Entwicklungsstadien aufweisen, dominieren in den ehemaligen Wirtschaftswäldern i.d.R. ein bis zwei Stadien.

Der I_{DS} erweist sich als geeignete und anschauliche Methode, Bestände hinsichtlich ihrer Struktur zu vergleichen und die strukturelle Entwicklung abzubilden. Er legt offen, dass eine Annäherung der Struktur von aus der Nutzung entlassenen Buchen-Altersklassenwäldern an jene von Buchenurwäldern nur sehr langsam stattfindet. Die Ergebnisse heben die Bedeutung der Buchenurwälder als Referenzflächen hinsichtlich der Einordnung des strukturellen Entwicklungsstatus von Wäldern hervor und können einen Beitrag zur Beurteilung der Wirkung passiver und aktiver Maßnahmen darstellen.

V-06-05

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/081H

V-07 | Waldschutz II: Borkenkäfer

V-07-01

Modellierung der witterungsabhängigen Flugaktivität von drei Borkenkäferarten mithilfe zeitlich hochaufgelöster Fallenfänge

Sven Hofmann^{1,2}, Markus Kautz¹, Martin Schebeck²

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, 79100, Deutschland; ² Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz (IFFF), 1180, Österreich

Bereits seit Anfang der 90-er Jahre gab es erste Ideen und Anwendungen, elektronische Fallensysteme für Untersuchungen zu Schadinsekten einzusetzen. Mit zunehmend verbesserter Technik bezüglich Sensorik und Datenübertragung werden diese Systeme nun auch für die breite Anwendung im Schädlingsmonitoring interessant. Die Vorteile von automatisierten Fallensystemen sind die bessere zeitliche Auflösung und direkte Verfügbarkeit der Daten auch ohne regelmäßige Fallenkontrollen. Dem entgegen stehen höhere Materialkosten, Wartung und Anfälligkeit der Systeme für Störungen. An der FVA Baden-Württemberg wird aktuell, nach zweijähriger Testphase innerhalb eines Projekts, ein Teil des Borkenkäfermonitorings elektronisch durchgeführt. Mit kostengünstigen, selbst gebauten Fallen werden das Flugverhalten von Buchdrucker (*Ips typographus*), Kupferstecher (*Pityogenes chalcographus*) und Krummzähligem Tannenborkenkäfer (*Pityokteines curvidens*), in Verbindung mit den vorherrschenden Witterungsbedingungen, halbstündig erfasst und übermittelt. Die so erhobenen Daten helfen dabei, den Käferflug exakt zu modellieren und witterungsbedingt vorhersagen zu können. So könnten zukünftig auch ohne herkömmliches Monitoring mit Schlitzfallen flächendeckend und tagesaktuell die Käferaktivität abgeschätzt und letztlich dynamische Befallsrisikomodelle zur räumlich-zeitlichen Steuerung eines effizienten Borkenkäfermanagements unterstützt werden. Der Vortrag wird das System mit seinen Stärken und Schwächen vorstellen, Einblicke in Ergebnisse zu Einflüssen der unterschiedlichen Wetterparameter auf das Flugverhalten geben und die daraus resultierenden Anwendungsmöglichkeiten diskutieren.

Referenzen

- [1] Skatulla, U., & Feicht, E. (1992). Untersuchungen zum Anflugverhalten des Kupferstechers (*Pityogenes chalcographus* L.) und einiger Beifänge an Pheromonfallen mit Hilfe eines neuartigen elektronischen Messgerätes. *Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 65(1), 4-7. Nachname, V, Nachname, V JJJJ, 'Artikel', *Journal*, Ausgabe, Seite, Erscheinungsort: Herausgeber
- [2] Lobinger, G. (1994). Air temperature as a limiting factor for flight activity of two species of pine bark beetles, *Ips typographus* L. and *Pityogenes chalcographus* L. (Col., Scolytidae). *Anzeiger für Schädlingkunde, Pflanzenschutz, Umweltschutz*, 67, 14-17.

V-07-02

Towards a holistic remote sensing based risk assessment of Norway spruce dominated forests in Austria

Till Hallas^{1,2}, Sigrid Netherer², Susanne Karel¹, Josef Pennerstorfer², Tobias Schadauer¹, Christoph Bauerhansl¹, Markus Löw¹, Klemens Schadauer¹, Gernot Hoch^{1,2}

¹ Austrian Research Centre for Forests (BFW), Department of Forest Protection, Wien, Österreich; ² University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Department of Forest- and Soil Sciences, Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection (IFFF), Wien, Österreich

European spruce bark beetle (*Ips typographus*) (ESBB) mass outbreaks have caused enormous mortality in Norway spruce (*Picea abies*) dominated Central European forests in recent decades [1]. These climate change driven abrupt forest transformations have severe ecological and economic consequences for many European countries [2]. Important mitigation measures include a controlled conversion of pure spruce stands into climate-stable mixed forests. Yet, spruce will remain a relevant and viable option, particularly within its natural range, such as the mountain forests of the Alps. Therefore, effective protection and management of spruce forests based on an accurate risk assessment remains important.

In the project RAWLog, funded by the Austrian Waldfonds, we focus on a comprehensive risk assessment considering the relationships between abiotic, biotic as well as operational factors that influence natural disturbances. Beside storm and snow damages, drought is assessed in the model framework since it has become increasingly important as an abiotic driver of ESBB infestations [3]. Forest accessibility and work capabilities influence both forest predisposition and the scope and response time of interventions to disturbances. Our main goal is to develop the fundamentals of a practice-oriented and dynamic ESBB early warning system with high temporal and spatial resolution for the whole of Austria.

The development of such a model framework is supported by recent advances in remote sensing, increased data availability and innovative modeling approaches. In particular, novel methods based on Sentinel-2 time series allow for a detection of tree species proportions and forest disturbances on an annual time scale with high spatial resolution of 10 m [4]. Furthermore, simulations of ESBB development status and tree water availability enable an increasingly accurate and daily assessment of the current forest condition [5]. Hence, the system will provide crucial support for silvicultural measures and risk management in Austrian forests in near future.

Referenzen

- [1] Hlásny, T, König, L, Krokene, P, Lindner, M, Montagné-Huck, C, Müller, J, Qin, H, Raffa, K F, Schelhaas, M-J, Svoboda, M, Viiri, H, Seidl, R 2021, 'Bark Beetle Outbreaks in Europe: State of Knowledge and Ways Forward for Management', *Current Forestry Reports*, 7(3), 138-165.
- [2] Seidl, R, Thom, D, Kautz, M, Martin-Benito, D, Peltoniemi, M, Vacchiano, G, Wild, J, Ascoli, D, Petr, M, Honkaniemi, J, Lexer, M J, Trotsiuk, V, Mairota, P, Svoboda, M, Fabrika, M, Nagel, T A, Reyer, C P O 2017, 'Forest disturbances under climate change', *Nature Climate Change*, 7, 395-402.
- [3] Netherer, S, Panassiti, B, Pennerstorfer, J, Matthews, B 2019, 'Acute Drought Is an Important Driver of Bark Beetle Infestation in Austrian Norway Spruce Stands', *Frontiers in Forests and Global Change*, 2(39), 1-21.

- [4] Löw, M, Koukal, T 2020, 'Phenology Modelling and Forest Disturbance Mapping with Sentinel-2 Time Series in Austria', *Remote Sensing*, 12(24), 4191, 1-26.
- [5] Matthews, B, Netherer, S, Katzensteiner, K, Pennerstorfer, J, Blackwell, E, Henschke, P, Hietz, P, Rosner, S, Jansson, P-E, Schume, H, Schopf, A 2018, 'Transpiration deficits increase host susceptibility to bark beetle attack: Experimental observations and practical outcomes for *Ips typographus* hazard assessment', *Agricultural and Forest Meteorology*, 263, 69-89.

V-07-03

Projekt IPSolut - Grundlagenforschung zur inundativen biologischen Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.)

Anna Lawall

Technische Universität Dresden, Waldbau und Waldschutz, Professur Waldschutz, Dresden, Deutschland

In Zeiten sich häufender Schadereignisse stoßen aktuell angewandte Verfahren des Borkenkäfermanagements im Waldschutz an ihre Grenzen. Die Gemeine Fichte (*Picea abies* L.) ist von Massenkalamitäten des Großen Buchdruckers (*Ips typographus* L. [Curculionidae]) besonders betroffen, weshalb neue effiziente, naturnahe und zukunftsfähige Regulationsverfahren entwickelt werden müssen. Ziel des Projektes IPSolut ist, die Populationsdichte des Großen Buchdruckers punktuell effektiv durch inundativen biologischen Pflanzenschutz, d.h. die Freisetzung von in Massenzucht vermehrten parasitoiden Hymenopteren, zu regulieren. Nach der Determination natürlich auftretender Parasitoide von *Ips typographus* an Fichte im ostsächsischen Raum wurden sechs Zielarten aus der Ordnung der Hymenoptera für Zuchtversuche am Originalwirt identifiziert: *Rhopalicus tutela* Walker (Pteromalidae), *Roptrocerus mirus* Walker (Pteromalidae), *Roptrocerus xylophagorum* Ratz. (Pteromalidae), *Coeloides bostrichorum* Gir. (Braconidae), *Dendrosoter middendorffii* Ratz. (Braconidae), *Tomicobia seitneri* Ruschk. (Pteromalidae). Als Grundlage für Zuchtversuche mit diesen Zielarten wurde eine Wirtszucht mit *Ips typographus* aufgebaut. In einer begehbaren Zuchtbox wurde ein rotierendes Zuchtsystem etabliert, welches eine dauerhafte Wirtsverfügbarkeit ermöglichen soll. Erste Zuchtversuche mit *Rhopalicus tutela*, *Roptrocerus* spec. und *Coeloides bostrichorum* zeigen, dass eine Parasitoiden-Zucht mit *Ips typographus* unter kontrollierten Bedingungen möglich ist. In den folgenden Projektjahren bedarf es jedoch einer zielartenspezifischen Optimierung der Zuchtverfahren, um sie besser als das bisherige pauschale Zuchtschema auf die Biologie und Ökologie der Zielarten abzustimmen und letztlich auch in einen größeren Maßstab zu übertragen. Zudem sollen in weiteren Versuchen noch bestehende Wissenslücken über biologisch-ökologische Aspekte der Zielarten geschlossen werden. Nach erfolgreicher Etablierung einer funktionierenden Zucht von mindestens einer Zielart sollen zudem Ausbringungsversuche im Freiland durchgeführt werden.

V-07-04

Projekt Verblps: Möglichkeiten des Populationsmanagements von Buchdruckern mittels Verbenon (SPLAT®Verb)

Tobias Frühbrodt¹, Helge Löcken², Baoguo Du³, Tim Burzlaff², Jürgen Kreuzwieser³, Horst Delb¹

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldschutz, Freiburg, Deutschland;

² Universität Freiburg, Forstentomologie und Waldschutz, Freiburg, Deutschland;

³ Universität Freiburg, Ökosystemphysiologie, Freiburg, Deutschland

Der Buchdrucker (*Ips typographus*) ist der bedeutendste Schädling an der Fichte. So betrug 2022 der Anteil des Insektenholzes an der Gesamtholzernte in Deutschland gut ein Drittel, im Jahr 2020 sogar mehr als 70%, wobei die Fichte eindeutig den größten Anteil darstellt. Insbesondere Störereignisse wie Sturm und Dürre sowie ein hohes Wärmeangebot können die Entstehung von Buchdrucker-Massenvermehrungen begünstigen. Die wichtigste Komponente des integrierten Borkenkäfermanagements ist die „saubere Waldwirtschaft“. Diese erfordert das rechtzeitige Unschädlichmachen von Käferholz vor dem Ausschwärmen der nächsten Generation. In der Praxis ist es oft eine Herausforderung, befallene Bäume zeitnah zu detektieren, aufzuarbeiten und rechtzeitig abzutransportieren. Daher müssen mitunter zusätzlich Insektizide zur Vor-Ausflugbehandlung als letztes Mittel zum Einsatz kommen. Um die Notwendigkeit dieser Maßnahme möglichst gering halten zu können, sollen zusätzlich neue innovative, umweltschonende Verfahren entwickelt werden. SPLAT®Verb ist eine biologisch abbaubare Formulierung mit der aktiven Komponente Verbenon, einem volatilen, natürlichen Aggregationsinhibitor des Buchdruckers. Im Rahmen des Projektes Verblps haben wir in einer Reihe von Freiland-, Semi-Freiland und Laborexperimenten die Wirksamkeit von SPLAT®Verb gegen den Buchdrucker untersucht. Die Reduktionswirkung bezogen auf den Anflug an Pheromon beköderten Fallen beträgt im Mittel ca. 35-92 %, ist nachweisbar bis zu etwa 12 m und hält über die Dauer des Parentalfluges an (ca. 80 Tage). Entsprechend konnten kleine Windwürfe (4-6 Bäume) durch SPLAT®Verb vor Buchdrucker-Besiedlung geschützt werden (Verzögerung des Befalls um ca. drei Wochen; Reduktion der Befallsdichte um 48-90%). Die Schutzwirkung an Poltern war ebenfalls gegeben, fiel jedoch geringer aus. An stehenden Bäumen muss dies noch weiterführend untersucht werden. SPLAT®Verb kann ein umweltschonendes Verfahren zur Befallsprophylaxe gegen den Buchdrucker bieten und wird vermutlich eine große gesellschaftliche Akzeptanz erfahren. Damit könnte eine weitere Handlungsoption im Rahmen des integrierten Borkenkäfer-Managements bestehen, indem mit SPLAT®Verb noch während der Buchdrucker-Latenz für die Aufarbeitung risikobehafteter Sturmhölzer Zeit gewonnen und so der Entstehung von Massenvermehrungen entgegengewirkt werden kann.

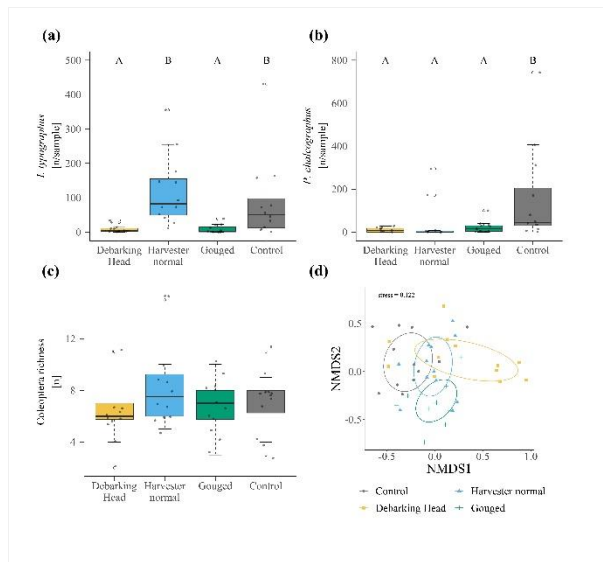
V-07-05

Debarking head and bark gouging: Conservation friendly alternative management options for *Ips typographus* regulation

Sebastian Zarges^{1,2}, Jan Wohler², Jörg Müller^{3,4}, Jonas Hagge^{1,2}

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldnaturschutz, Hann Münden, Deutschland; ² Georg August Universität Göttingen, Abteilung Waldnaturschutz, Göttingen, Deutschland; ³ Universität Würzburg, Tierökologie und Tropenbiologie, Würzburg, Deutschland; ⁴ Nationalpark Bayerischer Wald, Naturschutz und Forschung, Grafenau, Deutschland

In the face of climate change, the European Spruce Bark Beetle (*Ips typographus*) breeding in Norway spruce (*Picea abies*) led to exceptional amounts of damaged timber in European forests. Up to now, breeding material is either extracted by salvage logging at stand-scale or, when quantities are low, made unsuitable for breeding by manual debarking. Both pest control interventions have negative impacts on the non-target biodiversity. As alternatives, a debarking head for harvesters for large scale disturbances and a bark gouging device for motor-manual treatment have been developed in recent years to make breeding material unsuitable for the development of bark beetles. This enables the retention of dead wood biomass and uncouples pest control from dependencies on the availability of transport. Additionally, natural disturbances and the resulting dead wood can have substantial ecological benefits and can support conservation goals. Based on data from an experimental design with infested logs, we show that debarking and bark gouging are regulating *I. typographus* populations efficiently. The treatment of logs with a normal harvester did not reduce the emerging bark beetles. None of the bark treatments reduced non-target beetle species richness. However, the different bark treatments altered the natural species composition, whereas the communities in the control and normal harvester logs had no differences between each other. We endorse the debarking head and bark gouging as alternatives to salvage logging and manual debarking. Particularly in protected areas both methods are suitable management responses to bark beetle outbreaks since they conserve biodiversity and maintain ecosystem resilience.



Comparison of bark treatments for pest control and effect on non-target beetles

(a-c) Boxplots for the three different bark treatments (n=12, Debarking head, Harvester normal and Gouged) and Control. Letters show significances based on Quasi-Poisson linear models for regulation of pest species a) *Ips typographus* and b) *Pityogenes chalcographus*. In c) species richness of non-target beetles is compared. d) Illustration of differences in beetle species communities with Non-metric multidimensional scaling (NMDS)

Referenzen

- [1] Hagge, J., Leibl, F., Müller, J., Plechinger, M., Soutinho, J.C., Thorn, S., 2019, 'Reconciling pest control, nature conservation, and recreation in coniferous forests', *Conserv. Lett.*, 12, <https://doi.org/10.1111/conl.12615>
- [2] Heppelmann, J.B., Labelle, E.R., Wittkopf, S., Seeling, U., 2019, 'In-stand debarking with the use of modified harvesting heads: a potential solution for key challenges in European forestry', *Eur. J. For. Res.* 138, 1067–1081, <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01225-y>
- [3] Mergl, V., Zemánek, T., Šušnjar, M., Klepárník, J., 2021, 'Efficiency of Harvester with the Debarking Head at Logging in Spruce Stands Affected by Bark Beetle Outbreak', *Forests*, 12, 1348, <https://doi.org/10.3390/f12101348>
- [4] Müller, J., Noss, R.F., Bussler, H., Brandl, R., 2010, 'Learning from a "benign neglect strategy" in a national park: Response of saproxylic beetles to dead wood accumulation', *Biol. Conserv.*, 143, 2559–2569, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.06.024>

16:30 – 18:30

POT/006H

V-08 | Waldwirtschaft und Klimawandel II: Waldanpassung, Baumartenwahl

Andreas Bolte (Eberswalde)

V-08-01

Baumarten im Klimawandel: Das Verbreitungspotenzial seltener heimischer und nordamerikanischer Alternativbaumarten

Olef Koch , Angela de Avila , Henry Heinen , Axel Albrecht

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldwachstum, Freiburg, Deutschland

Mit Blick auf die Baumartenauswahl sind Forstpraktiker*innen aktuell mit der großen Herausforderung konfrontiert, die Auswirkungen des Klimawandels zu antizipieren und eine entsprechende Anpassung umzusetzen. Alternativbaumarten können hierfür wichtige Anpassungsoptionen darstellen. Sowohl seltene heimische, als auch nordamerikanische Baumarten, geraten zunehmend als vielversprechende Zukunftsoptionen in den Fokus. Um deren Eignung als Alternativbaumarten abzuschätzen ist allerdings ein besseres Verständnis zukünftiger Verbreitungspotenziale vonnöten. Dieser Beitrag präsentiert die Ergebnisse des Notfallplan-Projekts „Artverbreitungsmodelle“ für eine Auswahl von jeweils sechs vielversprechenden, heimischen und nordamerikanischen Alternativbaumarten, um deren Verbreitungspotenziale und regionalklimatische Standortbindung im Klimawandel abzuleiten. Im Vergleich dazu wurden 5 Hauptbaumarten mitbetrachtet. Die Baumartenauswahl für diese Studie basiert auf einer multikriteriellen Analyse. Um das zukünftige Verbreitungspotenzial dieser Baumarten in Europa zu ermitteln, wurde ein Ensemble aus Artverbreitungsmodellen (GLM, GAM, BRT, MAXENT, RF) erstellt. Die Modelle wurden zunächst mit heutigen Verbreitungsdaten aus dem EU-Forest Datensatz sowie mit einer baumartenspezifischen Auswahl von heutigen Chelsa-Klima- und LandGIS-Bodenvariablen errechnet. Für die nordamerikanischen Arten wurden die Modelle zusätzlich noch mit Verbreitungsdaten aus ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet ergänzt. Aus den Ensembles wurden ordinale Eignungsklassen abgeleitet, um Rückschlüsse auf die Grenzen der Standorteignung zu ermöglichen. Die Ensemble-Verbreitungsmodelle wurden anschließend auf Ensemble-Klimaprojektionen der zukünftigen Klima-Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 für 2050 und 2070 projiziert. Während unter den Hauptbaumarten insbesondere für Weißtanne (*Abies alba*), Fichte (*Picea abies*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*) projizierte Rückgänge im Verbreitungspotenzial zu verzeichnen sind, weisen die untersuchten Alternativbaumarten teils wachsende Verbreitungspotenziale auf. Unter den heimischen Nebenbaumarten sind insbesondere Edelkastanie (*Castanea sativa*), Elsbeere (*Sorbus torminalis*) und Hainbuche (*Carpinus betulus*) als vielversprechende Alternativbaumarten hervorzuheben. Unter den amerikanischen Alternativbaumarten zeigen Küstentanne (*Abies grandis*), Roteiche (*Quercus rubra*) und Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*) Zuwächse im Vorkommenspotenzial. Auf Grundlage dieser

Ergebnisse können vielversprechende Baumarten regional als mögliche Alternativen geprüft und in der Praxis - abhängig von zu erzielenden Ökosystemleistungen - für die Klimawandelanpassung gefördert werden

Referenzen

- [1] Koch, O, de Avila, A L, Heinen, H, Albrecht, A T 2022. "Retreat of Major European Tree Species Distribution under Climate Change—Minor Natives to the Rescue?" *Sustainability* 14, no. 9: 5213. <https://doi.org/10.3390/su14095213>
- [2] de Avila, A L, Häring, B, Rheinbay, B, Brüchert, F, Hirsch, M, Albrecht, A 2021, "Artensteckbriefe 2.0 Alternative Baumarten im Klimawandel—Eine Stoffsammlung", Freiburg: Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)
- [3] Vinceti, B, Manica, M, Lauridsen, N et al. 2020 "Managing forest genetic resources as a strategy to adapt forests to climate change: perceptions of European forest owners and managers", *Eur J Forest Res* **139**, 1107–1119, <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01311-6>
- [4] Thurm, E A, Hernandez, L, Baltensweiler, A, Ayan, S, Rasztoivits, E, Bielak, K, Zlatanov, T M, Hladnik, D, Balic, B, Freudenschuss, A et al. 2018, "Alternative tree species under climate warming in managed European forests", *For. Ecol. Manag.*, 430, 485–497.

V-08-02

Integration des Bodens bei der Auswahl aktueller deutscher und potentieller südeuropäischer Herkünfte

Axel Göttlein, Eckart Kolb

TU München, Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt, Freising, Deutschland

Forstliche Herkünfte berücksichtigen idealerweise den Standort und die Genetik einer Baumart. Der Standort wird v.a. durch Klima und Boden bestimmt. Gerade die Bodeneigenschaften werden bisher bei den Herkunftskarten für forstliches Saat-/Pflanzgut für Deutschland und auch bei der Bewertung südeuropäischer Herkünfte wenig bis gar nicht berücksichtigt. Selbst einfache Differenzierungen zwischen carbonatisch/basenreichen und sauren Standorten erfolgen nicht. Beispielsweise werden Ersatzherkünfte für die Buche auf sauren Standorten zugelassen, die von basenreichen, teilweise sogar carbonatischen Standorten stammen. Es gibt bisher fast keine wissenschaftlichen Arbeiten, die eine genetische Differenzierung selbst solch gegensätzlicher Standorte untersucht haben. Wir müssen aber, zumindest aus Gründen des Vorsorgeprinzips, davon ausgehen, dass es diesbezügliche Anpassungen an den Standort gibt. Wir haben auf Basis der Bodenkarte Europas die Böden in Deutschland nach vorwiegend sauren, basenreichen und carbonatischen Böden eingewertet. Auf Basis dieser Karte können nun bodenkundlich passende Herkünfte innerhalb der durch das Forstvermehrungsgutgesetz vorgegebenen Herkunftsgebiete ausgewählt werden. Die dargestellte Problematik ist besonders für Baumarten mit großen, wenig untergliederten Herkunftsgebieten von Bedeutung.

Aufgrund des Klimawandels wurde die bodenkundliche Herkunftsdifferenzierung auf Südeuropa erweitert. Zur klimatischen Differenzierung wurde ein Klimamodell über Europa gelegt, welches wichtige Parameter für das Baumwachstum und die Baumentablierung berücksichtigt. Die Modellkarten der Klimaperiode 2071-2100 zeigen die zukünftigen Klimaparameter für Deutschland. Die Daten der Klimaperiode 1981-2010 zeigen die Gebiete in Südeuropa, die schon heute das zukünftige Klima Deutschlands haben. Durch zusätzliches Verschneiden mit der Bodenkarte und einem Waldlayer werden die Waldflächen der zur Verfügung stehenden Analogregionen abgeleitet. In einem weiteren Schritt kann dies auch baumartenspezifisch differenziert werden. Am Beispiel der Buche wird gezeigt wie wenig saure Standorte in Südeuropa existieren, aus denen klima/standortsangepasstes Buchenvermehrungsgut mit guten Wuchseigenschaften ausgewählt werden könnte. Die Begrenztheit dieser Ressource betrifft auch andere heimische Baumarten und wird verschärft durch die Tatsache, dass für saure Standorte die Baumartenpalette insgesamt eingeschränkt ist.

V-08-03

Das bundesweite Verbundprojekt MultiRiskSuit: ein Ländervergleich zur Baumarteneignung im Klimawandel

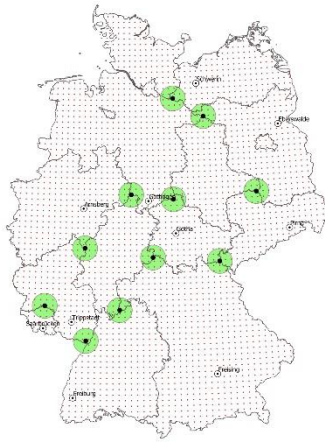
Norbert Kühl, Axel Albrecht , Christopher Traiser

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldwachstum, Freiburg, Deutschland

Stabilität, Resistenz und Resilienz von Waldökosystemen sind grundlegende aktuelle Ziele im Waldbau unter Klimawandel. Um diese Ziele zu erreichen, werden Eignungsempfehlungen für Bäume erstellt und umgesetzt. Im Zuge des Klimawandels gewinnen solche Eignungsempfehlungen an Bedeutung, aber es nimmt auch die Komplexität zu, da sie nicht nur die heutigen, sondern auch die zukünftigen, von heute vermutlich stark abweichenden Wachstumsbedingungen der Bäume berücksichtigen müssen.

Das Erstellen von Baumarteneignungsbeurteilungen ist Ländersache. Die Methoden, die dafür angewendet werden, unterscheiden sich jedoch deutlich. Das Verbundprojekt „MultiRiskSuit“ hat daher zum Ziel,

1. die vielfältigen länderspezifischen Methoden auf dieselben Datensätze anzuwenden. Die Berechnung der Baumarteneignung erfolgt sowohl an Einzelpunkten von bundesweiten Inventurdaten (BWI, BZE, WZE) als auch flächig polygonbasiert in bundesländerübergreifenden Beispielregionen, die als Nachbarschaftsregionen bezeichnet werden (s. Abb.).
2. die verschiedenen Modelle bzw. gutachtlichen Ansätze anhand der Ergebnisse vergleichend zu analysieren. Zudem werden Aspekte der Vulnerabilität (syn. Verletzlichkeit) adressiert. Schließlich werden auf Länderebene aus der Bilanzierung und Analyse der klimabedingten Änderungen bei Mortalität, Wachstum und Eignung veränderte Baumartenempfehlungen unter Klimawandel formuliert. Damit dient das Projekt der nachhaltigen Sicherung der Wälder und ihrer Leistungen und Funktionen im Klimawandel, besonders unter sich änderndem Störungsregime.



Übersicht des MultiRiskSuit Untersuchungsraumes

Ziel des Projekts MultiRiskSuit ist der Vergleich der länderspezifisch entwickelten Modelle. Dazu werden auf das Punktenetz von Bundesinventuren (rot) sogenannte Nachbarschaftsregionen (grün Kreise) angewendet. Die Karte zeigt auch die Standorte der am Projekt beteiligten zehn Institutionen. Grafik: Projekt MultiRiskSuit/FVA-BW

V-08-04

Baumartenempfehlung unter Klimawandel mit Hilfe eines multikriteriellen Entscheidungsmodells

Hans F. Hamkens¹

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen, Deutschland; ² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen, Deutschland

Die Baumartenwahl ist eine der wesentlichen Fragen, mit der sich forstliche Akteure im Zuge des Klimawandels auseinander setzen müssen. Sie bestimmt die Entwicklung von Waldstandorten für die kommenden Jahrzehnte und hat unter anderem großen Einfluss auf Ertragsfähigkeit und ökologische Wertigkeit. Angesichts der raschen standörtlichen Veränderungen, die durch den Klimawandel induziert werden, wurde deshalb an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt (NW-FVA) ein multikriterielles Entscheidungsmodell entwickelt, dass forstlichen Akteuren eine klimarobuste Hilfe bei der Auswahl an Handlungsalternativen geben soll. Darüber hinaus bietet das Entscheidungsmodell die Möglichkeit die Waldentwicklung unter strategischen Gesichtspunkten zu prognostizieren und zu analysieren.

Als wichtigste Datengrundlagen dienen beobachtete Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes, regionalisierte Projektionen des RCP8.5-Klimaszenarios, Bodeninformationen aus Bodenübersichtskarten, forstliche Standortserkundung, Forsteinrichtungs-/Inventurdaten, digitale Geländemodelle sowie Versuchsflächenauswertungen. Daraus abgeleitet liegen regionalisierte und klimasensitive Modelle zur Prognose von Trockenstressrisiko, Standort-Leistung und Sturmschadensrisiko für die wichtigsten Baumarten vor. Weitere Modelle (z. B. zu den räumlichen Verjüngungspotenzialen von Baumarten) sind aktuell in der Entwicklung. Darüber hinaus lässt sich das Entscheidungsmodell, ohne eine komplette Überarbeitung, an künftige Modellgenerationen der Klimafolgenforschung anpassen.

Die Handlungsalternativen werden als Mischbestandstypen, die unter den unterschiedlichen Bezeichnungen Waldentwicklungstypen (WET), -ziele (WEZ) oder Bestandeszieltypen (BZT) bekannt sind, angegeben. In dem standortsgebundenen Rahmen lassen sich Baumarten, die in ihren ökologischen Ansprüchen und in ihrem Wuchsverhalten zueinander passen und oftmals auch natürlich miteinander vergesellschaftet sind, zu den Mischbestandstypen kombinieren. Sie beschreiben damit Leitbilder des angestrebten Waldaufbaus, der Verjüngungs- und Bestandesziele sowie die konkrete Mischungsform. Der Vortrag soll auf die methodischen Details des multikriteriellen Entscheidungsmodells eingehen und beispielhaft für eine Region die Ergebnisse analysieren.

V-08-05

Standortsensitive Empfehlungen für Alternativ-Baumarten am Beispiel von Baden-Württemberg

Jakob Fei, Axel Albrecht

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt BW, Abteilung Waldwachstum, Freiburg im Breisgau, Deutschland

Der Klimawandel führt zu starken Veränderungen in den heimischen Waldgesellschaften und zu abnehmenden Eignungen der heutigen Hauptbaumarten. Dies treibt die Suche nach zukünftig in Baden-Württemberg (BW) geeigneten Alternativbaumarten an. Ziel dieser Studie ist es die potentielle (abiotische) Stabilität von 33 Baumarten, für die in BW bislang wenig oder keine Erfahrungen bestehen, kleinstandörtlich unter dem Einfluss des Klimawandels zu beurteilen. Bezugsebene ist dabei die regional-zonale Standortseinheit als kleinste organisatorische Einheit des südwestdeutschen standortkundlichen Verfahrens. In getrennten methodischen Schritten wurden die potentielle (1) bodenkundliche und (2) klimatische Eignung an den jeweiligen Standortseinheiten baumartenspezifisch beurteilt. Um die Anpassungsfähigkeit der Baumarten an zentrale Bodenmerkmalsausprägungen bewerten zu können, wurde eine klassifizierte Entscheidungsmatrix entworfen. Die zukünftige klimatische Eignung wurde durch Artverbreitungsmodelle, die mit Hilfe von Boosted-Regression-Trees oder einfachen Klimahüllen erzeugt wurden, beurteilt. Zielgröße für die Modellbildung war die europäische Baumartenverbreitung nach MAURI ET AL. 2017, die mit klimatischen Variablen für die Zeitscheibe 1979-2013 parametrisiert wurde. Um die Modellergebnisse für die unterschiedlichen Baumarten vergleichen zu können wurden die kontinuierlich skalierten Modellergebnisse in waldbaulich aussagekräftige, diskrete Eignungsklassen überführt. Die Modelle wurden anschließend auf Klimaprojektionen für die Zeiträume 2041-2060 und 2061-2080 nach den Szenarien RCP 4.5 und RCP 8.5 angewandt. Abschließend wurden die Ergebnisse aus (1) und (2) unter Anwendung einer Matrix zu einer Gesamteignungsziffer zusammengeführt und auf die Standortseinheiten übertragen. Diese Eignungsbeurteilungen stehen für circa 63% der standortskartierten Waldfläche in BW zur Verfügung. Die Ergebnisse zeigen sowohl Baumarten mit potentiell steigender (z.B. Esskastanie, Elsbeere, Flaumeiche), sowie sich wenig wandelnder (z.B. Roteiche, Sommerlinde, Vogelkirsche), als auch solche mit rückläufiger Eignung (z.B. Bergahorn, Douglasie, Küstentanne) im voranschreitenden Klimawandel. Die Ergebnisse ermöglichen einen relativen Vergleich der Baumarten zueinander und können von Forstleuten und Waldbesitzenden für waldbauliche Entscheidungen flächenscharf verwendet werden. Die erarbeiteten Eignungsbeurteilungen können Handlungsoptionen aufzeigen, um Bestände durch gezielte Einbringung und Förderung von Arten zu stabilisieren.

Referenzen

- [1] **De Avila, A., B. Häring, B. Rheinbay, F. Brüchert, M. Hirsch and A. Albrecht (2021).** Artensteckbriefe 2.0 - Alternative Baumarten im Klimawandel. Freiburg, Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA).
- [2] **Mauri, A., G. Strona and J. San-Miguel-Ayanz (2017).** "EU-Forest, a high-resolution tree occurrence dataset for Europe." *Sci Data* 4(1): 160123.
- [3] **Standortskartierung, Arbeitskreis (2016).** Forstliche Standortsaufnahme: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen [Forest habitat mapping: terms, definitions, classifications, identifications, explanations]. *Erläuterungen. 7th edition, IHW, Eching.*

V-08-06

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/051H

V-09 | Ökologie, Biodiversität, Naturschutz II

V-09-01

Landscape scale mixtures of intensively and unmanaged forests increase biodiversity - Empirical effects of the Triad zoning.

Rémi Duflot¹, Steffi Heinrichs², Lorenzo Balducci³, Francesco Chianucci⁴, Jeňýk Hofmeister⁵, Yoan Paillet⁶, Sabina Burrascano³, Peter Schall², This work draws on data collected, compiled and provided by COST Action BOTTOMS-UP (CA18207).

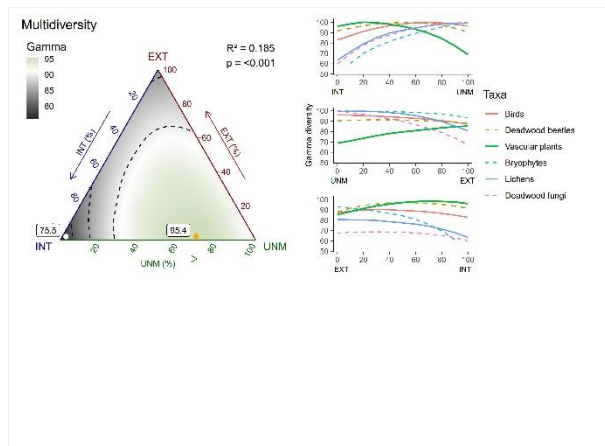
¹ University of Jyväskylä, Department of Biological and Environmental Science, Jyväskylä, Finland; ² University of Göttingen, Silviculture and Forest Ecology of the Temperate Zones, Göttingen, Deutschland; ³ Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Biologia Ambientale - Istituto di Botanica, Roma, Italien; ⁴ CREA - Research Centre for Forestry and Wood, Arezzo, Deutschland; ⁵ Czech University of Life Sciences Prague, Prague, Tschechien; ⁶ French National Institute for Agriculture, Food, and Environment (INRAE, Montpellier, Frankreich

For three decades, the concept of Triad zoning has been proposed to balance the social, ecological and economic demands at the landscape scale by providing intensively, extensively and unmanaged forests in equal proportions¹. However, the assumed effect on biodiversity was rarely tested against empirical data.

We used the Europe-wide multi-taxon database compiled by the Bottoms-Up Platform² to quantify, for the first time, the effects of Triad components' forest landscape composition on regional (multi) biodiversity. We defined Triad components according to the silvicultural system applied; INT: clearcutting with and without species change and coppice, EXT: shelterwood and selection cutting, UNM: natural development. To ensure comparable environmental conditions and avoid regional bias, we searched the database, comprising 88 sites across Europe, for sites of the more or less eutrophic, (sub-) montane beech forest natural vegetation type³, keeping only sites with at least two Triad components and two taxa represented, arriving at well balanced dataset of 222 plots from 9 sites from Czechia, France, Germany and Italy.

To analyse the effect of Triad components on biodiversity, the composition of forest landscapes was varied in steps of 10% using 1000 resamplings of up to 20 plots per step (66 unique landscape compositions), quantifying regional (gamma) diversity⁴.

Biodiversity of five taxa responded significantly but differently to forest landscape composition (R^2 from 0.243 to 0.748). Regional diversity of bryophytes, lichens and deadwood fungi was highest for pure UNM landscapes, while birds and deadwood beetles profited from adding INT to UNM. Vascular plants regional diversity was promoted by INT with minor contribution of UNM. Multidiversity culminated in landscapes composed of 70% UNM and 30% INT (95.1%), dropping drastically towards pure EXT and INT (73.3 %) landscapes, suggesting complementarity between unmanaged and intensively managed forests, at least for some taxa.



Biodiversity response to Triad compositional gradient.

Gamma-multidiversity and relative γ -diversity for species richness (left, right) of 6 taxonomic groups along compositional gradients of intensive (INT), extensive (EXT) and un-managed (UNM) forests. The composition of forest landscapes was varied in steps of 10% using 1000 resamplings of up to 20 plots per step (66 unique landscape compositions). Gamma-multidiversity (left) increases from minimum (white dot) towards maximum (orange dot). Relative γ -diversity along bivariate gradients of forest composition (right) shows how taxonomic groups drive γ -multidiversity.

References

- [1] Himes A, Betts M, Messier C, Seymour R (2022) Perspectives: Thirty years of triad forestry, a critical clarification of theory and recommendations for implementation and testing. *Forest Ecology and Management* 510, 120103. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120103>
- [2] Burrascano S, et al. (2023) Where are we now with European forest multi-taxon biodiversity and where can we head to? *Biological conservation* (under review)
- [3] Bohn U, Neuhausl R, Gollub G, Hettwer C, Neuhauslová Z, Raus T, Schlüter H, Weber H (2004) Map of the natural vegetation of Europe. <https://www.synbiosys.alterra.nl/eurovegmap/>
- [4] Schall P, Heinrichs S, Ammer C, Ayasse M, Boch S, Buscot F, Fischer M, Goldmann K, Overmann J, Schulze E-D, Sikorski J, Weisser WW, Wubet T, Gossner MM (2020) Can multi-taxa diversity in European beech forest landscapes be increased by combining different management systems? *Journal of Applied Ecology* 57: 1363-1375. DOI:10.1111/1365-2664.13635

V-09-02

Erkennung von Biodiversitäts-Hotspots im Wald über Luftbilder

Selina Ganz, Petra Adler

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland

Die Wahrscheinlichkeit, dass Waldbestände ökologisch wertvolle Strukturen für eine Vielzahl wertgebender Pflanzen- und Tierarten bieten, steigt mit dem Baum- bzw. Bestandesalter. Daher ist das Bestandesalter eine wichtige Information für das Management und die Ausweisung von Schutzgebieten. Im Rahmen der von der Landesregierung Baden-Württemberg geförderten Projekts „Monitoring der Biodiversität mit Methoden aus der Fernerkundung“ (MoBiTools) zur Stärkung der Biologischen Vielfalt wurden fernerkundungsbasierte Verfahren zur Erfassung alter Waldbestände, oftmals gleichzusetzen mit Biodiversitäts-Hotspots, entwickelt. Die Identifikation potenzieller Hotspots ergibt sich aus der Kombination folgender zwei Grundannahmen: a) Je höher die Bäume, desto wahrscheinlicher, dass sie ökologisch wertgebende Dimensionen haben. b) Je stärker das Höhenwachstum kumuliert, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass der Bestand ein hohes Alter aufweist. Für die Ableitung der Hotspots, folglich hohe Bestände mit schwachem Höhenwachstum, wurden zwei fernerkundungsbasierte Parameter miteinander kombiniert: a) Die Baumhöhe, abgeleitet aus bildbasierten Höhenmodellen, welche jedes Jahr etwa ein Drittel der Landesfläche Baden-Württembergs abdecken und b) Das Höhenwachstum, abgeleitet aus einer Zeitreihe der Baumhöhen über die letzten 9 Jahre. Da die für die Schätzung des Bestandesalters ebenfalls wichtigen Parameter Standort und Baumart nicht flächendeckend vorlagen, folgte nach der Identifizierung der Hotspots eine Attributierung von Terraineigenschaften, Laub-/Nadelanteil, Höhenstatistiken und Flächengröße, um die identifizierten Hotspots gebietsspezifisch filtern zu können. Auf diese Weise bilden die Hotspots einen fernerkundungsbasierten Proxy für potenziell strukturreiche Altbestände mit einer hohen Habitatqualität. Zur Plausibilisierung wurde in abgeleiteten Hotspot-Flächen in Natura2000-Gebieten unterschiedlicher Wuchsgebiete Baden-Württembergs der sichtbare Höhlenreichtum überprüft. Hieraus ergab sich, dass mit der entwickelten Methodik nicht alle Hotspots identifiziert werden konnten, die identifizierten Hotspots jedoch größtenteils höhlenreiche Altbestände abbilden. Die Hotspots ergänzen dabei die Angaben aus der Forsteinrichtung und lassen sich unabhängig von Betriebsgrenzen oder Waldbesitzart flächendeckend auswerten. Somit könnte die Hotspot-Analyse in Zukunft dazu beitragen potenzielle Handlungsschwerpunkte für ein Erhaltungsmanagement zu identifizieren oder das Management von Waldverbundsystemen zu unterstützen.

V-09-03

Warum wachsen artenreiche Mischwälder besser und sind stabiler gegenüber Witterungsextremen als Reinbestände? Ursachen und Mechanismen

Goddert von Oheimb¹, Andreas Fichtner²

¹ TU Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Tharandt, Deutschland; ² Leuphana Universität Lüneburg, Institut für Ökologie, Lüneburg, Deutschland

Eine der wichtigsten Maßnahmen im Rahmen der Anpassung der Wälder in Mitteleuropa an den Klimawandel besteht in der Umwandlung von Nadelholzreinbeständen in laubholzreiche Mischbestände. Auf globaler Ebene zielt die UN-Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen 2021 bis 2030 darauf ab, die Degradation von Ökosystemen zu stoppen und sie in einem großen Maßstab zu renaturieren. So beinhaltet das Ziel 2 des kürzlich auf der 15. Konferenz der Vertragsparteien des UN-Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD) verabschiedeten „*Kunming-Montreal Global Biodiversity Frameworks*“ die effektive Wiederherstellung von mindestens 30 Prozent der degradierten Ökosysteme bis 2030. Waldrenaturierung spielt dabei eine besondere Rolle, und auf enormen Flächen wird die Etablierung von produktiven und resilienten Waldbeständen angestrebt. In den letzten Jahren hat es sich gezeigt, dass Mischbestände eine höhere Produktivität und eine stärkere Widerstandskraft gegenüber zahlreichen Stressfaktoren, insbesondere Trockenstress, aufweisen. Bezüglich der grundlegenden Mechanismen, die zu diesen positiven Diversitäts-Produktivitäts-Beziehungen bzw. Diversitäts-Stabilitäts-Beziehungen in Wäldern führen, bestehen jedoch immer noch viele Unklarheiten.

In diesem Beitrag stellen wir zentrale Ergebnisse aus unseren aktuellen Forschungsarbeiten zu Mischbeständen vor. Ein Fokus liegt dabei auf der Analyse der Wechselbeziehungen zwischen Baumindividuen auf einer lokalen Nachbarschaftsebene. Neben Zuwachsdaten aus Inventuren verwenden wir hochauflösendes terrestrisches Laserscanning (TLS) für die räumlich explizite Charakterisierung der Kronenraumbesetzung und der dreidimensionalen Bestandesstruktur. Die Untersuchungen wurden sowohl in etablierten Waldbeständen als auch in speziell angelegten Experimenten mit Baumartenmischung (sog. Wald-Biodiversitäts-Ökosystemfunktionen-Experimente) in Deutschland und weiteren Regionen der Welt durchgeführt. Unsere Studien zeigen, dass die nachbarschaftliche Konkurrenz zwischen den Bäumen mit zunehmendem Artenreichtum nicht nur abgeschwächt sein kann, sondern oftmals positive Wechselbeziehungen auftreten, die insbesondere auch trockenheitsbedingte Wachstumsrückgänge abmildern können. Weiterhin wird die große funktionale Bedeutung der dreidimensionalen Strukturkomplexität von gemischten Waldbeständen deutlich.

V-09-04

BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE LEIPZIG FLOODPLAIN FOREST – USING A DEMOGRAPHIC FOREST MODEL TO SUPPORT CONSERVATION PLANNING

Jack Boyce^{1,2}, Lucian Elles^{4,2}, Mathias Scholz³, Christian Wirth^{2,1}, Andreas Sickert⁵, Markus Schorn^{1,2}, Hans Kasperidus³, Stefanie Henkel^{2,3}, Michael Vieweg³, Adam Clark⁴, Martin Quaas^{1,2}, Nadja Rüger^{1,2}

¹ iDiv, Leipzig, Deutschland; ² Universität Leipzig, Leipzig, Deutschland; ³ UFZ, Leipzig, Deutschland; ⁴ Universität Graz, Graz, Österreich; ⁵ Leipzig Stadtforsten, Leipzig, Deutschland

The Leipzig Floodplain Forest (LFF) is a biodiversity hotspot of national significance. Much of this biodiversity is associated with characteristic hardwood floodplain forest tree species, especially pedunculate oak (*Quercus robur*) and European ash (*Fraxinus excelsior*) trees. However, the share of oak and ash has been declining over the last decades due to regulation of the hydrological regime, recurrent droughts, and invasive pests and pathogens. In particular, it is unclear whether the planned revitalization of the hydrological regime (higher groundwater table, more floods) will be sufficient in ensuring the conservation of oak, or whether active oak planting is required.

To answer this question, we apply the Perfect Plasticity Approximation (PPA) forest model. The PPA model is a demographic forest model which simulates changes in forest dynamics according to growth and mortality rates in discrete canopy layers, as well as recruitment rates. We use forest inventory data from the ‘Lebendige Luppe’ project, including approximately 8000 trees growing in either ambient conditions or artificially flooded plots, to quantify demographic rates for eight focal tree species and characterize their dependence on the hydrological conditions. In addition, we take data from small-scale oak plantations (“femel” in German) with differing sizes to model potential management scenarios.

In the baseline scenario (no revitalization of the hydrological regime, no active management), the basal area of oak trees is projected to decline by half in the next 50 years, indicating that natural regeneration alone is insufficient. Likewise, a scenario where the hydrological regime is revitalized does not ensure sufficient oak recruitment. Therefore, we compare the long-term impacts of different active management scenarios on the tree species composition of the LFF. Our results can support the design of an optimal biodiversity conservation strategy for the LFF.

V-09-05

Diskussion

V-09-06

Multi-trait Point pattern reconstruction of plant ecosystems (Rekonstruktion von Pflanzenökosystemen (Punktmuster) mit mehreren Merkmalen)

Chris Wudel, Uta Berger , Robert Schlicht

TU Dresden, Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik, Professur für Forstliche Biometrie und Systemanalyse, Tharandt, Deutschland

1. Pflanzen interagieren lokal auf vielfältige Weise, und die damit verbundenen Prozesse (z. B. Konkurrenz um lokale Ressourcen, natürliche Verjüngung, Mortalität oder die nachfolgende Sukzession) sind komplex. Diese Prozesse führen zu charakteristischen, zeitlich veränderlichen, räumlichen Mustern. Die zu grundlegenden räumlichen Daten d. h. die Positionen einzelner Individuen und ihre Charakteristiken (z. B. Baumart und Brusthöhendurchmesser) werden als so genannte Markierte Punktmuster beschrieben. Mit Hilfe der Punktmusteranalyse können die Beziehungen die zu Grunde liegenden Prozesse und der Einfluss von Umweltszenarien und Behandlung untersucht werden. Eine spezielle Anwendung ist die Punktmusterrekonstruktion welche klassischer Weise verwendet wird, um (a) Nullmodelle zu generieren, die beobachteten Mustern gegenübergestellt werden, (b) die in den beobachteten Daten enthaltene Information mit Hilfe verschiedener zusammenfassender Statistiken zu bewerten oder (c) individuen-basierte Waldmodelle mit realistischen, aber künstlich erzeugten Daten zu initialisieren.
2. Bisherige Rekonstruktionsmethoden berücksichtigen nur eine Marke; oder sie berücksichtigen mehrere, vernachlässigen aber deren Korrelationen. Wir stellen eine Methode vor, die Baumpositionen und zwei Marken (Baumart und Brusthöhendurchmesser) gleichzeitig berücksichtigt. Die Methode verwendet verschiedene zusammenfassende Statistiken der Punktmusteranalyse zweiter Ordnung, wie z.B. die Paarkorrelationsfunktion und die Markenkorrelationsfunktion. Durch eine sukzessive Modifikation der rekonstruierten räumlichen Muster wird der Abstand (= Energie), gemessen als absolute Differenz der zusammenfassenden Statistiken zwischen dem rekonstruierten und dem realen Muster, minimiert und eine hohe statistische Ähnlichkeit erreicht.
3. Unsere Methode wurde an verschiedenen Datensätzen getestet und eignet sich zur Rekonstruktion komplexer räumlicher Waldbestände, einschließlich der räumlichen Beziehungen aller berücksichtigten Marken.
4. Die vorgestellte Methode ist ein leistungsfähiges Werkzeug zur Erzeugung von Nullmodellen und Daten für die Initialisierung räumlich expliziter Waldmodelle auf der Grundlage von Punktmusterdaten. Mit geringfügigen Änderungen ermöglicht sie sogar die Rekonstruktion

von Waldbeständen, die größer sind als die für die Erhebung der Inventurdaten verwendeten Flächen.

16:30 – 18:30

POT/112H

V-10 | Forstgenetik, Forstpflanzenzüchtung II

Matthias Meyer

V-10-01

Neue Douglasien- und Kiefern Samenplantagen im Aufbau

Christoph Rieckmann¹, Katharina J. Liepe¹, Heike Liesebach¹, Volker Schneck², Mirko Liesebach¹

¹ Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Forstgenetik, Großhansdorf, Deutschland; ² Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Forstgenetik, Waldsiedersdorf, Deutschland

Die notwendige Anpassung des deutschen Waldes an den Klimawandel erfordert einen wesentlichen Beitrag durch Pflanzung mit geeignetem Vermehrungsgut. Dieses stammt bislang meist aus Saatguterntebeständen der Kategorie „Ausgewählt“. Von zunehmender Bedeutung aber ist hochwertiges Vermehrungsgut aus genetisch breiter aufgestellten Samenplantagen. Sind diese aus nach fitnessbezogenen Kriterien gewählten Plusbäumen verschiedener Herkünfte zusammengesetzt, erhöht sich mit der genetischen Diversität im Vermehrungsgut die Resilienz zukünftiger Bestände. Als Grundstein für den Aufbau neuer Samenplantagen wurden daher seit 2014 unter anderem für Douglasie und Wald-Kiefer Plusbäume, überwiegend auf Versuchsflächen, im gesamten Bundesgebiet ausgewählt. Zuvor wurden mit Daten aus den Versuchsserien und Klimadaten in Verbindung mit den ökologischen Grundeinheiten Zuchtzonen definiert. Je Baumart und Zuchtzone wurden 200 bis 300 Plusbäume ausgewählt und vegetativ vermehrt. Jeweils sechs Pflöpflinge wurden in Archiven als Zuchtpopulationen gesichert. Diese dienen als dauerhafte Reservoirs für spätere Abpropfungen, für Datenerhebungen oder gelenkte Kreuzungen. Aktuell werden als konsequenter Folgeschritt erneut je 60 bis 80 der ausgewählten Plusbäume für Douglasie und Wald-Kiefer aus dem Nordosten Deutschlands aufgesucht, Reiser erworben und Pflöpflinge erzeugt, um damit erste Samenplantagen anzulegen. Die Anlage erfolgt nach einem am Thünen-Institut entwickelten Samenplantagenkonzept (Liesebach H et al. 2021) unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse. Dabei wird darauf geachtet, dass je Herkunft möglichst nur ein Zuchtbaum verwendet wird. Parallel wird Saatgut an den Plusbäumen geerntet. In Einzelbaum-Nachkommenschaftsprüfungen sollen damit Erbwerte der Mutterbäume in Bezug auf erwünschte Eigenschaften ermittelt werden. Später ermöglichen die Erbwerte eine Optimierung der Samenplantagen über Auslesedurchforstung. Sie sind überdies Grundlage für weitere Zusammenstellungen aus den Zuchtpopulationen zu Samenplantagen. Aus dem ersten Set werden bereits in ca. 10 Jahren Saatguternten zur Versorgung mit hochwertigem Vermehrungsgut beitragen.



Douglasien-Archiv

als Zuchtpopulation und zukünftige Quelle von Material der in Herkunftsversuchen selektierten Plusbäume für Samenplantagen; Foto 04.2019 Rieckmann

Referenzen

- [1] Liesebach H, Liepe KJ, Bäucker C (2021): Towards new seed orchard designs in Germany – A review. *Silvae Genetica* 70 (1): 84-98.

V-10-02

Bewertung und Verbesserung der Erntebasis für die Baumarten Spitzahorn, Hainbuche und Sommerlinde auf genetischer Grundlage

Muhidin Seho¹, Darius Kavaliauskas^{1,2}, Barbara Fussi¹

¹ Bavarian Office for Forest Genetics (AWG), ¹Bavarian Office for Forest Genetics (AWG), Forsta, Deutschland; ² Agriculture Academy, Vytautas Magnus University, Kaunas, Litauen

Die Auswirkungen und Folgen des Klimawandels werden immer deutlicher und die Vorhersagen der Klimamodelle für 2100 treten in einzelnen Regionen Bayerns bereits heute schon ein. Vielerorts kam es bereits zu Ausfällen von Nadelbaumarten wie z. B. Fichte und Kiefer. Nach den letzten Trockenjahren treten zunehmend gravierende Schäden bei Buche und Bergahorn auf. Aus diesem Grund rücken heimische Nebenbaumarten wie Hainbuche, Spitzahorn und Sommerlinde in den Fokus, die zur Erweiterung der Baumartenpalette und Streuung des Risikos genutzt werden sollten. Diese Baumarten haben bisher eine untergeordnete Rolle gespielt, weshalb deren Anpassungspotential bisher nicht detaillierter untersucht worden ist. Im Rahmen des Projekts werden die Herkunftsempfehlungen und Herkunftsgebiete für die Baumarten Spitzahorn (*Acer platanoides* L.), Hainbuche (*Carpinus betulus* L.) und Sommerlinde (*Tilia platyphyllos* Scop.) überarbeitet, um die Erntebasis zur Deckung des zukünftigen Bedarfs an Vermehrungsgut zu verbessern. Durch die rasche Änderung der Umweltbedingungen ist es von enormer Bedeutung, dass die vorgeschlagenen Saatguterntebestände eine hohe Anpassungsfähigkeit aufweisen. Die genetische Vielfalt von Waldbeständen spielt dabei eine entscheidende Rolle und ist der wichtigste Maßstab für die zukünftige Anpassung und das Überleben von Baumarten. Für die Bewertung wurde 20 Bestände des Spitzahorns, 15 mögliche Saatguterntebestände sowie zwei Samenplantagen der Sommerlinde sowie 20 mögliche Saatguterntebestände der Hainbuche beprobt und analysiert. Bei allen drei Baumarten wurden neben zugelassen Saatguterntebeständen auch neue Meldungen untersucht, die nach einer positiven Bewertung ins bayerische Erntezulassungsregister aufgenommen werden sollen. Anhand der genetischen Vielfaltsparameter wird ein Vorschlag für die Ausweisung von Saatguterntebeständen und Erhaltungsbeständen mit hoher genetischer Variabilität zur Sicherung der Anpassungsfähigkeit erarbeitet. Dadurch kann die Erntebasis aktiv erweitert werden. Daneben ist es geplant für alle drei Projektbaumarten Samenplantagen aufzubauen und dadurch die Erhaltung sowie die Nutzung aktiv zu fördern. Genetische Vielfaltsparameter sowie die räumlich-genetische Struktur zwischen den zugelassenen und neuen Erntebeständen werden vorgestellt. Für alle drei Baumarten werden Ernte- und Erhaltungsbestände für Bayern empfohlen.

V-10-03

Vervielfältigung von Saatgut – am Beispiel verschiedener Eichenarten

Katja Skibbe

TU-Dresden, Professur Waldbau, Dresden, Deutschland

Das Saatgut unserer heimischen Eichenarten ist knapp! Die Ursachen dafür sind vielschichtig. Zum einen ist die Nachfrage nach hochwertigem Saat- und Pflanzgut der Eichenarten stark gestiegen zum anderen bleiben Masten aus. Auch im vergangenen Jahr 2022 kam es trotz starker Blüte der Stieleichen nicht zur erhofften Vollmast. Der Einfluss extremer Hitze- und Dürreperioden auf die Fruktifikation ist wahrscheinlich und kann unter Berücksichtigung aktueller Klimamodelle einen Ausblick auf zu erwartende Saatguternten in der Zukunft geben. Um auch zukünftig ausreichend Pflanzenmaterial produzieren zu können, müssen alternative Konzepte entwickelt und vorangebracht werden. Hierzu zählen beispielsweise neue Verfahren der Pflanzenanzucht, Veränderungen in den Ernte- und Lager Routinen sowie Konzepte für einen effizienteren Einsatz von Saatgut.

Ein innovativer Ansatz, zur Erhöhung der Saatgutausbeuten bei Eichenarten wird in dieser Untersuchung vorgestellt. Technisch handelt es sich dabei um eine einfache Teilung der Eichel in deren Längsachse, wobei zwei Hälften entstehen. Durch die Halbierung wird die Keimfähigkeit des Saatgutes stark erhöht. Im Idealfall entstehen aus beiden Saatguthälften jeweils eine vollständig entwickelte Pflanze. Die Ergebnisse der Untersuchung fallen in Bezug auf die Wirksamkeit der Methode an den unterschiedlichen Eichenarten Roteiche, Stieleiche und Flaumeiche sehr ähnlich aus: *Durch die Teilung steigt das Keimprozent der Eichelarten signifikant. Damit erhöht sich die resultierende Pflanzenanzahl um durchschnittlich 30%.*

Die Ursachen für den Erfolg der Methode basieren sowohl auf der Toleranztheorie mit einer Überkompensation von Gewebeverlusten als auch der Eigenschaft der Eicheln zur Polyembryonie. Praxisversuche zeigen außerdem, dass die morphologische Qualität der Pflanzen aus geteiltem Saatgut nicht beeinträchtigt ist.

V-10-04

Roteiche im Klimawandel: Grundlagen zur Züchtung unter Berücksichtigung der Trockenstresstoleranz (RubraSelect)

Jörn Erbacher¹, Charalambos Neophytou¹, Oliver Gailing², Ilka N. Abreu³, Eva Ardao Rivera¹, Frank Becker⁴, Silvija Bilela-Eckert¹, Alexander Braun¹, Marie Brückner⁷, Hieu Cao², Ivo Feußner³, Kirstin Feußner³, Martin Hofmann⁶, Ralf Kätzel⁴, Amélie A. Kelly³, Jörg Kleinschmit¹, Jonathan M. Kormann⁵, Katharina J. Liepe⁵, Mirko Liesebach⁵, Sonja Löffler⁴, Dorit Riedel⁷, Wilfried Steiner⁶, Martha Töppe⁶, Ute Tröber⁷, Miriam Watermeier⁶, Heino Wolf⁷

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldnaturschutz, Freiburg i. Br., Deutschland; ² Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Abteilung Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Göttingen, Deutschland; ³ Universität Göttingen, Fakultät für Biologie und Psychologie, Abteilung Biochemie der Pflanze, Göttingen, Deutschland; ⁴ Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Fachbereich Waldökologie und Monitoring, Eberswalde, Deutschland; ⁵ Thünen Institut, Forstgenetik, Großhansdorf, Deutschland; ⁶ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldgenressourcen, Hann. Münden, Deutschland; ⁷ Staatsbetrieb Sachsenforst, Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Pirna, Deutschland

RubraSelect ist ein seit 2021 von der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe im Rahmen der Förderrichtlinie „Waldklimafonds“ gefördertes Verbundprojekt. Mittels des Projekts wird die Basis für die zukünftige Versorgung des Marktes mit qualitativ hochwertigem und anpassungsfähigem Vermehrungsgut der Roteiche (*Quercus rubra* L.) für ganz Deutschland gelegt. Dazu umfasst das Vorhaben schwerpunktmäßig zum einen die Untersuchung der genetischen Grundlagen von Merkmalen mit Bezug zu Wachstum und Stressreaktionen. Zum anderen widmet es sich der Selektion und Vermehrung von Plusbäumen sowie der Charakterisierung derer Nachkommenschaften.

Die Selektion von Plusbäumen erfolgte sowohl in Beständen als auch in Herkunftsversuchen. Bei der Auswahl wurden Qualitäts-, Wachstums- und Wuchseigenschaften sowie verfügbare molekulargenetische Daten berücksichtigt. Biomarker, die physiologische Merkmale beschreiben, werden verwendet, um das Anpassungspotenzial der ausgewählten Plusbäume zu testen. Zudem wird die Reaktion von Plusbaum-Sämlingen auf Trockenheit getestet, um so die genetische Veranlagung der ausgewählten Plusbäume in Bezug auf Trockenstresstoleranz zu bewerten. Somit soll es unter anderem möglich werden, Metabolite und Transkripte, die Anpassungsprozesse regulieren und ermöglichen, als Marker für Trockenstresstoleranz zu identifizieren und zu verifizieren. Mittels einer genomweiten Assoziationsstudie sollen genetische Marker für Trockenstresstoleranz entwickelt werden. Eine Genotypisierung der ausgewählten Plusbäume soll Rückschlüsse auf die ursprüngliche nordamerikanische Herkunft der bundesweit ausgewählten Plusbäume liefern. Basierend auf den Ergebnissen zur physiologischen Reaktion der Plusbäume auf Trockenstress wird eine Einteilung Deutschlands in verschiedene Zuchtzonen unter Berücksichtigung der Standortwasserbilanz entwickelt. Diese sollen so definiert sein, dass

eine möglichst hohe Anbausicherheit und gleichzeitig ein möglichst geringes Fehlanpassungsrisiko für die jeweilige Zuchtpopulation gewährleistet wird. Dazu werden Analysen zum Vergleich verschiedener Herkünfte aus dem ursprünglichen Verbreitungsareal und auch aus Deutschland, unter Berücksichtigung von Standortfaktoren, durchgeführt. Die Plusbäume wurden vegetativ vermehrt, um deren Genotypen in Klonarchiven bzw. Samenplantagen zu sichern. Mit Einzelbaumabsaaten der Plusbäume werden Nachkommenschaftsprüfungen angelegt, die langfristig in Sämlings-Samenplantagen überführt werden sollen.

V-10-05

Diskussion und Abschluss

16:30 – 18:30

POT/151H

V-11 | Eschen-Session

Jörg Grüner

V-11-01

Einführung

V-11-02

Auftreten von Viren in Forstgehölzen

Marius Rehanek, Kira Köpke, Rim Al Kubrusli, Maria Landgraf, Shaheen Nourinejhad Zarghani, Sahar Nouri, Martina Bandte, Susanne von Bergen, Carmen Büttner

Humboldt-Universität Berlin, ADTI/ FG Phytomedizin, Berlin, Deutschland

Verglichen mit Schädlingen und pilzlichen Krankheitserregern, werden Gehölzvirose des Forsts und des öffentlichen Grüns wenig untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass pathogene Pflanzenviren Wald- und Stadtbäume ebenso wie Nutzpflanzen infizieren und auch im Forst sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Verluste verursachen (Büttner et al., 2023). Neue diagnostische Verfahren wie die Hochdurchsatzsequenzierung (HTS) zeigen nicht nur die weite Verbreitung, sondern auch die Diversität von Pflanzenviren an wenig untersuchten Gehölzen eindrucksvoll auf und es ist zu vermuten, dass Gehölze durch Viruserkrankungen mehr geschädigt werden als bisher angenommen (Rumbou et al., 2021). In verschiedenen Waldbaumarten werden fortlaufend neue Viren entdeckt. Beispiele dafür sind neu identifizierte Viren in der Birke. Hier wurden Viren aus den Gruppen der Idaeoviren und Carlaviren beschrieben, die an der Birkenblattrollkrankheit beteiligt sind (Rumbou et al., 2020).

In wichtigen Laubbaumarten Nord- und Mitteleuropas wurden Viren aus der Gruppe der Emaraviren identifiziert, die ein breites Wirtsspektrum aufweisen und ein segmentiertes Genom besitzen (Rehanek et al., 2022). Vertreter der Gattung wurden in unterschiedlichen Wirtspflanzen, darunter Zier- und Wildpflanzen, Obstgehölzen- und Feldfrüchten beschrieben. Emaraviren werden durch Gallmilben und in einigen Fällen mechanisch übertragen. Vertreter der Gattung wurden in der Pappel, der Eiche (Bandte et al., 2020), dem Ahorn und der Esche beschrieben. Sie können lange beobachteten Erkrankungen zugeordnet werden, zu denen typische Blattsymptome wie chlorotische Ringflecken, Mosaik, Scheckung, Adernaufhellungen und Fadenblättrigkeit gehören.

Da Virusinfektionen wesentlich den Gesundheitszustand der Pflanzen beeinträchtigen können und ihre Interaktionen mit anderen Stressoren noch unklar sind, sind Untersuchungen zum Auftreten von Viren und deren Charakterisierung essentiell. Es werden neu entdeckte Gehölzvirose und ihre assoziierten Wirte vorgestellt.

Referenzen

- [1] Bandte, M, Rehanek, M, Leder, B, von Bergen, S, Büttner, C 2020, Identification of an Emaravirus in a Common Oak (*Quercus robur* L.) Conservation Seed Orchard in Germany: Implications for Oak Health. *Forests*, 11, 1–14, doi:10.3390/f11111174.
- [2] Büttner, C, Landgraf, M, Fernandez, H, von Bergen, S, Bandte, M 2023, Virus diseases of forest and urban trees. *Forest Microbiology*, Volume 3, 61–97, Fred Asiegbo and Andriy Kovalchuk (eds), Elsevier Verlag, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18694-3.00011-0>.
- [3] Rehanek, M, Karlin, DG, Bandte, M, Al Kubrusli, R, Nourinejhad Zarghani, S, Candresse, T, Büttner, C, von Bergen, S 2022, The Complex World of Emaraviruses—Challenges, Insights and Prospects. *Forests*, 13, 1868. <https://doi.org/10.3390/f13111868>.

- [4] Rumbou, A, Candresse, T, Marais, A, Svanella-Dumas, L, Landgraf, M, von Bargen, S, Büttner, C 2020, Unravelling the virome in birch: RNA-Seq reveals a complex of known and novel viruses. *PLOS ONE*, 15, e0221834.
- [5] Rumbou, A, Vainio, EJ, Büttner, C 2021, Towards the Forest Virome: High-Throughput Sequencing Drastically Expands Our Understanding on Virosphere in Temperate Forest Ecosystems. *Microorganisms*, 9, 1730. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9081730>.

V-11-03

Erfassung und Beurteilung der Virusvielfalt in Eschen - eine Studie im FraxVir Projekt

Marius Rehanek¹, Hector L. Fernández Colino¹, Rim Al Kubrusli¹, Anna K. Eisen², Lisa Buchner², Zoltan Köbölkuti³, Jan W. Böhm⁴, Barbara Fussi³, Michael Kube⁴, Susanne Jochner-Oette², Susanne von Bargaen¹, Carmen Büttner¹

¹ Humboldt-Universität, ADTI/ FG Phytomedizin, Berlin, Deutschland; ² Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Physische Geographie/ Landschaftsökologie und nachhaltige Ökosystementwicklung, Eichstätt, Deutschland; ³ Bayerisches Amt für Waldgenetik, Teisendorf, Deutschland; ⁴ Universität Hohenheim, Integrative Infektionsbiologie Nutzpflanze – Nutztier, Stuttgart, Deutschland

Seit ersten Beobachtungen in Europa Anfang der 1990er Jahre hat sich das Eschentriebsterben, verursacht durch das Falsche Weiße Eschenstängelbecherchen (*Hymenoscyphus fraxineus*) stark verbreitet und umfasst mittlerweile das gesamte europäische Verbreitungsgebiet der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Auch in Deutschland kommt es zunehmend zu erheblichen Schädigungen an den Eschenbeständen. Zum Erhalt der Gemeinen Esche als bedeutender forstwirtschaftlicher Baumart in Europa, wurde das interdisziplinäre Demonstrationsprojekt FraxForFuture ins Leben gerufen (Langer et al., 2022).

In einer Ergänzung zu FraxForFuture, dem sog. FraxVir Projekt, sollen natürliche Bestände und Samenplantagen der Gemeinen Esche auf ihre Virusvielfalt untersucht werden. An fünf Eschenstandorten in verschiedenen Regionen Deutschlands werden visuelle Bonituren und Probennahmen für die Bestandsaufnahme zu vorkommenden Viren durchgeführt. Die Regionen umfassen zwei Intensivbeobachtungsflächen von FraxForFuture in Bayern (Kaisheim) und Brandenburg (Melzower Forst), zwei Samenplantagen in Baden-Württemberg (Emmendingen und Schorndorf) und ein Klonarchiv in Bayern (Grabenstätt). Virusverdächtige Blattsymptome wie chlorotische Flecken und Ringflecken, Fadenblättrigkeit, Adernvergilbungen, Scheckungen und Deformationen werden erfasst und dokumentiert. Mit Hilfe molekularer Methoden wie der Hochdurchsatzsequenzierung (HTS) und der RT-PCR können Viren detektiert und Virusinfektionen ermittelt werden. Wir untersuchen die Proben auf bekannte Viren wie cherry leaf roll virus (CLRV) und arabis mosaic virus (ArMV). Darüber hinaus testen wir auf das Vorkommen neu entdeckter Viren in der Esche, zu denen das privet leaf blotch-associated virus (PrLBaV), das ash shoestring-associated virus (ASaV) (Gaskin et al., 2021; Büttner et al., 2023) und ein neuartiges Cytorhabdovirus zählen. In die Untersuchungen werden Alteschen sowie Sämlinge an Mutterbaum- und Naturverjüngungsbeständen einbezogen. Des Weiteren werden Früchte von Eschen der Samenplantagen entnommen, um zur Aufklärung bisher unbekannter Übertragungswege beizutragen. Die Beurteilung des Gesundheitszustandes der Esche aus virologischer Sicht vervollständigt das Screening auf Krankheitserreger und ermöglicht im

Austausch mit den anderen FraxForFuture Unterverbünden die Formulierung von Handlungsempfehlungen für die Forstpraxis. Es werden Daten zum Virusscreening aus den ersten beiden Versuchsjahren präsentiert.

Referenzen

- [1] Büttner, C, Landgraf, M, Fernandez, H, von Bargaen, S, Bandte, M 2023, Virus diseases of forest and urban trees. *Forest Microbiology*, Volume 3, 61-97, Fred Asiegbo and Andriy Kovalchuk (eds), Elsevier Verlag, <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18694-3.00011-0>.
- [2] Gaskin, TR, Tischendorf, M, Günther, I, Rehanek, M, Büttner, C, von Bargaen, S 2021, Characterization of a Novel Emaravirus Affecting Ash Species (*Fraxinus* Spp.) in Europe. *Forests*, 12, 1–21, doi:10.3390/f12111574.
- [3] Langer, GJ, Fuchs, S, Osewold, J et al. 2022, FraxForFuture – research on European ash dieback in Germany. *J Plant Dis Prot*, 129, 1285-1295. <http://doi.org/10.1007/s41348-022-00670-z>.

V-11-04

Eschentriebsterben - Pilze assoziiert mit Stammfußnekrosen von *Fraxinus excelsior*

Sandra Peters

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Mykologie und Komplexerkrankungen, Göttingen, Deutschland

Das Eschentriebsterben, das durch den invasiven Schlauchpilz „Falsches Weißes Stängelbecherchen“ (*Hymenoscyphus fraxineus*) ausgelöst wird, stellt mittlerweile die größte Bedrohung für das Vorkommen der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior*) dar. Die Erkrankung hat sich ausgehend von Osteuropa inzwischen in weiten Teilen Europas flächendeckend ausgebreitet und wurde erstmals 2002 in Deutschland beobachtet. Die Vitalität und die Standfestigkeit der Gemeinen Esche haben hier in den vergangenen 20 Jahren infolge des Eschentriebsterbens stark abgenommen. Besonders Stammfußnekrosen und Wurzelfäule führten zur Bruch- und Wurfgefahr und zum Absterben der betroffenen Eschen. Ein großer Anteil dieser Stammfußnekrosen wird primär durch *H. fraxineus* verursacht. Der Schadensfortschritt der Stammfußnekrosen ist abhängig von den zahlreichen anderen Pilzen, die mit den Nekrosen assoziiert sind und bei der Entstehung des nekrotischen Gewebes beteiligt sein können oder als Folgeschaderreger auftreten.

Im Rahmen des Demonstrationsprojekts FraxForFuture [1] wurden im Teilprojekt FraxCollar Stammfußnekrosen an 58 Eschen hinsichtlich ihrer assoziierten Pilze untersucht. Die Probestämme stammten aus neun verschiedenen Waldbeständen in Deutschland. Die isolierten Pilzkulturen wurden basierend auf morphologischen und molekularen Analysen 162 Morphotypen zugeordnet. Das festgestellte Artspektrum umfasst sowohl Pathogene, Saprophyten als auch Endophyten. 33 dieser Arten, einschließlich *Cryptostroma corticale* und *Diplodia sapinea*, wurden erstmals an Esche nachgewiesen. Mit *Vexillomyces fraxinicola* [2] konnte im Rahmen dieser Untersuchungen eine neue Pilzart beschrieben werden. Keine der identifizierten Arten wurde an allen untersuchten Standorten gefunden. *Diplodia fraxini* hatte die höchste Abundanz bezogen auf die Anzahl aller Isolate und kam an sieben der Standorten vor. Die nachfolgend häufigsten Pilze bezogen auf alle Isolate waren *Hymenoscyphus fraxineus*, *Armillaria* spp., *Neonectria punicea*, *Diaporthe* cf. *eres*, *Fusarium* cf. *lateritium* und *Paracucurbitaria* sp. Die Pilzgemeinschaften der Stammfußnekrosen aller untersuchten Flächen ähnelten sich bezüglich der häufig auftretenden Arten, variierten jedoch stark in dem großen Anteil der einmalig isolierten Pilze.

Referenzen

- [1] Langer, G. J., S. Fuchs, J. Osewold, S. Peters, F. Schrewe, M. Ridley, R. Kätzel, B. Bubner & J. Grüner 2022, FraxForFuture - research on European ash dieback in Germany, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 129, 1285-1295, DOI: 10.1007/s41348-022-00670-z.

- [2] Tan, Y. P. et al., Fungal Planet description sheets: 1436-1477, *Persoonia*, 49, 261-350, DOI: <https://doi.org/10.3767/persoonia.2022.49.08>.

V-11-05

Untersuchungen zu Entstehung und Schadensverlauf von Stammfußnekrosen an *Fraxinus excelsior* im Zusammenhang mit dem Eschentriebsterben

Luisa Knauf, Sabine Remmele, Jörg Grüner

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldschutz, Freiburg, Deutschland

Seit vielen Jahren wird ein vermehrtes Auftreten von Stammfußnekrosen an *Fraxinus excelsior* beobachtet und in einen Zusammenhang mit *Hymenoscyphus fraxineus*, dem Erreger des Eschentriebsterbens gebracht. Die Schäden im unteren Stammbereich und im Wurzelraum beschleunigen das Absterben betroffener Bäume und führen zu einem hohen Risiko für Arbeits- und Verkehrssicherheit. Auch wenn es deutliche Hinweise darauf gibt, dass der Wasserhaushalt einen Einfluss auf die Nekrosenentstehung hat, ist nicht abschließend geklärt, welche Faktoren die Entstehung von Stammfußnekrosen begünstigen und unter welchen Bedingungen eine Erholung des Baumes stattfindet. Im Rahmen des Demonstrationsprojekts FraxForFuture [1] wurden im Teilprojekt FraxDendHist Eschen-Stammscheiben aus dem bodennahen Bereich mit dendrochronologischen Methoden untersucht, um Erkenntnisse über die Ursächlichkeit und die Pathogenese von Stammfußnekrosen zu gewinnen. Hierzu wurde datiert, in welchen Jahren Schäden entstanden sind und wann die Bäume Überwallungsleistungen erbringen konnten. Neben der Frage nach Faktoren, die Eschen für die Entstehung von Stammfußnekrosen prädisponieren, wurde im Rahmen des Projekts auch die Rolle von *H. fraxineus* und seine Interaktion mit anderen Pilzarten bei der Besiedelung von Eschen am Stammfuß untersucht. Hierzu wurden *in vivo*-Inokulationsversuche mit *H. fraxineus* und *Armillaria gallica* an Eschensämlingen durchgeführt. An den künstlich beimpften Bäumchen konnte das Zusammenwirken der beiden Pilzarten und die Entwicklungsgeschwindigkeit von Nekrosenbeobachten werden. Die anschließende mikroskopische Analyse histologischer Präparate aus den Infektionsstellen liefert Einblicke in die Infektionsmechanismen von *H. fraxineus* und die Fäuledynamik des Pilzes und trägt zur Klärung der Frage bei, welche holzanatomischen Strukturen der Erreger des Eschentriebsterbens zur Infektion am Stammfuß von *F. excelsior* nutzt.

Referenzen

- [1] Langer, G.J., Fuchs, S., Osewold, J. et al. 2022, 'FraxForFuture—research on European ash dieback in Germany', *J Plant Dis Prot*, 129, 1285–1295, <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00670-z>

V-11-06

Population genetic structure, ash dieback and expression of biomarkers in Northern and Central German *Fraxinus excelsior* populations

Karuna Shrestha¹, Henriette Häuser², Angela Köhler³, Henrike Nehls¹, Ralf Kätzel², Oliver Gailing¹, Katharina B. Budde¹

¹ Georg-August-Universität, Bösigenweg-Institute, Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Göttingen, Deutschland; ² Landesbetrieb Forst Brandenburg, Alfred Möller Straße 1, 16225 Eberswalde, Deutschland; ³ Humboldt Universität, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Urbane Ökophysiologie der Pflanzen, Lentzeallee 55-57, 14195 Berlin, Deutschland

Common Ash (*Fraxinus excelsior*) is a widely distributed native broadleaf tree species in Europe which plays an important social, ecological, and economical role in forest ecosystems. However, a severe fungal disease, ash dieback, caused by the invasive pathogen *Hymenoscyphus fraxineus*, has led to the decline of ash populations in Europe in the recent decades and threatens its existence in the near future. The pathogen was introduced from Asia to Eastern Europe in the 1990ies from where it spread and covered Germany between the years 2000-2005. Here, we compared the population genetic structure of *F. excelsior* in Northern and Central Germany with disease-related traits and the expression levels of biomarkers. We used 20 nuclear microsatellite markers suitable for *F. excelsior* to genotype 324 sample collected from eight populations. The level of crown damage, of each genotype was assessed twice a year between 2020 and 2022 by colleagues from the FraxForFuture consortium (<https://www.fraxforfuture.de/>). We characterized the genetic diversity of each population and identified the population genetic structure based on the microsatellite genotypes. Furthermore, we explored the health scores and the expression levels of biomarkers exhibited by trees in each population genetic cluster. None of our genetic markers was a significant outlier for differentiation between healthy and diseased trees and all population genetic clusters were similarly affected by ash dieback symptoms. Interestingly, the three population genetic clusters exhibited different expression levels of phenol compounds.

V-11-07

Der Einfluss des Eschentriebsterbens auf den Bestäubungserfolg von *Fraxinus excelsior* L.

Anna-Katharina Eisen¹, Devrim Semizer-Cuming², Susanne Jochner-Oette¹, Barbara Fussi²

¹ Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Physische Geographie/Landschaftsökologie und nachhaltige Ökosystementwicklung, Eichstätt, Deutschland; ² Bayerisches Amt für Waldgenetik, Teisendorf, Deutschland; ³ Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Physische Geographie/Landschaftsökologie und nachhaltige Ökosystementwicklung, Eichstätt, Deutschland; ⁴ Bayerisches Amt für Waldgenetik, Teisendorf, Deutschland

Die geschlechtliche Fortpflanzung von Waldbäumen fördert nicht nur die Arterhaltung und das Anpassungspotenzial, sondern trägt auch zur natürlichen Selektion und genetischen Vielfalt bei. Das fortschreitende Eschentriebsterben könnte jedoch, durch Kronenschäden und Baumverluste zu einem verringerten Pollenfluss führen und somit den Bestäubungserfolg beeinflussen. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, unser Verständnis der Genflussmuster zu erweitern. Im Jahr 2018 wurde in einer Samenplantage und einem Auwald in Süddeutschland die Beziehung zwischen Fortpflanzungserfolg und Gesundheitszustand von Eschen untersucht und die Entfernungen des effektiven Pollentransports berechnet. Hierzu wurden Kambiumproben von 123 (Samenplantage) und 128 (Auwald) Eschen, incl. Samen von je 12 Mutterbäumen, mit unterschiedlichem Gesundheitszustand gesammelt. Die Proben wurden genetisch mit Mikrosatelliten analysiert und statistisch mit dem Softwarepaket Cervus 3.0.7 ausgewertet, um die Väter der Samen zu bestimmen. Unsere Ergebnisse zeigten, dass mit zunehmender Entfernung der Bestäubungserfolg abnahm. In der Samenplantage lag die Entfernung zwischen Vater und Mutter im Durchschnitt bei 76 m und im Auwald bei 166 m. Die größten Distanzen konnten trotz der dichten Baumdeckung mit über 550 m im Auwald detektiert werden. Aufgrund dessen und der Tatsache, dass 66,5 % Fremdpolleneintrag in der Samenplantage nachgewiesen wurde, kann davon ausgegangen werden, dass bei der Bestäubung nicht nur lokale Quellen eine Rolle spielen. Selbstbestäubung hatte im allgemeinen keinen wesentlichen Einfluss auf die Vermehrung der Esche. Hinsichtlich des Gesundheitszustandes, zeigten sowohl gesunde als auch schwach geschädigte Vaterbäume einen ähnlichen Paarungserfolg. Bei stark geschädigten Bäumen (mehr als 50 % der Krone abgestorben) konnte jedoch nahezu keine Blütenbildung mehr dokumentiert werden. Somit leisten sowohl gesunde als auch leicht kranke Väter einen größeren Beitrag zur Bestäubung. Da die Anfälligkeit von den Eltern auf die Nachkommen vererbt werden kann, könnte diese natürliche Auslese dazu beitragen, dass Eschenpopulationen in Zukunft weniger anfällig sind.

V-11-08

Abschluss

16:30 – 18:30

POT/251H

V-12 | Waldbau II

Katharina Tiebel

V-12-01

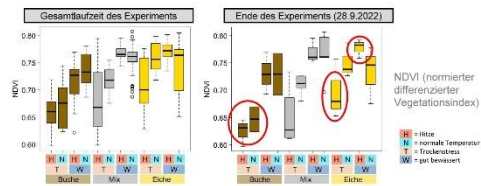
Effects of Heat and Drought on the Seedlings of Oak and Beech in Mono and Mixcultures

Syed Tuhin Ali¹, Yannik Schreckenberger², Alexander Emrich², Jacek Kaluzny⁴, Wojciech Pałubicki⁴, Cordelia Bolle³, Farhah F. Assaad², Peter Annighöfer¹

¹ Technical University Munich, Forest and Agroforestry Systems, TUM School of Life Sciences, Freising, Deutschland; ² Technical University Munich, Biotechnology of Natural Products, TUM School of Life Sciences, Freising, Deutschland; ³ Ludwig-Maximilians-University (LMU) Munich, Faculty of Biology, Plant Molecular Biology, Planegg-Martinsried, Deutschland; ⁴ Adam Mickiewicz University, Poznań, Polen

In recent years, Germany has experienced an increase in the frequency of drought and heat events due to climate change. Understanding such impacts on forest seedlings is crucial for predicting future forest composition and ecosystem dynamics. However, these two phenomena often occur simultaneously, making it challenging to discern the individual effects of each. To address this issue, an experiment was conducted for two years on the two common deciduous tree species in Germany, *Quercus petraea* and *Fagus sylvatica*, growing in lysimeters. The study aimed to monitor intra- and interspecific competitive exclusion, seedling mortality, and performance in pure and mixtures under drought and heat conditions. During the first year of the experiment, germination and mortality were recorded. In the second year, plant physiological data were collected weekly during the vegetation period for both mono and mixture using a MINI-PAM-II and a hyperspectral camera. The MINI-PAM-II measured the leaf photosynthesis yield, a sensitive photosynthesis parameter, while the hyperspectral camera measured the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), an indicator of vegetation health. Results showed that oak prevailed over beech with higher germination efficiency and lower mortality. The impact of drought and heat together was more than additive. Beech was drought intolerant, while oak was only intolerant when drought and heat coexisted. Interestingly, better stress management was observed from beech alone than in the mixture. Oak in the mixture showed better photosynthesis yield and NDVI than beech. In conclusion, oak outperformed beech under drought stress, while the oak-beech mixture was detrimental to beech seedlings under chamber conditions. This study provides valuable insights into the individual and combined effects of drought and heat on seedling germination, mortality, and performance in pure and mixtures.

Buche war Trockenheitsintolerant
Eiche war nur intolerant, wenn Trockenheit und Hitze
gemeinsam auftraten



13

NDVI

V-12-02

Trockenstress in Buchenwäldern – was kann der Waldbau tun?

Thomas Mathes¹, Dominik Seidel², Peter Annighöfer¹

¹ Technische Universität München, Professur für Wald- und Agroforstsysteme, Freising, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Räumliche Strukturen und Digitalisierung von Wäldern, Göttingen, Deutschland

Erst kürzlich erlebten Teile Deutschlands drei Dürresommer in Folge (2018-2020). In dieser Studie wurden die Auswirkungen dieses Ereignisses auf die Buche (*Fagus sylvatica* L.) in zwei Regionen Nordbayerns (Fränkische Platte, Steigerwald) analysiert. Zu diesem Zweck wurden 240 Parzellen mit unterschiedlicher Waldstruktur erfasst. Der Gradient erstreckte sich dabei vom geschlossenen Buchenhallenbestand bis hin zum lichten, flächig vorausverjüngten Buchenbestand. Auf den Parzellen wurden 990 Buchen unterschiedlicher sozialer Stellung und Größe untersucht. Mittels eines Laserscanners wurde auf den Parzellen die Waldstruktur quantifiziert, für die Einzelbäume wurden die Morphologie (z. B. Baumhöhe, Kronenvolumen) und oberirdischen Konkurrenzverhältnisse hergeleitet. Über Bohrkernanalysen wurden zudem Zuwachsanalysen an den Einzelbäumen durchgeführt und der annuelle Trockenstress über das $\delta^{13}\text{C}$ -Signal im Holz bestimmt.

Ergebnisse

Einzelbaumebene

Die Ergebnisse zeigen, dass das dominante Baumkollektiv besonders von der Trockenheit betroffen gewesen zu sein scheint. Während das Jahr 2018 noch von einem Mehrzuwachs charakterisiert war, nahm das Radialwachstum in den Jahren 2019 und 2020 deutlich ab. Beherrschte Bäume hingegen weisen in Dürrejahre eine vergleichsweise Konstanz im Wachstum auf, wenn auch absolut auf niedrigerem Niveau. Insgesamt schien aber das Gesamtkollektiv überproportional von der Trockenheit betroffen, wodurch vermutlich Effekte der Konkurrenz überlagert wurden. Mit fortschreitender Trockenheit wurden steigende Werte des $\delta^{13}\text{C}$ -Signals festgestellt. Der Einfluss baummorphologischer Variablen auf die Resistenz der Bäume gegen Trockenheit zeigte kein eindeutiges Muster, wobei eine gewisse Tendenz dahingehend ausgemacht werden konnte, dass stärkere Bäume stärker auf das Ereignis reagiert haben.

Ergebnisse

Bestandesstruktur

Die Analysen zu den Auswirkungen der Waldstrukturen auf die Trockenstressanfälligkeit von Buchen laufen aktuell. Ziel der Arbeiten ist es, die wissenschaftliche Basis für einen klimaadaptiven Waldbau in buchendominierten Wäldern zu erweitern.

Referenzen

- [1] Mathes, T.; Seidel, D., Annighöfer, P.; (2023) Response to extreme events: do morphological differences affect the ability of beech (*Fagus sylvatica* L.) to resist drought stress?, *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 2023; cpac056, <https://doi.org/10.1093/forestry/cpac056>

V-12-03

Strahlungsverhältnisse zur Steuerung der natürlichen Verjüngung der Traubeneiche

Tobias Modrow¹, Ulrich Kohnle², Jürgen Bauhus¹

¹ Albert-Ludwigs-Universität, Waldbau, Freiburg, Deutschland; ² Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt, Waldwachstum, Freiburg, Deutschland

Die natürliche Verjüngung von alten Traubeneichenbeständen ist ein wichtiger Beitrag zum Erhalt trockenstresstoleranter und biodiverser Wälder. Der Erfolg einer Naturverjüngung ist angesichts vieler möglicher Einflussfaktoren (Standort, Licht, Konkurrenz, Wildverbiss, Pflegeaufwand) jedoch ungewiss. Das Ziel des Projekts war die Erarbeitung waldbaulicher Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis, um die dauerhafte Etablierung einer von Traubeneichen dominierten Verjüngung zu gewährleisten.

Im Rahmen des Projekts wurden über einen repräsentativen Standortsgradienten hinweg an fünf Orten in Deutschland mittels lichtökologischer Messungen Wachstum und Konkurrenzfähigkeit von Traubeneichenjungwüchsen unterschiedlichen Alters in Abhängigkeit von der verfügbaren Strahlung untersucht. Zudem wurden die Strahlungsverhältnisse in den üblichen Verjüngungsverfahren, Schirmschläge und Lochhiebe, systematisch analysiert. Die durchschnittliche Gesamtstrahlung in Bestandeslücken ist stark mit dem Lückendurchmesser ($r=0.962$) und der Lückenfläche ($r=0.966$) korreliert und kann unter Berücksichtigung der Höhe des umgebenden Bestandes über diese sehr gut beschrieben und gesteuert werden. In Schirmschlägen ist die Gesamtstrahlung stark negativ mit der Bestandesgrundfläche ($r=-0.860$) und dem Kronenschlussgrad ($r=-0.934$) korreliert. Unabhängig von Bestandesgrundfläche bzw. Kronenschlussgrad können durch Schirmschläge auch auf größerer Fläche relativ homogene Strahlungsverhältnisse hergestellt werden. In Bestandeslücken nimmt die räumliche Heterogenität der Strahlung hingegen bis zu einer Lückengröße von 0,6 ha deutlich zu. Der empfohlene Einsatz der Verfahren ist von der Baumartenzusammensetzung und Struktur des zu verjüngenden Bestandes abhängig. Für die Verjüngung eichendominierter Bestände werden Schirmschläge mit einer Größe von mindestens einem Hektar empfohlen. Der Schirm sollte dem Lichtbedarf der Eichenverjüngung entsprechend nachgelichtet werden. Nach Räumung des Schirmes weisen diese Flächen dauerhaft ausreichend hohe Strahlungsbedingungen auf. Für Mischbestände, in denen die Traubeneiche nur einzel- oder gruppenweise beigemischt ist, werden Bestandeslücken mit einem Durchmesser von ca. 20-25 m bzw. Gruppenschirmstellungen zur Einleitung der Verjüngung empfohlen. Erst mit zunehmendem Lichtbedarf der Eichenverjüngung sollten die Bestandeslücken und Gruppenschirmstellungen erweitert und nachgelichtet werden. Hierdurch erhalten die Eichen einen Wuchsvorsprung, bevor sich die Verjüngung der Mischbaumarten etabliert.

V-12-04

DAS PROJEKT „ANBAUKLIM“- EIN AUSZUG AUS DEN LAUFENDEN UNTERSUCHUNGEN

Kilian Marx

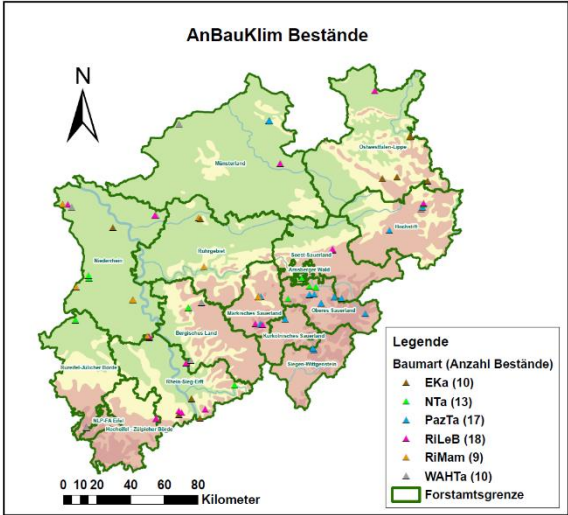
Landesbetrieb Wald & Holz NRW, Zentrum für Wald und Holzwirtschaft (FB V)/Team Waldbau, Arnsberg, Deutschland

In dem durch die „Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe“ finanzierten Projekt AnBauKlim, kurz für „Analyse der Anbaueignung eingeführter Baumarten im Klimawandel anhand bestehender Bestände“, sollen in NRW vorhandene Bestände von eingeführten Baumarten erfasst und ihr Wachstumsverhalten analysiert werden. Dabei sollen Aussagen über die standortbedingte Wuchseistung, die Qualität, die Risiken, das Naturverjüngungspotenzial, die Klimaresistenz und die Klimaresilienz der untersuchten Baumarten getroffen werden.

Für das Projekt wurden die eingeführten Baumarten mit den meisten Beständen in NRW ermittelt. Sechs Arten wurden ausgewählt: der Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*), die Westliche Hemlocktanne (*Tsuga heterophylla*), der Riesenmammutbaum (*Sequoiadendron giganteum*), die Nordmantanne (*Abies nordmanniana*), die Pazifische Edeltanne (*Abies procera*) und die Edelkastanie (*Castanea sativa*).

Für diese Arten werden Einzelbaummerkmale untersucht. Dazu werden vor Ort Kenngrößen wie z.B. Höhe, Durchmesser und Qualitätsparameter bestimmt. Zusätzlich werden Informationen darüber gesammelt, wie die Arten miteinander und mit heimischen Arten interagieren und in welchem Ausmaß sie in der Lage sind, sich natürlich zu vermehren.

Neben den Aufnahmen in den Beständen werden von einigen Bäumen Stammscheiben gewonnen. Diese werden mittels Jahrringanalysen untersucht. Ziel ist es, den Einfluss von Dürre, Hitze und die Erholung davon (Resilienz) zu bestimmen. Mit Voranschreiten des Projektes wurden bereits ein Großteil der Bestände untersucht, was es möglich macht, erste Schlussfolgerungen zu ziehen. Um die Wuchseigenschaften der eingeführten Arten mit denen heimischer Arten zu vergleichen, werden die ermittelten Wachstumsverläufe im Vergleich mit Bonitätsfächer heimischer Arten dargestellt. Der Zusammenhang zwischen den Standorteigenschaften und der Qualität der Bäume wird mittels ordinalen logistischen Regressionen untersucht. Des Weiteren werden bekannte Risiken sowie das Naturverjüngungspotenzial der eingeführten Arten aufgezeigt.



Bestände die im Projekt AnBauKlim untersucht werden

V-12-05

quaxNat - Ein R-Paket zur Abschätzung des Verjüngungspotenzials anhand von Betriebsinventur- und Fernerkundungsdaten

Maximilian Axer¹, Robert Schlicht³, Sven Wagner²

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen, Deutschland; ² Technische Universität Dresden, Waldbau und Waldschutz, Tharandt, Deutschland; ³ Technische Universität Dresden, Waldwachstum und forstliche Informatik, Tharandt, Deutschland

Die Integration von Naturverjüngung in Verjüngungsentscheidungen ist heute eine wichtige Zielstellung einer ökologisch orientierten Forstwirtschaft. Regionale und lokale Informationen zum Ausbreitungspotenzial von Baumarten sind bisher unzureichend. Daher wurde eine Potenzialanalyse von Naturverjüngung ausgewählter Baumarten für konkrete Behandlungseinheiten entwickelt, um waldbauliche Planungen oder Entscheidungen unterstützen zu können. Datengrundlage für die Bestimmung des Verjüngungspotenzials sind Inventurdaten der permanenten Stichprobeninventur. Um die Entfernung zum nächstgelegenen potenziellen Samenbaum zu ermitteln wurden Fernerkundungsdaten verwendet. Mittlerweile liegen hoch aufgelöste Fernerkundungsdatensätze mit Baumartendetektion für Deutschland und darüber hinaus vor. Somit gibt es wertvolle Informationsgrundlagen für die Position von Samenbäumen der jeweiligen Arten.

Das Ausbreitungspotenzial von Baumarten kann mithilfe einer Quantilsregression geschätzt werden. Zur Parametrisierung des Ausbreitungspotenzials einer Baumart werden Verjüngungsdichten in Abhängigkeit der Distanz zu den jeweils nächsten Samenbäumen herangezogen. Mithilfe einer Quantilsregression kann ein statistischer Zusammenhang zwischen der Distanz und der potenziellen Naturverjüngungsdichte abgeleitet werden. Anhand der angepassten Modelle zum Ausbreitungspotenzial der Baumarten können räumliche Vorhersagen für Naturverjüngungspotenziale berechnet werden. Diese Potenziale können mit den Waldumbauaktivitäten verglichen werden und so Rationalisierungspotenziale durch die Verwendung von Naturverjüngung aufzeigen.

Das R-Paket *quaxNat* bietet die Möglichkeit ein Ausbreitungspotenzial für bestimmte Baumarten zu bestimmen und räumliche Vorhersagen zum Ausbreitungspotenzial zu berechnen. Gleichzeitig können vorparametrisierte Funktionen für die Vorhersage in bestimmten Waldgebieten dienen. Der Vortrag soll den methodischen Ansatz vorstellen und eine erste Einführung in das R-Paket geben.

Referenzen

- [1] Axer, Maximilian, Schlicht, Robert, Wagner, Sven, 2021, 'Modelling potential density of natural regeneration of European oak species (*Quercus robur* L., *Quercus petraea* (Matt.) Liebl.) depending on the distance to the potential seed source: Methodological approach for modelling dispersal from inventory data at forest enterprise level.', *Forest Ecology and Management*, 482, 118802

- [2] Axer, Maximilian, Schlicht, Robert, Kronenberg, Rico, Wagner, Sven 2021, ' The Potential for Future Shifts in Tree Species Distribution Provided by Dispersal and Ecological Niches: A Comparison between Beech and Oak in Europe ', *Sustainability*, 13.23, 13067

V-12-06

Untersuchungen zur Ausbreitung des Eschentriebsterbens von Altbäumen auf die Naturverjüngung

Falk Schrewe, Sven Wagner

TU Dresden, Professur für Waldbau, Dresden, Deutschland

Das Eschentriebsterben (ETS) ist eine relativ neue Baumkrankheit, die seit den 1990er Jahren in Europa und seit 2002 auch in Deutschland die Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*) befällt. Waldökosysteme, deren Anteil an Eschen besonders hoch ist, weisen einen stärkeren Krankheitsverlauf auf als solche mit nur vereinzelt vorkommenden Eschen [1]. Besonders junge Eschen sind stark vom durch den Pilz *Hymenoscyphus fraxines* verursachten Eschentriebsterben betroffen, da bei ihnen Nekrosen schnell stammumfassend werden und sie zum Absterben bringen [2]. Allerdings gibt es aber auch immer wieder vereinzelte Eschen, die augenscheinlich in geringerem Ausmaß betroffen sind als benachbarte Artgenossen [3]. Auch wenn Alteschen mit der Krankheit viele Jahre überleben können, ist die nächste Generation, die diese Bäume einst ablösen soll, stark beeinflusst [2]. Die rasche Veränderung dieser Lebensräume birgt eine besondere Gefährdung vieler damit verbundener Arten [4].

Daher ist die Untersuchung des Musters, in dem sich ETS ausbreitet, von besonderer Bedeutung. Zu diesem Zweck wurden auf verschiedenen Beobachtungsflächen systematisch 1 m² große Plots in einem Raster von 10x10 Metern Abstand angelegt, auf welchen die gesamte Verjüngung erfasst und Wachstums- sowie Gesundheitsparameter gemessen worden sind. Somit soll die quantitative Verteilung der Symptome in gegebenen Bestandes-Situationen mittels Erkrankungsstatistik beschrieben werden.

Auf Basis dieser Daten soll ermittelt werden, wie sich die Intensität des ETS in der Verjüngung in und im Umfeld von Bereichen verhält, an denen besonders viele Alteschen vorzufinden sind. Auch soll versucht werden Rückschlüsse zu ziehen, ob etwaige Auswirkungen der Alteschen auf die Vitalität der Naturverjüngung in isotropen oder anisotropen Mustern sich ausprägen. Ebenso ist von Interesse, ob der Effekt von Alteschen in direkter Umgebung am größten ist und mit der Entfernung stetig abnimmt, oder ob es Diskontinuitäten gibt.

Referenzen

- [1] Turczański, K. 2020. 'Site conditions for decline of ash stands in Europe', *Acta Scientiarum Polonorum Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria*, **19**, 67–73, Poznań University of Life Sciences, 10.17306/J.AFW.2020.2.7.
- [2] Timmermann, V., Nagy, N.E., Hietala, A.M., Børja, I. & Solheim, H. 2017. 'Progression of Ash Dieback in Norway Related to Tree Age, Disease History and Regional Aspects', *Baltic Forestry*, **23**, 150–158.
- [3] McKinney, L.V., Nielsen, L.R., Collinge, D.B., Thomsen, I.M., Hansen, J.K. & Kjaer, E.D. 2014. 'The ash dieback crisis: genetic variation in resistance can prove a long-term solution', *Plant Pathology*, **63**, 485–499, 10.1111/ppa.12196.
- [4] Haupt, K.S., Mausolf, K., Richter, J., Schrautzer, J. & Erfmeier, A. 2022. 'The FraDiv experiment: Biodiversity-ecosystem functioning research meets reforestation practice', *Ecological Indicators*, **144**, 1–12, 10.1016/j.ecolind.2022.109497.

18:30 – 19:30

P 1-3 | Poster Session

18:30 – 19:30

großes Foyer vor dem POT/081H

P-1 | Management mit sozialwissenschaftlichem Schwerpunkt & Sozialwissenschaften

Waldbrände in Sachsen - eine Übersicht in Zahlen

L.-F. Otto¹, F. Matschulla¹¹ Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS), Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung/Waldschutz, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna

Kontakt: Lutz.Otto@smekul.sachsen.de

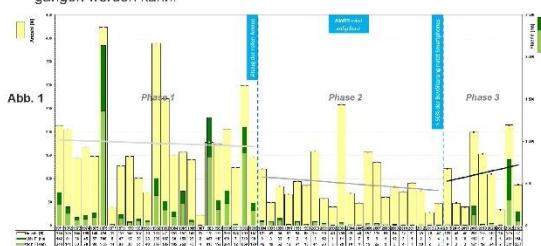
FowiTa 2023
Poster Session 1
Abstract 1
(#51)

Einleitung

Global betrachtet, sind die zunehmende Häufigkeit und Intensität von Bränden wahrscheinlich die kurzfristig auffälligsten, ökonomisch sowie ökologisch wesentlichen und unter Umständen eine direkte Gefahr für die Bevölkerung darstellenden Folgen des erwarteten Klimawandels für den Wald. Durch die unmittelbare Freisetzung großer, mittelfristig gespeicherter CO₂-Mengen (und anderer Schadstoffe) durch Feuer/Brände einerseits und den vorübergehenden Verlust der Speicherfunktion der verbrannten Biomasse andererseits kommt es zu einer positiven Rückkopplung mit dem Ergebnis einer verstärkenden Wirkung der negativen Auswirkungen. Als natürliche Störung spielt Waldbrand in Mitteleuropa und speziell in Deutschland mit der einzigen natürlichen Ursache Blitzschlag eine untergeordnete Rolle. Demzufolge sind die natürlichen Waldökosysteme und die dominierenden Baumarten auch nicht bzw. nur in sehr geringem Maße daran angepasst. Das Waldbrandgeschehen in Sachsen und vermutlich auch in Deutschland insgesamt wird deshalb hinsichtlich der Brandursachen nur zu einem geringen Teil durch natürliche Prozesse bestimmt. Wesentlich sind Aktivitäten i.w.S. durch den Menschen, die schneller und zielführender änderbar sind als natürliche Prozesse. Eine empirische Analyse liefert Hinweise für diese Hypothese.

Verfügbare Daten

- Seit 1971 liegen Daten zu den auf dem Territorium des heutigen Freistaates Sachsen aufgetretenen Waldbränden (außerhalb Bundeswald) vor. Für diese Daten gilt:
 - sie beinhalten für jeden Brand eine Angabe zur Größe, der vermuteten bzw. bestätigten Ursache (soweit ermittelt), dem Datum u.v.m.,
 - die relevantesten Angaben wurden über den gesamten Zeitraum hinweg relativ gleichartig erfasst,
 - einige z.Zt. noch unvollständige Daten könnten mit einigem Aufwand ergänzt werden, (von den insgesamt ca. 7.000 Waldbränden mit einer Gesamtfläche von mehr als 10 Tka sind 18% bzw. 27% der Fläche z.Zt. nicht räumlich zuordenbar),
 - die Erfassung und Dokumentation der Daten oblag jeweils staatlichen Einrichtungen, so dass von einem hohen Maß an Genauigkeit und Vollständigkeit ausgegangen werden kann.



- Der Deutsche Wetterdienst (DWD) verfügt über langjährige, räumlich und zeitlich sehr hoch aufgelöste Messdaten meteorologischer Parameter, die direkt bzw. indirekt in Form von Indexwerten (z.B. tägliche Waldbrandwarnstufen) eine sehr detaillierte Charakterisierung der für Waldbrände wesentlichen Witterungsbedingungen ermöglichen.

Ergebnisse

- Für den Zeitraum 1971 bis 2022 sind empirisch 3 Phasen abgrenzbar (Abb. 1), für die unterschiedliche Rahmenbedingungen die Häufigkeit und Intensität von Waldbränden beeinflussen (siehe rechte Spalte).

Zusammenfassung

- Im Zeitraum 1972 bis 2022 sind 3 Phasen abgrenzbar, in denen unterschiedliche Rahmenbedingungen die Häufigkeit und Intensität von Waldbränden beeinflussen. Eine deskriptive Auswertung zeigt relevante Zusammenhänge und Trends. Diese könnten mit vervollständigten Daten statistisch analysiert werden.

Diese drei Phasen werden wie folgt abgegrenzt:

- In der **ersten Phase von 1971 bis 1993** entsprach die Witterung der der „Klimanormal-Periode“, die im Rahmen von Analysen zum Klimawandel als Referenzzeitraum dient. Die Waldbrandvorsorge und -bekämpfung hatte einen hohen Stellenwert, die dafür nutzbaren Techniken und Technologien waren auf dem verfügbaren Stand. Speziell die Meldekette von Branderkennung z.B. durch Waldbesucher und/oder Waldbesitzer war aufgrund fehlender Infrastruktur unter Umständen lang. Die stationierten Truppen der damaligen Sowjetunion agierten nahezu landesweit.
- In der **zweiten Phase von 1994 bis 2014** waren erste Anzeichen des Klimawandels deutlich spürbar (Jahreshochwasser 2002, Hitzesommer 2003). Die Zuständigkeiten für Waldbrandvorsorge und -bekämpfung wechselten. Erste Effekte des Waldumbaus wurden wirksam (Voranbau mit Laubbaumarten). Die Feuerwehren erneuerten ihre Technik. Mit dem Aufbau des Automatischen Waldbrandfrüherkennungssystems (AWFS) in den besonders waldbrandgefährdeten Gebieten und der flächendeckenden Handy-Verfügbarkeit verkürzte sich die Meldekette deutlich. Die militärischen Aktivitäten reduzierten sich erheblich.
- In der **dritten Phase ab 2015** zeichnen sich die Effekte des Klimawandels immer deutlicher ab. Die übrigen Rahmenbedingungen entsprechen denen der zweiten Phase.

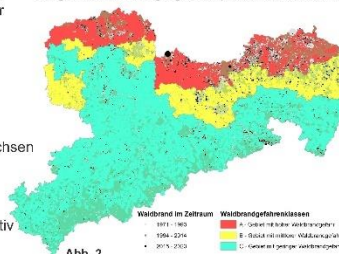


Abb. 2

Waldbrand- gefahrenklassen

Im Verlauf der drei Phasen deutet sich eine Zunahme der Brandhäufigkeit in der Waldbrandgefahrenklasse C an (Abb. 2 & 3).



Abb. 3

Diese drei Phasen sind wie folgt charakterisiert:

- In der **ersten Phase von 1971 bis 1993** ereigneten sich durchschnittlich **176 Waldbrände pro Jahr** mit einer durchschnittlichen Brandfläche von **369 ha/Jahr**. Die jährliche Brandanzahl war leicht rückläufig.
- In der **zweiten Phase von 1994 bis 2014** ereigneten sich durchschnittlich **90 Waldbrände pro Jahr** mit einer durchschnittlichen Brandfläche von **27 ha/Jahr**. Die jährliche Brandanzahl war rückläufig.
- In der **dritten Phase ab 2015** ereigneten sich bis einschließlich 2022 durchschnittlich **115 Waldbrände pro Jahr** mit einer durchschnittlichen Brandfläche von **140 ha/Jahr**. Die jährliche Brandanzahl nahm stetig zu.

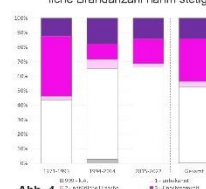


Abb. 4

Waldbrandursachen

- Der Anteil der durch „natürliche Ursachen“ hervorgerufenen Waldbrände ist in allen drei Phasen relativ konstant und liegt über den gesamten Zeitraum hinweg bei durchschnittlich 4% (Abb. 4).
- Ab der zweiten Phase ging der Anteil der durch „Unachtsamkeit“ verursachten Waldbrände deutlich zurück.
- Bei mehr als der Hälfte der Waldbrände ist die Ursache unbekannt. Dieser Anteil steigt über die 3 Phasen hinweg an.

Einfluss der Witterungsbedingungen

- Der Einfluss der Witterungsbedingungen auf das Waldbrandgeschehen ist in den drei Phasen tendenziell sehr ähnlich.
- Für den Zeitraum April bis August, in dem sich ca. 80% der Waldbrände ereigneten und 90% der Brandfläche entstand, sind die in diesem Zeitraum ermittelte durchschnittliche Tagesmitteltemperatur, die damit im engen Zusammenhang stehende Anzahl der Tage mit einer Maximaltemperatur über 25° C sowie die Niederschlagssumme offensichtlich geeignete Parameter zur Schätzung der Brandhäufigkeit (Abb. 5).

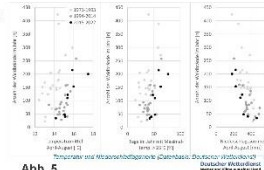


Abb. 5



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



THÜRINGENFORST



Professur für Waldbau
Kontakt: alexandra.wehnert@tu-dresden.de

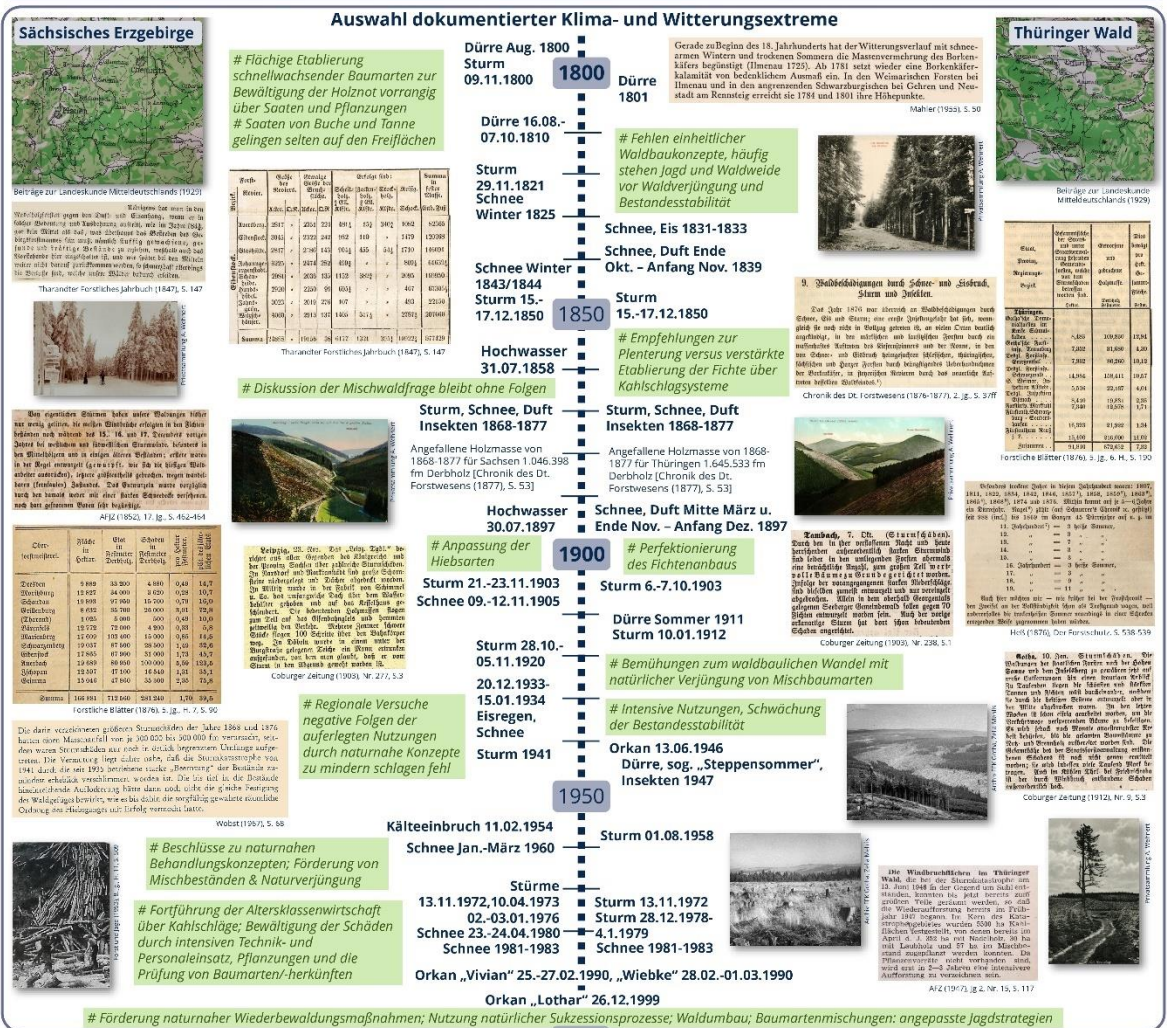
Fakultät für Umweltwissenschaften, Fachrichtung Forstwissenschaften, Professur für Waldbau

Lernen aus der Vergangenheit – Historische Analysen witterungsbedingter Extremereignisse, großflächiger Störungen und waldbaulicher Strategien

Alexandra Wehnert¹, Mathias Deutsch², Franka Huth¹, Tobias Reeh², Sabine Storch³, Ingolf Profft³

Thematischer Hintergrund (Projekt RETROWALD)

Großflächige Störungen in den lichtdominierten Wäldern der Mittelgebirgsregionen **Thüringer Wald** und **Erzgebirge** wurden in den letzten 200 Jahren häufig dokumentiert. Unterschiede zeichnen sich in den witterungsbedingten Entstehungsursachen, den Flächenausmaßen und den Strategien zur Wiederbewaldung ab. Forstliche und waldbauliche Entscheidungen zur Bewältigung der entstandenen Schäden sind ein Spiegelbild fachlicher Kenntnisse, gesellschaftlicher Normen und technischer Möglichkeiten im jeweiligen Betrachtungszeitraum. **Analysen der waldbaulichen Strategien** eröffnen die Chance aus Fehlern der Vergangenheit zu lernen, um zukünftige Entwicklungen besser zu bewältigen.



Fazit

Aufreufe und Bemühungen zur Anpassung waldbaulicher Systeme an naturnahen Prozesse sind meist unmittelbar nach dem Auftreten großer Walddflächenverluste dokumentiert. Trotz wissenschaftlicher Belege und praktischer Erfahrungen, die Zusammenhänge zwischen Witterungsextremen und waldbaulichen Steuergrößen (z. B. Baumartenwahl, Hiebsarten, Verjüngungsverfahren) belegen, scheiterte die langfristige Förderung resilienter Waldstrukturen durch den kurzfristigen Wechsel gesellschaftspolitischer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen und Vorgaben. Deshalb benötigen zukunftsfähige Waldbaukonzepte ein hohes Maß an Kontinuität, um extreme Einflüsse des Klimawandels auf Waldökosysteme abzumildern und Nutzungsoptionen aufrechterhalten zu können.

¹TU Dresden, Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldbau, Piener Straße 8, 01377 Tharandt

²Georg-August-Universität Göttingen, Geographisches Institut, Goldschmidtstr. 5, 37077 Göttingen

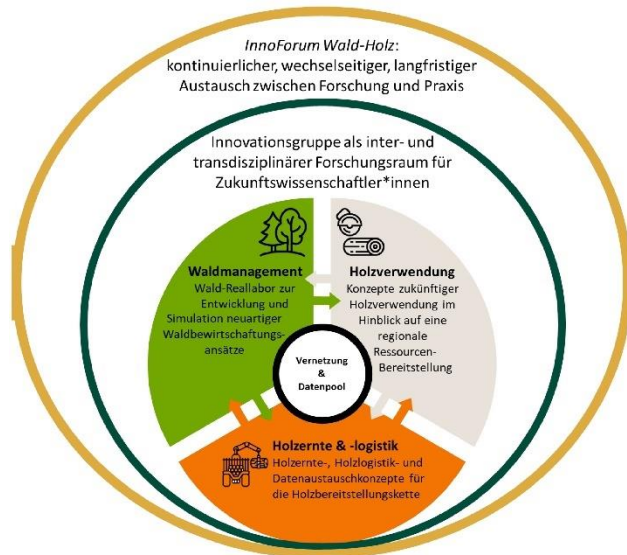
³Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Referat Klimafolgen, Forschung und Versuchswesen, Jägerstraße 1, 99867 Gotha



Forstliche Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha



ADAPTives Waldressourcen-Management für eine zukunftsfähige Holzwirtschaft in der Region Brandenburg-Berlin



Potenziale und Grenzen eines adaptiven Waldmanagements in Brandenburg unter Berücksichtigung der zukünftig erforderlichen Ökosystemleistungen.



Weiterentwicklung bestehender Holzernte- und Datenanalysekonzepte, um nachhaltig und schonend Holz für eine effiziente regionale Wertschöpfung bereitzustellen.



Entwicklung neuer Verwendungsansätze für Kiefernholz zur Steigerung der regionalen Wertschöpfung dieses Rohstoffs, insb. im Bausektor.



Innovationsgruppe

- ✓ Zusammengesetzt aus allen Einrichtungen,
- ✓ kreative Ansätze von Nachwuchsforscher*innen,
- ✓ kurze Wege, enge Zusammenarbeit.



InnoForum Wald-Holz

- ✓ Offene Plattform für Akteur*innen von Wirtschaft, Gesellschaft, Politik und Wissenschaft,
- ✓ gegenseitiger Austausch durch Kommunikation auf Augenhöhe,
- ✓ Ideen- und Erfahrungstransfer,
- ✓ transdisziplinäre Workshops,
- ✓ neue Perspektiven kennenlernen & Lösungen finden.

Kontaktadressen:

Dr. Ferréol Berendt (ferreol.berendt@hnee.de)
Prof. Dr. Tobias Cremer (Tobias.Cremer@hnee.de)

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Schicklerstr. 5
16225 Eberswalde



Das Vorhaben ist in die BMBF-Fördermaßnahme „Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft (REGULUS)“ eingebettet.

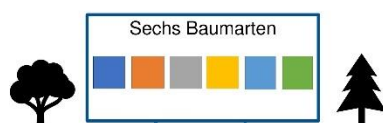


Bewertung von seltenen Nadelbaumarten anhand von robusten Pareto - Kurven

Benjamin Gang, Logan Bingham, Elisabeth Gosling, Thomas Knoke

Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Technische Universität München, Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Kontakt: benjamin.gang@tum.de

Welchen Anteil können Douglasie und Tanne am zukünftigen Waldaufbau unter Berücksichtigung unterschiedlicher sozioökonomischer und ökologischer Zielsetzungen einnehmen?



Ökonomie

Tabelle 1: Verwendete Indikatorwerte und Standardabweichung

Baumart	Ökonomischer Indikator		Biodiversitätsindikatoren					
	Bodenrente (€ ha ⁻¹ y ⁻¹)	S ^a	Herbivore Arten [N]	S ^a	Saproxylische Käfer [N]	S ^a	Zersetzungsrates Totholz [g cm ⁻²]	S ^a
Buche	8	33	333	53	14	1,9	0,069	0,043
Eiche	-3	31	913	227	26	4,3	0,021	0,021
Douglasie	530	199	33	1	19	2,6	0,002	0,0270
Kiefer	-38	45	410	75	18	2,5	0,015	0,023
Fichte	201	85	353	58	21	3,0	0,035	0,034
Tanne	187	60	207	22	8	0,9	0,020	0,020

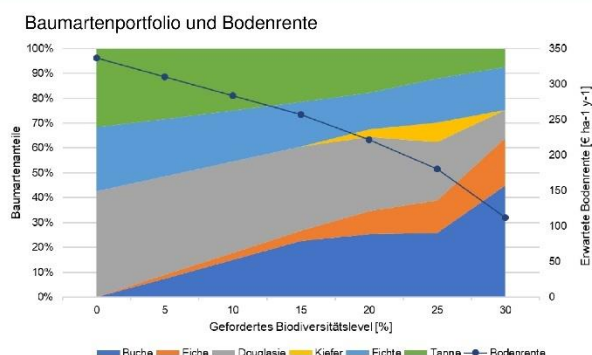
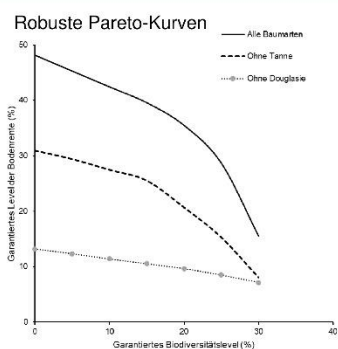
Biodiversität

Robuste Optimierung: Minimierung der maximalen Distanz zwischen dem bestmöglichen und dem tatsächlich erreichten Wert pro Indikator unter Einbeziehung von Unsicherheit.

- Best-Case = Indikatorwert
- Worst-Case = Indikatorwert minus 2,5-fache Standardabweichung (Unsicherheitsfaktor $m=2,5$)

Pareto-Kurven: Entlang dieser Linie kann keine Zielsetzung verbessert werden, ohne die andere zu verschlechtern (Pareto Effizienz).

Baumartenportfolio: Jede Baumart kann einen Anteil am Portfolio zwischen 0 und 100% einnehmen.



- Bei steigender Biodiversität sinkt die Bodenrente
- Erst schwache Absenkung, ab ca. 25% starker Abfall
- Ohne Tanne deutlich geringeres Level an Bodenrente und früherer Kippunkt (ca. 15%)
- Ohne Douglasie ist das Ausgangsniveau der Bodenrente um -35% niedriger

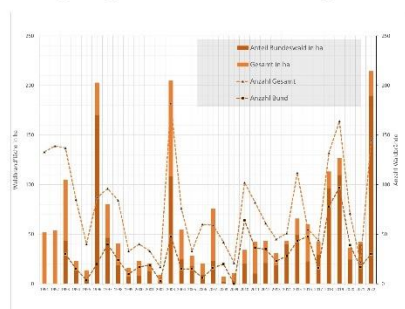
- Das ökonomisch optimierte Baumartenportfolio ist dominiert von Nadelbaumarten, insbesondere der Douglasie
- Je mehr Biodiversität gefordert wird, desto höher wird der Laubholzanteil
- Bei einem garantierten Biodiversitätslevel von 30% hat Laubholz einen Anteil von über 60%
- Die Opportunitätskosten liegen dann bei 225 € ha⁻¹ y⁻¹

Douglasie und Tanne verbessern die ökonomische Performance ohne die Biodiversität stark einzuschränken. Je mehr Biodiversität akzeptiert wird, desto höher wird der Laubholzanteil bei gleichzeitig sinkender Bodenrente.



Entwicklung der Waldbrandgefahr in Bayern

Vergangenheit und Gegenwart

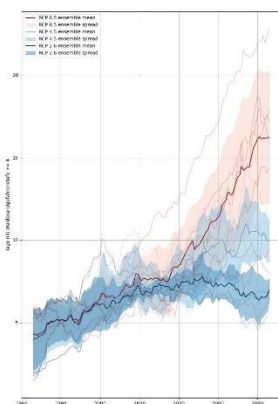


Anzahl und Fläche der Waldbrände in Bayern 1991-2022 mit Anteil Bundeswald (1991-92: keine Daten Bundeswald, 1993-2022 alle Waldbesitzformen inklusive Bundeswald (Daten BLE))

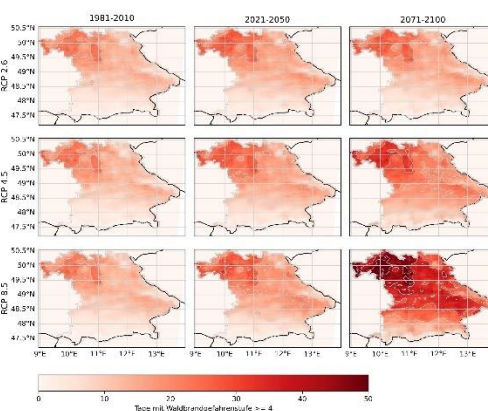


(Abb. aus Zimmermann & Holzappel 2021: Daten aus Baumgartner et al. 1976 bzw. Julio 1976)

Zukunft



Durchschnittliche Anzahl der Tage mit hoher und sehr hoher Waldbrandgefahr nach CFFWI (Daten: Bayern-Ensemble (LFU) für verschiedene Klimawandelszenarien (RCPs))



Durchschnittliche Anzahl der Tage mit hoher und sehr hoher Waldbrandgefahr in Bayern
Auswertung des Bayern-Ensemble (LFU) für verschiedene Klimawandelszenarien. Unterteilung in nahe Vergangenheit, nahe Zukunft, ferne Zukunft.

- In allen Klimaszenarien nimmt die meteorologische Waldbrandgefahr zu („Feuerwetter wird häufiger“)
- Stärke abhängig vom Ablauf des Klimawandels („Steuerung ist möglich“)
- Nord-Südgefälle: Franken als Hotspot künftiger Waldbrandgefahr
- Mit härteren Klimawandelszenarien nimmt auch Richtung Süden die Anzahl der Tage mit hoher Brandgefahr stärker zu.

Literatur:

ZIMMERMANN, L.; HOLZAPFEL, K. (2022): Entwicklung der Waldbrandgefahr in Bayern. LWF AKTUELL 2/2022, S. 4-8.
HOLZAPFEL, K.; ZIMMERMANN, L. (2023): Der dürre Wald brennt. Bay. Landwirtschaftl. Wochenblatt 16, 48-49.

Autoren:
Lothar Zimmermann, LWF
Lennart Königer, LWF
Korbinian Holzappel, BayStMELF

Kontakt:
Lothar.Zimmermann@lwf.bayern.de
Lennart.Koeniger@lwf.bayern.de



Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft

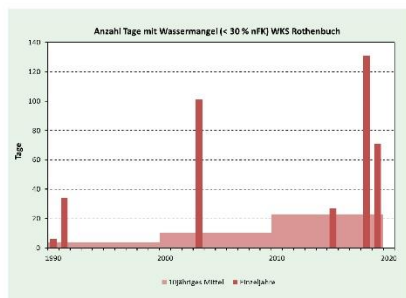
Stephan Raspe, Nicole Foullois, Jörg Neumann und Lothar Zimmermann

Forstwissenschaftliche Tagung 2023

Wasserversorgung für Wald und Mensch

Trends und Auswirkungen von Trockenjahren am Beispiel des Hochspessarts

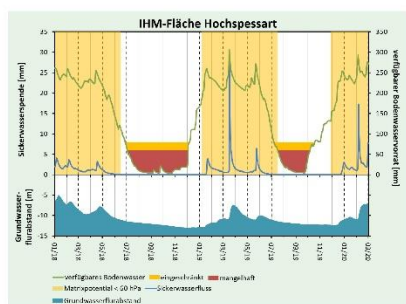
Zum einen brauchen Bäume und alle anderen Lebewesen im Wald Wasser zum Leben und Gedeihen, andererseits ist die Sickerwasserspense des Waldes für Grund- und Quellwasser von großer Bedeutung. Die Wasserversorgung von Mensch und Wald sind damit eng miteinander verknüpft.



Tage mit mangelhafter Wasserversorgung der Eichen an der WKS Rothenbuch (verfügbarer Bodenwasservorrat im Wurzelraum unter 30 % nFK)

Trockenstress für Bäume nimmt zu

Die Anzahl der Tage mit mangelhafter Wasserversorgung der Waldbäume nahm an der Waldklimastation (WKS) Rothenbuch im Zehnjahresmittel vom Zeitraum 1990 – 1999 von vier Tage über zehn Tage (2000 – 2009) auf 23 Tage im Zeitraum 2010 – 2019 zu. Besonders lang anhaltender Trockenstress herrschte in den Jahren 2003 mit über 100 Tagen und 2018 mit sogar 131 Tagen mangelhafter Wasserversorgung. Auch 2019 litten die Bäume an 71 Tagen unter massivem Trockenstress. Entsprechende Vitalitätseinschränkungen insbesondere der Buche waren die Folge.



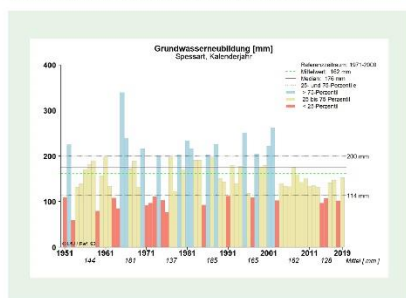
Oben: mit LWF-Brook90 modellierte Bodenwasservorräte (Wasser Verfügbarkeit eingeschränkt ab 40 % nFK bzw. mangelhaft ab 30 % nFK) und Sickerwasserspense sowie Zeiten mit einem gemessenen Bodenwasserpotential < 60 hPa in den Jahren 2018-20
Unten: am Grundwasserpegel gemessener Grundwasserfahrandstand in den Jahren 2018-20

Dynamik von Boden- & Grundwasser

Trockenheit und Wiederauffüllung der Wasserspeicher zeigen im Boden und Grundwasser eine unterschiedliche Dynamik. Während der Trockenjahre 2018 und 19 wurde der Bodenwasserspeicher an der IHM Messfläche Hochspessart im Sommer nahezu vollständig ausgeschöpft. Im Herbst und Winter wurde der Waldboden wieder befeuchtet. Bis zum Jahresende wurde wieder Feldkapazität erreicht, das Matrixpotenzial lag wieder unter 60 hPa und die Sickerwasserspense setzte ein. Mit einem Zeitverzug wurde dann auch an der Grundwassermessstelle ein Anstieg des Wasserstands gemessen.

Grundwasserstände gehen zurück

Die jährliche Grundwasserneubildung im Spessart liegt seit dem Jahr 2003 ständig unter dem langjährigen Median. So eine lange Periode mit niedrigen Grundwasserbildungsrate hat es seit 1951 nicht gegeben. Zum Ausgleich dieses mehrjährigen Wassermangels und zur nachhaltigen Wiederauffüllung der Grundwasserspeicher sind insbesondere überdurchschnittlich niederschlagsreiche Winter erforderlich. Modellrechnungen in Fallstudiengengebieten haben jedoch gezeigt, dass einzelne Winter voraussichtlich nicht mehr ausreichen werden, um das entstandene mehrjährige Defizit vollständig kompensieren zu können.



Jährliche Grundwasserneubildung im Spessart von 1951 - 2019

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG



Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Ansprechpartner:
Dr. Stephan Raspe, LWF
Stephan.Raspe@lwf.bayern.de

8

Der Einfluss von regionaler Verarbeitung und Verwendung auf die Treibhausgasemissionen von Holzprodukten – eine Untersuchung anhand exemplarischer Ökobilanzen

Christoph Schulz¹, Christina Brand¹, Markus Briechele²

¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Freising, Deutschland; ² Holzforum Allgäu, Immenstadt im Allgäu, Deutschland

Mit dem Begriff Regionalität werden eine Vielzahl von ökonomischen, ökologischen und sozialen Vorteilen assoziiert. Wissenschaftliche Untersuchungen, die diese Vorteile für den Forst-Holz-Sektor belegen, gibt es allerdings wenige. Im Waldklimafonds-Projekt „CarboRegio“ wurden von der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und dem Holzforum Allgäu verschiedene Fragen zur Regionalität im Forst-Holz-Sektor anhand der Region Allgäu untersucht.

Hier werden Methodik und Ergebnisse für exemplarische Ökobilanzen von verschiedenen Holzprodukten (Waldhackschnitzel, Esstisch, Holzfensterrahmen, Vollholzelementen, Einfamilienhaus aus Vollholzelementen) vorgestellt. Die Berechnung erfolgte für die Herstellung und die Transporte der Produkte bis zum Endkunden („cradle-to-consumer“), teilweise mithilfe von Primärdaten, ansonsten mit Daten aus der Literatur. Für die jeweiligen Transportprozesse bei der Bereitstellung der Produkte wurden mithilfe von Experten regionale und nicht-regionale Entfernungen hergeleitet, so dass für alle Produkte eine regionale und eine nicht-regionale Variante verglichen werden konnten.

Die Auswirkungen von Regionalität auf die Treibhausgasemissionen, die Bedeutung der verschiedenen Lebenszyklusphasen und die Einflussfaktoren werden dargestellt.

Struktur und erste Ergebnisse der Daueraufgabe Rohstoffmonitoring Holz am Thünen-Institut

Erfassung von Holzaufkommen und -verwendung

WF Dominik Jochem · Sebastian Glasenapp · Holger Weimar

Hintergrund

- **Problemstellung:** Aufkommen und Verwendung von Holz ist in wichtigen Sektoren des Holzrohstoffmarktes oft untererfasst oder gänzlich unbekannt
- **Ursache:** Es gibt keine oder nur eine unzureichende amtliche Erfassung
- **Beispiele:** Die Brennholzverwendung in Privathaushalten wird nicht amtlich erfasst. Betriebe der Sägeindustrie mit weniger als 10 Beschäftigten werden in der amtl. Produktionsstatistik nicht berücksichtigt



ABB 1: Rohholzplatz Holzindustrie
(© Grecaud Paul - stock.adobe.com)

Methodisches Vorgehen

- Das Ursprungskonzept des Rohstoffmonitoring Holz wurde von Prof. Udo Mantau, **Universität Hamburg**, begründet und entwickelt
- Seit dem Jahr 2022 werden vom **Thünen-Institut für Waldwirtschaft** wiederkehrende, empirische Befragungen aller relevanten Sektoren im Holzrohstoffmarkt durchgeführt
- **Empirische Vollerhebungen** werden in der Sägeindustrie, der Holzwerkstoffindustrie, der Holzschliff- und Zellstoffindustrie sowie Biomassefeuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) größer 1 MW durchgeführt
- **Stichprobenerhebungen** werden in den Sektoren Privathaushalte und Biomassefeuerungsanlagen mit einer FWL kleiner 1 MW durchgeführt

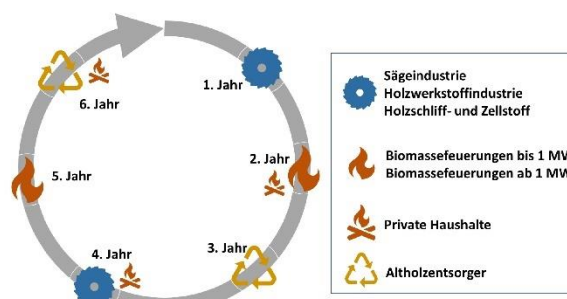


ABB 2: Geplanter Erhebungszyklus der Hauptsektoren im Rohstoffmonitoring Holz

Auszug aus den Ergebnissen

TAB 1: Verwendung der Holzrohstoffe nach Jahren und Sektoren

2000	2010	2020	Verwendung
30,3	37,3	42,0	Sägeindustrie
18,4	17,0	15,7	Holzwerkstoffe
7,2	10,5	9,0	Holzschliff und Zellstoff
1,2	0,7	0,5	sonst. stoffliche Nutzung
57,1	65,5	67,2	Summe stoffliche Nutzung
8,6	22,7	22,0	Energetisch > 1MW
4,3	7,2	9,2	Energetisch < 1MW
11,5	31,7	26,7	Private Haushalte
0,5	1,1	1,0	sonst. energetische Verwendung
24,9	62,7	58,9	Summe energetische Nutzung
82,1	128,2	126,0	Insgesamt

Quelle: Schlussbericht zum Vorhaben: Verbundvorhaben: Systemisches Rohstoffmonitoring Holz (RMHsys). Teilvorhaben 1: Aufkommen und Verwendung von Holzrohstoffen in der gesamten Wertschöpfungskette, Zuwendungsmaßstäbe: INPRO & K. Förderkennzeichen: 22025918; zu finden unter: <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/holzmarkt/rohstoffmonitoring-holz>

- Unter den Nutzern von Holzenergie besteht in privaten Haushalten die größte Nachfrage nach Holzrohstoffen. Dabei ist zu beobachten, dass die Nachfrage nach Waldholz in Haushalten abnimmt und der Einsatz von Energieholzprodukten, wie z.B. Holzpellets, zunimmt.
- Altholz wurde im Jahr 2020 hauptsächlich energetisch verwendet (rund 14 Mio. m³). Ein geringerer Teil (rund 3 Mio. m³) ging in die stoffliche Verwendung, wie z.B. in die Herstellung von Spanplatten. Durch eine verstärkte Rückführung von Altholz in die stoffliche Nutzung würde der Stoffkreislauf der Holzrohstoffnutzung zunehmend geschlossen - was ein Beitrag zur effizienteren Ressourcennutzung wäre.

Verwendung der Ergebnisse

- Die Ergebnisse des Rohstoffmonitoring Holz fließen ein in...
 - Stellungnahmen für die Bundesregierung
 - Berichte und Strategien der Bundesregierung
 - nationale und internationale Berichtspflichten
 - Anfragen der Öffentlichkeit



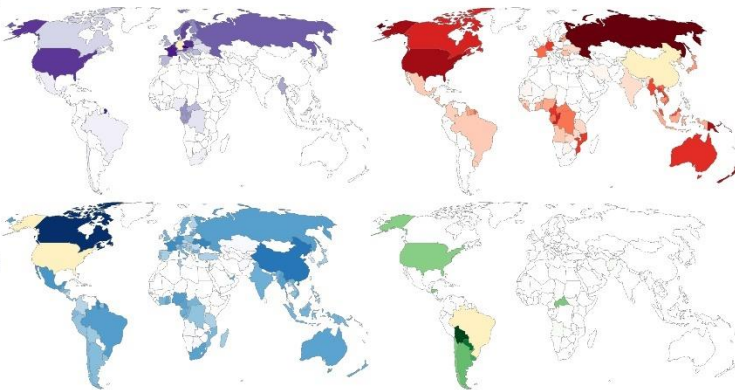
Für weitere Informationen:

- Projekt: Rohstoffmonitoring Holz, Hamburg: Thünen-Institut für Waldwirtschaft. Zu finden unter: <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/holzmarkt/rohstoffmonitoring-holz>
- Holzeinschlag und Rohholzverwendung, Hamburg: Thünen-Institut für Waldwirtschaft. Zu finden unter: <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/rohholz-einschlag-und-rohholzverwendung>

Armington models within the framework of a partial equilibrium model for forest product markets

WF Christian Morland¹, Julia Tandetzki¹, Holger Weimar¹
¹Thünen Institute of Forestry, Hamburg, Germany

Trade plays an important role in the explanation of economic development, wealth, and intercultural exchange. This study aims to analyse bilateral trade patterns in forest products markets and adapt them for scenario-based policy impact assessments.



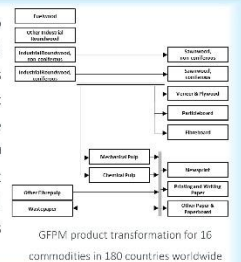
The influence of prices from different countries, around the world, on the consumption in four sample countries (yellow): Germany (upper left), in China (upper right), in the USA (bottom left), and in Brazil (bottom right). The more intense the colour, the stronger the price influence of the respective country on the consumption of the sample country, white countries have no significant influence or omitted data

Armington elasticities:

Elasticity of substitution between domestic and foreign goods with the main assumptions: each country produces an individual certain type of goods and, depending on preferences, each consumer wants to consume each country's goods.

The model GFPM

Economic equilibrium models are of great benefit to show interdependencies between economic, social, and technical developments. The Global Forest Products Model (GFPM, Buongiorno, 2014) is a spatial dynamic economic equilibrium model that simulates the development of wood product markets for 180 countries. The basic model version assumes perfect competition and product homogeneity across the world. Trade within such frameworks occurs due to differences in domestic prices and transport costs.



Econometric approach

The main assumption behind Armington elasticities is the idea of imperfect substitution between products of different origins.

The elasticity (ϕ) can be estimated as the proportion of import demand (M) to the overall domestic demand (D) of a specific good which equals the proportion of domestic price (P) and import price (P^M) plus constants (δ) of a respective good (Sauquet et al., 2011).

$$\ln\left(\frac{M}{D}\right) = \delta + \phi \ln\left(\frac{P}{P^M}\right)$$

References:
Buongiorno (2014). Global modelling to predict timber production and prices: the GFPM approach. Forestry, 88 (3)

Econometric results

Preliminary results for Armington elasticities of industrial roundwood trade, obtained with a LSDV estimator, show that often the most significant influencing factor on domestic consumption are the prices of the contiguous countries, e.g., German industrial roundwood consumption is most influenced by Czech prices.

	Germany	China	USA	Brazil
$\ln(P/P^M)$	0.917***	1.079***	0.860***	0.355**
R^2	0.3135	0.3708	0.4338	0.0895
N	1323	1534	770	141

Preliminary estimation results for industrial roundwood in some countries; ***for significance < 0.001; ** < 0.01; * < 0.05

Kuiper, M., van Tongeren, F., (2006). Using Gravity to Move Armington: An Empirical Approach to the Small Initial Trade Share Problem in General Equilibrium Models, 9th Annual Conference on Global Economic Analysis, Ethiopia

Implementation into the GFPM

Implementing Armington elasticities within a partial equilibrium framework, and thus replace the assumptions of product homogeneity and perfect competition with imperfect substitution and product heterogeneity, will enhance model response to, e.g., shocks due to e.g. the implementation of climate or biodiversity policies in single regions. Another main advantage of this approach is the link between gravity and equilibrium models (Kuiper and van Tongeren, 2006).

Sauquet et al. (2011). Estimating Armington elasticities for sawnwood and application to the French Forest Sector Model, Resource and Energy Economics, 33 (4)

11

Ökonomische Bewertung verschiedener Umsetzungsvarianten und Elemente der EU-Biodiversitätsstrategie 2030 am Beispiel der Forstwirtschaft in Deutschland

Cornelius Regelmann, Lydia Rosenkranz, Björn Seintsch, Matthias Dieter

Thünen-Institut für Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland

Die EU-Biodiversitätsstrategie 2030 (EUBDS) zielt darauf ab, die biologische Vielfalt zu erhalten und wiederherzustellen, indem große Gebiete in der EU geschützt werden. Ein großer Teil dieser Schutzgebiete wird voraussichtlich von Wäldern bedeckt sein. Die dem Vortrag zugrunde liegende Studie analysiert die ökonomischen Auswirkungen der EUBDS-Umsetzung auf die deutsche Forstwirtschaft anhand zweier Szenarien, die auf verschiedenen möglichen Interpretationen der EUBDS-Schlüsselverpflichtungen basieren, mit Hilfe eines forstökonomischen Simulationsmodells. Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Opportunitätskosten von Totholz (CWD) gelegt. Über einen simulierten Zeitraum von 200 Jahren wird unter den jeweiligen Szenarioannahmen ein Rückgang der Holzeinschlags um 13 % und 44 % erwartet. Dies führt zu einer Verringerung des waldbaulichen Deckungsbeitrags (SCM) von durchschnittlich 0,25 Mrd. € a⁻¹ (14 %) und 0,79 Mrd. € a⁻¹ (45 %). Der Anteil der stillgelegten Wälder am gesamten SCM beträgt in den beiden Szenarien 15 % bzw. 35 %. Die Anreicherung und Erhaltung von CWD führt zu erheblichen Nutzungsverlusten, da 15 % bzw. 19 % des jährlichen Holzeinschlags, für diesen Schutzzweck erforderlich sind. Eine rationale Entscheidung wäre die Umsetzung eines Szenarios, wenn der "Nettonutzen" des Schutzstatus die Verluste durch Flächenstilllegung und Erhaltungsaufgaben übersteigt.



Hochschule für Forstwirtschaft
Rottenburg
Hochschule für Angewandte Wissenschaften



Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

“Holzknecht” oder “Klimaretter”?

Entstehung und Veränderung waldbezogener Werte und des (zukünftigen) beruflichen Rollenverständnisses von Forststudierenden

Der Wald steht aktuell aufgrund zunehmender Waldschäden verstärkt im Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Das Handeln der Forstwirtschaft wird – nicht zuletzt deshalb – zunehmend kritisch hinterfragt. Auch der Umgang mit dem Wald im Klimawandel birgt Konfliktpotenzial. Authentizität, Selbstverständnis und das **Wertesystem von Förster:innen** sind hier für eine gelingende Kommunikation von großer Bedeutung. Doch wie bilden sich diese Punkte aus?

Ein guter Ansatzpunkt hierfür ist das **Studium**. Denn im Verlauf des Studiums werden Wissen, Rollenverständnis und Werte der zukünftigen Generation von Förster:innen geprägt. Aus der Sozialisationsforschung wissen wir, dass Anpassungsprozesse an neue Feldlogiken eine gewisse Zeit benötigen. Wir gehen davon aus, dass zu Beginn des Studiums noch die ursprüngliche Studienmotivation und vor dem Studium erlernte Rollenbilder durchscheinen, aber Anpassungsbemühungen an die Anforderungen des forstlichen Feldes bereits erkennbar sind. Damit wollen wir den Wissens- und Wertewandel sowie das daraus entstehende Rollenverständnis als zukünftige Förster:in nachzeichnen. Studierende am Ende ihres Studiums stellen unsere Vergleichsgruppe dar.



HFR

Quantitative Befragung von Studierenden an allen deutschen Hochschulen mit forstwirtschaftlichem B.Sc.-Studiengang

Leonard Sauter, Prof. Dr. Stefanie Steinebach

Befragt werden **Erstsemester und Studierende kurz vor Abschluss des Studiums** an allen fünf forstlichen Hochschulen Deutschlands:

HNE Eberswalde
FH Erfurt
HAWK Göttingen
HFR Rottenburg a.N.
FH Weihenstephan

Warum nur Hochschulen?

- Praxisnähe
- Berufswunsch Revierleitung

Die Befragung findet mittels eines Online-Fragebogens semesterbedingt ab Oktober 2023 statt

Ergebnisse Frühjahr 2024

“Wie werden waldinteressierte junge Menschen in Prozessen der beruflichen Sozialisation zu Förster:innen?”

Erstsemester

Wertewandel

Rollenbilder

Sozialisation

Einstellungen

Abschlusssemester

FVA

Qualitative, teilnarrative Interviews mit Forststudierenden an forstlichen Hochschulen

Dr. Stephanie Bethmann, Diana Cichecki, Ronja Mikoleit, Hannes Weinbrenner

18 Interviews mit Studierenden der Forstwirtschaft

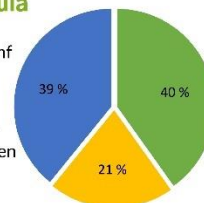
Erste Erkenntnisse

- enorme Identifikation mit dem Berufs- und Themenfeld
- Starke In-/Outgroup-Prozesse: einige Studis möchten die homogene „Forstblase“ verlassen, andere möchten sich darin fester verankern
- z.T. deutliche Kritik an Studieninhalten und den Lehrenden

HFR/FVA

Analyse der forstlichen Curricula

Anhand der Analyse der Curricula aller fünf deutschen Hochschulen mit forstlichem Studiengang, wird ersichtlich, dass der Themenkomplex **Gesellschaft** nach ECTS weitaus weniger stark im Studium vertreten ist, als die beiden Bereiche **Bewirtschaftung** und **Naturwissenschaften**.



vorgestellt von
Leonard Sauter

gefördert durch:
Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

GFNR
Forstgenossenschaft für Nachhaltige Forstwirtschaft

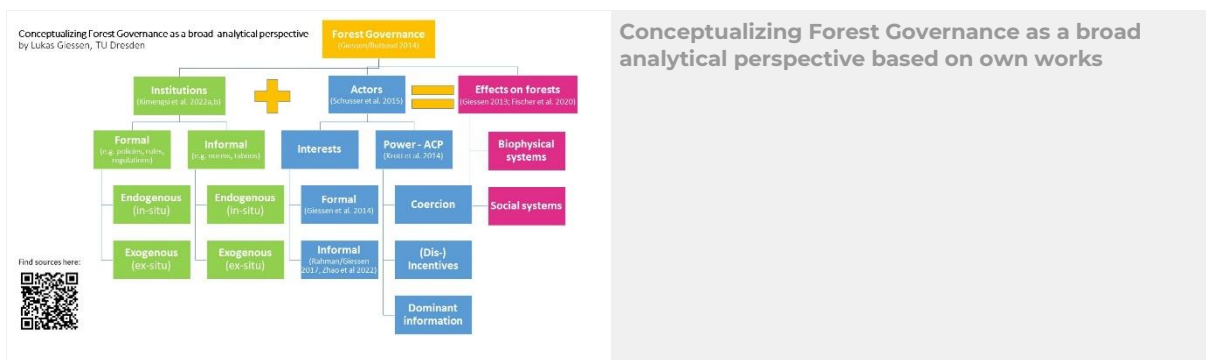
13

Forstpolitische Governance-Forschung zu Fragen tropischer und internationaler Waldwirtschaft - eine Standortsbestimmung

Lukas Giessen

TU Dresden, Tropische & Internationale Forstwirtschaft, Dresden, Deutschland

Dieser Beitrag umreißt das sich am Standort Tharandt neu formierende Forschungsprogramm zu sozialwissenschaftlichen, sozio-politischen Fragen tropischer und internationaler Waldwirtschaft. Nachdem eine außerordentlich erfolgreiche Ära zu sozio-ökonomischen Fragen Tropischer Forstwirtschaft mit lokalem Entwicklungsbezug zur Neige geht, zeichnet sich ein ebenfalls sozialwissenschaftlich orientiertes Forschungsprogramm unter dem Schlagwort "forest governance" im Mehrebenensystem ab. Es beinhaltet a) konzeptionelle Grundlegungen zu Forest Governance, Forstpolitik und deren Verhältnis, sowie b) Arbeiten unterschiedlicher am Institut beheimateter Arbeitsgruppen. Diese umfassen Arbeiten zu: i) Machtanalysen zur Erklärung lokaler forstwirtschaftlicher Outcomes im Globalen Süden; ii) Analysen zur Dynamik formaler und informaler Regelungssysteme in der Forstwirtschaft in sub-Sahara Afrika; iii) Kombination sozio-ökonomischer und sozio-politischer Analysen von forstlichen Wertschöpfungsketten im Globalen Süden; iv) Kritische Analysen waldbezogener Entwicklungspolitik; v) Internationale Waldpolitik und Multilateralismus; vi) Ausbau & Innovation globaler Netzwerke der forstlichen Hochschulausbildung. Der Beitrag schließt mit einer offenen Diskussion um weitere drängende sozialwissenschaftliche Fragen(felder) im Bereich tropischer und internationaler Waldwirtschaft.



Dynamisierte Holzmarktmodellierung für ein Bioökonomie-Monitoring auf regionaler Ebene am Beispiel Bayern

Mika Hayashi¹, Andreas Rauch¹, Herbert Borchert², Gabriele Weber-Blaschke¹

Ausgangslage

- Regionale Bioökonomiestrategien vorhanden
- Biomasse-/Holz-Strategien bereits auf regionaler Ebene notwendig

Ziel

- Modellierung der regionalen Holz-Stoffströme von Bayern
- Analyse und Bewertung des Potenzials des Holzaufkommens in Bayern und dessen Nutzung
- Aufbau eines Modells für langfristiges Monitoring

Methode

- Ermittlung des Waldholz- sowie Flur- und Siedlungsholz-Aufkommens und aller damit weiter verbundenen Be- und Verarbeitungsprozesse
- Datenquellen: Modellierung mit WEHAM, Statistikämter, Umfragen und Experteninterviews
- Bezugsjahr: 2020
- Erstellung einer Physischen Input-Output-Tabelle (PIOT)
- Visuelle Darstellung der Holzflüsse mit E!Sankey (Abb.).
- Ausgewählte Einheit: wood fiber equivalent (m^3 (f))

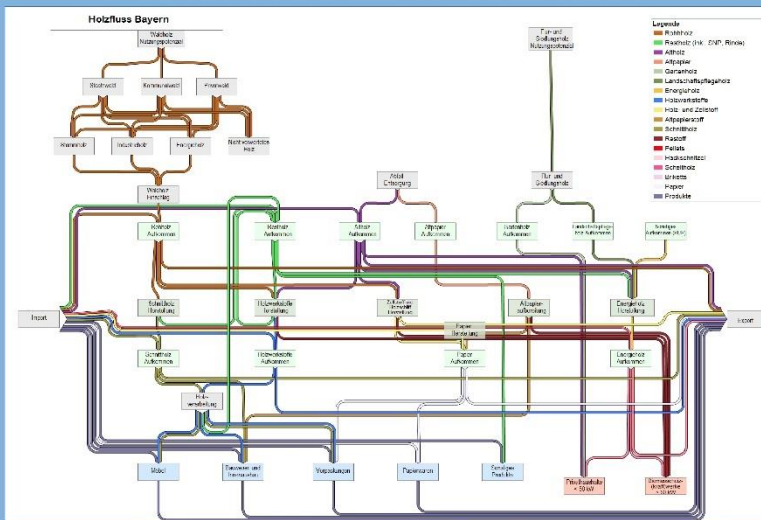


Abbildung: Schematischer Aufbau des Holzflusses in Bayern (ohne Werte)

Nächste Schritte

- Umrechnung der erfassten Holz mengen vorliegend in unterschiedlichen Einheiten (Fm, t, sm, etc.) in die Basis-Einheit (m^3 (f)).
- Identifizierung und Analyse von Einflussfaktoren zur Dynamisierung
- Entwicklung von Szenarien zur zukünftigen Holznutzung auf regionaler Ebene
- Auswahl von ökologischen und ggf. ökonomischen Indikatoren zur Bewertung der Szenarien

Geplante Szenarien

- Vermehrte stoffliche Nutzung
- Frei werdende Holzaufkommen und dadurch Potenzialverschiebungen durch die geplante Schließung des Werkes von Papierhersteller UPM in Plattling (ggf. auch Schließung von Sappi)
- Mögliche Veränderungen der Holzströme in Bayern durch Bioraffinerien in und außerhalb Bayerns
- Stoffliche Nutzung von Holz als Pflanzkohle bei gleichzeitiger Energiegewinnung

Gefördert durch:



Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

¹ TU München, TUM School of Life Sciences, Holzforschung München, Forschungsgruppe Stoffstrommanagement, Hans-Carl-von-Götte-Platz 2, 85354 Freising
² Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Hans-Carl-von-Götte-Platz 1, 85354 Freising



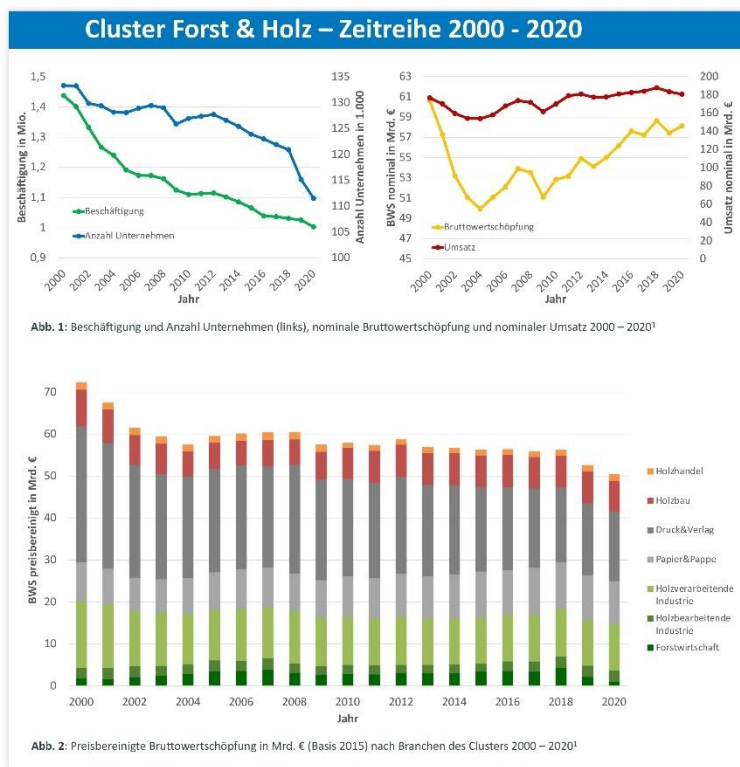
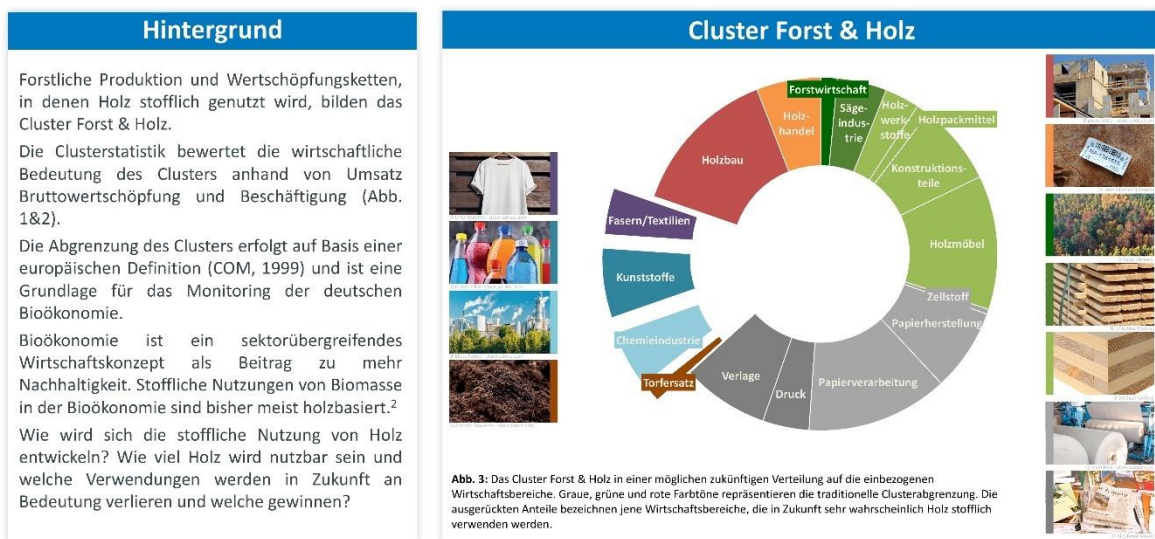
Kontakt:

mika.hayashi@tum.de
weber-blaschke@tum.de



Die Clusterstatistik Forst & Holz als wichtige Grundlage des Monitorings der deutschen Bioökonomie

WF Susanne Iost · Holger Weimar



Holz in der Bioökonomie

Wir beobachten und erwarten folgende Entwicklungen:

- Die Forstwirtschaft zeigt im Zusammenhang mit den Kalamitäten seit 2019 eine deutlich negative Entwicklung.
- Der Holzeinsatz für grafische Papiere wird weiter zurückgehen, für Verpackungen eher zunehmen.
- Die Bedeutung des holzbasierten Druck- und Verlagswesens wird weiter abnehmen.
- Holzbau könnte durch die neue Holzbauinitiative³ stärker als bislang an Bedeutung gewinnen.
- Verstärkte stoffliche Holznutzungen sind in Chemieindustrie, Kunststoff- und Textilerstellung und als Torfersatzstoffe zu erwarten. Hier können auch geringwertiges Laubholz und Holzreststoffe genutzt werden.
- Die stoffliche Nutzung von Altholz und anderen Reststoffen wird zunehmen.

Durch Verzögerungen bei der Bereitstellung aktueller Daten kann die Clusterstatistik derzeit nur bis 2020 erstellt werden.

Aktuelle Umstellungen beim Stat. Bundesamt wirken sich auf die Datenverfügbarkeit aus; eine Anpassung der Clustermethodik an die skizzierten Entwicklungen konnte daher noch nicht umgesetzt werden.

18:30 – 19:30

Seminarraum POT/013

P-2 | Naturwissenschaften mit Schwerpunkt Waldschutz

Diplodia-Triebsterben – Untersuchung zur Verbreitung von *Diplodia* spp. in deutschen Saatguterntebeständen der Wald- und Schwarzkiefer

Kristin Morgenstern, Jens-Ulrich Polster, Charleen M. Lode, Doris Krabel

Ziel

Das Diplodia-Triebsterben gehört zu den bedeutendsten Erkrankungen der Gattung *Pinus*. Ausgelöst wird die Erkrankung durch den Erregerkomplex *Sphaeropsis sapinea* s.l., der die Arten *Diplodia pinea* und *D. scrobiculata* umfasst. Im Vorhaben „SeedProtect“ wird für den Erregerkomplex ein einfacher, kostengünstiger DNA-basierter Schnelltest entwickelt sowie die Verbreitung der Erreger in deutschen Saatguterntebeständen untersucht. Ziel ist eine langfristige Verringerung des Infektionsrisikos sowie die Selektion von befallsarmem bzw. befallsfreiem Pflanzenmaterial.

Herausforderung

Genetische Ähnlichkeit der Arten innerhalb des Erregerkomplexes sowie zwischen eng verwandten Arten der Gattung *Diplodia*

Vorgehen:

- Prüfung Spezifität bekannter Nachweisverfahren (Endpunkt-PCR [Smith & Stanosz 2006], High-Resolution Melting Analyse [HRMA; Luchi et al. 2011])
- Etablierung geeigneter Referenzkulturen für *D. pinea* und *D. scrobiculata*
- Entwicklung eines hochspezifischen Loop-Mediated Isothermal Amplification (LAMP)-Schnelltests für den Erregerkomplex *Sphaeropsis sapinea* s.l.

Diplodia spp.

Endpunkt-PCR Referenzkulturen *Diplodia* spp.: Je Pilz-Kultur sind Herkunft und Labornummer (Labor-Nr.) sowie die Ergebnisse der Einzel-PCRs zum Nachweis von *D. pinea* (PCR-DPIn), *D. scrobiculata* (PCR-DScr) und *D. seriata* (PCR-DSer) angegeben (pos = erfolgreiche Amplifikation; neg = keine Amplifikation; rote Markierung = falsch pos./falsch neg. Ergebnisse bzw. gegensätzliche Ergebnisse in der Wiederholung).

Pilz-Kultur ¹⁾	Herkunft	Labor-Nr.	PCR-DPIn	PCR-DScr	PCR-DSer
<i>D. pinea</i>	Südafrika	17967	pos	neg	neg
<i>D. pinea</i>	Niederlande	17968	pos/neg	neg	neg
<i>D. pinea</i>	Frankreich	17969	pos	pos	neg
<i>D. pinea</i>	Chile	17970	pos	pos/neg	neg
<i>D. pinea</i>	Australien	17972	pos	pos	neg
<i>D. pinea</i>	Portugal	17974	neg	neg	neg
<i>D. pinea</i>	USA	17976	pos	pos/neg	neg
<i>D. pinea</i>	Niederlande	17977	neg	neg	neg
<i>D. seriata</i>	USA	17971	neg	neg	pos
<i>D. scrobiculata</i>	USA	17973	neg	pos	neg
<i>D. scrobiculata</i>	Italien	17975	pos/neg	pos/neg	neg
<i>D. scrobiculata</i>	Südafrika	17979	neg	pos	neg

¹⁾ Bezug über Westerdijk Fungal Biodiversity Institute (Utrecht, Niederlande)

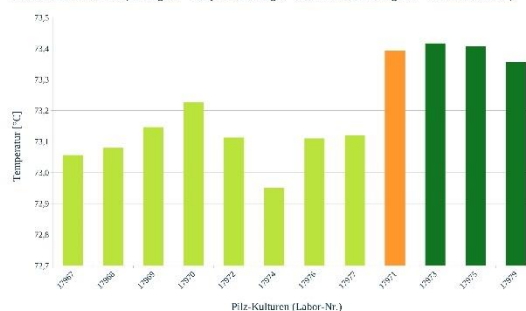
Zusammenfassung

- Erreger des Diplodia-Triebsterbens in Provenienzen der Wald- und Schwarzkiefer nachweisbar
- **Endpunkt-PCR:** keine sichere Unterscheidung zwischen *D. pinea* und *D. scrobiculata*
- **HRMA:** Schmelztemperaturen variieren v.a. innerhalb der *D. pinea*-Referenzkulturen

Ausblick

- Sequenzanalyse zur genetischen Charakterisierung der Referenzkulturen (Bsp.: mtSSU rDNA, *RPB2*, *TEF1a*, 18S und 28S rDNA)
- Erweiterung der Referenz-Sammlung und Aufbau einer Referenz-Datenbank
- Auswahl geeigneter DNA-Abschnitte zur Ableitung von hochspezifischen LAMP-Primern
- Etablierung LAMP-Assay zum einfachen Nachweis des Erregerkomplexes *Sphaeropsis sapinea* s.l.

HRM-Analyse Referenzkulturen *Diplodia* spp.: Balkendiagramm der gemittelten mittleren Schmelztemperaturen (n=3); y-Achse = Schmelztemperatur in °C; x-Achse = Pilz-Kulturen (Labor-Nr. siehe Tabelle links); hellgrün = *D. pinea*; orange = *D. seriata*; dunkelgrün = *D. scrobiculata*



Diplodia spp. - Screening *Pinus sylvestris*- und *P. nigra*-Provenienzen: Vergleich HRM-Analyse (HRMA), Endpunkt-PCR (PCR-DPIn) und Oxford Nanopore Sequenzierung (ONT; ITS rDNA; je Herkunft 2x15 Keimpflanzen gepoolt). Angegeben sind Herkunftsgebiet, Labornummer (Labor-Nr.), Anzahl geesteter Keimpflanzen (Anz. ges.), relative Anzahl positiv geesteter Keimpflanzen (relAnz pos) und relative Anteil *D. pinea*- und *D. scrobiculata*-Sequenzen in ONT-Sequenzierung (relSeq).

Baumart	Herkunft	Labor-Nr.	Anz. ges.	HRMA relAnz pos	PCR-DPIn relAnz pos	ONT relSeq
<i>P. sylvestris</i>	851 01	17399	30	46,7 %	70,0 %	0,79 %
<i>P. sylvestris</i>	851 03	17408	30	0,0 %	10,0 %	0,20 %
<i>P. sylvestris</i>	851 03	17405	30	63,3 %	90,0 %	0,16 %
<i>P. sylvestris</i>	851 03	17400	30	10,0 %	36,7 %	0,14 %
<i>P. sylvestris</i>	851 03	17401	30	0,0 %	23,3 %	1,04 %
<i>P. sylvestris</i>	851 04	17407	30	10,0 %	20,0 %	0,61 %
<i>P. sylvestris</i>	851 05	17402	30	3,3 %	70,0 %	0,49 %
<i>P. sylvestris</i>	851 05	17404	30	16,7 %	46,7 %	0,80 %
<i>P. sylvestris</i>	851 06	17410	30	16,7 %	46,7 %	0,30 %
<i>P. sylvestris</i>	851 10	17395	30	3,3 %	0,0 %	0,65 %
<i>P. nigra</i>	847 01	17398	29	20,0 %	40,0 %	5,34 %
<i>P. nigra</i>	847 02	17406	30	6,7 %	33,3 %	0,33 %
<i>P. nigra</i>	847 02	17397	30	26,7 %	30,0 %	0,41 %
gesamt			389	17,2 %	39,8 %	0,79 %

Kontakt

Technische Universität Dresden
Institut für Forstbotanik und Forstzoologie
AG Molekulare Gehölzphysiologie
Pinnauer Straße 7
01737 Tharandt
kristin.morgenstern@tu-dresden.de

Literatur

Luchi N., Pratesi N., Simi L., Pazzagli M., Capretti P., Scala A., Slippers B., & Pinzani P. (2011). High-Resolution Melting Analysis: a new molecular approach for the early detection of *Diplodia pinea* in Austrian pine. Fungal Biology, 115(9), 715–723. <https://doi.org/10.1016/j.funbio.2011.05.005>
Smith D.R., & Stanosz G.R. (2006). A Species-Specific PCR Assay for Detection of *Diplodia pinea* and *D. scrobiculata* in Dead Red and Jack Pines with Collar Rot Symptoms. Plant Disease, 90(3), 307–313. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0307>

15 Jahre Monitoring des Eichenprozessionsspinners in Sachsens Eichenwäldern

F. Matschulla¹, T. Sobczyk², M. Bachmann³

¹ Staatsbetrieb Sachsenforst (SBS), Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung/Waldschutz, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna
² Landratsamt Bautzen, Untere Forstbehörde (uFB), Kamenz, Sachsen, Deutschland
³ Landratsamt Nordsachsen, SG Untere Forstbehörde (uFB), Eilenburg, Sachsen, Deutschland

Kontakt: Franz.Matschulla@smekul.sachsen.de



FowiTa 2023
 Poster Session 2
 Abstract 17
 (#244)



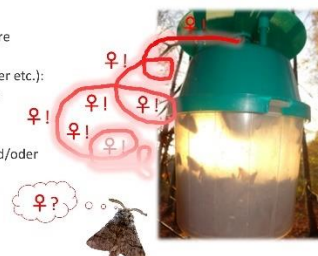
Bedeutung des Eichenprozessionsspinners (EPS) in Sachsen

- Schmetterlingsart ist auch in SN Teil der Phyllophagen-Fauna in Eichen(wald)ökosystemen
 - Auftreten besonders an lichten und sonnig exponierten Eichen
 - Der **Eichenanteil** in Sachsen beträgt im Oberstand 9% (BW¹).
 - In Sachsen wurde der EPS seit 1915 erstmals 2009 wieder nachgewiesen
 - Zunehmend EPS—Nester auch mitten in den Beständen
- Medizinische Bedeutung der Raupenbrennhaare als Gesundheitsbedrohung für Mensch und Haustier
 - In Sachsen liegen dazu bisher **keine systematischen Angaben** vor
 - Einzelbefunde deuten auf potenzielle Gefährdung hin
- Bedeutung der Raupen durch Blattfraß als **Baum-/Waldschädling**
 - In den sächsischen Befallsgebieten sind **bisher noch keine Populationsdichten** aufgetreten, die zur **Devitalisierung von Bäumen** führten.



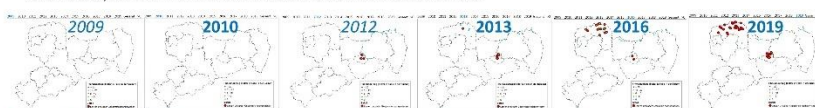
Bisherige Vorgehensweise beim Monitoring im Wald

- Bisher wurde **noch kein Standard-Monitoringverfahren** für die Art etabliert, wie es für andere relevante Arten der Fall ist. Es erfolgt ein Verfahren nach „best practice“ mit verschiedenen Methoden analog zu den diesbezüglich gut untersuchten Arten (Bsp. Nonne, Schwammspinner etc.):
 - durch MA der uFB und des SBS werden **neue erkannte Befallsstellen dokumentiert**
 - mithilfe von **Pheromonfallen** (Variotrap) und artspezifischen Dispensern erfolgt ein **Präsenzmonitoring** an Verdachtsstellen bzw. an bekannten Befallsorten
 - an bekannten Befallsorten erfolgen gezielt z.T. **Eigelegesuchen** an Probezweigen und/oder **Gespinstichteermittlungen** an den Bäumen



Entwicklung und aktuelle Verbreitung in Sachsen

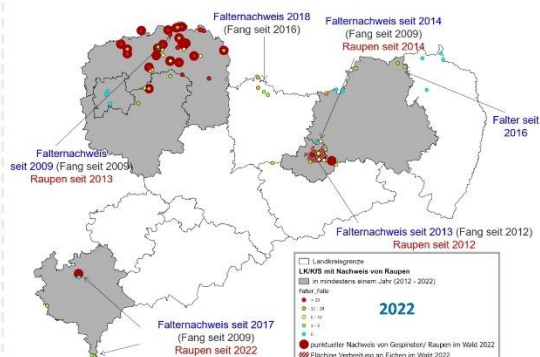
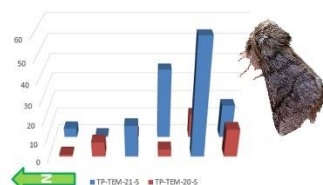
- Im Ergebnis des ab 2009 durchgeführten Monitorings zeigten sich bereits früh Befallsareale, die sich im betrachteten Zeitraum erweiterten und verstärkten



Ausgewählte Zeitschnitte

Grenzen des bisherigen Monitoringverfahrens

- Bisher konnten für das **Pheromonfangverfahren** trotz intensiver Bemühungen (u.a. Ringversuche mit anderen Bundesländern) hinsichtlich Gesundheits- und Waldschutz **noch keine abgesicherten Schwellenwerte** abgeleitet werden.
- Dies wurde z.T. auch durch schwankende Qualitätsschwankungen bei den verfügbaren Pheromonprodukten (siehe zum Bsp. Diagramm zu Fangergebnissen des Biotests zu den Jahreschargen 2020 und 2021) erschwert.
- Eisuch- und Gespinstermittlungsverfahren sind z.T. **sehr aufwendig** um valide Ergebnisse für das weitere Handeln abzuleiten.



Qualitätssicherung, Entwicklung und Ausblick

- weitere **Biotests, Freiland-Versuche** und **testweise Erhebungen** zu den genannten Monitoringsansätzen erfolgen, um **Erfahrungen** zur Bewertung der bisherigen **Methoden** und Ansätze zu deren Weiterentwicklung abzuleiten
- Ringversuche 2022 und 2023 deuten darauf hin, dass für das Pheromonfangverfahren **zukünftig möglicherweise konkretere Empfehlungen** zur Methodik und auch hinsichtlich von **Schwellenwerten (für den Waldschutz)** formuliert werden können

Quantifizierung des Risikos für Mäuseschäden in Sachsen

F. Bandau ¹, M. Groschke ², L.- F. Otto ¹

¹ Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung/Waldschutz, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna

Kontakt: Lutz.Otto@smekul.sachsen.de

² Technische Universität Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldschutz, Piener Straße 8, 01737 Tharandt

Kontakt: Maximilian.Groschke@tu-dresden.de



FowiTa 2023
Poster Session 2
Abstract 18 (#250)

Einleitung

Der langfristige, planmäßige Waldbau zu klimangepassten Mischwäldern erfordert im Rahmen der Waldverjüngung in vielen Fällen die künstliche Etablierung von Laubbaumarten in bisher nadelbaumdominierten Beständen. In dieser Phase können temporäre Entwicklungszustände in Form von Mäusehabitaten entstehen. Die forstschädlichen Kurzwandmäuse (KSM) können dann zu einem wesentlichen Störfaktor werden. Vor allem im Herbst und Winter, wenn Mäuse witterungsbedingt ihre Ernährung umstellen müssen, sind die verjüngten Laubbäume besonders gefährdet. Mäusefraß an Wurzeln und Stämmchen kann zu Biomasseverlust und Qualitätsminderung, Entmischung bis hin zu einem Totalausfall der Verjüngung führen. Die seit 2018 durch Stürme, Trockenheit und darauffolgende Insektenkalamitäten darüber hinaus unplanmäßig entstandenen Freiflächen bieten oft optimale Habitate für Kurzwandmäuse, wenn sich nach dem Schirmverlust eine üppige Flora mit Gräsern und Kräutern ausbilden konnte. Erstaufrastungen bisher landwirtschaftlicher Flächen ordnen sich ebenfalls in diesen Umwandlungsprozess ein, stellen jedoch einen Sonderfall dar.

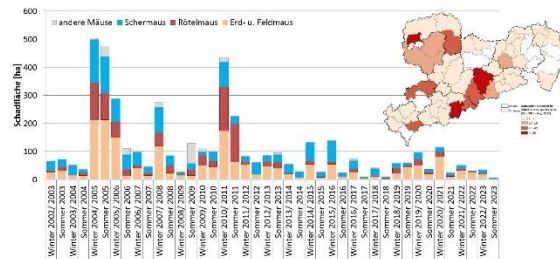


Abb. 1: Entwicklung der Schäden durch Kurzwandmäuse in Sachsen vom Winter 2002/2003 bis zum Sommer 2023, getrennt nach Mäusearten (FSKB-Mäuse-Schadstatistik – Stand: 31.08.2023)

Methoden

Mäusemonitoring des Staatsbetriebs Sachsenforst (SBS)

Der SBS führt seit mehreren Jahren auf ausgewählten Verjüngungsflächen, die für das relevante waldbauliche Ziel in Form der angestrebten Zielzustände und der Ausgangszustände repräsentativ sind, ein **Mäusemonitoring** durch. Ziel ist die Schaffung einer Informationsbasis für die Beratung der Waldbewirtschaftenden, die Qualifizierung der Überwachung von Mäusepopulationen, einschließlich der Notwendigkeit von Gegenmaßnahmen und die mittelfristige waldbauliche Planung.

Wesentlicher Bestandteil des Monitorings sind regelmäßige Probefänge. Diese erfolgen in den Monaten:

- **März/April** zur Ermittlung der Ausgangssituation nach dem Winter,
- **Juni** zur Ermittlung des stärksten Anstiegs der Populationsdichte im Jahresgang,
- **September** zur Ermittlung des Kulminationspunktes im Jahresgang und
- **Oktober/November** zur Ermittlung des natürlichen Dichterückganges.

Als Monitoringstandorte dienen Laubholzverjüngungen (>0,5 ha) auf Freiflächen oder unter lichterem Schirm mit dichter Gras- und Krautschicht sowie einem hohen Reisiganteil. Die Probefänge erfolgen mittels **Schlagfallenmethode** nach einem standardisierten Verfahren.

Das Projekt KuSaMWET

Im Rahmen der Vereinbarung über die Zusammenarbeit in Forschung und Lehre zwischen dem SBS und der TU Dresden, Fachrichtung Forstwissenschaften, bearbeitet die Professur für Waldschutz seit 2020 das Projekt: Klassifizierung der Waldentwicklungstypen (WET) hinsichtlich ihrer Eignung als Habitat für Kurzwandmäuse KuSaMWET. (siehe Vortrag: V-19-02, Kurzwandmäuse – die verborgene Gefahr).

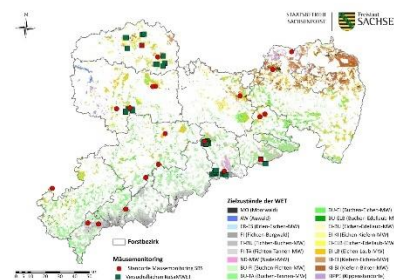


Abb. 2: Lage der Mäusemonitoringstandorte des SBS und der Versuchsflächen des KuSaMWET-Projektes der TUD. Im Hintergrund sind die angestrebten Zielzustände der Waldentwicklungstypen dargestellt.

Ergebnisse

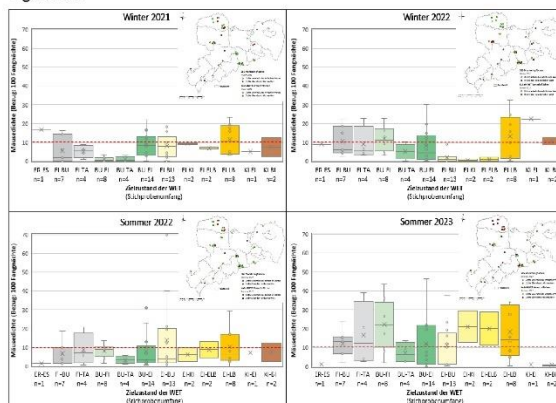


Abb. 3: Mit der Schlagfallenmethode ermittelte Dichten von Erd- und Feld- sowie Rötelmäusen (bezogen auf 100 Fangnächte) getrennt nach dem Zielzustand der Waldentwicklungstypen. In die Auswertung flossen sowohl Daten des Mäusemonitorings des SBS als auch Daten aus dem KuSaMWET-Projekt ein.

- In allen WET können kritische Mäusedichten (> 10 KSM/100 Fangnächte) auftreten.
- In Einzelfällen werden Dichten erreicht, die relevante Schäden an der Verjüngung erwarten lassen und bei denen nach den Prinzipien der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz eine Rodentizidanwendung in Erwägung gezogen werden könnte.
- Die typischen Dichteänderungen im Jahresgang zeichnen sich in allen WET ab.

Weiteres Vorgehen

- Laufende Anpassung der Monitoringstandorte an die verjüngungsnotwendige Waldfläche (Einbindung schadbedingter Freiflächen und Berücksichtigung der Neuordnung der Zielzustände)
- Entwicklung von Risikoabschätzungen für die Etablierung von Zielzuständen unter Berücksichtigung der jeweiligen Ausgangszustände im Hinblick auf Fraßschäden durch Mäuse
- Prüfung der Möglichkeiten einer Überführung der Ergebnisse von KuSaMWET in die Forstpraxis
- Entwicklung alternativer (rodentizid- und herbizidfreier) Verfahren zur Vermeidung/Reduktion wirtschaftlich relevanter Fraßschäden durch Kurzwandmäuse
- Flächenrepräsentative Einbindung von Erstaufrastungen



Gefördert durch:
 Bundesministerium
 für Ernährung
 und Landwirtschaft
 aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages



Erarbeitung, Optimierung und Umsetzung von Schutz-
 strategien für durch Lebensraumfragmentierung gefährdete
 Insektenpopulationen mit Maßnahmen eines wirkungsvollen
 Biotopverbundes in und außerhalb von Wäldern

Projektlaufzeit:
 01.01.2019 – 31.12.2023
 FKZ: 22013518

Auswirkungen der Fragmentierung von Wäldern (in Mecklenburg-Vorpommern) auf Insekten – Erkenntnisse aus InsHabNet

Untersuchungsmethodik

- 50 Probekreise
- 3 Untersuchungsjahre (2019, 2020, 2022)
- 100 Luftsektoren, 400 Gelbschalen, 40 Lichtfallen



Faunistische Ergebnisse

- unerwartet artenreich (> 2.424 Insektenarten)
- Käfer** (3 Jahre, 3 Methoden)
 - 1.740 Käferarten (26 % D-, 42 % MV-Arten)
 - 166 Rote Liste-Arten
 - 13 UWR (DE) bzw. 20 UWR (ME)
 - > 19 Arten Erstfunde für MV
 - 1 Art neu für Mitteleuropa

Schmetterlinge (3 Jahre, 1 Methode)

- 367 Arten (Bären, Spinner, Schwärmer, Spanner und Eulen)
- 29 Rote Liste-Arten

Stechimmen (3 Jahre, 2 Methoden)

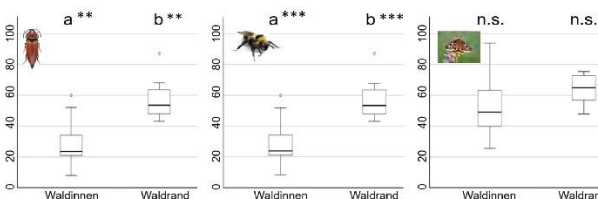
- 317 Arten (~ 50 % der MV-Arten)
- sehr hoher Anteil an RL-Arten
- 8 Arten Erstfunde für MV

In Bearbeitung:

- Schwebfliegen (1 Erstfund für MV), Wanzen, Ohrenkneifer, Schlupfwespen, Raubfliegen, Heuschrecken, Weberknechte (Erstfunde für MV), Spinnen

Bedeutung der Waldränder

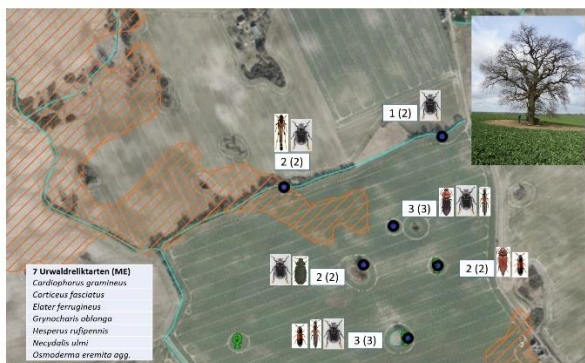
- signifikant höhere Artenzahlen der Käfer und Stechimmen
- nicht signifikant für nachtaktive Großschmetterlinge



Artenzahlen verschiedener Artengruppen im Waldinneren und an Waldrändern

Bedeutung von historisch alten Wäldern und Altbäumen in der Agrarlandschaft

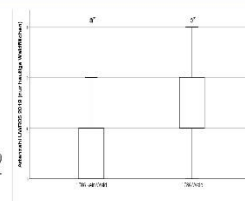
- signifikant höhere Artenzahlen und Aktivitätsdichten bei UWR in alten Wäldern (nur heutige Waldflächen)
- Beispiel: alte Einzelbäume als Rest in direkter Umgebung eines historischen Waldes (Waldkulisse von 1786)
- 7 UWR (z. B. Eremit oder Panzers Wespenbock (bis vor wenigen Jahren seit mehr als 100 Jahren in MV verschollen)



7 UWR-Arten (ME)
Cardiophorus gramineus
Corticus fasciatus
Elater ferrugineus
Gryphonaria albipennis
Hesperus rufipennis
Necydalis ulmi
Osmoderma eremita agg.

Bedeutung von
 Struktur-
 elementen im
 Offenland: alte
 Einzelbäume als
 Reststrukturen
 eines
 historischen
 Waldes

signifikant höhere
 Arten- (und Individuen-)
 Zahlen bei UWR in alten
 Wäldern



Kontakt:

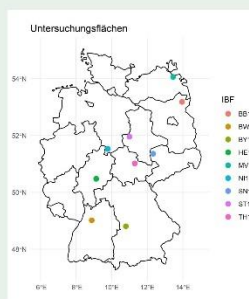
I. Brunk, S. Poeppel, T. Stampfer & U. Gehlhar
 Email: FVl@lfoa-mv.de
 Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern,
 FG Forstliches Versuchswesen, InsHabNet,
 Zeppelinstraße 3, 19061 Schwerin
 Web: <https://www.wald-mv.de/>

Leibniz Centre for
Agricultural Landscape Research
(ZALF)

Valentin Burghard, Sonja Wende, Henriette Häuser, Georgia Kahlenberg, Ralf Kätzel, Andreas Ulrich

Ergebnisse

Der Befall der Esche (*Fraxinus excelsior*) durch den Ascomyceten *Hymenoscyphus fraxineus* ist seit den 1990ern in Europa wohlbekannt [1]. Die bisherige Forschung zur Bekämpfung des Eschentriebsterbens konzentrierte sich auf das Monitoring sowie die Selektion und Vermehrung toleranter Einzelbäume. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Identifizierung von Besonderheiten im Genom gelegt, die eine Toleranz erklären können. Eine weitere Möglichkeit der Toleranzerhöhung liegt im Mikrobiom der Esche. Bisherige Untersuchungen über Kultivierung und Sequenzierung von Markergenen haben gezeigt, dass es Unterschiede im Mikrobiom gibt und bestimmte Mikroorganismen u. a. der Gattungen *Luteimonas* und *Aureimonas* häufiger auf und in toleranten Eschen auftreten [2].



Neun untersuchte IB-Flächen im Rahmen von *FraxForFuture*

Fragestellung

Aufbauend auf der Erkenntnis der Unterschiede im Mikrobiom zwischen toleranten Eschen stellte sich die Frage, welche anderen (a)biotischen Einflussfaktoren auf das Mikrobiom existieren und wie stark diese sich auf dessen Zusammensetzung auswirken.

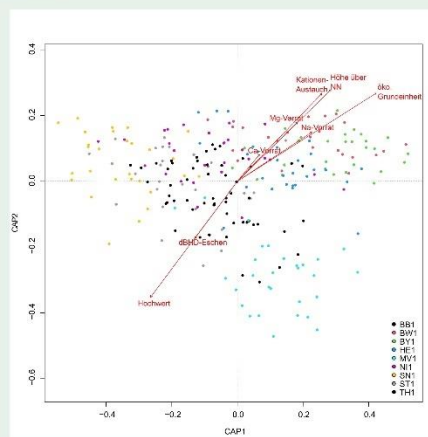
Die Aufnahme sämtlicher Baumarten auf IB-Fläche erlaubt es zusätzlich der Frage nachzugehen, welche Bäume sich im Umkreis um die Eschen befinden und ob eine kleinräumige, höhere Baumartendiversität einen Einfluss auf das Eschenmikrobiom sowie die Stärke des Eschentriebsterbens hat.

Methodik

Im Rahmen des Verbundes FraxForFuture und dessen über ganz Deutschland verteilten IB-Flächen war es möglich knapp 250 Eschen zu untersuchen und deren bakterielle Mikrobiome anhand des 16S rRNA Gens zu analysieren. Mithilfe multivariater Statistik (PERMANOVA, db-RDA) untersuchten wir zunächst, ob sich die Mikrobiome zwischen den Untersuchungsflächen unterscheiden. Im zweiten Schritt wurde der Einfluss der Untersuchungsflächen insgesamt ermittelt. Folgend wurden Umweltparameter wie die Baumartendiversität (Shannon-Index), Temperatur, Niederschlag, Höhe über NN, BHD der Eschen (Alter), Lage der Untersuchungsfläche (Hoch- und Rechtswert), sowie einige Bodenparameter (z.B. pH-Wert, Kationenaustauschkapazität und die Mengen der Elemente K-, Ca-, Mg-, Na und N) auf einen Einfluss auf das Eschenmikrobiom getestet. Darüber hinaus ist geplant, den Shannon-Index für jede untersuchte Esche in einem 15 m Radius zu ermitteln und einen möglichen Einfluss auf das Mikrobiom zu untersuchen.

Sources

1. Baral, H.-O., V. Queloz, and T. Hosoya. *Hymenoscyphus fraxineus*, the correct scientific name for the fungus causing ash dieback in Europe. IMA fungus, 2014. 5(1): p. 79–80.
2. Ullrich, K., et al. A Comparative Analysis of Ash Leaf Colonizing Bacterial Communities Identifies Putative Antagonists of *Hymenoscyphus fraxineus*. Front Microbiol. 2020. 11: p. 966.



Einfluss und Korrelation der Umweltvariablen auf das Mikrobiom, gruppiert nach den Untersuchungsflächen

Es war möglich, zunächst einen statistisch signifikanten Einfluss der Untersuchungsfläche insgesamt festzustellen, mit der es möglich ist, 18,74% der Varianz des Mikrobioms zu erklären. Zusätzlich konnte durch die Untersuchung der Umweltfaktoren gezeigt werden, dass die ökologische Grundeinheit, Hochwert, die Höhe über NN, der Ca-Vorrat, der durchschnittliche BHD, der Na-Vorrat, die Kationenaustauschkapazität und der Mg-Vorrat als (ab)iotische Faktoren zusammen einen signifikanten Einfluss auf das Mikrobiom haben und insgesamt 18,74% der Mikrobiomvarianz erklären können.

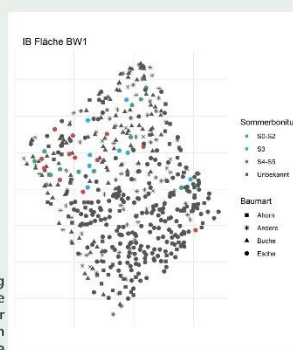
Nächste Schritte

Damit ist zunächst ein Großteil der Varianz der untersuchten Mikrobiome bisher ungeklärt. Ein Einfluss des Genoms der Eschen auf das Mikrobioms konnte bisher nicht in die Auswertung mit einfließen. Zusätzlich steht die Auswertung des Einflusses der Baumartendiversität in der direkten Nachbarschaft auf das Mikrobiom noch aus.

Darüber hinaus sind folgende Auswertungen geplant:

- Einfluss des Gesundheitszustandes der Eschen auf das Mikrobiom
- Untersuchung der Unterschiede der bakteriellen Taxa (Familie und Gattung) zwischen den Untersuchungsflächen

IB-Fläche BW1 mit der Einteilung von *Fraxinus excelsior* in die Schadklassen der Sommerbonitur 2021, sowie der häufigsten weiteren Baumarten auf der Fläche



Contact person: Valentin Burghard, M.Sc. (PhD-Student)

Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) · Eberswalder Straße 84 · 15374 Müncheberg · Germany
www.zalf.de · valentin.burghard@zalf.de · +49 33432 82 4088 · Date: 02. 07. 2022



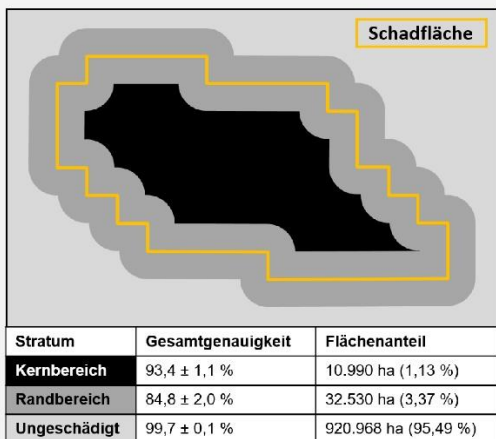
Aus dem Projekt: FNEWs – Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem für Waldschäden

Analyse von Validierungsergebnissen am Beispiel der FNEWs Schadflächenprodukte

P. Eisnecker¹, E. Reinosch², J. Wieseahn³, J. Backa⁴

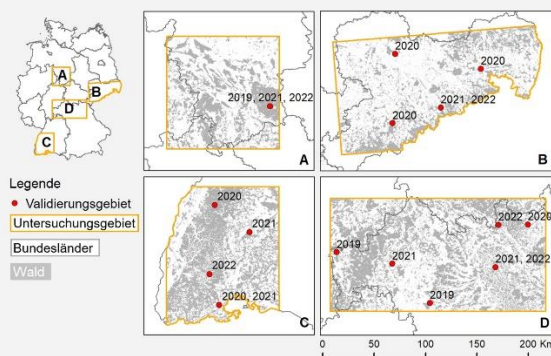
Fragestellung

- Wie sind die Ergebnisse einer Validierung zu interpretieren?
- Was muss man seinen Lesern mitteilen?

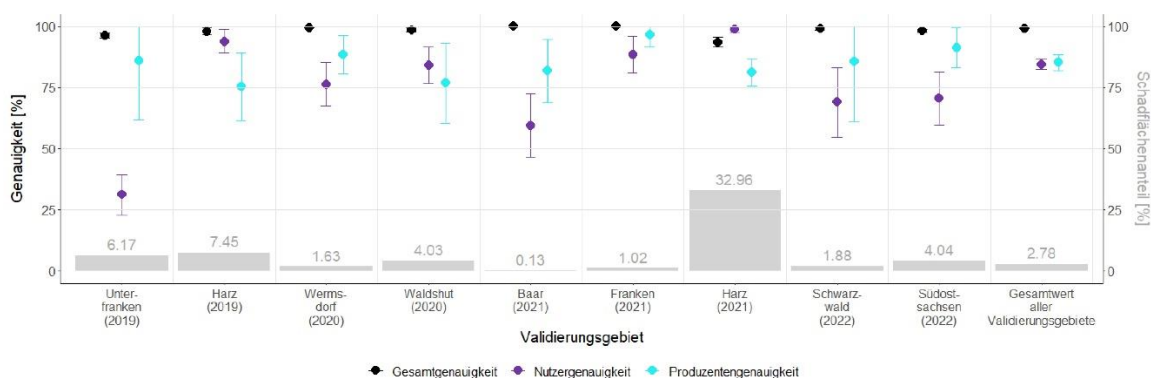


Validierungsansatz

- 4 Bundesländer, 4 Jahre, 11000 Punkte
- Stratifizierung der Schadflächen
- Blindvalidierung und Plausibilisierung
- Flächengewichtete Auswertung



Eine Genauigkeit von 99%, aber ist das aussagekräftig?



Fazit

- Der Ablauf der Validierung muss transparent sein, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten.
- Die Wahl der Validierungsgebiete hat großen Einfluss auf die Aussagekraft der Validierung.



Weitere Informationen:
<https://www.fnews-wald.de>

gefördert durch:





Untersuchungen zum Virusstatus von Mutterbaumbeständen der Gemeinen Esche im Rahmen des FraxVir Projektes

Rehanek M¹, Al Kubrusli R¹, Frey L¹, Eisen A-K², Buchner L², Köbölküti Z³, Böhm JW⁴, Fussli B³,

Kube M⁴, Jochner-Oette S², von Barga S¹, Büttner C¹

¹ Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, E-Mail: phytomedizin@agraru-berlin.de

² Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, ³ Bayerisches Amt für Waldgenetik, ⁴ Universität Hohenheim



Hintergrund

Das Eschentriebsterben (ETS) wird durch den invasiven Pilz *Hymenoscypha fraxineus* verursacht und bedingt in Europa erhebliche Schäden an den Beständen der Gemeinen Esche. Das ETS ist in allen Gebieten Europas, in denen *F. excelsior* vorkommt, weit verbreitet und wird seit 2002 auch in Deutschland beobachtet. Um die Gemeine Esche als forstwirtschaftlich interessante Baumart in Europa zu erhalten und weitere wirtschaftliche und ökologische Verluste zu verhindern, wurde das interdisziplinäre Demonstrationsprojekt FraxForFuture initiiert (Langer et al. 2022). Darüber hinaus sind die Eschenbestände durch verschiedene Viruserkrankungen bedroht, die ebenfalls erhebliche wirtschaftliche und ökologische Schäden verursachen können (Büttner et al. 2022).

Ziel des FraxVir-Projekts ist es daher, das Auftreten und die Verbreitung von Virusinfektionen in *F. excelsior* Sonderbeständen zu untersuchen, um unser Verständnis der Faktoren zu verbessern, die die Krankheitsentwicklung beeinflussen. In der vorliegenden Fallstudie wurde der Virusstatus von Alteschen, Jungeschen und Eschensämlingen an zwei Saatgutertebeständen (Melzower Forst in der Uckermark (Brandenburg) und Scheiderhau bei Kaisheim (Bayern)) (Abb. 1) untersucht.

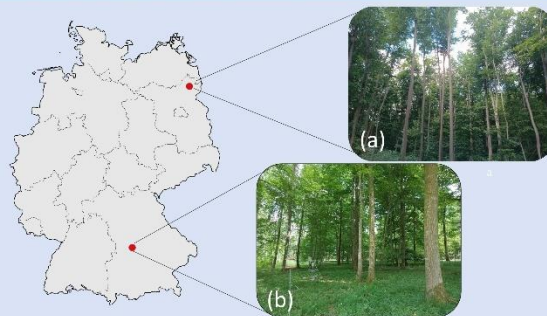


Abb. 1: Probenahmeort Melzower Forst (a) und Kaisheim (b)

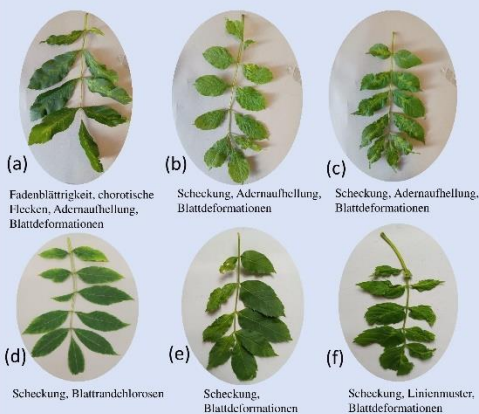


Abb. 2: Beobachtete Blattsymptome an Mutterbäumen (a, d) und Sämlingen (b, c, e und f) des Melzower Forsts (oben) und in Kaisheim (unten)

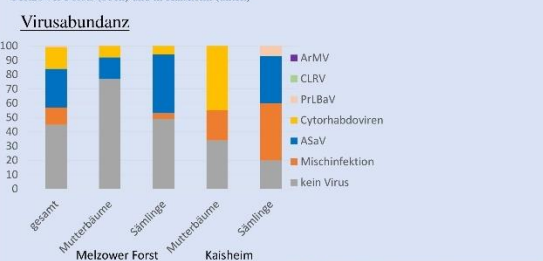


Abb. 3: Relative Häufigkeiten der detektierten Viren

Resultate des RT-PCR basierten Virusscreenings

In 45 % aller untersuchten Proben (n = 141) konnten keine Viren nachgewiesen werden. Das Emaravirus ASaV konnte am häufigsten detektiert werden (27 %), gefolgt von Cytorhabdoviren (15 %). Während ASaV vor allem in den Sämlingen nachgewiesen wurde, gelang der Cytorhabdovirusnachweis überwiegend in den Mutterbäumen. Das PrLBaV tritt überwiegend als Mischinfektion mit anderen Viren auf, die insgesamt einen Anteil von 12 % ausmachen und in Kaisheim besonders häufig auftreten (21 % in Mutterbäumen und 40 % in Sämlingen). PrLBaV tritt zusammen mit ASaV und Cytorhabdoviren als **Doppelinfektion** auf und ein Sämling in Kaisheim zeigte eine **Dreifachinfektion** aus PrLBaV, Cytorhabdoviren und ASaV. Die Nepoviren CLRV und ArMV konnten nicht detektiert werden (Abb. 3).

Das Auftreten von ASaV-typischen Blattsymptomen an beiden Standorten ist ein guter Indikator für den Nachweis des Emaravirus (Abb. 4). Unspezifische Symptome können mit Cytorhabdoviren und Mischinfektionen aus PrLBaV und Cytorhabdoviren assoziiert sein.

Material und Methoden

Das Untersuchungsmaterial wurde in den Jahren 2021-2023 entnommen und umfasste 93 Blattproben aus dem Melzower Forst (13x Mutterbäume, 80x Sämlinge) und 48 Blattproben aus Kaisheim (33x Mutterbäume, 15x Sämlinge). Wir haben Blattmaterial mit virusverdächtigen Symptomen (Abb. 2), als auch Blattmaterial ohne virusverdächtige Symptome untersucht und auf fünf verschiedene Viren getestet. Dazu zählten cherry leaf roll virus (CLRV) und arabis mosaic virus (ArMV), sowie pruned leaf blotch-associated virus (PrLBaV), ash shoestring-associated virus (ASaV) (Gaskin et al. 2021) und kürzlich identifizierte Viren aus der Gruppe der Cytorhabdoviren. Aus dem Blattmaterial wurde die Gesamtnukleinsäure (Boom et al. 1990) isoliert, eine cDNA synthetisiert und in einer Kontroll-PCR das pflanzliche *Nad5*-Transkript nach Menzel et al. (2002) nachgewiesen. Anschließend wurden die Proben mittels diagnostischer RT-PCR auf die oben genannten Viren getestet (Abb. 3 und 4). Die Infektion ausgewählter Proben wurde mittels Sanger-Sequenzierung bestätigt.

Beschreibung von symptomatischem Probenmaterial

Virusverdächtige Blattsymptome wie Fadenblättrigkeit, Schreckung, chlorotische Flecken und Ringflecken sowie Adernaufhellungen in Verbindung mit Blattdeformationen können an der Esche häufig mit ASaV in Verbindung gebracht werden. Diese Symptome sind an Sämlingen häufiger zu beobachten (Abb. 2 b, c, e und f) als an Mutterbäumen, die oft unspezifische Blattsymptome aufweisen (Abb. 2 d).

Virusassoziation mit Blattsymptomen

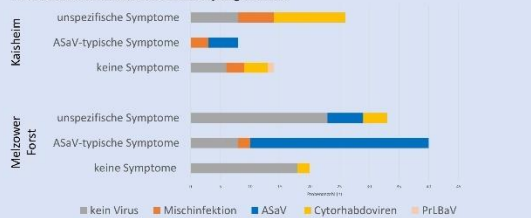


Abb. 4: Virusnachweis in Abhängigkeit der Symptome

TAKE HOME MESSAGE und AUSBLICK

- ❖ Viren aus unterschiedlichen Familien nachgewiesen
- ❖ Emaravirus ASaV in Saatgutertebeständen weit verbreitet
- ❖ ASaV mit spezifischen Blattsymptomen assoziiert
- ❖ Abgrenzung zu anderen Krankheitserregern
- ❖ für Cytorhabdoviren und PrLBaV keine spezifischen Blattsymptome
- ❖ Virusnachweis auch in Blattmaterial ohne Symptome
- ❖ Detektion derselben Viren in Mutterbäumen und Sämlingen gibt Hinweise auf mögliche Übertragungswege



Für die gesicherte Einschätzung einer Infektion ist der molekulare Nachweis der Viren entscheidend.

Referenzen: Boom et al. 1990. *J Clin Microbiol*; Büttner et al. 2022. *Forest Microbiology*; Gaskin et al. 2021. *Forests* 12; Langer et al. 2022. *J Plant Dis Prot* 129; Menzel et al. 2002. *Journal of Virological methods* 99, Abb. 1; Map: David Liuzzo, Creative Commons-Lizenz „Namensnennung-Weiterleitung unter gleichen Bedingungen 2.0 Deutschland“; verändert nach M. Rehanek

Danksagung: Das Projekt wird über den Waldklimafonds (WKF) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Kreislaufwirtschaft und Klimaschutz (BMUV) finanziert. Als Projektleiter fungiert die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNRR) (Förderkennzeichen: 2220W-K4084).



KATHOLISCHE UNIVERSITÄT
EICHSTÄTT-INGOLSTADT



UNIVERSITÄT
HOHENHEIM



BODENEIGENSCHAFTEN IN QUERPROFILIEN VON FAHRSPUREN

nach Befahrung mit Standardbereifung, portalem Bodenschutzsystem und Bogieband

Ingo Siebert^{1,2} & Raimund Schneider²



1 Einleitung & Untersuchungsziel

Aus vorhandenen Untersuchungen ist bekannt, dass die Befahrung von natürlich gelagerten, unbefahrenen Waldböden mit schweren Forstmaschinen schädigende Wirkungen auf ökologisch und ökonomisch relevanten Bodenfunktionen zur Folge hat. Bisher nicht untersucht wurden Befahrungseffekte auf den Waldboden bei Anwendung eines sog. portablen Bodenschutzplattensystems. Die vorliegende Studie hatte zum Ziel unterschiedliche Fahrspurbildungen und Bodendichteveränderungen im Querprofil von Fahrspuren zu untersuchen. Dabei wird ein portables Bodenschutzplattensystem mit konventionellen Technikvarianten verglichen.

2 Versuchsstandort

Rheinisches Schiefergebirge in Rheinland-Pfalz

- nahe Mörschied / Kempfeld

Gestein: Taunusquarzit

Exposition / Relief: Nord / Mittelhang

Humusform: Multitartiger Moder

Ausgangssubstrat der Bodenbildung: lösslehmhaltige

Quarzitverwitterungs-Fließerde (Hauptlage) über

Quarzitverwitterungs-Fließerde (Basislage)

Bodentyp: Normbraunerde (BBn)

Bodenfeuchte bei Befahrung (04/2022): 98 %FK in 0-10 cm Tiefe



3 Maschine & Technikvarianten

Komatsu Forwarder Modell XF 845-0 Comfort Ride

→ Fahrtrichtung bergab

A) Variante „Rad“ (beladener Radforwarder), Überfahrten: 1-fach und 5-fach

Bereifung: Motorwagen: 710/45-26.5; Rungenwagen: 800/40-26.5

Reifeninnendruck: praxisübliche 4 bar (alle 8 Räder)

Gesamtmasse: beladener Radforwarder: 33.190 kg (mit zwei Bogiebändern: 35.190 kg)

B) Variante „Platte“ (portables Bodenschutzsystem), Überfahrten: 1-fach und 5-fach

- stek 48,

HDPE-Kunststoff



C) Variante „Band“ (Bogiebänder), Überfahrten: 5-fach, 1-fach versuchsbedingt nicht ermittelt

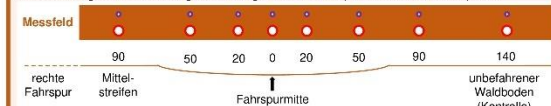
- Olofsons ECO-TRACKS™ Combination



4 Methodik

Probennahmen und Erhebungen im Wald:

Je Befahrungsvariante acht gleichmäßig auf die Fahrspuren verteilte Querprofile



- Manuelle Spurtiefenmessung vor der Bodenprobennahme mit Stechzylindern (100 cm³) in den Tiefen 5 cm und 10 cm (08-09/2022)
- Penetrometermessung (02/2023)
- 90 Abstand von der Fahrspurmitte [cm]

Laboruntersuchungen:

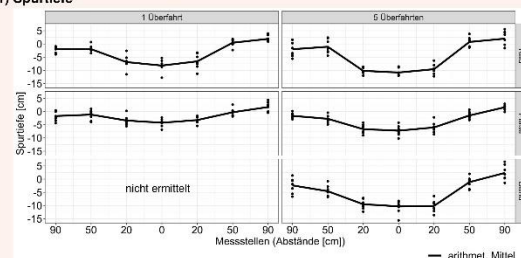
Trockenrohdichte nach 48 Stunden Trocknung bei 105 °C

¹ Technische Produktion, Landesforsten Rheinland-Pfalz, Neustadt a. d. W. (ingo.siebert@wald-rlp.de)

² Fachbereich VI, Bodenkunde, Universität Trier

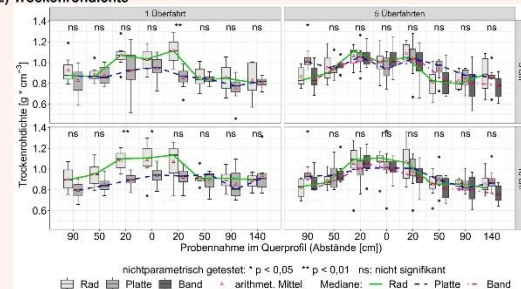
5 Ergebnisse

1) Spurtiefe



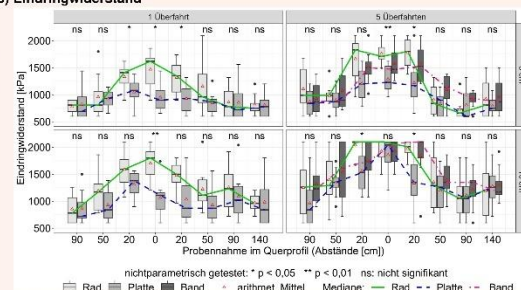
Die Spurbilder im Querprofil weisen bei den Radvarianten die klassische Rechteckform auf. Bei den Platten hingegen sind die Querprofile uhrglasförmig ausgebildet. Die Spurentiefen in den Waldböden nimmt von „Platte 1-fach“ über „Platte 5-fach“, „Rad 1-fach“, „Band 5-fach“ bis „Rad 5-fach“ zu.

2) Trockenrohdichte



Die Trockenrohdichte steigt erwartungsgemäß vom Mittelstreifen in die Fahrspur an und nimmt zur Kontrolle wieder ab. Eine deutlich geringere Bodendichte weist die „Platte“ bei der Einfachüberfahrt gegenüber dem „Rad“ auf. Nach fünf Überfahrten sind diese Unterschiede weniger stark ausgeprägt.

3) Eindringwiderstand



Der Eindringwiderstand steigt vom Mittelstreifen in die Fahrspur an und nimmt zur Kontrolle wieder ab. Bei der Einfachüberfahrt weist die „Platte“ im Vergleich zum „Rad“ deutlich niedrigere Werte auf. Nach fünf Überfahrten sind die Unterschiede in fünf Zentimetern Tiefe deutlicher („Rad“ > „Band“ > „Platte“) als in zehn Zentimetern.

6 Fazit

Die Anwendung des portablen Bodenschutzplattensystems führt zu einer deutlich geringeren Spurtiefe und hinterlässt Spurbilder von denen anzunehmen ist, dass Waldbesuchende diese nicht negativ wahrnehmen. Gleichzeitig belegen die geringeren Trockenrohdichten und Eindringwiderstände bei der Einfachüberfahrt sowie in fünf Zentimetern Tiefe bei der Fünfchüberfahrt den Bodenschutzeffekt der Platten im Vergleich zu konventionellen Techniken, wie Standardbereifung oder Bogieband.

Bisherige Handlungsempfehlungen und zukünftiger Umgang mit den Folgen des Eschentriebsterbens

A. Westhauser¹, J. Osewold², F. Steinhart³, T. Burzlaff³, F. Schrewe⁴, K. Mausolf⁵, H. Fischer⁴, R. Nagel³



Hintergrund

Eine Auswertung der nationalen und internationalen Handlungsempfehlungen (HE) zum Umgang mit den Folgen des ETS zeigt, dass derzeit kursierende HE in ihrem Umfang und ihrer wissenschaftlichen Absicherung heterogen, teilweise lückenhaft, veraltet und nicht widerspruchsfrei sind.

Im Rahmen der Projekte „FraxForFuture“ und „FraDiv“ soll daher eine einheitliche HE erstellt werden. Ziel ist es, die aktuellen Forschungsergebnisse der Vorhaben mit den bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen zusammenzuführen.

Zeitlicher Verlauf des ETS und ausgewählter HE in Deutschland



Handlungsfelder



Die Widerstandsfähigkeit gegen das Eschentriebsterben hat eine genetische, vererbliche Komponente. In der Handlungsempfehlung wird daher das Potenzial durch die Förderung natürlicher Selektion in der Verjüngungsphase genutzt. Gleichzeitig muss die genetische Diversität der Eschenpopulationen erhalten werden, indem möglichst viele Eschen aller Vitalitätsstufen verbleiben. Auch stark geschädigte Eschen haben immerhin bis jetzt unter hohem Infektionsdruck überlebt.

Die Betonung der Ökosystemfunktionen von Eschen bei der Inwertsetzung von Bäumen und Beständen ist in der aktuellen Lage ein wichtiges Element in den betrieblichen Überlegungen. Auch wenn diese Funktionen nur selten monetär gemessen werden können, so sollten sie dennoch Orientierung für Maßnahmen liefern.

Aufgrund des erhöhten Risikos durch umstürzende Eschen und Kronenbrüche sind entsprechende Maßnahmen zur Verkehrs- und Arbeitssicherheit umzusetzen. Aktuelle Landesregelungen stellen Verantwortlichkeiten und mögliche Maßnahmen umfassend dar.

Aktualisierte waldbauliche Empfehlungen

Jungwuchs (unter 2m)	Geringe (Eschen-) Verjüngungsdichten Verjüngung aller verfügbaren Baumarten gewünscht Keine Maßnahmen zur Eschenförderung, gleichzeitig nicht gegen Eschen arbeiten	In Bereichen mit hoher Eschenverjüngungsdichte, niedriger Bodenfeuchte, ausreichend Licht und geringem Wildverbiss Sicherung vitaler Eschen in der Naturverjüngung Förderung der natürlichen Selektion durch Lochhiebe - Aktive Entmischung zugunsten der Eschen innerhalb der Lochhiebe - Lochhiebe dokumentieren und kontrollieren - Hohe Dichte = Selektionsreserve - Eschenverjüngung als zusätzliche Baumart in bestehenden Zäunen - Keine Entnahme erkrankter Individuen	Entscheidungsmatrix Lokale Förderung
Jungbestand (2 m bis 7 cm)	Fortführung angelegter Lochhiebe; Sicherung bestehender Verjüngung Ausgeformte Eschentrupps/-gruppen sind ungenügend vital oder überwachsen Keine weiteren Maßnahmen zur Eschenförderung	Ausgeformte Eschentrupps/-gruppen vital, dominant und hohe Dichte Fortführung der Förderung der Eschen in Bewirtschaftungseinheiten - Rändelung der Lochhiebe - Bei Bedarf Reduktion interspezifische Konkurrenz - Keine Selektion nach Qualität - Absterben großer Eschenanteile ist eingeplant - Lücken werden von Neuansamung und Mischbaumarten gefüllt	Entscheidungsmatrix Fortführung der Lochhiebe
Stangenholz (7-15 cm)	Mut zur Esche Gefahr, dass Eschen im Management „vergessen“ und deshalb verdrängt werden Auch die Förderung einer einzelnen Esche kann sinnvoll sein	Management wird stärker am Individuum ausgerichtet → Bis dato hohe Mortalität, nur wenige Eschen verblieben Förderung einzelner Esche nur nach Vitalitätsaspekten - Maßvolle Z-Baumartige Freistellung - Einzelne Bedränger entfernen	Gesunde Kronen erhöhen Widerstandsfähigkeit gegen ETS
Schwaches Baumholz (>15 cm)	Ausgeformte Eschentrupps/-gruppen haben sich stabilisiert und etabliert (langfristig) Erhalt einer möglichst großen Anzahl an Eschen auf der Fläche Keine Saubere Waldwirtschaft Förderung vitaler Eschen (freie Hochdurchforstung) Stammfußnekrosen gut erkennbar und Ausscheidungskriterium		
Ab Mittleres Baumholz (> 38 cm BHD)	Überlebende Eschen verfügen mutmaßlich über erhöhte Widerstandskräfte Fokus Verjüngung: Zeitfenster für Verjüngung schließt sich möglicherweise - Keine flächige Räumung - Angepasster Hiebssatz wegen geringerem Zuwachs - Haupt risiko Stammfußnekrosen - Auch schlecht-kronige Eschen können lange überleben - Sicherung des Samenpotenzials Achtung: Weibliche Eschen wirken meist weniger vital, müssen aber als Samenbäume erhalten werden Stammfußnekrosen entwerthen nur 1-2 Meter des Stammes Ab diesem Alter verstärkt Verkehrssicherheit und Arbeitssicherheit beachten!		



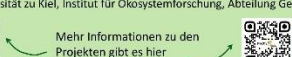
¹Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Forstökonomie und Management, Freiburg

²Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen

³Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldschutz, Freiburg

⁴Technische Universität Dresden, Professur für Waldbau, Dresden

⁵Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Ökosystemforschung, Abteilung Geobotanik, Kiel



Mehr Informationen zu den Projekten gibt es hier



Ergebnisse der forstgenetischen Forschung zum Eschentriebsterben

Hannes Seidel¹, Anna-Katharina Eisen², Susanne Jochner-Oette², Muhidin Šeho¹, Joachim Hamberger¹, Barbara Fussi¹

Hintergrund Die gemeine Esche (*Fraxinus excelsior* L.) ist eine ökologisch wertvolle Baumart, die sowohl auf feuchten Grundwasserböden der Au als auch auf mäßig trockenem Kalkverwitterungslehm gute Wuchsbedingungen vorfindet. Aus diesem Grund wurde sie lange als wichtigste Baumart im Klimawandel auf basengesättigten Standorten angesehen. Allerdings schließt das Eschentriebsterben ihre Verwendung auf vielen Standorten weitgehend aus. Das Bayerische Amt für Waldgenetik (AWG) befasst sich seit 2009 in verschiedenen Projekten mit dem Monitoring, den Auswirkungen und dem Nachweis des Erregers sowie mit genetischen Aspekten und Erhaltungsmaßnahmen.

Diagnostik mittels genetischer Marker Durch die Genom-Sequenzierung des Erregers des Eschentriebsterbens *Hymenoscyphus fraxineus* wurden hochvariable Mikrosatellitenmarker entwickelt. Mithilfe dieser Genmarker konnte *Hymenoscyphus fraxineus* sogar in symptomlosem Gewebe (Abb. 1) nachgewiesen werden. (Projekt KLIP1, 2009-12)



Abb. 1. Ast mit eindeutigen Krankheitssymptomen, an dem Gewebe für die genetische Analyse entnommen wurde (v.r.n.l.). (A) unter der Befallsstelle mit optisch gesundem, grünem Kambiumgewebe, (B) im Übergang von totem zu lebendem Gewebe, (C) 3 cm über der Befallsstelle, (D) 10 cm über der Befallsstelle.

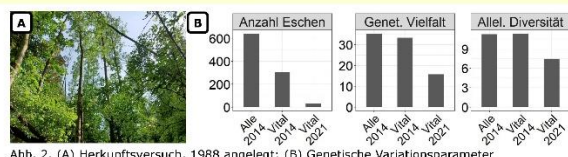


Abb. 2. (A) Herkunftsversuch, 1988 angelegt; (B) Genetische Variationsparameter

Rückgang genetischer Diversität Das Eschentriebsterben schreitet weiter voran und führt mit dem Absterben vieler befallener Bäume zum Rückgang der genetischen Diversität. Dies konnte in einem Herkunftsversuch (Abb. 2) sowie in weiteren Beständen nachgewiesen werden. Der Rückgang der genetischen Diversität kann die Anpassungsfähigkeit an zukünftige Umweltbedingungen einschränken. (Projekt Z70, 2013-16)

Weniger anfällige Individuen identifiziert Mit Klonen und Nachkommenschaften von vital und anfällig erscheinenden Mutterbäumen wurden ab 2015 Langzeitbeobachtungsflächen in einem stark betroffenen Eschengelände angelegt. Dort wurden nach achtjähriger Beobachtungszeit wenige, aber deutlich gesündere Klone identifiziert, welche seit 2021 zusätzlich auf Viruserkrankungen untersucht werden. Auch in allen Nachkommenschaften zeigen sich vitalere Individuen (Abb. 3). (Projekte: ST272/Z70, 2012-16; FraxVir 2021-24; Bonitur fortlaufend)

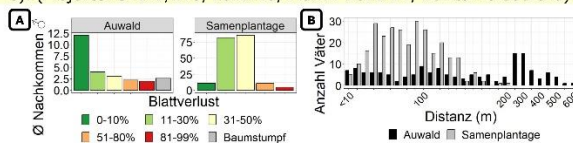


Abb. 4. (A) Fortpflanzungserfolg der Vaterbäume und (B) effektiver Pollentransport.

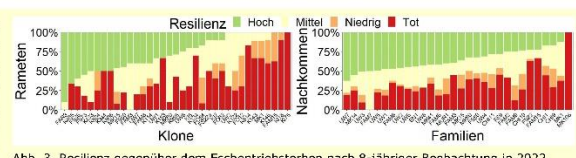


Abb. 3. Resilienz gegenüber dem Eschentriebsterben nach 8-jähriger Beobachtung in 2022

Hohe Vitalität fördert Fortpflanzungserfolg

Vaterschaftsanalysen legen nahe, dass sich eine hohe Vitalität positiv auf den Fortpflanzungserfolg auswirkt (Abb. 4 A). Der effektive Pollentransport kann auch über weite Distanzen stattfinden (Abb. 4 B). Jedoch kann bei fortschreitendem Eschentriebsterben der abnehmende Bestäubungserfolg mit zunehmender Entfernung zu einer starken Fragmentierung von Populationen führen. (Projekt Quo Vadis Pollen?, 2018-21)

Auswahl vitaler Plusbäume Es wurden bayernweit über 100 vital erscheinende Plusbäume ausgewählt (Abb. 5 A). Diese wurden für die Anlage einer Samenplantage vermehrt und werden einem Resistenztest an der FVA Baden-Württemberg unterzogen. Das Plusbaumkollektiv zeigt eine vergleichbar hohe genetische Variation als zwei natürliche Bestände (Abb. 5 B). (Projekt FraxGen, 2021-24)



Abb. 5. (A) Herkunft der Plusbäume und (B) genetische Variationsparameter.

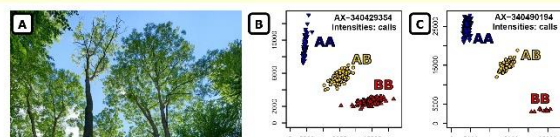


Abb. 6. (A) Beprobte Nachbarbäume, Beispiele (B) indifferenten und (C) differenter Genorte.

Genomischer Resistenztest Für die Vorhersage der Krankheitsanfälligkeit mit genomischen Daten wurden vitale Plusbäume und stark geschädigte Nachbarbäume (Abb. 6 A) in Beständen sowie stark und schwach resiliente Individuen der Langzeitbeobachtungsfläche (siehe oben) beprobt. Die Genotypen wurden an über 13.000 Genorten bestimmt, von denen ca. 9.000 Genorte hoch polymorph sind (Abb. 6 B, C). Diese Daten werden momentan für die Berechnung eines genomischen Vorhersagemodells verarbeitet. (Projekt FraxGen, 2021-24)

Schlussfolgerungen Mit genetischen Markern ist die Früherkennung des Erregers des Eschentriebsterbens möglich. Manche Eschen sind auch nach Jahren hohen Infektionsdrucks vital. Vital erscheinende Alteschen sollten erhalten und deren Verjüngung gefördert werden, um die Vernetzung der Populationen aufrechtzuerhalten. Durch den Aufbau von Samenplantagen kann die Grundlage für den Erhalt der forstlichen Genressourcen der Esche sowie die Versorgung mit hochwertigem Vermehrungsgut geschaffen werden. Für die sichere und schnelle Bestimmung der Krankheitsanfälligkeit wird an weiteren genetischen Werkzeugen gearbeitet.

¹ Bayerisches Amt für Waldgenetik (AWG)

² Professur für Physische Geographie/Landschaftsökologie und nachhaltige Ökosystementwicklung, Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt



Das Demonstrationsprojekt „FraxFuture“ wird gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Die Forschungsprojekte werden aus Fördermitteln des Waldklimafonds finanziert. Projektträger ist die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 22199W2184.



Vorschätzung der forstlichen Standortstypen für nicht kartierte Flächen des niedersächsischen Privatwaldes

Ferdinand Schirrmeister¹, Bernd Ahrends¹, Henning Meesenburg¹

¹Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Korrespondenzadresse: ferdinand.schirrmeister@nw-fva.de

Projektziel

Die Standortkartierung von Privatwaldflächen in Niedersachsen soll effizienter werden. Eine Vorschätzung kann wichtige Informationen (Unsicherheiten, Fokussierung) für die Planung und Durchführung der Feldkartierung liefern. Der Fokus liegt aktuell auf dem niedersächsischen Tiefland.

Niedersächsische forstliche Standortkartierung¹

Die niedersächsische forstliche Standortkartierung basiert auf einem 2-stufigen Verfahren. In der ersten Stufe werden klimatisch homogene Wuchsbezirke gebildet. In der zweiten Stufe wird bei einer Probenahme im Feld der vorstellende Standortstyp einem Standort zugewiesen. Diese besteht aus den drei Komponenten Wasserhaushaltszahl (WHZ), Nährstoffzahl (NZ) und Substrat- & Lagerungszahl (SZ/LZ). Bei Bedarf können diese noch mit Varianten verfeinert werden. Zur Ermittlung der Komponenten werden gibt es jeweils einen Schätzrahmen für das Tiefland und einen für das Bergland.

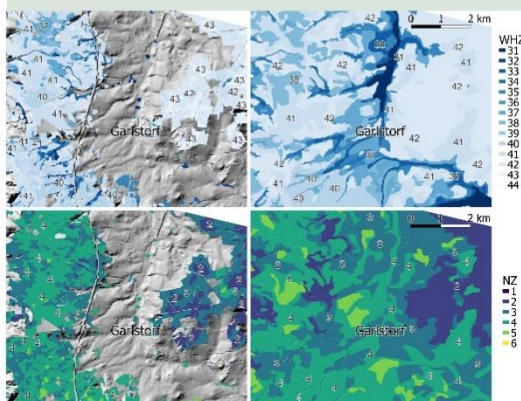


Abb. Standortkartierung (links) und Vorhersage (rechts) für die Wasserhaushaltszahl (oben) und Nährstoffzahl (unten) bei Garlstorf.

Herausforderungen

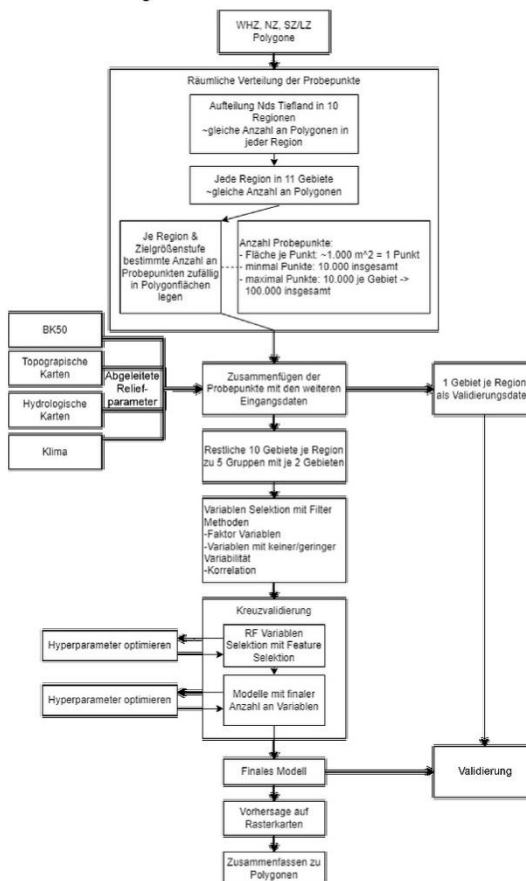
- Ungleichmäßige Verteilung der kartierten Waldfläche
- Klassen der Eingangsdaten ungleichmäßig verteilt
- Verwendung von asymmetrisch verteilten Faktorvariablen
- Einige Komponenten mit sehr vielen Stufen belegt
- Unterschiedliche Kartenmaßstäbe bei Eingangsdaten

Tab. Finale Gütemaße der drei Modelle

	Anzahl Stufen im Modell	Anzahl Eingangsvariablen Modell	Balancierte Genauigkeit	Sensitivity
WHZ	11	8	0,66	0,375
NZ	4	6	0,67	0,503
SZ/LZ	33	6	0,58	0,191

Modellablauf

Für die Vorschätzung wurden Random Forest Modelle (RF) trainiert und angewendet.



Schlussfolgerungen

Die Vorschätzung liefert einen Überblick über noch nicht kartierte Waldflächen in Niedersachsen und die zu erwartenden Standortstypen.

- Wenige abgeleitete Eingangsvariablen aus der Bodenkarte 1 : 50 000 (BK 50) & Reliefparameter werden für stabile Modelle benötigt
- Abweichungen vom Ergebnis häufig in benachbarte Ziffern -> erschwerte Auswertung und Darstellung auf Karten

¹ Anleitung zur forstlichen Standortkartierung in Niedersachsen / NLF (2019)

In Zusammenarbeit mit:

Landwirtschaftskammer
Niedersachsen

Gefördert durch:

Niedersächsisches Ministerium
für Ernährung, Landwirtschaft
und Verbraucherschutz



Das fallenbasierte Monitoring der Fichtenborkenkäfer in Sachsen seit 1991

Entwicklung, Ziele, Perspektiven

S. Sonnemann, L.-F. Otto

Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung/Waldschutz, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirna
Kontakt: sven.sonnemann@smekul.sachsen.de

FowiTa 2023
Poster Session 2
Abstract 27
(#179)

Einleitung und Entwicklung

Die Überwachung holz- und rindenbrütender Borkenkäfer erfolgt in Sachsen traditionell auf der Grundlage regelmäßiger **Beobachtungen** im Gelände durch die lokal zuständigen Forstbediensteten. Die Ergebnisse (Befallsstellenanzahl und -menge) werden im Forstschutzkontrollbuch (FSKB) in der Befallssaison mind. monatlich, sonst quartalsweise dokumentiert. Zur **Qualifizierung des Borkenkäferwarndienstes**, insbesondere im Hinblick auf eine bessere Vorhersage, erfolgte ab 1991 schrittweise eine Erweiterung um ein **System** aus repräsentativen Standorten **pheromonbeköderter Fallen**, das eigentliche Borkenkäfermonitoring (BKM), und ab 2009 um die **Modellierung** des Entwicklungszustandes mit *Phenips*.

Die Komponente „Fallensystem“ unterliegt dabei einer **permanenten Anpassung** an die aktuelle Befallsdynamik und folgt u. a. im Hinblick auf Position, Nutzungsdauer, Fallenumfeld, -anzahl sowie -typ einer standardisierten Methodik.

Seit der Kommunal- und Funktionalreform in Sachsen 2008 wird das Borkenkäfermonitoring in enger **Kooperation zwischen den unteren Forstbehörden und dem Staatsbetrieb Sachsenforst** durchgeführt. Von 13 Standorten in ausgewählten Regionen im Jahr 1991 wurde das System mittlerweile auf landesweit 94 aktive Standorte mit mehr als 300 Fallen erweitert.

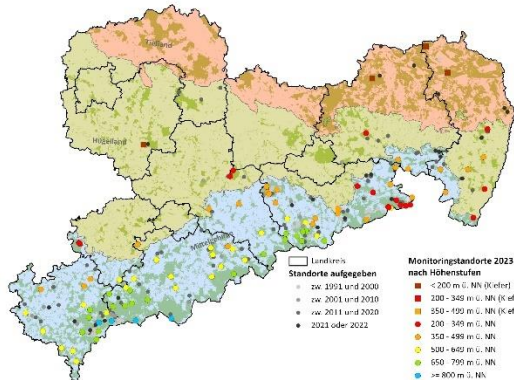


Abb. 1: Aktuelle und mittlerweile aufgegeben Standorte des sächsischen Borkenkäfermonitorings

- geeignete Standorte: Blößen (Wiesen, Wildäcker) o. größere Kahl- bzw. Verjüngungsflächen am Rand potenziell befallsgefährdeter Bestände; mehrjährig nutzbar; repräsentativ bzgl. Käferaktivität u. Prädisposition
- Einsatz von Dreifallensternen, Einzelfallen ergänzend
- mindestens 3 Fallen pro Standort (2x Buchdrucker, 1x Kupferstecher)
- Betrieb von Ende März bis Anfang Oktober (jahresabhängig)
- Nutzung von Pheroprax® als Standarddispenser (Vergleichbarkeit)
- wöchentlicher Leerungsumlauf und Eintrag in FSKB bzw. Datenbank
- Kontrolle des Fallenumfeldes bei jeder Leerung hinsichtlich Befall

Abb. 2: Aufbau eines sächsischen Monitoringstandortes

Ziele

Folgende Aufgaben soll das sächsische Borkenkäfermonitoring erfüllen:

- Ableitung kurzfristiger Prognosen, speziell durch Vergleich mit dem Vorjahr
- Überwachung der Schwärmaktivität hinsichtlich Beginn, Dauer, Intensität, Auftreten von Maxima u.a.
- Informationsbereitstellung für eine räumlich u. zeitlich differenzierte Ableitung von Überwachungs- und Bekämpfungsmaßnahmen
- Monitoring der Arten Buchdrucker und Kupferstecher an Fichte sowie versuchsweise an Kiefer den Großen und Kleinen Waldgärtner, den Sechsen und den Zwölzfährigen Kiefernborke

Ergebnisse

Die Informationen des sächsischen Borkenkäfermonitorings werden auf vielfältige Weise genutzt:

- Regelmäßige Bereitstellung der wichtigsten Daten für Waldbesitzende, Praktiker und interessierte Öffentlichkeit



Abb. 3: Darstellung der aufbereiteten Monitoringergebnisse auf der Webseite des Staatsbetriebes Sachsenforst im wöchentlichen Turnus, ergänzt durch aktuelle Lageberichte

- Interpretation von Schwärmverlauf und Aktivitätsdichten für die Ableitung von Handlungsempfehlungen

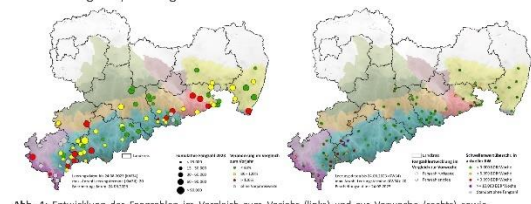


Abb. 4: Entwicklung der Fangzahlen im Vergleich zum Vorjahr (links) und zur Vorwoche (rechts) sowie Darstellung der kumulativen Fangzahlsumme (links) und von kritischen Schwellenwerten (rechts)

- mögliche Verwendung des umfangreichen Datenbestandes für die Beantwortung wissenschaftlicher Fragestellungen

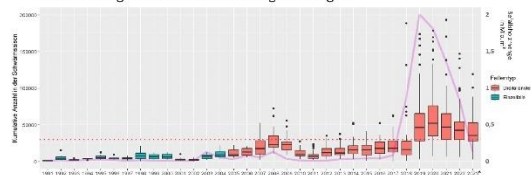


Abb. 5: Zeitreihe der mittleren jährlichen Buchdrucker-Gesamtfangzahlen aller Standorte zwischen 1991 und 2023 und der im gleichen Zeitraum registrierten Befallsholzmenge in Sachsen (*Stand: 25.08.2023)

Perspektiven

- Durchführung von Vergleichsuntersuchungen (Fallentypen, Lockstoffe etc.)
- Beteiligung an bundeslandübergreifenden Ringversuchen (bspw. Fangleistung)
- Erprobung neuer Verfahren z. Fangzahlermittlung u. autom. Datenübertragung
- Bewertung des Informationspotenzials für das BK-Management der Betriebe





TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

Professur für
Waldschutz



Untersuchungen zur Zucht parasitoider Hymenoptera für die naturnahe Regulierung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.)

Erkenntnisse aus dem Projekt „EIVES“

Elisabeth Spann (elisabeth.spann@tu-dresden.de) // Prof. Dr. Michael Müller (michael.mueller@tu-dresden.de)

1 Zielart

Um parasitoider Hymenoptera für die Ermittlung der Zielart sowie für die weiterführenden Versuche zu gewinnen, wurden mit *Ips typographus* besiedelte Stammstücke aus insgesamt sechs sächsischen Waldgebieten in Eklektoranlagen der Professur für Waldschutz überführt und die daraus schlüpfenden Insekten abgetrennt.

Die Brackwespenart *Coeloides bostrichorum* (Hymenoptera: Braconidae) wurde als Zielart für das Projekt gewählt, da sie ein häufiger und wichtiger Parasitoid des Buchdruckers ist und zahlreich in Stammproben aus dem Gebiet des Tharandter Waldes vorhanden war. Als Ektoparasitoid bohrt die Art mit ihrem Legebohrer von außen durch die Rinde und legt ein Ei auf oder neben die Buchdrucker-Larve [1]. Die schlüpfende Parasitoid-Larve entwickelt sich anschließend durch den Verzehr der Wirtslarve. Auf diese Weise können hohe Parasitierungsraten erreicht werden [1][2][3].



C. bostrichorum ist zudem besonders auf *I. typographus* spezialisiert und deshalb sehr gut an dessen Entwicklung angepasst, sodass die Art gezielt eingesetzt werden könnte [4]. Risiken, z. B. der Befall von Nicht-Zielarten, sind dadurch sehr gering.

3 Parasitierungs-experimente

Die bisherigen Versuche sollten Weibchen von *C. bostrichorum* zur Parasitierung von *I. typographus*- und *L. serricornis*-Larven unter verschiedenen porösen Materialien bzw. in halbkünstlichen Medien anregen. Zur Rindensimulation wurden u. a. getrocknetes Gebäck, Knäckebrot, Backoblaten, Fliz, Pappe, Textilstoff, Jute und Filterpapier in diversen Kombinationen getestet.

Unter Einbeziehung des Bohrmehls aus Buchdrucker-Larvengängen sollte zudem geprüft werden, ob die darin enthaltenen Duftstoffe eine Rolle bei Wirtssuche und Parasitierung spielen könnten.

Zusätzlich wurden Versuche an Rindenschnitten mit Brutbildern von *I. typographus* durchgeführt, deren Larvengänge mit *L. serricornis*-Larven bestückt und Weibchen von *C. bostrichorum* zur Parasitierung angeboten wurden.



Abb. 3

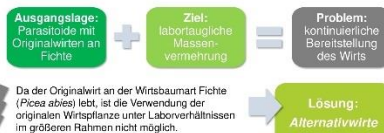
4 Ergebnisse

Bisher konnte in keiner der durchgeführten Versuchsvarianten ein Parasitierungserfolg am Alternativwirt erzielt werden.

Zuchtversuche am Originalwirt in Fichtensegmenten unter kontrollierten Bedingungen waren jedoch im kleinen Stil bereits erfolgreich. Eine Erhaltungszucht erscheint demnach prinzipiell möglich, erfordert jedoch weitere Versuchseinheiten.

2 Zuchtentwicklung

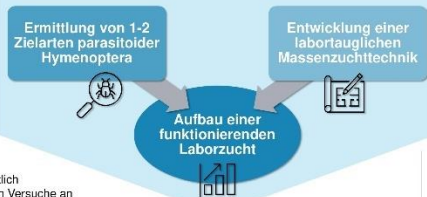
Die Entwicklung einer geeigneten Zuchttechnik zur bestehenden Thematik bringt folgende Problemstellung mit sich:



Das Projekt – Grundidee und Ziele

Die Grundidee des Projektes EIVES (Entwicklung innovativer Verfahren zur naturnahen Regulierung des Großen Buchdruckers [*Ips typographus* L.] durch Antagonisten*) beinhaltet die Regulierung der Populationsdichte von *Ips typographus* durch Freisetzung von in Massenzucht vermehrten parasitoiden Hymenoptera.

Die Hauptziele bestehen in folgenden Punkten:



Für eine funktionierende Laborzucht muss also ein Alternativwirt gefunden werden, der im Gegensatz zu *Ips typographus* einfach und platzsparend in Masse zu vermehren ist. Diese Eigenschaften treffen vor allem auf Vorratsschädlinge zu.

Da die Art bereits erfolgreich als Alternativwirt für eine Brackwespenart eingesetzt werden konnte [5], wurde der Tabakkäfer (*Lasioderma serricorne*) als Alternativwirt gewählt.



5 Fazit

Im Verlauf des Projekts wurden wichtige Erkenntnisse zur Handhabung, Lagerung und Eignung von *C. bostrichorum* im Rahmen einer Laborzucht generiert, welche zum Erfolg etwaiger Folgeprojekte beitragen könnten. Herausfordernd war der anhaltende Mangel an Versuchsindividuen der Zielart, da während der Projektlaufzeit keine kontinuierliche Erhaltungszucht etabliert werden konnte. Die durchgeführten Versuche weisen dennoch darauf hin, dass die genaue Komposition und Konzentration der zur Wirtssuche genutzten Duftstoffe eine bedeutende Rolle für den Parasitierungserfolg spielt. Die Identifizierung dieser Komponenten sollte die Basis künftiger Untersuchungen bilden.

Abbildungen:

- Abb. 1: Weibchen von *Coeloides bostrichorum*
Abb. 2: Larve und Trage des Tabakkäfers (*Lasioderma serricorne*)
Abb. 3: Teilschnitt im Versuchsaufbau an Rindenschnitten (*Picea abies*) mit Brutbild von *Ips typographus*, nach Bestückung der Larvengänge mit Larven von *Lasioderma serricorne*

Literatur:

1. NICHOLAS WUNDERLICH, D. (1986): Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. Sonderdruck Wald und Holz 74 (1): 8-14.
2. SCHULZE, H. (1982): Die parasitischen Hymenopteren des Fichteborkenkäfers (*Ips typographus* L. Beiträge zur Entomologie 2 (2): 127-139.
3. LOPAN, A., ZHANG, J. (2003): Braconid (Hymenoptera, Braconidae) parasitoids of bark beetles in upland spruce stands of the Czech Republic. Proceedings: Ecology, Survey and Management of Forest Insects: 152-153.
4. KRÖGER, K., MÜLLER, N. J. (1990): Observations on the biology of three parasitoids of the spruce bark beetle, *Ips typographus* (Gyll., Scolytidae): *Coeloides bostrichorum*, *Dendrosoter medvedevii* (Hym., Braconidae) and *Phaeogenes lobis* (Hym., Pteromalidae). Journal of Applied Entomology 110: 281-291.
5. AUST, J., OHTZ, C., KAPPEL, A. (2020): A new biological method to control *Anobium punctatum*, by using the parasitoid wasp *Spalangia olearum*. Journal of Applied Entomology 145: 73-81.

Mitglied im Netzwerk von:



gefördert durch:



Auswirkungen von Borkenkäferkalamitäten auf die Wasserqualität in Wäldern gemäßigter Zonen

Daphné Freudiger, Bernd Ahrends, Henning Meesenburg, Birte Scheler, Ulrike Talkner

NW-FVA, Umweltkontrolle, Göttingen, Deutschland

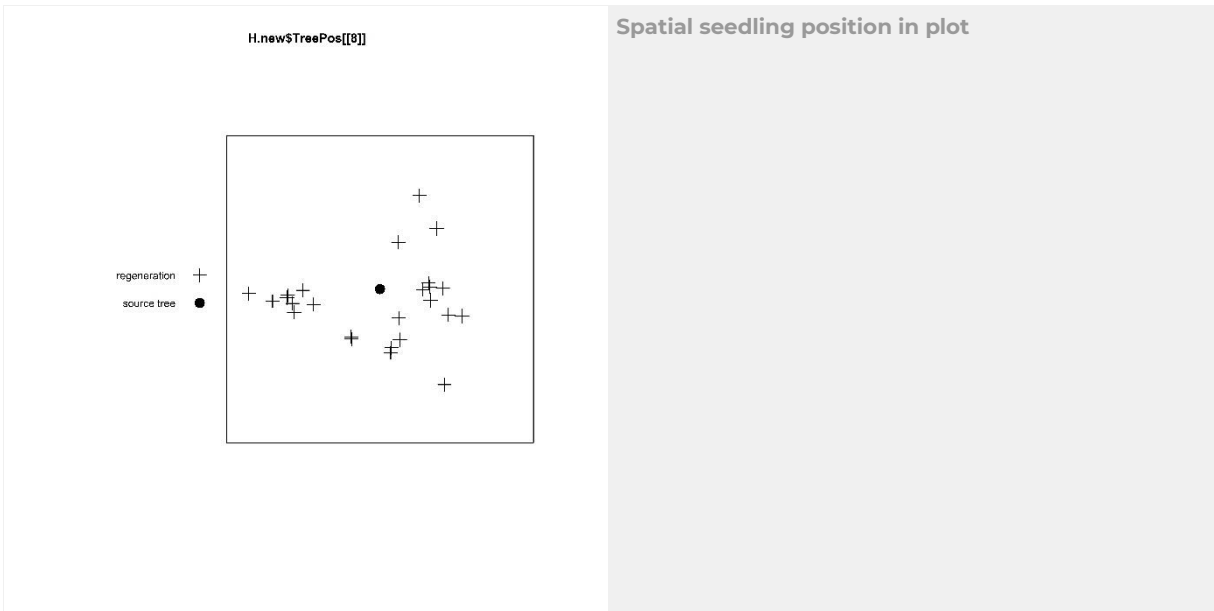
Die aufeinanderfolgenden letzten Trockenjahre führten - über die Vermehrung von Borkenkäfern - zu einem ungewöhnlich hohen Anteil an Kalamitätshieben. Die dadurch entstandenen Freiflächen haben Konsequenzen für die Wasserqualität und -quantität in bewaldeten Einzugsgebieten. Durch eine beschleunigte Mineralisation auf den besonnten Freiflächen und die fehlende Stickstofffestlegung im Bestand besteht ein erhöhtes Risiko von Auswaschungsverlusten. Um eine bessere Vorstellung zu bekommen, wie sich die Konzentrationen von Nitrat (NO_3^-) und gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) im Boden-, Sicker- und Grundwasser nach einer Kalamität dynamisch verändern, wurden in einer Metaanalyse Daten aus 39 Studien ausgewertet. Die meisten Studien konzentrierten sich auf die Nitratauswaschung und nur wenige auf DOC (89% und 28% aller Studien). In fast allen Studien ist die DOC-Konzentration im Sickerwasser und Oberflächenabfluss direkt nach dem Absterben angestiegen und hat nach 2-3 Jahren ein Maximum erreicht. Das erste Anzeichen erhöhter Nitrat-Konzentrationen war etwa 1,5 bis 2 Jahre nach der Störung sichtbar, und das Maximum wurde innerhalb von 3 bis 8 Jahren erreicht. Die Erhöhung der NO_3^- -Konzentration war am größten im Sickerwasser. Geringere Amplituden zeigten sich im Grundwasser und Abfluss. Insgesamt zeigte sich eine enorme Variabilität zwischen den Studien, wobei der Trinkwassergrenzwert für NO_3^- in keiner der Studien für längere Zeit überschritten wurde. In allen Studien erholten sich die DOC- und NO_3^- -Konzentrationen nur wenige Jahre nach dem Maximum. Der Zeitpunkt und die Dauer der Konzentrationsmaxima unterscheiden sich jedoch stark. Faktoren, um diese Unterschiede zu erklären, sind die Managementstrategien (z.B. Flächenrodung vs. Erhalt der toten Bäume, natürliche vs. künstliche Verjüngung), die Bodenvegetation, klimatischen Bedingungen und die Einzugsgebietsgröße. Nur wenige Studien haben die Auswirkung dieser Einflüsse auf die Nährstoffflüsse analysiert. Weitere Forschung ist erforderlich, um den Einfluss verschiedener Managementstrategien auf die Wasserqualität nach Kalamitäten zu bewerten. Insbesondere Bewirtschaftungseinflüsse auf die DOC-Konzentrationen sind wenig erforscht, aber gleichzeitig besonders relevant für die Wasserversorgung.

Disentangling the Regeneration Niche of *Vatica odorata* (Griff.)Symington Using Point Pattern Analysis

Van Anh T. Nguyen¹, Francesco Blardoni², Hung M. Bui³, Robert Schlicht⁴, Sven Wagner¹

¹ Technical University Dresden, Silviculture and Forest Protection, Tharandt, Deutschland; ² Muse Museo delle Scienze, Technical Office, Trento, Italien; ³ Vietnam National University of Forestry, Faculty of Forestry, Hanoi, Vietnam; ⁴ Technical University Dresden, Institute of Forest Growth ang Forest Computer Science, Tharandt, Deutschland

Seed dispersal and environmental heterogeneity, and the effects of their interaction, are perceived to be determinants of the spatial patterns of trees. We applied the spatial point process to analyse *Vatica odorata* (Griff.) Symington (Dipterocarpaceae) in Cuc Phuong National Park of Vietnam to understand its spatial patterns, and to decipher the main factors affecting seedling establishment of the species. We established a total of 12 replicated plots, each of which had one or two seed trees in the centre, and recorded all regeneration plants of *V. odorata* with their positions. A total of 671 regeneration plants were found. Covariates, including canopy, ground cover, and distance to seed trees, were measured on systematic grids of 4 x 4 m. In the context of the spatial point processes,we used a generalised linear mixed model, considering a random effect of the plot. In the model, the greatest distance observed is about 35 m from the seed tree. The canopy and ground cover have a significant impact on the regeneration of the species: The intensity of regenerating stems was greatest with a canopy cover of 70%. The ground cover range for good development of regenerating plants was between 10% and 30%.



References

- [1] Baddeley, A.; Rubak, E.; Turner, R. Replicated Point Pattern and Designed Experiments. In *Spatial Point Patterns: Methodology and Applications with R*; Keiding, B.J.T.M.N., Wile, C.K., van der Heijden, P., Eds.; CRC Press: Croydon, UK, 2015; p. 791. Nachname, V, Nachname, V JJJJ, 'Artikel', *Journal*, Ausgabe, Seite, Erscheinungsort: Herausgeber
- [2] Chazdon, R.L.; Guariguata, M.R. Natural regeneration as a tool for large-scale forest restoration in the tropics: Prospects and challenges. *Biotropica* 2016, 48, 716–730.
- [3] Takeuchi, Y.; Kenta, T.; Nakashizuka, T. Comparison of sapling demography of four dipterocarp species with different seed- Dispersal strategies. *Forest Ecol. Manag.* 2005, 208, 237–248.
- [4] Ashton, M.S. Seedling ecology of mixed-dipterocarp forest. In *A Review of Dipterocarps: Taxonomy, Ecology Silviculture*; Turnbull S.A.J.M., Ed.; Center for International Forestry Research: Bogor, Indonesia, 1998; pp. 89–98.
- [5] Pinto, S.M.; MacDougall, A.S. Dispersal limitation and environmental structure interact to restrict the occupation of optimal Pinto, S.M.; MacDougall, A.S. Dispersal limitation and environmental structure interact to restrict the occupation of optimal habitat. *On the. Nat.* 2010, 175, 675–686.

18:30 – 19:30

Gang zwischen POT/013 und POT/051

P-3 | Naturwissenschaften 1

Untersuchung von Pappelklonen der Sorte Max (*P. maximowiczii* x *P. nigra*) im zweiten Aufwuchs der Midi-Rotation

Erstaufnahme eines Kurzumtriebsbestandes in Schwarzbach
(Thüringen)

Josephine Klapprott und Dirk Landgraf

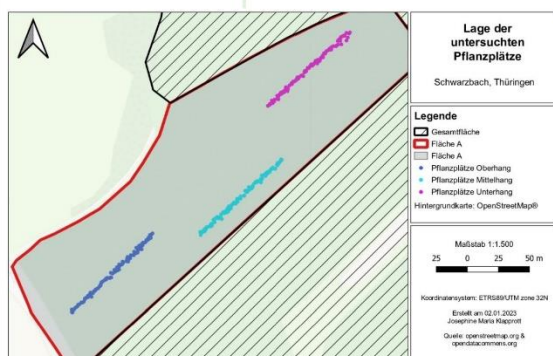


Abb. 1: Lage der untersuchten Pflanzplätze in Schwarzbach (nicht maßstabsgetreu)

Die Ergebnisse wurden auf einer ca. 3,5 ha großen KUP im Landkreis Greiz auf ca. 370 m ü. NN mit einem durchschnittlichen Jahresniederschlag von 595 mm und einer Jahresdurchschnittstemperatur von 9,1 °C durchgeführt.

Im Mittelpunkt der Untersuchung der Pappelklone Max 1 und 3 einer KUP in Midi-Rotation stand der Biomassezuwachs.

Dazu wurden die Pappeln, welche sich im zweiten Aufwuchs der Midi-Rotation befanden, stichpunktartig anhand der Parameter BHD, Höhe, Ausfallrate, Triebzahl und durchschnittlicher Gesamtzuwachs untersucht und ausgewertet. Mithilfe von GNSS-Technologie konnten die betrachteten Pflanzplätze vermessen werden.

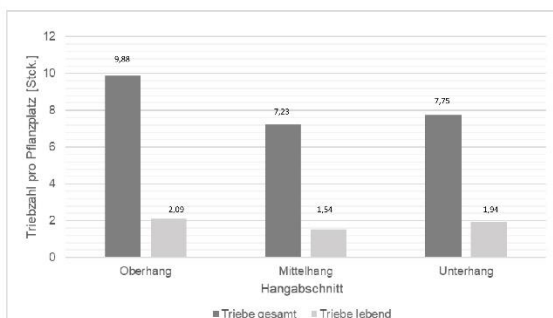


Abb. 2: Durchschnittliche Triebzahl pro Pflanzplatz bezogen auf ihre Lage am Hang im Jahr 2022 vor der Vegetationsperiode

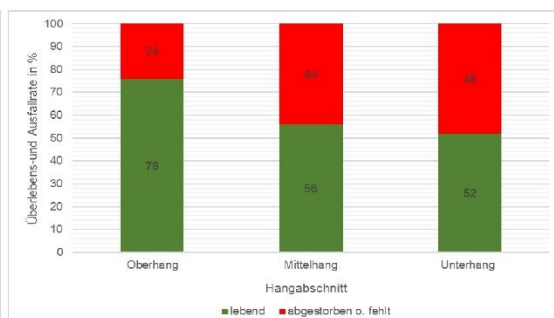


Abb. 3: Prozentuale Überlebens- und Ausfallrate der Cluster Oberhang, Mittelhang und Unterhang im Jahr 2022 vor der Vegetationsperiode

Für die Untersuchungsfläche ergibt sich zum Zeitpunkt der Aufnahmen (zweiter Aufwuchs, sechstes Jahr) ein flächenbezogener Biomassevorrat von 38,37 tatro ha⁻¹. Der durchschnittliche Gesamtzuwachs (dGZ) liegt bei 6,39 tatro ha⁻¹ a⁻¹.

Fazit:

Die Ergebnisse zeigen, dass es bei längerfristigen Umtriebszeiten zu einer Selektion und somit Reduktion der Triebzahl pro Pflanzplatz kommt.

Daraus können neue Herangehensweisen für die Bewirtschaftung von KUP in längerfristigen Umtriebszeiten abgeleitet werden. So könnte die Beseitigung von überzähligen Trieben in den ersten Jahren sinnvoll sein.

Dadurch könnte die Pappel die Wurzelkraft auf die frühzeitig vom Bewirtschafter selektierten Triebe beschränken und dadurch evtl. höhere Zuwachsergebnisse erbringen. Dies muss noch durch künftige, begleitende Forschung verifiziert werden.

Tab. 1: Brusthöhendurchmesser und Höhe der gemessenen Pappeln bezogen auf ihre Lage am Hang im Jahr 2022 vor der Vegetationsperiode

	Oberhang	Mittelhang	Unterhang	min.	max.
BHD (mm)	63,53	74,15	71,64	22	131
Höhe (m)	9,24	10,33	9,72	4	16,1



Abb. 4: Auf dieser Fläche wurden Pappeln (*P. nigra* x *P. maximowiczii*) im zweiten Aufwuchs der Midi-Rotation hinsichtlich biomasserelevanter Parameter untersucht

Spatial distribution of the soil moisture along natural gradient using two experimental plots in a near-natural forest

Alina Azekenova¹, Karl-Heinz Feger¹, Karsten Kalbitz¹, Stefan Julich²

¹ Technische Universität Dresden, Institut of Soil Science and Site Ecology, Tharandt, Deutschland; ² Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Department of Landscape Management and Nature Conservation, Eberswalde, Deutschland

Increased intensity of climate extremes affects the water fluxes in forest ecosystems. The drought of the last few years caused disturbances in soil water replenishment and forest growth. Our study area is a near natural beech forest stocking on a terminal moraine with a distinct soil moisture gradient and varying tree conditions. Moreover, the close-to-nature character of this forest resulted in the accumulation of deadwood with unknown effects on soil moisture dynamics. To analyse the spatial distribution of the soil moisture in the research area, two experimental plots were designed: *along the tree root system* and *under dead wood*. An integrated approach was undertaken based on the soil-plant-atmosphere continuum, including the analysis of soil water dynamics in a terminal moraine landscape and correlation with different stand structures. In addition, the influence of decayed deadwood on vertical soil moisture distribution will be considered. This should help to understand how the potential increase in soil organic matter from deadwood is linked to water storage and soil water dynamics in forest sites. Ongoing monitoring initiated in 2022 is to be used to determine the influence of spatio-temporal patterns in soil moisture on above- and belowground C storage. Consequently, feedback of deadwood decomposition on the soil moisture regime and water balance and related processes will be monitored. In this contribution, we demonstrate the monitoring setup and the first results of the ongoing measurements.

Projekt DolAGran: Dolomit-Asche-Granulat als Multinährelement-Option



Svenja Leemhuis, Anne Meinhold, Axel Göttlein
Technische Universität München, Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt, svenja.leemhuis@tum.de

Der Hintergrund

In den Waldgesetzen des Bundes und der Bundesländer ist die nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder gesetzlich vorgegeben. Aus ernährungkundlicher Sicht sind gerade die schwachen Kompartimente eines Baumes mit ihren hohen Nährelementgehalten für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung von Bedeutung. Auf vielen Standorten ist daher eine intensivierte Waldbewirtschaftung aus Nährstoffsicht zu hinterfragen (Ettl & Göttlein, 2007), z.B. im Bayerischen Wald. Bei dem Standardverfahren einer Kalkung können maximal die Ernteverluste an Magnesium (Mg) und Calcium (Ca) in einen Bestand zurückgebracht werden, weshalb eine Kalkung für eine vollständige Nährstoffrückführung nicht ausreichend ist (Rofkopt & Göttlein 2021). Bei der Holzernte werden neben Mg und Ca aber auch die Elemente Phosphor (P), Kalium (K) und Schwefel (S) aus dem Wald entnommen, welche in Konsequenz der nächsten Waldgeneration fehlen. Holzasche ist das Endprodukt der thermischen Nutzung von Holz und enthält einen Großteil der entzogenen Nährstoffe. Um den Nährstoffkreislauf zu schließen und somit eine umfassendere Nährstoffnachhaltigkeit zu erreichen, wäre es sinnvoll, das Potenzial der Asche in Form ihrer Inhaltsstoffe zur Erhaltung der Standortqualität zu nutzen. Bei der Nährstoffkompensation der Endnutzung eines Bestandes ist jedoch selbst die Holzasche nicht ausreichend, da z.B. Schwefel beim Verbrennungsprozess als SO_2 entweicht. Das von der FNR geförderte Projekt „Dolomit-Asche-Granulate als ökosystemverträgliche Variante einer Nährstoffrückführung“ soll hier ansetzen und versuchen, die Holzasche mit ihren Nährelementen ökosystemverträglich zu applizieren. Um eine vollständige Nährstoffrückführung zu gewährleisten, werden weitere Komponenten (S-, P- und K-Quellen) dem Granulat hinzugefügt. Das Ziel ist ein Produkt, welches einen Einstieg in eine nährstoffnachhaltige Kreislaufwirtschaft der Holzasche bietet und die wesentlichen Nährstoffentzüge der Holzernte kompensiert, was eine reine Kalkung nicht leisten kann.

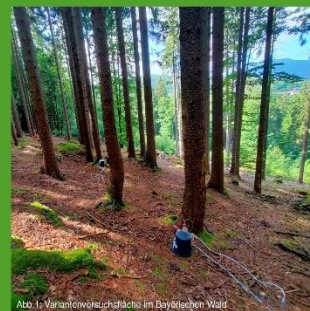


Abb. 1: Variantenwäldchen im Bayerischen Wald

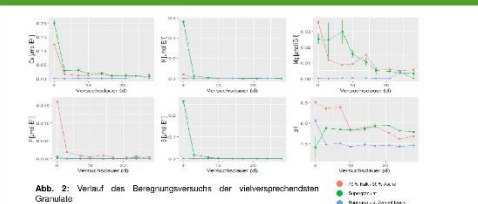


Abb. 2: Verlauf des Beregnungsversuchs der vielversprechendsten Granulate

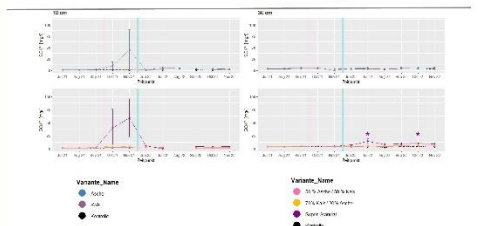


Abb. 3: Mittelwerte des Elementes Sulfat im zeitlichen Verlauf der kurzen (K, orange) und der langen (L, lila) Saugkerzen auf der Variantenwäldchenfläche vor und nach der Ausbringung (Ausbringungszeitpunkt roter Strich) und vor und nach der Winterpauze (blauer Balken) mit Standardabweichung. Fehlende Punkte sind durch fehlendes Sickerwasser zu begründen. Sternchen (*) zeigen eine statistische Signifikanz beim Unterschied der Elementgehalte zwischen der kurzen (K, orange) und der langen (L, lila) Saugkerze. Kreisstrichen stellen signifikante Unterschiede zwischen den Zeitpunkten der kurzen Saugkerzen dar, Großbuchstaben bei denen der langen Saugkerzen.

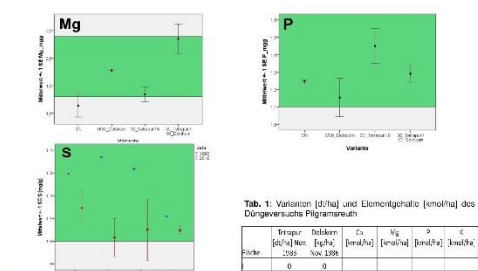


Abb. 4: Auswertung Döngerversuch Pilgrimsreuth. Ernährung Buchen-Unterbau Sommer 2015 – 30 Jahre nach der Ausbringung. Dargestellt sind die Elemente Mg und P 30 Jahre nach der Ausbringung sowie S vor und nach der Ausbringung für die vier Varianten mit den ernährungkundlichen Grenzwerten (grüner Bereich) für junge Buchen nach Göttlein (2013).

Tab. 1: Varianten (d/h/a) und Elementgehalte [mol/mol] des Döngerversuchs Pilgrimsreuth

Fläche	Intensiv	Reduziert	Ca	Mg	P	S
	[mol/mol]	[mol/mol]	[mol/mol]	[mol/mol]	[mol/mol]	[mol/mol]
0	0	0	0	0	0	0
a	0	30	18,2	10,7	2,5	3,6
b	20	0	18,2	7,4	2,5	3,6
ba	30	30	36,7	18,1	2,5	3,6

Das Granulat

- Dem Granulat wurde neben Dolomit und Holzasche noch P, S und K hinzugefügt
- Das Ziel ist die vollständige Kompensation einer Endnutzung
- Um eine langfristige Lösung der Nährelemente zu gewähren, wurden in einem Beregnungsversuch unterschiedliche Granulierkomponenten getestet
 - Ligninsulfonat
 - CaO
 - Kaliwasserglas
 - Wachse (DeDuster60 und 99a)
 - Paraffin
 - Anhydrit
 - Zement in unterschiedlichen Abstufungen (0,5%, 1,5%, 3%, 5%)
- Vielversprechendste Komponente war bis jetzt Zement (3%) (Abb.2)

Der Versuch

- Ausbringung ausgewählter Varianten im Herbst 2021 (Abb.3) im Bayerischen Wald
- Kontrolle des Sickerwassers über Saugkerzen in 10 cm- und 30 cm-Tiefe
- Die Änderung der Kationenaustauschkapazität soll 2024 ermittelt werden
- Ernährungszustand des Unterbaus soll weiteren Indikator zur Düngewirkung liefern

Die Indikator-Buche

Döngerversuch in Pilgrimsreuth als „Vorbild“ der Indikator-Buchen (Abb.4)

- Applikation unterschiedlicher Dönger (Tab.1)
- Buchen im Unterbau als Indikator der Döngeraufnahme
- Effekt auch noch nach 30 Jahren messbar
- Antagonismus-Effekte erkennbar
- Schwefel nicht Teil der Döngervarianten, aber sichtbare Verschlechterung des ernährungkundlichen Zustandes innerhalb der 30 Jahre

Fazit

- Junge Buchen guter Indikator des Ernährungszustandes, weshalb auch auf den Versuchsflächen im Bayerischen Wald Buchen gepflanzt wurden
- P, S und K müssen Bestandteil einer „Kalkung“ sein
- Gips als mögliche Granulierkomponente, Zement aber auch „nur“ gebrannter Kalk



Fachgebiet
Waldernährung
und
Wasserhaushalt



Technische Universität
München



Forschungszentrum für Nachhaltige
Forstwirtschaft



Forschungszentrum für Nachhaltige
Forstwirtschaft

Literatur:
Ettl R., Weis W. & Göttlein A. (2007): Holz verkohlt, Asche trocknet: Entwicklung des Energieholzverbrauches und des Ascheauskommens in Bayern sowie Konsequenzen für die stoffliche Nachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung. AFZ-Der Wald, Heft 2, S. 74-77.
Rofkopt, M., Göttlein, A. (2021): Baumverluste im Bayerischen Wald – Einfluss von Geologie und Kalkung. AFZ-Der Wald, Heft 6, S. 24-27.
Göttlein (2013) AFZ 186, 110-116



Entwicklung eines biologischen Bekämpfungskonzepts gegen den Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) durch Überschwemmung gefährdeter Bestände mit der Erzwespe *Trichogramma dendrolimi* (Mats.)

Katharina Burkardt¹, Andreas Rommerskirchen¹, Rainer Hurling¹, Britta Wüstefeld¹, Verena Heine², Elisa Beitzen-Heineke², Martin Rohde¹

¹Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, ²BIOCARE Gesellschaft für biologische Schutzmittel mbH

D. pini – ein wiederkehrendes Risiko für Kiefernwälder

Die Kiefer wächst bei hoher Toleranz und großer Genügsamkeit gegenüber Trockenheit und kargen Standorten noch dort, wo andere Baumarten versagen. Eine ernsthafte Bedrohung stellen allerdings vorwiegend auf grundwasserfernen Standorten Gradationen des Kiefernspinners dar. Immer wieder kommt es durch Nadelfraß der Raupen zu schwersten Schäden, die sich oft über viele 1000 Hektar erstrecken. Um Verluste von Waldleistungen zu minimieren, müssen fallweise Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Doch erschweren zunehmende Anwendungsbeschränkungen und eine sinkende Akzeptanz den Einsatz dieser Mittel immer stärker.



Ein natürlicher Feind des Kiefernspinners ist die Erzwespe *Trichogramma dendrolimi*

Mit einer Überschwemmungsmethode soll der züchtbare Eiparasitoid *T. dendrolimi* per Helikopterapplikation gezielt in befallenen Beständen ausgebracht werden, um überhöhte Dichten des Kiefernspinners unter eine bestandesgefährdende Schadschwelle abzusenken. Wichtige Erkenntnisse wurden dazu in dem von der FNR bis Mitte 2022 geförderten Projekt „BiDenT“ (FKZ: 22018917) mit dem Projektpartner BIOCARE GmbH für biologische Schutzmittel bereits gewonnen. Vor allem:

- der Nachweis der Wirksamkeit von *T. dendrolimi* gegen den Kiefernspinner und die Bestimmung wichtiger Rahmenbedingungen für erfolgreiche Parasitierungen
- die Umsetzung auch der massenweisen Zucht von *T. dendrolimi*
- die Verträglichkeit von Flüssigformulierungen für den Parasitoiden
- Anpassungen der Spritzgerätetechnik an lebende Organismen



Freilandversuch mit Applikation von *T. dendrolimi* parasitierten *Sitotroga cerealella*-Eiern in Spritzflüssigkeit über Versuchskiefern.

Durchschnittlich schlüpfen aus einem parasitierten Kiefernspinner-Ei 30 Erzwespen. Die höchste beobachtete Anzahl waren 189 Erzwespen pro Kiefernspinner-Ei!



Weitere Entwicklungen notwendig!

Erforderliche Optimierungen der massenhaften Ausbringung von *T. dendrolimi* sollen in einem Folgevorhaben vorgenommen werden. So bedürfen bestehende Monitoringverfahren diverser Anpassungen, um für das biologische Bekämpfungsmittel effiziente Produktions- und Ausbringungsabläufe sicherzustellen. Außerdem muss durch die besondere Zusammensetzung des Spritzmittels erreicht werden, dass die Parasitoiden gleichmäßig über den Bestand verteilt werden.

Die Entwicklung biologischer Verfahren erweist sich als anspruchsvoll, bietet aber bei guter Erfolgsaussicht die Chance der Übertragbarkeit auf andere Schädlinge.

¹katharina.burkardt@nw-fva.de

Literaturangaben: Weckwerth 1952, Schwenke 1978, Schwerdtfeger 1981, Majunke et al. 1999, Möller 2018



Einbringung von Pionierpflanzen als Zwischenschritt zur Wiederbewaldung von Katastrophenflächen

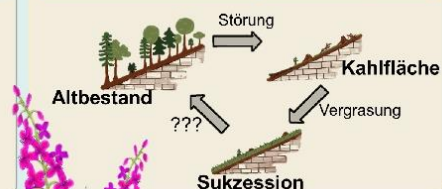
Anne Meinhold, Roman Laniewski, Axel Göttlein

Fachgebiet Waldernährung und Wasserhaushalt, Technische Universität München

Überblick

- **Schadflächen** von teils erheblichem Ausmaß als Folge von Kalamitäten
- **Verändertes Mikroklima** durch große Freiflächen
- **Rasche Vergrasung** als Problem auf diesen Flächen
- **krautigen Pflanzen und Gehölzen mit Pioniercharakter** zur Schaffung waldähnlicher Strukturen, Funktion als **Vorwald**
- **Saatdrohnen** als effizientes Mittel zur schnellen, flächigen Ausbringung

Flächendynamik



Methoden

Pflanzenauswahl

Kriterien zur Auswahl:

- Ökologischer Strategietyp nach Grimes
- Zeigerwerte nach Ellenberg
- Lebensdauer
- Auswahl: Waldweidenröschen, Birke, Vogelbeere, roter Holunder

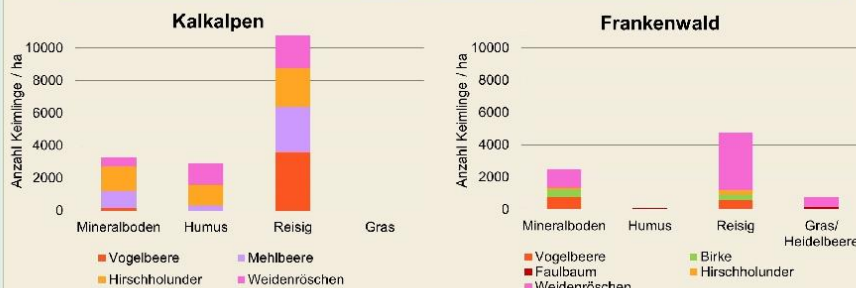
Drohrensaat

- Schnelle Ausbringung
- Erhöhte Arbeitssicherheit
- Pioniervoranbau; Saat über noch stehenden Beständen
- Vorteile von Saat: naturnah, bessere Wurzelentwicklung, kein Pflanzschock

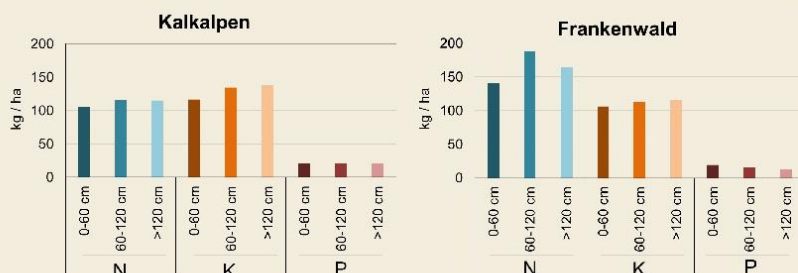
Nährstoffsicherung

- Nährstoffverluste auf Kahlflächen durch Auswaschung und Erosion
- Verluste können durch Pionierv egetation verringert werden

Ergebnisse



Keimerfolg ausgebrachter Samen bei verschiedener Bodenbedeckung, dargestellt als Hochrechnung pro Hektar



Nährelementgehalte von Weidenröschen in kg je Hektar bei angenommenem flächigem Auflaufen (1 kg/ m² (atro))

Fazit

Wichtigste Aufgaben:

- Nährstoffverluste verhindern
- Bodenerosion verhindern
- Schnellstmöglich waldähnliche Bedingungen schaffen



Herausforderungen

- Trockene Frühjahrjahre mindern den Keimerfolg
- Frühjahrssaaten/-pflanzungen werden immer schwieriger
- Teilweise kurze Handlungszeiträume

Entwicklung eines Hydrogels auf Basis von Holzfasern

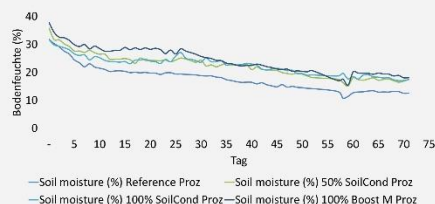
universität freiburg



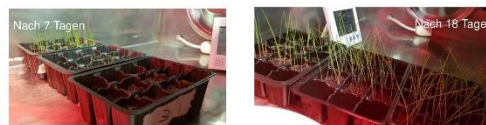
Gwendolin Hartmann, Benjamin Engler, Thomas Purfürst
 Universität Freiburg – Professur für Forstliche Verfahrenstechnik
 Kontakt: gwendolin.hartmann@foresting.uni-freiburg.de; benjamin.engler@foresting.uni-freiburg.de

Innerhalb des EU-Projektes "ONEforest" wird ein auf Holzfasern und Verdickungsmitteln aus der Lebensmittelindustrie (Xanthan oder Gelatine) basierendes Hydrogel entwickelt, um kommerzielle polyacrylat-basierte (Mikroplastik) Hydrogele zu vermeiden. Hierbei wird eine Anwendung vor allem in zwei Bereichen fokussiert: (i) als Bodenverbesserer, um die Wasserspeicherkapazität im Boden zu erhöhen (Scond), und (ii) als Oberbodenschutz, um die Verdunstung von Wasser und Begleitvegetation rund um den jungen Bäumen zu reduzieren. Es wird aber auch eine Anwendung im Bereich Erosionsschutz an Hanglagen oder das Tauchen von wurzelnackten Pflanzen als Verdunstungsschutz in Betracht gezogen.

Bodenfeuchte-Messungen unter Verwendung einer Holzfaser-Gelatine Mischung



Keimexperiment unter Verwendung einer Holzfaser-Xanthan Mischung



Gleiche Anzahl an Grassamen in jedem Topf und gleicher täglicher Wasserzufuhr unter kontrollierten Bedingungen (Temperatur, Licht, Feuchtigkeit)



Pflanzversuche in Jessen, (Germany)

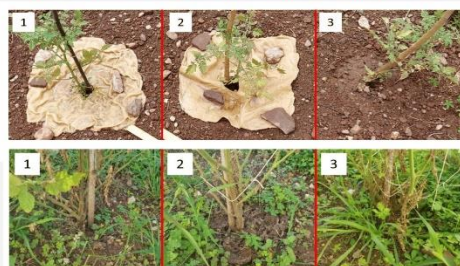
Acht Hydrogel-Varianten wurden an Rot-Eiche getestet (à 30 Pflanzen):

- Referenz
- Zugabe von 1 l Hydrogel mit Gelatine (SCond)
- Zugabe von 2 l Hydrogel mit Gelatine (SCond)
- Aufbringen von 2 l Hydrogel mit Gelatine (TSC)
- Kombination aus (ii) und (iii)
- Zugabe von 1 l Hydrogel mit Xanthan (SCond)
- Zugabe von 2 l Hydrogel mit Xanthan (SCond)
- Zugabe von 2 l BeGrow – Boost M (kommerzielles Produkt)

Variante	Durchschnittl. Höhenzuwachs [cm]	Standard-abweichung [cm]	Ausfallrate [%]
i	5,33	10,62	12
ii	0,43	2,70	47
iii	2,07	8,13	80
iv	6,27	7,26	13
v	2,03	4,28	100
vi	2,97	5,28	3
vii	3,73	12,36	27
viii	5,87	13,37	20



Pflanzversuche in Trento (Italien) mit Tomatenpflanzen



Virueller Vergleich von TSC (oben) nach 6 Tagen und (unten) nach 80 Tagen. (1) nicht crosslinked TSC, (2) crosslinked TSC, und (3) ohne TSC.



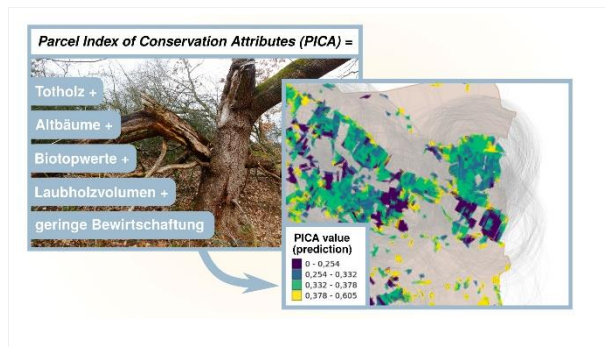
Vergleichsbilder der Tomatenpflanzen mit TSC: (links) nach 60 Tagen und (rechts) nach 80 Tagen. (1) nicht crosslinked TSC, (2) crosslinked TSC, und (3) ohne TSC.

Der Parcel Index of Conservation Attributes (PICA) zur Bewertung und Vorhersage von Biodiversitäts-Hotspots im Kleinprivatwald

Peter Hansen^{1,2}, Malin Tiebel³, Tobias Plieninger³, Andreas Mölder¹

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldnaturschutz, Göttingen, Deutschland; ² Universität Göttingen, Abteilung Waldnaturschutz, Göttingen, Deutschland; ³ Universität Göttingen, Fachgebiet Sozial-ökologische Interaktionen in Agrarsystemen, Göttingen, Deutschland

Viele seltene und gefährdete Waldarten sind angewiesen auf sich langsam entwickelnde Strukturen wie Alt- und Habitatbäume, starkes Totholz oder spezielle Biotoptypen, sowie auf zurückhaltende oder unterbleibende Waldbewirtschaftung. Dem Kleinprivatwald als einer bedeutenden Waldbesitzart in Deutschland und Europa kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Er bietet nicht nur eine große Vielfalt, was Waldstruktur und seltene Biotope angeht, hinter jeder Waldparzelle stehen auch Besitzende, die mit ihren ganz unterschiedlichen Einstellungen und Motivationen eine diverse und kleinteilige Landnutzung mitgestalten. Wir stellen den Parcel Index of Conservation Attributes (PICA) vor, um den Wert einer individuellen Kleinprivatwald-Parzelle für den Erhalt naturschutzfachlich bedeutender Bestandesstrukturen zu quantifizieren. Der PICA berechnet sich aus waldstrukturellen Komponenten wie dem lebenden Laubholzvolumen, der Menge an Laubtotholz und der Bewirtschaftungsintensität. Weitere Komponenten sind Biotopwerte nach Bundeskompensationsverordnung sowie die Zahl der Altbäume mit starken Durchmessern. Um die Praxistauglichkeit des PICA zu erhöhen, wurde überprüft, inwieweit auf Landschaftsebene für einzelne Waldparzellen konkrete Indexwerte vorhergesagt werden können. Als Prädiktoren fanden offen zugängliche geografische Daten Verwendung. Basierend auf einer Felderhebung in 129 Kleinprivatwald-Parzellen im Niedersächsischen Bergland wurde dafür ein Modell parametrisiert, das den PICA-Wert jeder beliebigen Parzelle aus leicht verfügbaren Landschaftsparametern wie Landnutzungsart, Parzellengeometrie und Bewaldungskontinuität vorhersagen kann. Die Vorhersagekraft des Modells wurde quantifiziert, und schließlich diente es zur Erstellung einer Karte von potenziellen Hotspots der Biodiversität, die zehntausende Kleinprivatwald-Parzellen im Niedersächsischen Bergland umfasst.



Parcel Index of Conservation Attributes (PICA):

Berechnung und Vorhersage

Der Parcel Index of Conservation Attributes (PICA) wird aus fünf Komponenten berechnet und stellt ein Maß dar, das den Wert einer individuellen Kleinprivatwald-Parzelle für den Erhalt naturschutzfachlich bedeutender Bestandesstrukturen quantifiziert. Mit Hilfe von leicht verfügbaren Landschaftsparametern lässt sich eine Vorhersage von PICA-Werten für beliebige Kleinprivatwald-Parzellen erstellen.

Referenzen

- [1] Hansen, P. et al. (2023) 'Owner attitudes and landscape parameters drive stand structure and valuable habitats in small-scale private forests of Lower Saxony (Germany)', *Eur J For Res* (accepted for publication). To be available at: <https://doi.org/10.1007/s10342-023-01571-y>
- [2] Kozák, D. et al. (2023) 'Importance of conserving large and old trees to continuity of tree-related microhabitats', *Conserv Biol* 25, pp. 712–726. Available at: <https://doi.org/10.1111/cobi.14066>
- [3] Schneider, H. et al. (2023) 'Wie kann Naturnähe von Wäldern bewertet werden?', *Nat Landsch* 98(02), pp. 49–57. Available at: <https://doi.org/10.19217/NuL2023-02-01>
- [4] Storch, F. et al. (2023) 'Linking structure and species richness to support forest biodiversity monitoring at large scales', *Ann For Sci* 80(1), p. 3. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13595-022-01169-1>
- [5] Tiebel, M. et al. (2022) 'Conservation perspectives of small-scale private forest owners in Europe: A systematic review', *Ambio* 51(4), pp. 836–848. Available at: <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01615-w>



Simulation der Wiederbewaldungsdynamik gestörter Fichtenflächen unter dem Einfluss verschiedener Bewirtschaftungsmaßnahmen

- Ausblick auf ein Teilvorhaben des Projekts ResEt-Fi

Xinying Zhou, Martin Zwanzig

Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik, Technische Universität Dresden, Dresden, Deutschland
xinying.zhou@tu-dresden.de, martin.zwanzig@tu-dresden.de



Wird denn wirklich alles so mühelos und glatt verlaufen? Nein! Angefangen bei Untersuchungsdesign, über Simulationen, bis hin zum Austausch von Forschungsergebnissen mit Forstpraktikern und Interessenvertretern, und schließlich die große Wiederbewaldung – wir stehen vor unzähligen Herausforderungen.

Abb. 1

Herausforderung 1 Daten

Das Ökosystem des Waldes ist äußerst komplex. Um seine Wiederbewaldungsdynamik zu verstehen, ist die Sammlung interdisziplinärer Daten erforderlich, die verschiedene zeitliche und räumliche Auflösungen abdecken.

Als Teilprojekt für Modellierung innerhalb von **ResEt-Fi** (Wegbereiter Wiederbewaldung: Regionales Flächenmanagement zur Entwicklung multifunktionaler Wälder auf gestörten Fichtenflächen), haben wir Zugang zu umfangreicher Datenunterstützung aus anderen Teilprojekten, darunter historische Bestandsaufnahmen, Fernerkundung, Bodeneigenschaften, Vegetation, Fauna, Pilze und Regeneration.

Zudem haben die Fichtenwälder in Mitteleuropa eine lange Forschungsgeschichte, und wir können auch auf empirische Daten aus früheren Literatur und Studien zurückgreifen.



Weitere Informationen über das Projekt finden Sie auf der ResEt-Fi-Website und auf einem anderen Poster:



Herausforderung 2 Modellierung

Wir setzen auf die zuverlässige Open-Source-Modellierungssoftware **iLand**, die ein auf Individuen basiertes Modell für Walddynamiken und Störungen ist. Sie wurde entwickelt, um dynamische Rückkopplungen zwischen Klima, Vegetation, Bewirtschaftung und Störungen zu simulieren¹.

Wir beginnen mit pattern-oriented modeling (POM)², um das Modell anhand von Mustern auf mehreren Skalen zu kalibrieren. Anschließend wird ein spin-up verwendet, um intern konsistente anfängliche Simulationsbedingungen festzulegen³. Abschließend integrieren wir verschiedene Maßnahmen für das Management von Totholz, die über Management-Untermodule simuliert werden, um deren Effekt auf die Wiederbewaldungsdynamik zu untersuchen. Dabei werden auch verschiedene Klimaszenarien berücksichtigt.

¹ Seidl, R., Kammer, W., Scheller, R. M., & Spies, T. A. (2012). An individual-based process model to simulate landscape-scale forest ecosystem dynamics. *Ecological Modelling*, 231, 87–100.
² Grimm, V., Revilla, E., Berger, U., Jeltsch, F., Mooij, W. M., Railsback, S. F., ... & DeAngelis, D. L. (2005). Pattern-oriented modeling of agent-based complex systems: lessons from ecology. *Science*, 310(5790), 987–992.
³ Zhou, X., Kammer, W., Gardemann, R., & Seidl, R. (2018). Impacts of past land use have a stronger effect on forest carbon exchange than future climate change in a temperate forest landscape. *Biogeosciences*, 15(18), 5699–5713.

Herausforderung 3 Prognosen erstellen



Abb. 3

Unsere Studie wird auf geografisch verteilten Untersuchungsflächen durchgeführt, was bedeutet, dass unsere Ergebnisse die Auswirkungen verschiedener Maßnahmen im Totholzmanagement unter spezifischen Bedingungen widerspiegeln.

Wir müssen die Ergebnisse auf verschiedene Bedingungen übertragen und durch Simulation verlässliche Langzeitprognosen erstellen. Doch komplexe ökologische Dynamiken, Variabilität, sensible Annahmen und unvorhersehbare Ereignisse beeinflussen die Zuverlässigkeit unserer Vorhersagen.

Herausforderung 4 Bewertung der Simulation

Der Lebenszyklus von Bäumen erstreckt sich über einen so langen Zeitraum, dass niemand die gesamte Dauer der Langzeitsimulation direkt erleben kann, um die Genauigkeit der Ergebnisse zu überprüfen. Wie kann die Objektivität der Bewertung von Simulationen und Vorhersagen zuverlässig sichergestellt werden?

Dafür werden wir statistische Methoden verwenden, um die Differenzen zwischen den Modellausgaben und den Beobachtungsdaten zu analysieren. Weiterhin führen wir Sensitivitätsanalysen und Unsicherheitsschätzungen durch. Sofern möglich, werden wir auch die Konsistenz der Vorhersagen verschiedener Modelle überprüfen.

Abbildungen: Abb. 1: Ideelle Geschichte. Die Symbole in der Abbildung stammen vom Bildarchiv; Abb. 2: Das Logo von iLand; <https://land-modell.org/bilderarchiv/>; Abb. 3: Karte des Untersuchungsgebietes, bereitgestellt von BfN-D 6.





Calculating the amount of deadwood in slash piles with a portable personal laser scanner

Ramazan Bülbül(1), Prof. Dr. Jan-Peter Mund(1), Prof. Dr. Jens Schröder(1,2)

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (1), Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde (2)

Idea

Modern portable laser technology can contribute to adaptive forest management strategies, particularly in measuring slash piles for better understanding tree regeneration processes after disasters such as forest fires.

Objectives

This research aims 1) to find the most suitable method to measure the amount of deadwood accumulated in slash piles after a forest fire and 2) to automate the workflow for further replications in the future.

Methodological approach

The 3D point clouds captures served as data sources. They were captured in the field (see Figure 1 below) using a portable laser scanner with centimeter accuracy with Light Detection and Ranging technology and SLAM algorithm.

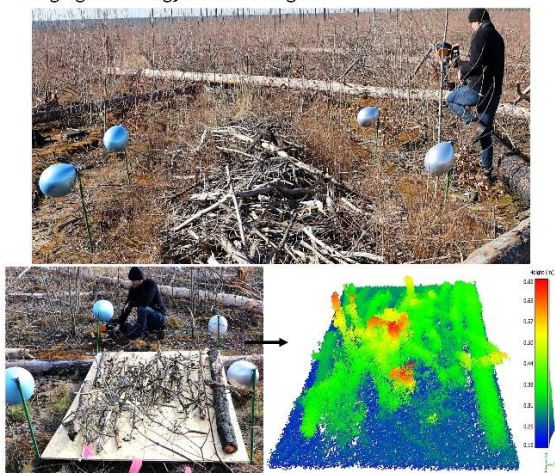


Figure 1: Top: Scanning slash pile samples in the field. Down left: Extracting deadwood pieces from slash piles to standardised scanning on OSB flat ground. Down right: Point cloud of extracted deadwood on OSB ground.

Two different volume calculation methods were applied:

Poisson Surface Reconstruction [1] which provides a global solution for all data, uniformly or non-uniformly sampled points. The resulting model mesh encloses the surface of the object from all angles. The object's volume is calculated by integrating geometric objects into this enclosed space [2].

Volume Calculation 2.5 which is a grid-based volume calculation [3] that projects one or two clouds in a 2D grid. It is the volume of the enclosed body formed by the verticals projected down from the horizontal boundaries of the point cloud when viewed from above.

Contact details:

Ramazan.buelbuel@hnee.de

Jan-Peter.Mund@hnee.de

Jens.Schroeder@LFB.Brandenburg.de

Results

The 3D and 2.5D volume calculation methods were compared with reference data from point cloud captures.

adjusted R2: 0.9479
p-value: 0.0006616

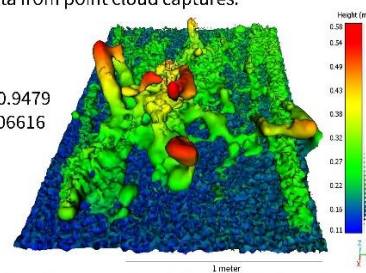


Figure 2: Poisson Surface Reconstruction of extracted deadwood.

adjusted R2: 0.478
p-value: 0.0775

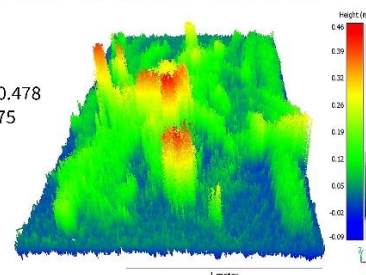


Figure 3: Volume Calculation 2.5 of extracted deadwood.

Both methods analyzed tend to overestimate the amount of deadwood. Linear functions obtained from the samples (adjusted R2: 0.9479, p-value: 0.0006616 and adjusted R2: 0.478, p-value: 0.0775 for 3D and 2.5D, respectively) show that the modelling of deadwood pieces, whose porosity and thin organic materials mask voids, could be replicated in the model using 3D. The Poisson Surface Reconstruction was found to show a significant improvement over the Volume Calculation 2.5.

Conclusion

Both methods tested proved to be practical tools for quantifiable volume estimation. They were superior to traditional manual counting of deadwood, which was used as baseline for this study.

The applied recent LIDAR technology combined with SLAM algorithm and 2.5 or 3D volumetric surface models can support more detailed empirical deadwood quantifications and volume estimations in forest ecology.

The workflows developed can be helpful for various research interests, such as regional carbon flow studies, tree structural loss, deadwood decay dynamics.

Sources (selected):

- [1] Kazhdan, M., Bolitho, M., & Hoppe, H. (2006). DOI: 10.2312/SGP/SGP06/061-070
- [2] Wang, R., Peethambaran, J., & Chen, D. (2018). DOI: 10.1109/USTARS.2017.2781132
- [3] Stroner, M., Kfemen, T., Braun, J., Urban, R., Blistan, P., & Kovanič, L. (2019).

Charakterisierung der genetischen Basis und der Metabolomprofile für Wuchsleistung und Trockenstresstoleranz bei Roteiche

Hieu Cao¹, Ilka N. Abreu², Amélie A. Kelly², Jonathan Kormann⁴, Giang Vu¹, Kirstin Feußner^{2,3},
Mirko Liesebach⁴, Ivo Feußner^{2,3}, Oliver Gailing¹



¹Georg-August Universität Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie, Abteilung Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Büsengweg 2, 37077 Göttingen

²Georg-August-Universität Göttingen, Fakultät für Biologie und Psychologie, Abteilung Biochemie der Pflanze, Justus-von-Liebig-Weg 11, 37077 Göttingen

³Georg-August-Universität Göttingen, Serviceeinheit für Metabolomics und Lipidomics, Göttinger Zentrum für Molekulare Biowissenschaften (GZMB), Justus-von-Liebig-Weg 11, 37077 Göttingen

⁴Thünen Institut für Forstgenetik, Slesker Landstr. 2, 22927 Großhansdorf

Einleitung

Die Roteiche (*Quercus rubra* L.), eine in Nordamerika heimische Forstbaumart, ist aufgrund ihrer Biege- und Druckfestigkeit sowie ihrer Resistenz gegenüber abiotischen und biotischen Schadeinflüssen eine wichtige Baumart für die nachhaltige Waldwirtschaft in Deutschland im Kontext des Klimawandels.

Zielsetzung

Im Verbundprojekt **RubraSelect** werden die Grundlagen zur Bereitstellung von hochwertigem und „klimafitem“ forstlichem Vermehrungsgut der Roteiche für das ganze Bundesgebiet erarbeitet. Ziel des Projektes ist es, mit Hilfe der genomweiten Assoziationskartierung die genetische Basis der Wachstumsseigenschaften der Roteiche sowie ihre Trockenstresstoleranz zu untersuchen.

Trockenstressexperimente: Set-up

Im Zeitraum von 2021-2023 wurden in einem Gewächshausversuch jeweils 521 Sämlinge von 11 deutschen Herkünften aus unterschiedlichen Regionen (Abbildung 1) unter kontrolliertem Trockenstress und weiter 520 Sämlinge aus Einzelbaum-Nachkommenschaften unter Kontroll-Bedingungen angezogen und mehrfach beprobt (Abbildung 2).

Vorläufige Ergebnisse

Die Messparameter waren Stomatadichte, Photosynthese (PS-II) Effizienz, stomatare Leitfähigkeit, Sämlingswachstum, Chlorophyllgehalt, $\delta^{13}\text{C}$ -Diskriminierung (Wassernutzungseffizienz), Blatt- und Wurzelmorphologie. Damit können umfassende Aussagen hinsichtlich Wuchsleistung, Trockenstresstoleranz (Abbildung 3) und Klimaanpassung dieser in Deutschland etablierten Roteichen-Herkünfte getroffen werden (Abbildung 4, 5).

Ausblick

Ungerichtete Metabolom- und Transkriptom-Analysen werden durchgeführt, um Metaboliten und Transkripte als Marker für Trockenstresstoleranz und Anpassung zu identifizieren (Abbildung 6). Die signifikant mit der Merkmalsvariation assoziierten Gene werden bei 576 ausgewählten Altbäumen auf drei Flächen eines 1989 angelegten Herkunftsversuchs und bei ausgewählten 100 Plusbäumen aus ganz Deutschland überprüft (Abbildung 7).

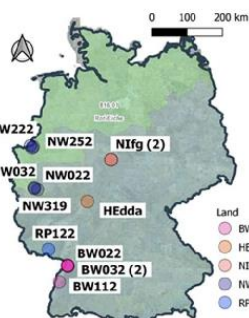


Abbildung 1: Geografische Lage der in Sämlingsversuch genutzten deutschen Herkünfte

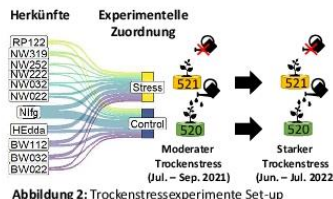


Abbildung 2: Trockenstressexperimente Set-up



Abbildung 3: Klassifizierung der Trockenstress-Symptome von Roteichen-Sämlingen nach gravierendem Trockenstress (Juni-Juli 2022)



Abbildung 4: Identifizierung kontrastierender Herkünfte in Bezug auf Trockenstress-Toleranz

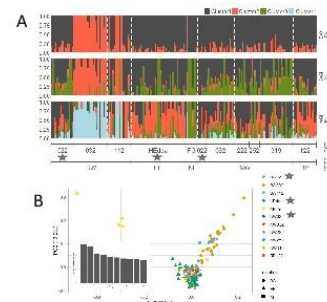


Abbildung 5: Analyse der Populationsstruktur und Verwandtschaft zwischen Individuen aus deutschen Herkünften durch genetischen mixture und admixture Analysen (A) und Hauptkomponentenanalysen (B) von SNP-Daten

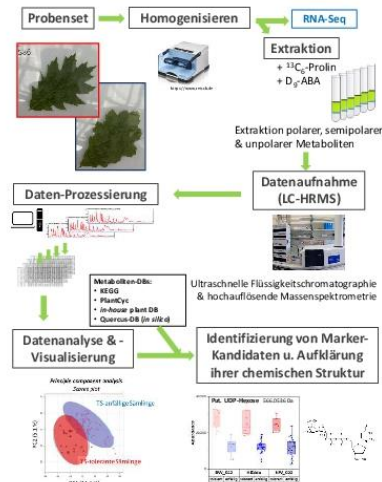
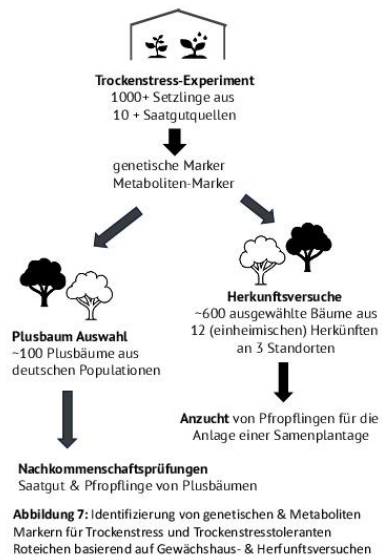


Abbildung 6: Workflow der ungerichteten Metabolom-Analyse für Roteiche



Danksagung Wir danken Frau Pia Meyer, Frau Gudrun Diederich, Frau Alexandra Dolynska, Herr Daniel Teklemariam, Frau Karuna Shrestha, Frau Inge Kornrumpf, Herr Gerold Dinkel, Frau Emily Langhardt, Herr Patrick Wiedwald, Frau Annika Mergardt für Ihre hervorragende technische Unterstützung. Der Verbundprojekt „RubraSelect“ wurden über den Waldklimafonds vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft gefördert (Förderkennzeichen: 2220WK03A4).

DOUGLAS-FIR AND SILVER FIR ADMIXTURES WITH BEECH: Neighbourhood effects under drought



Isabelle Lanzrein¹, Dominik Seidel², Peter Annighöfer¹

¹Professorship of Forest and Agroforest Systems, Technical University of Munich, Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 2, D-85354 Freising, Germany

²Spatial Structures and Digitization of Forests, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, University of Göttingen, Büsgenweg 1, D-37077 Göttingen, Germany

BACKGROUND

- Droughts in 2018/19 increased Norway spruce and beech mortality in northern Bavaria.
- Mixed forests are being promoted to increase resilience and reduce vulnerability.
- Conifer species are being considered as highly productive species, including Douglas-fir and Silver fir

STUDY AREA

- Managed forests in Spessart region in northwestern Bavaria, Germany
- Affected by recent droughts in 2018/19
- Main tree species: European beech, Norway spruce, Sessile oak, European oak, Scots pine
- Cultivation of Douglas fir since the 1960s

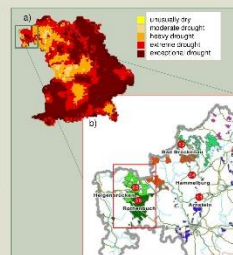


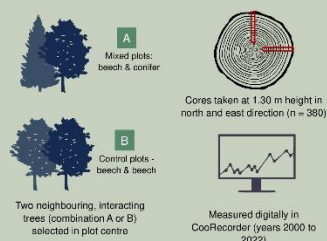
Fig. 1: Map of the study area with a) September 2018 drought levels in Bavaria from Heriholtz Dürremonitor and b) chosen BaySF forest areas

AIM

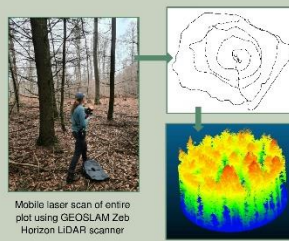
To compare the growth and stress response of European beech in direct neighbourhood with Douglas-fir and Silver fir and European beech in monoculture to the drought event 2018-2020.

METHODS

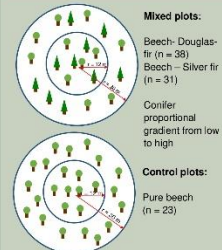
GROWTH RESPONSE: TREE CORING



STRUCTURE: MOBILE LASER SCANNING



PLOT DESIGN



PRELIMINARY RESULTS

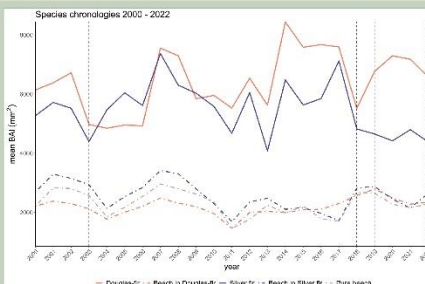


Fig. 2: Mean yearly basal area increment of target trees since 2000 in mixture and pure beech. Vertical lines highlight drought years according to LWF Brook90 model at the study area

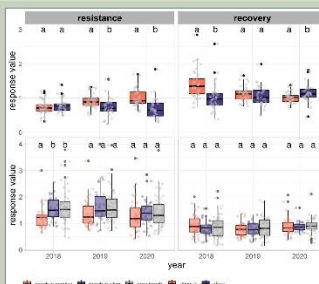


Fig. 3: Resistance and recovery of target trees after Lioret et al. 2011. Pre drought (2016-2017) and post drought (2021) reference period kept constant to account for drought period 2018-2020. Letters show significance results from ANOVA test.

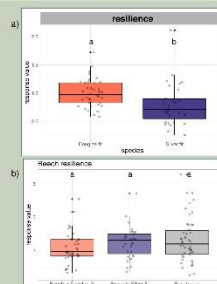


Fig. 4: Resilience of target trees for drought years 2018, 2019 and 2020 after Lioret et al. 2011, where a) is resilience for conifers and b) resilience for beech. Letters show significance results from ANOVA test.

- Total growth of conifers is higher in general
- Silver fir does not reach pre-drought level as quickly as Douglas-fir
- Growth trend of beech in mixture and monoculture becomes similar after 2018
- Beech appears to have a delayed reaction to drought events by 1-2 years

- Douglas-fir was more resistant to drought years 2019 and 2020 than Silver fir
- Douglas-fir had a quicker recovery in 2018 than Silver fir, which had a quicker recovery after in 2020
- Douglas-fir more resilient to droughts in 2018-2020 than Silver fir
- Initial analysis does not indicate that beech benefits from Douglas-fir or Silver fir neighbours

OUTLOOK

Further analysis into neighbourhood effects is needed...

- Comparison of tree morphologies
- Assessment of competition
- Analysis of stand structure
- Analysis of $\delta^{13}C$ isotope levels
- Biodiversity aspects



Fig. 5: Douglas-fir and beech mixture: individual trees from pointcloud

Sources:
 Dürre seit 2014 (monatlich) - Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung UFZ. Available at: <https://www.ufz.de/index.php?de=40900> (Accessed: 4 September 2022).
 Grossiord, C. (2020) Having the right neighbors: how tree species diversity modulates drought impacts on forests. *New Phytologist*, 228(1), pp. 42-49. Available at: <https://doi.org/10.1111/nph.15667>.
 Lioret, C. (2020) The Douglas fir in the German Spessart: a case study of a tree species' response to drought. *Wald-Wissen*, 30, pp. 12-21.
 Lioret, C., Kötter, E. G. and Salk, A. (2011) Components of tree resilience: effects of successive low growth episodes in old ponderosa pine forests. *Climate*, 12(12), pp. 1985-1992. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2011.01372.x>.
 Vah, V., Berger, U. and Bucher, J. (2017) Silver fir and Douglas fir are more resistant to extreme droughts than Norway spruce in south western Germany. *Global Change Biology*, 23(12), pp. 5108-5119. Available at: <https://doi.org/10.1111/gcb.13774>.
 Zang, C. et al. (2011) Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Abbildung der Trockenstress Anfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahresschichten. *Allgemeine Forst- und Jagdwissenschaft*, 125(5/6), pp. 98-112.

Acknowledgements:
 Data Provider:
 Bayerische Staatsforsten (BaySF)
 Bayerische Landesanstalt für Wald und Forsteinrichtung (LWF)
 Funding Agency:
 Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Carbon dynamics in a near-natural beech forest along a moisture gradient – the BENEATH project

Patrick Wordell-Dietrich¹, Lilli Zeh¹, Alexandra Koller², Alina Azekenova¹, Britt Kniesel³, Goddert von Oheimb², Karl-Heinz Feger¹, Stefan Julich⁴, Karsten Kalbitz¹

¹ TU Dresden, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt, Deutschland; ² TU Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, Tharandt, Deutschland; ³ TU Dresden, Institut für Forstbotanik und Forstzoologie, Tharandt, Deutschland; ⁴ Hochschule für nachhaltige Entwicklung, Landnutzung und Naturschutz, Eberswalde, Deutschland

The conservation and establishment of near-natural forests is seen as strategy against climate change. A reduced management intensity in these forests results in higher amounts of above- and belowground deadwood. In consequence, near-natural forests have a positive effect on total carbon (C) storage in comparison to managed forest. A development towards a drier climate may put these C stores at risk. Specifically, the interactions between available soil water, deadwood, living trees with their rooting systems, and soil C storage are poorly understood. The aim of the project is to understand how water balance and soil moisture control C dynamics in near-natural beech forest with a special focus on the role of deadwood.

A near-natural forest stand dominated by mature beech trees was selected in the Naturpark Dübener Heide, lowlands of NW Saxony. Along a slope within an end moraine landscape we defined a soil moisture gradient and established three sites (wet, fresh, more dry). In each site, we installed a monitoring system (in 2022) to determine the effects of changes in soil water availability on tree growth (above- and belowground), root turnover, soil respiration, dissolved organic matter and soil C. The monitoring system includes important parameters as sap flow, tree growth, soil water tension, soil moisture, soil temperature, throughfall, stemflow. Soil water will be sampled and analyzed regularly and soil respiration will be measured. With the obtained data from the moisture gradient, we will assess the effects of climate change-induced changes in the water balance on the C dynamics of a near-natural beech forest. In addition, we monitor soil moisture, soil temperature and sample soil water under deadwood in three different stages of decomposition. This procedure allows us to investigate the feedback of deadwood on soil organic matter and soil water dynamics and availability.



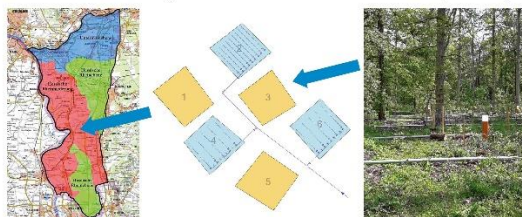
Experimentelle Waldbewässerung im Hessischen Ried während des Dürresommers 2022

Michael Köhler¹, Heiko Gerdes², Henning Meesenburg¹

¹Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Grätzelstraße 2, 37079 Göttingen, ²BGS Umwelt, An der Eschollmühle 28, 64297 Darmstadt

Hintergrund

- Extreme Waldschäden u. a. durch Grundwasserabsenkung
- Grundwasseraufspiegelung nur bedingt möglich bzw. erreicht kaum den Wurzelraum
- Notwendigkeit zum Erhalt und zur Revitalisierung von geschützten Waldgebieten des FFH Lebensraumtyps Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwälder (LRT 9160)

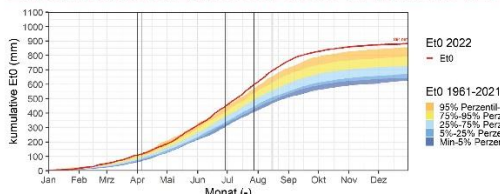


Lage des Stadtwalds Gernheim, Skizze des Versuchsaufbaus (Parzellen à 50x50 m) und Foto einer Bewässerungspartizelle

Vorhaben

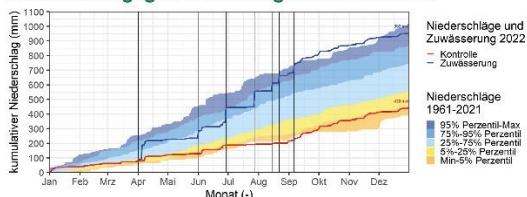
- Demonstrationsvorhaben **Situative Zuwässerung in Wäldern des Hessischen Rieds zur Sicherung und Wiederherstellung naturverträglich genutzter feuchter Eichen-Hainbuchen-Wälder (SiZuRi)**
- 110-jähriger Eichenbestand mit unterpflanzter Hainbuche im Stadtwald Gernheim (wechseltrocken, kalk-eutroph)
- Zopf- und Kronentrocknis, lückiger Bestand, Vergrasung
- Monitoring von Bestandeswasserhaushalt, Baumwachstum und Kronenzustand auf drei Zuwässerungspartizellen und drei Kontrollparzellen
- Regelmäßige Auffüllung der nFK durch Bewässerung mit gelochten Röhren seit 2021

Extrem heißes und trockenes Wetter im Sommer 2022



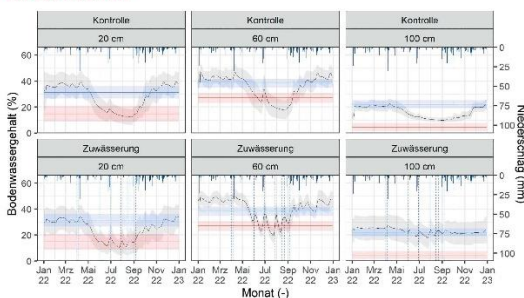
Perzentile der kumulativen täglichen Grasreferenzverdunstung (Daten aus Interpolation und Aggregation täglicher Daten umliegender Stationen des DWD von 1960-2021, Werte aus 2022 als rote Linie. Horizontale Linien markieren Zeitpunkte der Bewässerung.

Bewässerungsgaben von insgesamt ~ 500 mm



Perzentile der kumulativen täglichen Niederschläge (Daten aus Interpolation und Aggregation täglicher Daten umliegender Stationen des DWD von 1960-2021), gemessene kumulative Niederschläge in den Kontrollen (rote Linie) und Summe der gemessenen Niederschläge und der Bewässerungsmengen in den Zuwässerungspartizellen (blaue Linie). Horizontale Linien markieren Zeitpunkte der Bewässerung.

Bodenwasser



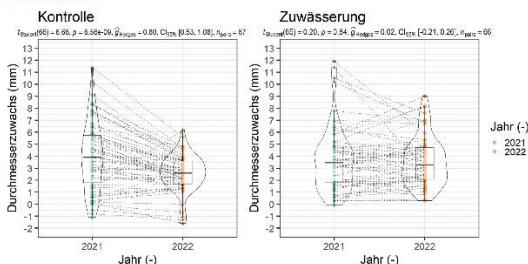
Mittelwerte und Standardabweichungen (graue Schattierung) der Bodenwassergehalte auf den Versuchsflächen gruppiert nach Bodentiefen (20, 60 und 100 cm) und Varianten (Kontrolle und Zuwässerung; n=6 pro Behandlung und Tiefe). Blaue Balken stellen die täglichen Niederschlagsmengen dar, gestrichelte blaue Linien die Zeitpunkte der Bewässerungen. Die aus den gemessenen Wasserspannungskurven ermittelten Werte für FK (blau) und PWP (rot) sowie deren Standardabweichungen wurden als horizontale Linien/Schattierungen dargestellt.

Belaubung



Fotos einer Kontroll- (links) und einer Zuwässerungspartizelle (rechts) aufgenommen entlang einer Rückegasse am 07.09.2022

Zuwachs



Durchmesserzuwachs von Bäumen (mm) der Jahre 2021 und 2022. Die Zuwächse gleicher Bäume in beiden Jahren sind mit gestrichelten Linien verbunden. Negative Zuwächse und sehr hohe positive Zuwächse, die möglicherweise aus Messfehlern resultieren, wurden im Datensatz belassen, um keine einseitige Verzerrung der Daten zu erzeugen.



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

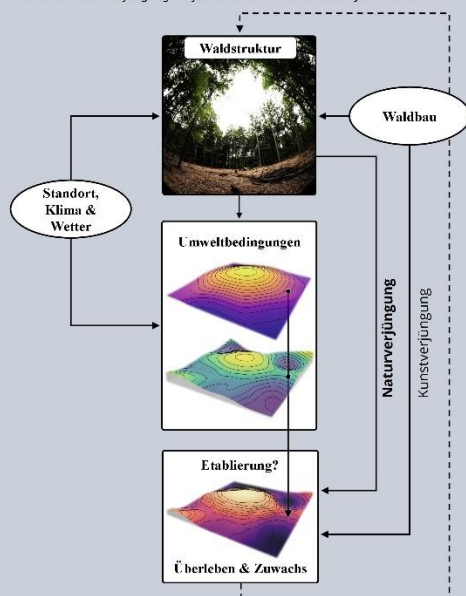
Bereich Bau und Umwelt – Fakultät Umweltwissenschaften – Fachrichtung Forstwissenschaften – Institut für Waldbau und Waldschutz – Professur für Waldbau

Naturverjüngungsdynamiken in Lücken unter Klimawandeleinfluss

Jan F. Wilkens^a, Sven Wagner^a

Einleitung und Methodik

- Kontext:** Die Anpassung von Wäldern mittels einer Veränderung oder Erweiterung des Baumartenportfolios ist erforderlich, um Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen in Zeiten des Klimawandels nachhaltig zu gewährleisten. Hierfür ist essentiell, Naturverjüngungsprozesse abzusichern und zu steuern. Effektive waldbauliche Steuerung erfordert ein umfassendes Verständnis der Verjüngungsökologie von Baumarten unter extremen Umweltbedingungen. Im Kontext häufiger, starker Dürren stellt besonders die Anfälligkeit früher Verjüngungsstadien für Trockenstress eine Herausforderung der Waldanpassung dar und wirft Fragen nach „klima-sicheren“ Verjüngungsverfahren auf. Da starke Eingriffe ein erhöhtes Risiko für den verbleibenden Bestand bedeuten, sind vorsichtige, z.B. lückenbasierter, waldbauliche Maßnahmen besonders relevant.
- Fragestellung:** Welche Umweltfaktoren sind für den artspezifischen Etablierungserfolg (Überleben und Zuwachs) relevant und inwiefern variieren diese Faktoren über verschiedene Bestandes-Strukturen (Lückengröße und -kompartimente)? Welche Schlussfolgerungen lassen sich für die Ausgestaltung waldbaulicher Verjüngungsverfahren unter Klimawandeleinfluss ziehen?



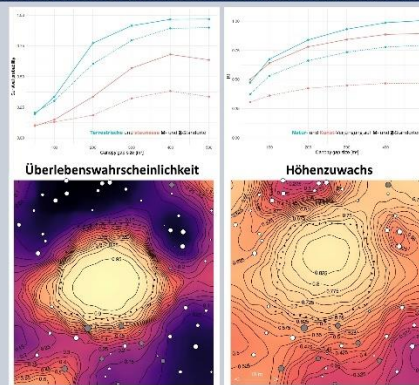
- Methodik:** In Buchen- und Eichen-(Misch-)Beständen der Rostocker Heide wurden jährlich (2017-2019) Vollaufnahmen der Naturverjüngung in 24 experimentellen Lochhieben von bis zu 600 m² Größe vollzogen. Die Verfügbarkeit von Licht, Wasser und Nährstoffen wurde räumlich hoch aufgelöst mittels hemisphärischer Fotografie, der modellierten Verteilung von Altholzwurzeln, sowie Informationen der Standortskartierung ermittelt. Die Studie ermöglicht Rückschlüsse auf die Bedingungen des Klimawandels, da die Datenerfassung die extremen Witterungsbedingungen der Dürre- und Hitzeperioden von 2018 und 2019 widerspiegelt.
- Beobachtungen:** Anhand dieses Datensatzes können Verjüngungsdynamiken mehrerer Baumarten in Abhängigkeit der Umweltbedingungen in Lücken unter Klimawandeleinfluss veranschaulicht werden.
- Herausforderung:** Deskriptive Statistik und Beobachtungen werden der Komplexität und der hohen räumlichen Variabilität der Umweltfaktoren und Verjüngungsreaktionen jedoch nicht gerecht. **Modelle sind erforderlich.**

Naturverjüngungsdynamiken in Lücken bis 600 m² unter Dürreeinfluss



Buchen-Modell-Ergebnisse für Überlebenswahrscheinlichkeit und Höhenzuwachs

- Auswertung von Überlebenswahrscheinlichkeit und Höhenzuwachs in getrennten, statistischen Modellen.
- Verjüngungsreaktionen auf variable Umweltbedingungen innerhalb der Lücken werden anhand integrierender Effekte der Ressourcenverfügbarkeiten (Licht, Wasser, Nährstoffe) und (a-)biotischen Faktoren erklärt [1,2].
- Obere Abbildungen:** Modellergebnisse ermöglichen fundierte Rückschlüsse auf geeignete Lückengrößen für eine erfolgreiche Etablierung.
- Untere Abbildungen:** Detailliertere, räumlich explizite Modellvorhersagen geben Aufschluss über Lückenkompimente, in denen optimale Etablierungsaussichten bestehen.



Fazit

- Verjüngungs-Modelle, die die Komplexität und räumliche Heterogenität der Umweltbedingungen berücksichtigen, sind essentiell, um Verjüngungsprozesse im Kontext des Klimawandels zu verstehen und fundierte, zielorientierte waldbauliche Maßnahmen abzuleiten.
- Unter Dürrebedingungen führen kleine Lücken (insb. unter 100 m²) selbst bei schattentoleranten Arten wie der Buche zu geringen Etablierungserfolgen und gehemmten Verjüngungsdynamiken.
- Größere Lücken und entsprechende Eingriffe (hier bis 600 m²) können durch höhere Strahlungs- und Wasserverfügbarkeit dazu beitragen, sowohl das Baumartenportfolio in der Naturverjüngung als auch Überlebenswahrscheinlichkeit und Zuwachseleistung unter extremen Witterungsbedingungen zu erhöhen.
- Ausblick:** Vergleichbare Analysen für weiteren Baumarten und Standorte sind auf Grundlage der vorgestellten Methodik möglich [1,2]. Auf einer solchen Basis ergeben sich Optionen zur Feinstuerung von Verjüngungsdynamiken diverser Baumarten über angepasste waldbauliche Eingriffe (Gap-Partitioning).
- Fundiertere Entscheidungen bezüglich der Eingriffsintensität (Lückengröße) sind möglich, da der Trade-Off zwischen Verjüngungsdynamiken und Risiken für den Altbestand genauer eingeschätzt werden kann.

^a Technische Universität Dresden, Professur für Waldbau,
Pienner-Straße 8 in 01737 Tharandt, Tel.: +49 351 463-31338

Literaturangaben:

- [1] Wilkens, J. F., & Wagner, S. (2021). Empirical survival model for European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in response to interactive resource gradients and (a-) biotic conditions within an experimental canopy gap study. *Forest Ecology and Management*, 499, 119627.
- [2] Wilkens, J. F., Schlicht, R., & Wagner, S. (2023). Resource-based growth models reveal opportunities to mitigate climate change effects on beech regeneration by silvicultural measures. *Forest Ecology and Management*, 524, 126816.

gefordert durch:



Abschätzung des Waldzustandes basierend auf regionalisierten artenspezifischen Reflektanzabweichungen in Zeitreihen von Sentinel-2 Satellitendaten

Maximilian Lange¹, Sebastian Preidl¹, Anne Reichmuth¹, Daniel Doktor¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Department Remote Sensing, Leipzig, Deutschland; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Department Remote Sensing, Leipzig, Deutschland

Das Projekt "Waldzustandsmonitor" des *Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung GmbH - UFZ* Leipzig soll Informationen über den Waldzustand Deutschlands der Öffentlichkeit, insbesondere den Interessensgruppen aus Behörden, Ämtern, Wirtschaft und Wissenschaft, zugänglich machen. Eine der Hauptkomponenten ist dabei die flächendeckende Abschätzung von Waldzustandsanomalien aus optischen Satellitendaten. Diese Daten erlauben, durch den Unterschied der Reflektionseigenschaften von gesunder und geschädigter Vegetation, die Ableitung von Vegetationsvitalität. Moderne Satellitensysteme, wie z.B. das Copernicus-Programm und insbesondere Sentinel-2, ermöglichen nun aufgrund ihrer hohen räumlichen Auflösung und zeitlicher Wiederholungsrate die flächendeckende Erkennung dieser feinen Reflektionsunterschiede. So ist es u.a. auch möglich, die Hauptbaumarten Deutschlands mit hoher räumlicher Auflösung zu kartieren. Hier haben wir eine solche Karte benutzt, um baumartenspezifische Reflektanzzeitreihen aller Baumbestände in Deutschland für 2016 bis 2021 aus den Satellitendaten zu extrahieren. Dieser Datensatz repräsentiert dabei die Bandbreite der Reflektanzen der Hauptbaumarten Deutschlands in neun spektralen Bändern im sichtbaren, nahen und kurzwelligem Infrarot-Bereich des Lichtspektrums. Damit war es uns möglich, für jede Satellitenbeobachtung die Abweichung vom zu erwartenden Reflektanzwert der Baumbestände Deutschlands zu bestimmen und spektrale oder zeitliche Anomalien unter Berücksichtigung der natürlichen Abweichungen durch phänologische Differenzen auszuweisen. Eine zeitliche Aggregation dieser Abweichungen - durch monatliche, saisonale oder jährliche Mittel - erlaubt dann die Erzeugung von flächendeckenden Karten mit 20 m x 20 m räumlicher Auflösung. Diese Karten zeigen Muster, die mit Dürreschäden, Feuern, Stürmen und Insektenbefall in Bezug gesetzt werden können. Der Vortrag präsentiert den Prototyp dieser Karten und deren Validierung sowie deren Potential für das Monitoring und die Erkennung von anfälligen oder geschädigten Baumbeständen.

Natura 2000-Gebiete im Klimawandel: Auswirkungen durch veränderte Baumartenverteilung

Anne Reichmuth¹, Ingolf Kühn², Daniel Doktor¹

¹ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Abteilung Fernerkundung, Leipzig, Deutschland; ² Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Abteilung Biozönoseforschung, Halle, Deutschland

Die Klimakrise führt zu einer Veränderung der Baumartenverteilung. Infolgedessen werden viele Waldstandorte in Europa für trockenheitsempfindliche Arten ungeeignet sein. Die Kombination von Klimawandel und Erhaltungszielen der Natura 2000 Lebensraumtypen (LRT) im Wald kann zu Konflikten zwischen Naturschutz und Forstwirtschaft führen. Das Konzept des "Verschlechterungsverbots" in Artikel 6 der Habitat-Richtlinie unterstützt die statische Erhaltung der vorherrschenden Flora und Fauna. Die Forstwirtschaft ist in Natura 2000 Gebieten auf die Erhaltung der natürlichen LRTs ausgerichtet. Durch reduzierte waldbauliche Aktivitäten oder strenge waldbauliche Auflagen, ist ein langwieriger Waldumwandlungsprozess hin zu besser geeigneten Baumarten zu beobachten. Diese Entwicklung des rasant voranschreitenden Klimawandels und der langwierigen Waldumwandlung wirkt sich negativ auf den Waldzustand, die Waldfläche, die Waldbewirtschaftung und den Schutzstatus aus. Die Natura 2000 Rechtsvorschriften sind unter Druck geraten.

Ziel dieser Studie ist es, zu analysieren, (1) wie sich das künftige Verbreitungsgebiet von Baumarten in Europa verändert, (2) wie stark sich die Veränderungen auf die derzeitigen natürlichen LRTs in Natura 2000 Gebieten auswirken werden und (3) welche neuen Baumarten in künftigen Klimaszenarien vorkommen könnten.

Für die Modellierung haben wir eine Kombination aus generalised additive models (gam), generalised linear models (glm) und boosted regression trees (brt) gewählt. Als Modellinput dienen vier vorausgewählte bioklimatische Variablen, abgeleitet aus EURO-CORDEX CMIP5-Klimasimulationen für die repräsentativen Konzentrationspfade (RCP) 2.6, 4.5 und 8.5. Vom Joint Research Center veröffentlichte Bodenmerkmale und Vorkommensdaten europäischer Baumarten dienen als zusätzliche Eingabevariablen. Die projizierten Baumartenvorkommen werden als Modellergebnis mit der aktuellen Definition der natürlichen LRTs der Natura 2000 Gebiete verglichen. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf ihr potenzielles zukünftiges Vorkommen. Die meisten Baumarten zeigen in allen RCP-Szenarien einen starken Rückgang der geeigneten Verbreitungsgebiete und eine Verlagerung in polare Regionen und höhere Lagen. Infolgedessen sind die statischen Schutzziele der Natura 2000 Gebiete im Wald gefährdet.

Der Einfluss von Wildverbiss auf Insektengesellschaften in Waldökosystemen

– Vorhaben und Methoden –

Teilvorhaben im Rahmen des Verbundprojekts Wild – Wald – Innovation (WiWaldi)

Linda Kunz ^a | Prof. Dr. Michael Müller ^a | Claudia Jordan-Fragstein ^a

1 Hintergrund

- **Resiliente Waldökosysteme** von großer Bedeutung im Hinblick auf die Folgen des Klimawandels (z. B. **Massenvermehrungen phytophager Insekten**) ^[1]
- Beeinflussung der Entwicklung strukturreicher Mischwälder durch **habitatunangepasste Schalenwildbestände** ^[2, 3]
 - Folgen für natürliche Verjüngung, Struktur- und Biomasseentwicklung, Pflanzenartenzusammensetzung und -diversität ^[4]
- Kaskadeneffekte von Wildverbiss an Pflanzen auf **höhere trophische Ebenen** (u. a. **Insekten**) ^[5]
- Veränderung von **Insektenhabitaten und -nahrungsnetzen**, v. a. potenzieller Nutzinsekten und **Phytophage-Parasitoid-Beziehungen**
- Auswirkungen auf **natürliche Regulation** waldschädlicher Insekten
- Folgen für **Stabilität, Reaktions- und Anpassungsfähigkeit** von Waldökosystemen



Abb. 1: Zäunung mit Laubholzerjüngung neben ungezäuntem Wald-Kiefernbestand.



Abb. 2: 3D-Scan eines Kontrollzaunpaares zur Strukturanalyse des Habitats.

2 Ziele

- Erfassung der **Vegetationsentwicklung (Deckung und Äsung)** unter verschiedenen Wildeinflüssen
- Erfassung der Folgen von Wildverbiss an holzigen und krautigen Pflanzen für **Insektenhabitats und Insektennahrungsnetze**
- Ansätze zur **natürlichen Regulation** potenzieller Schadinsekten durch die Nutzung der Pflanzen- und Insektendiversität in Wäldern
- Ableitung praxisbezogener Aussagen für die Entwicklung **anpassungs- und reaktionsfähiger Wälder**



Abb. 3: Malaise-Falle auf ungezäunter Fläche (Wildeinfluss).



Abb. 4: Kreuzfenster-Falle auf gezeunter Fläche (Wildausschluss).



Abb. 5: Fraß einer Raupe von Kiefernspinner an Wald-Kiefer.

3 Methodik

Untersuchungsgebiete

- **Hauptwaldgesellschaften** in 8 Bundesländern Deutschlands
- **Versuchsaufbau**
- **Kontrollzaunpaare**: Vergleich von Flächen (je 100 m²) mit Wildeinfluss und Wildausschluss (Abb. 1)
- **Transekte** entlang eines Verjüngungsgradienten

Wildmonitoring & Habitatstruktur ^{C. Jordan-Fragstein}

- **Wildkameras**: Wildaktivität, Äsungsintensität, Verbißaufkommen (→ Wildeinfluss auf Naturverjüngung)
- **LIDAR (3D-Scan)**: Struktur und Komplexität von Beständen (→ Folgen der Entmischung für Waldentwicklung und Biodiversität; Abb. 2)

Insektennahrungsnetze ^{L. Kunz}

- Interaktionen zwischen phytophagen und parasitoiden/räuberischen Insekten (z. B. Hymenoptera und Diptera)

- **Fangzeitraum**: Vegetationsperiode (Mai-August 2023)
- Beprobung von 30 Flächenpaaren in 4 Bundesländern Deutschlands
- **60 Malaise-Fallen**: Zufallsfang flugfähiger Insekten (Abb. 3)
- **60 Kreuzfenster-Fallen**: Zufallsfang flugfähiger Insekten (Abb. 4)
- **Klopfung**: baumartenspezifische Insekten an Verjüngungspflanzen in Äsungshöhe
- **Raupensammlung** phytophager Insekten (Abb. 5)
- **Aufzucht- und Schlupfversuche** von Parasitoiden aus Raupen im Labor

4 Ausblick

2023

- Bestimmung der Insektenfänge aus dem Fangzeitraum 2023 (Fokussierung auf Antagonisten)
- Standortauswahl zur Insektenfänge: z. B. in weiteren teilnehmenden Bundesländern
- Methodenvalidierung: Fangmethoden, Fallenleerungsfrequenzen, Fangzeiträume, Aufzuchtversuche

2024-2027

- Fortsetzung der Insektenfänge auf ausgewählten Standorten in den Jahren 2024, 2025 und 2026
- Intensivierung der Aufzucht- und Schlupfversuche zur Determination spezifischer Phytophage-Parasitoid-Komplexe
- Bewertung des Wildeinflusses auf Insektennahrungsnetze
- Entwicklung von Insektennahrungsnetzen (Abb. 6)



Abb. 6: Beispielschema eines Insektennahrungsnetzes.

5 Referenzen

- [1] Bale, J. S.; Masters, G. J.; Hodkinson, I. D.; Awmack, C.; Bezemer, T. M.; Brown, V. K. et al. (2002): Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology* 8 (1), 1-16.
- [2] Côté, S. D.; Beguin, J.; de Bellefeuille, S.; Champagne, E.; Thiffault, N.; Tremblay, J.-P. (2014): Structuring Effects of Deer in Boreal Forest Ecosystems. *Advances in Ecology*, 1-10.
- [3] Schulte, E. D.; Bourlaud, O.; Wälschen, J.; Eisenhauer, H.; Walentowski, H.; Seale, C. et al. (2014): Ungulate browsing causes species loss in deciduous forests independent of community dynamics and silvicultural management in Central and Southeastern Europe. *Annals of Forest Research* 57 (2), 267-288.
- [4] Vor, T.; Ammer, C. (2021): Das BioWild-Projekt. Vegetationsentwicklung unter Wildeinfluss. *Ökopol* 4, 19-24.
- [5] Allombert, S.; Stockton, S.; Martin, J.-L. (2005): A Natural Experiment on the Impact of Overabundant Deer on Forest Invertebrates. *Conservation Biology* 19 (6), 1917-1929.

Mitglied im Netzwerk von:



Verbundprojektpartner:



^aTechnische Universität Dresden
 Professur für Waldschutz
 Postfach Str. 8
 01737 Tharandt
 Prof. Dr. Michael Müller
 E-Mail: michael.mueller@tu-dresden.de
 Linda-Sophia Kunz
 E-Mail: linda-sophia.kunz@tu-dresden.de
 Claudia Jordan-Fragstein
 E-Mail: claudia.jordan-fragstein@tu-dresden.de

The triad of tree biotechnology

Tobias Brüggmann, Virginia Zahn , Alexander Fendel , Alice-Jeannine Sievers , Susanne Jelkmann , Matthias Fladung

Thünen Institute of Forest Genetics, Genetic Technologies, Grosshansdorf, Deutschland

In 2016, the first genome-edited trees were produced in Germany at the Thünen Institute of Forest Genetics. Further biotechnological expertise was build up and enabled the establishment of the junior research group "Genetic Technologies". Our research focuses on a thematic triad of tissue culture, genome editing techniques, and drought stress tolerance.

Tissue culture focuses on European beech (*Fagus sylvatica*), a species particularly threatened by climate change and extreme drought, as well as other tree species such as poplars, oak, common ash and the invasive tree species *Ailanthus altissima*. The objectives include establishing sterile cultures from wild individuals and subsequently optimizing protocols. In addition, we are testing protoplast isolation and regeneration from all tree species.

Genome editing involves classical genetic transformation of different tree species. The approaches are based on our long-term experiences with the tree model genus poplar (*Populus*). If the transformation is enabled in the recalcitrant tree species, CRISPR/Cas9 vectors are used to knock selected candidate genes out. In addition to simple genome editing, other techniques such as the use of Cas12a and gene targeting for targeted exchange of sequence fragments are intended.

Drought stress tolerance is being studied with poplars serving as a model organism that can be easily processed with biotechnological methods. Candidate genes are investigated to improve our understanding of the basic mechanisms of drought stress and tolerance. Greenhouse experiments, including genome-edited poplars, are conducted and analyzed under stress conditions using genetic, physiological, and biochemical methods.

With our research, we aim to expand the molecular toolbox and unlock additional tree species for biotechnological processing. The tools can then be used, for example, for gene characterization studies to elucidate the involvement of individual genes in drought stress tolerance in trees. With additional knowledge, breeding research for climate change adaptation of trees can be accelerated.

12. September 2023

9:00 – 10:00

POT/081H

V-13 | Waldschutz III: Krankheiten

V-13-01

Ursachen und Folgeerscheinungen der gegenwärtigen Buchenvitalitätsschwäche in Deutschland

Jan Tropf, Gitta J. Langer

Nordwestdeutsche Forstliche Forschungsanstalt (NW-FVA), Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Mykologie und Komplexerkrankungen, Göttingen, Deutschland

Infolge der außergewöhnlich trockenen und warmen Jahre 2018 bis 2022 traten seit dem Herbst 2018 massive Absterbeerscheinungen an Rotbuche (*Fagus sylvatica*) auf, die hauptsächlich dem Schadbild der Buchenvitalitätsschwäche zugeordnet werden können. Bei dieser Erkrankung handelt es sich, neben der Buchen-Rindennekrose und den Schadensverläufen, die durch einen primären Befall mit *Phytophthora* ausgelöst werden, um eine der wichtigsten komplexen Erkrankungen der Rotbuche. Während 2018 in Mitteldeutschland vorrangig ältere Bäume auf prädisponierten Standorten oder Bäume mit Vorschädigungen betroffen waren, führten die Witterungsbedingungen in den Folgejahren zu einer Ausweitung der Absterbeerscheinungen auf günstigere Standorte.

Die Buchenvitalitätsschwäche wird meist ausgelöst durch Wasserdefizite in Verbindung mit hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung. Betroffene Bäume werden anfällig für Rindenpathogene, die schon endophytisch im Wirtsgewebe vorhanden sein können. Diese Pilze können durch die Schwächung ihres Wirtes in ihre parasitische Phase übergehen und Rindennekrosen hervorrufen. Dadurch wird der Nährstoff- und Wasserhaushalt betroffener Bäume zusätzlich gestört. Nachfolgend werden Holzfäuleerreger mit einem höheren Sauerstoffbedarf aktiv, die ebenfalls bereits endophytisch im Wirtsgewebe sein können. Im fortgeschrittenen Stadium der Buchenvitalitätsschwäche treten schließlich Folgezersetzer auf, die Holz in großem Umfang abbauen. Neben pathogenen Pilzen sind auch rinden- und holzbrütende Käfer am Schadensverlauf der Buchenvitalitätsschwäche beteiligt.

Ergebnisse des Teilvorhabens „Analyse der Schadursachen“ des von der FNR geförderten Verbundvorhabens „Buche-Akut“ werden vorgestellt (Förderkennzeichen 2220WK10B1). Die Ergebnisse einer Sommer- (2022) und Winterbonitur (2023) in 24 unterschiedlich stark geschädigten Rotbuchenbeständen mit einer eigens angepassten Schadstufenklassifizierung zur Vitalitätseinschätzung der Rotbuchen werden präsentiert. Der Vitalitätszustand von Probebäumen sowie deren assoziierten Pathogene (Insekten und Pilze) werden vorgestellt. Dazu wurden zusätzlich Pilze aus holzigem Rotbuchengewebe frisch gefällter Rotbuchen isoliert und DNA-gestützt bestimmt. Das Risikopotential einiger mit dem aktuellen Ausbruch der Buchenvitalitätsschwäche assoziierten pilzlichen Schaderreger wurde basierend auf Pathogenitätstests *in planta* ermittelt und wird vorgestellt.

Referenzen

- [1] Langer, GJ, 2019, 'Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Trockenheit und Wärme', AFZ-DerWald, 24, 30-33
- [2] Langer, GJ, Bußkamp, J, Langer EJ, 2020, 'Absterbeerscheinungen bei Rotbuche durch Trockenheit und Wärme', AFZ-DerWald, 4, 24-27
- [3] Langer, GJ, Bußkamp, J, 2021: 'Fungi Associated with woody tissues of European Beech and their impact on tree Health, Frontiers in Microbiology', 12
- [4] Tropf, J, Bien, S, Eurich L, Grüner, J, Langer, GJ, 2022 'Pilzliche Schäden an der Rotbuche', AFZ-DerWald, 24, 32-35

V-13-02

Endophytic spread of *C. corticale* the pathogen of sooty bark disease in Bavaria.

Enno Mager, Nicole Burgdorf, Ludwig Straßer, Andreas Hahn

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Waldschutz, Freising, Deutschland

Sooty bark disease (SBD) was detected in Bavaria for the first time in 2018. Initially, sycamore maple stands (*Acer pseudoplatanus*) in the warm dry regions of Franconia were affected. In the meantime, widely scattered individual trees, in rather warm locations of the rather cool, humid south of Bavaria, have also become diseased. Additionally, species besides *A. pseudoplatanus*, like *A. campestre* and *A. platanoides* have been infected by SBD sporadically in the last years. These observations lead to the question how widespread *Cryptostroma corticale*, as the causative agent of sooty bark disease, already is as an endophyte in Bavarian stands of *Acer* spp.

For this purpose, apparently healthy sycamore maple stands were sampled throughout Bavaria in the years 2021 to 2023. Five to ten trees per stand were sampled several times and DNA was extracted from the shavings of the inner sapwood obtained. These DNA samples were subjected to a PCR with species-specific primers for the amplification of a part of the internal transcribed spacer (Kelnarová et al. 2017). To proof the presence of *C. corticale* DNA in the sample, an electrophoretic gel was run and checked for successful amplification and correct fragment length.

As a result, *C. corticale* could be detected in more than one third of the sycamore maple stands examined. These stands are distributed throughout Bavaria and cover a range from the plains of Franconia to the first alpine slopes, as well as sites in the Franconian Alb, the Bavarian Forest, and the Lower Bavarian Gravel Plateau. These sites are characterised by a wide range of edaphic and climatic characteristics.

Based on these findings and the increased detection of *C. corticale* infections in other tree species, additional stands were sampled in the further course. In addition to sycamore and other maple species, other deciduous tree species were also sampled. As a further addition a wide array of possible host species were planted and sampled in a highly infected *A.pseudoplatanus* stand in Franconia.

The data on the spatial spread of *C. corticale* obtained in this way will subsequently be combined with tree, stand and site data in order to gain a better understanding of the occurrence and epidemiology of *C. corticale* and sooty bark disease.

Literature:

Kelnarová, I.; Černý, K.; Zahradník, D.; Koukol, O. (2017): Widespread latent infection

of *Cryptostroma corticale* in asymptomatic *Acer pseudoplatanus* as a risk for urban plantations.
Forest Pathology 47: e12344.

V-13-03

Diskussion

9:00 – 10:00

POT/006H

V-14 | Waldwirtschaft im Klimawandel III: Forest Restoration

V-14-01

Einführung

V-14-02

Empowering forest farmers' organisations for driving landscape restoration through timber value chain governance in the tropics

Kendisha S. Hintz¹, La T. Tham², Felister Mombo³, Lukas Giessen¹

¹ Technische Universität Dresden, Chair of Tropical and International Forestry, Tharandt, Deutschland; ² VNU University of Economics and Business, Department of Economics for Social Issues, Hanoi, Vietnam; ³ Sokoine University of Agriculture, Department of Forestry and Environmental Economics, Morogoro, Tanzania; ⁴ Technische Universität Dresden, Chair of Tropical and International Forestry, Tharandt, Deutschland

The value chain approach to forest landscape restoration posits that producer-driven high-value chains with regulated governance will engender positive landscape transitions [1]. This implies considerable trade-offs between socio-economic and environmental objectives in a landscape. The project aims at the empowerment of forest farmers' organisations as actors within timber value chains and wider value networks based on an analysis of socio-economic and environmental trade-offs to optimise mosaic landscape restoration in Vietnam and Tanzania. The aim will be achieved through five scientific work packages, ranging from the farm to landscape level, following a multiple embedded case study approach. At the farm forestry level, the impact of membership will be analysed by comparing the livelihood contribution, and farm biodiversity and resilience of members and non-members. Key forest farmers' organisations [2] will be purposefully selected in each landscape. Their financing mechanisms and financial performance will be analysed in order to derive strategies for improvement. By employing the Green Value tool, the financial performance will be analysed and the know-how on financial literacy will be transferred to the participating organisations. Timber value chains in the study landscape, including those involving forest farmers' organisations, will be analysed and merged with value networks through the actor-centred power approach [3]. Participative Innovative Platforms [4] will be conducted, involving actors along the timber value chains, thereby permitting knowledge transfer and developing strategies to empower forest farmers' organisations with increased power capabilities. The trade-offs at the landscape level among farm biodiversity and resilience (environmental aims), farmer's livelihood, the organisations' financial performance, and timber value chain and value network (socio-economic aims) will be analysed, thereby facilitating future decision-making for policy and practice.

References

- [1] Ha, N. T., Benedikter, S., Kapp, G. 2022, 'A Value Chain Approach to Forest Landscape Restoration: Insights from Vietnam's Production-Driven Forest Restoration', *Forest and Society*, 6 (1), 311–334, DOI: 10.24259/fs.v6i1.18038.
- [2] Hintz, K. S.; Kimengsi, J. N.; Pretzsch, J. 2021, 'How do smallholder forest farmers' organizations manage and commercialize wood products? – A global systematic review', *Forest Policy and Economics*, 128 (1), 102460. DOI: 10.1016/j.forpol.2021.102460.
- [3] Krott, M., Bader, A., Schusser, C., Devkota, R., Maryudi, A., Giessen, L.; Aurenhammer, H. 2014, 'Actor-Centred Power: The Driving Force in Decentralised Community Based Forest Governance'. *Forest Policy and Economics* 49: 34–42. DOI:10.1016/j.forpol.2013.04.012.

- [4] Auch, E., Pretzsch, J. 2020, 'Participative Innovation Platforms (PIP) for Upgrading NTFP Value Chains in East Africa', *Small-scale Forestry* 19 (4), pp. 419–438. DOI: 10.1007/s11842-020-09442-9.

V-14-03

Discussion

9:00 – 10:00

POT/051H

V-15 | Fernerkundung I

Jan-Peter Mund

V-15-01

Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem für Waldschäden - FNEWS

Niklas Langner¹, Katja Oehmichen¹, Lea Henning¹, Christian Ginzler⁵, Martin Puhm³, Janik Deutscher³, Andreas Wimmer³, Marius Rüetschi², Lars Waser², Petra Adler⁵, Philipp Eisnecker⁵, Jens Wieseahn⁴, Philipp Beckschäfer⁴, Karina Hoffmann⁶, Julian Backa⁶, Eike Reinosch⁷, Christoph Straub⁷

¹ Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, Schweiz; ³ Joanneum Research, Graz, Österreich; ⁴ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Göttingen, Deutschland; ⁵ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg, Deutschland; ⁶ Staatsbetrieb Sachsenforst, Graupa, Deutschland; ⁷ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising, Deutschland

Nach einer aktuellen Studie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) wachsen die Kosten durch Klimafolgen für die Forstwirtschaft, in Abhängigkeit von der Stärke und Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel, auf knapp 20 bis ca. 100 Mrd. Euro im Jahr 2050. Als Grundlage für das Risikomanagement und den damit verbundenen Maßnahmen von Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zur Anpassung der Waldökosysteme ist eine deutschlandweite, einheitliche Erfassung von Waldschäden erforderlich.

Im Projekt "Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem für Waldschäden" (FNEWS) wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein Verfahren zum bundesweiten Waldschadensmonitoring basierend auf Fernerkundungsdaten entwickelt. In einem zweiten Schritt wurde eine ökonomische Bewertung der Schäden durchgeführt.

Auf Grundlage von Sentinel-2 Satellitendaten wurde eine Methode zur permanenten und zeitnahen Erfassung der Waldschadensdynamik eingerichtet. Das System basiert auf einem strukturellen Zeitreihenmodell und dem Kalman-Filter. Durch die stochastische Modellierung wird das System dynamisch an individuelle, phänologische Abweichungen angepasst. Die robuste Modellierung erlaubt eine zuverlässige Trennung vitaler von geschädigten Waldgebieten. Auf Basis der geschädigten Waldflächen wurde eine Methode zur Trennbarkeit verschiedener Schadensursachen untersucht. Die Methoden wurden in ausgewählten Untersuchungsgebieten in Deutschland getestet und optimiert, wobei unterschiedliche Waldtypen, Waldstrukturen und Schadensereignisse berücksichtigt werden.

Das System bildet die Grundlage für ein operationelles bundesweites Waldschadensmonitoring. Zurzeit wird an der Erweiterung der Methode außerhalb der Untersuchungsgebiete gearbeitet.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die im Projekt entwickelten und implementierten Methoden. Die Ergebnisse der Schadenserkennung werden präsentiert. Geplante Erweiterungen und die Bereitstellung der Ergebnisse über Geodienste werden vorgestellt.



Referenzen

- [1] M.Rüetschi et al. (2019) Rapid Detection of Windthrows Using Sentinel-1 C-band SAR data
- [2] M.Puhm et al. (2020) A Near Real-Time Method for Forest Change Detection Based on a Structural Time Series Model and the Kalman Filter
- [3] Langner, Niklas et al. (2022): Bestockte Holzbodenkarte 2018. Eberswalde.
<https://doi.org/10.3220/DATA20221205151218>
- [4] Blickensdörfer, Lukas et al. (2022): Dominant Tree Species for Germany (2017/2018). Eberswalde.
<https://doi.org/10.3220/DATA20221214084846>

V-15-02

Der Waldzustandsmonitor – ein Wissenstransferprojekt

Daniel Doktor , Anne Reichmuth, Maximilian Lange , Sebastian Preidl

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ, Abteilung Fernerkundung, Leipzig, Deutschland

Die Dürrejahre 2018-2022 hatten ein großflächiges Absterben der Gemeinen Fichte und massive Schädigungen vieler weiterer Baumarten zur Folge. Erfahrungen aus diesen Jahren zeigen, dass die aktuell genutzten Instrumente für ein effizientes Risikomanagement der Wälder in Deutschland nicht ausreichen. Basis für eine vorausschauende Risikovorsorge ist ein effizientes und flexibles Schadensmonitoring, um angemessen und zeitnah auf den Waldzustand reagieren zu können. Derzeit erheben Länderministerien die Schadenssituation u.a. mittels Waldzustandserhebung stichpunktartig mit einer erheblichen Zeitverzögerung.

Deshalb entwickeln wir in dem hier vorgestellten Projekt standardisierte, flächendeckende und zeitnahe Produkte für einen operationellen Waldzustandsmonitor. Diese Produkte basieren u.a. auf Sentinel-2 Zeitserien (BigData) sowie KI-basierten Methoden und können als Erweiterung zur Waldzustandserhebung verwendet werden.

Dabei werden die divergierenden Anforderungen der Interessengruppen bezüglich zeitlicher Auflösung der Produkte zur Waldzustandsänderung, flächendeckende Informationen zur Baumartenverteilung und einem Informationssystem berücksichtigt. Wir optimieren die Produkte, die bereits öffentlich zugänglich sind, im Zusammenspiel mit Interessenvertretern iterativ über die Projektlaufzeit.

Darüber hinaus stellt das Projekt auch Prognosekomponenten bereit, die mittels i) hydrologischer Modellierung die Wasserverfügbarkeit und Schadensgefahr für Waldbestände kurzfristig abschätzen sowie ii) ökologischen Modellen die langfristige Baumartenverbreitung projizieren. Wir stellen im Vortrag das Gesamtkonzept des Projektes vor und zeigen validierte Ergebnisse. Details zu den einzelnen Themenschwerpunkten werden in weiteren eingereichten Vorträgen separat beleuchtet.

9:00 – 10:00

POT/112H

V-16 | Forsttechnik, Verfahrenstechnik I

V-16-01

Einführung

V-16-02

Smart Forestry: Wie kann Digitalisierung für den Wald nützlich sein

Philipp Stein, Andreas Ligoeki

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften, Fakultät Maschinenbau - Institut für Konstruktion und angewandten Maschinenbau, Wolfenbüttel, Deutschland

Der Wald ist als Wirtschaftsfaktor, Bildungs- und Naherholungsort sowie Lebensraum der heimischen Flora und Fauna zentraler Bestandteil für Bürger des ländlichen Raumes. Waldsterben und Klima-wandel bedrohen den Wald als „grüne Lunge“. Die Fähigkeit, unmittelbar auf Veränderungen mit den richtigen Maßnahmen zu reagieren, spielt in der heutigen Zeit mehr denn je eine entscheidende Rolle für den Bestand und Schutz des Waldes. Im Rahmen des vom BMDV geförderten Projekts „Smart Country“ mit dem Teilprojekt „Smart Forestry“ werden in drei Schwerpunktbereichen die Möglichkeiten der Funktechnologie von 5G im Forst untersucht. Neben der Ostfalia arbeiten zahlreiche Projektpartner aus Industrie und Forst gemeinsam an folgenden digitalen Themen:

A: Waldsensorik- und Frühwarnsysteme

In Zusammenarbeit mit Datenerhebungsexperten aus dem Forstbereich werden Sensorlösungen entwickelt, die auf die Erfassung eines von Stakeholder gewünschten Sachverhaltes zugeschnitten sind und die Messdaten über Funk übertragen. Die Sensorlösungen werden kostengünstig und energiesparend ausgelegt, sodass lange Laufzeiten im Forst und ein Massen-Roll-Out möglich sind.

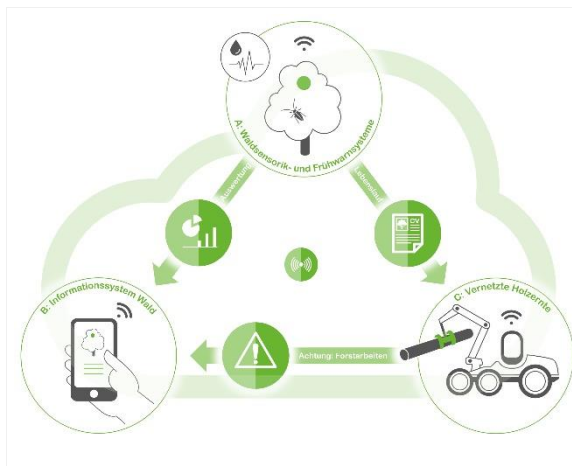
B: das Informationssystem Wald

Bürger sollen interaktiv beispielsweise über den Zustand der Wälder (Waldsensorik) und über aktive Waldarbeiten (vernetzte Holzernte) informiert werden. Ziel ist die Sensibilisierung für die Bedürfnisse der Bäume und den Nutzen bzw. die Notwendigkeit von Baumfällarbeiten.

C: die vernetzte Holzernte

Es soll ein digitaler Zwilling der Bäume erstellt werden, der zum Zeitpunkt der Ernte durch genaue Geometriedaten der Stämme eines neuartigen Messsystems ergänzt wird und eine frühzeitige „Qualitätsbewertung“ ermöglicht. Durch die Vernetzung der Fahrzeuge der Logistikkette ist beispielsweise eine platzoptimierte und effiziente Beladungsplanung denkbar. Der Vortrag wird aus dem Blickwinkel des Maschinenbaus Einblicke in das „Smart Forestry“ Projekt geben und die Verknüpfung und Vernetzung der Use-Cases untereinander und mit den Stake-Holdern aus Forst und Industrie verdeutlichen.

Es zeigt Potenziale der 5G-Funktechnologie auf, stellt aber auch die Herausforderungen im Projekt deutlich hervor.



Visualisierung UseCases A, B und C sowie Verknüpfungsbeispiele

Dieses Bild benutzt einfache Symbole um die drei UseCases aus dem Teilprojekt "Smart Forestry" zu visualisieren. Alle UseCases erzeugen bzw. benötigen Daten, die über 5G Funktechnologie übertragen und in der Cloud gespeichert (und weiterverarbeitet) werden. Durch Pfeile, überlagerte Symbole und Stichworte werden beispielhafte Verknüpfungen zwischen den UseCases angezeigt.

V-16-03

Augmented-Reality in der Forstwirtschaft– Potentiale und Herausforderungen

Thomas Purfürst¹, Felipe de Miguel Díez^{1,2}

¹ Universität Freiburg, Professur für Forstliche Verfahrenstechnik, Freiburg im Breisgau, Deutschland; ² Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Eberswalde, Deutschland

Im Zuge der Digitalisierung der Waldarbeit (Forst 4.0) werden umfangreiche Daten als Digitaler Zwilling des Waldes und den darin stattfindenden Prozessen erzeugt und digital abgelegt. Während die Aufnahme der Daten bisher stark untersucht wurde, stellt die effiziente Zurverfügungstellung der aufbereiteten digitalen Daten an den jeweiligen Nutzer Vorort im Wald weiterhin eine Herausforderung dar. Insbesondere das Sichtbarmachen dieser digitalen Daten in geeigneter, anwendungsnaher Form im Wald, für z. B. Revierleiter oder Waldarbeiter ist bisher ungenügend gelöst. Aktuell erfolgt dies beispielsweise über gedruckte Karten oder digitale Darstellungen auf Geräten wie Smartphones oder Tablets, die in der täglichen Arbeit im Wald nur bedingt einsetzbar sind.

Zum Sichtbarmachen der gespeicherten digitalen Daten in der Realität bietet das Feld der erweiterter Realität (Augmented-Reality, AR) einen vielversprechenden Ansatz. Bei AR wird eine computergestützte Erweiterung der Realitätswahrnehmung durchgeführt, indem digitale Daten in Echtzeit (real time) auf digitale Bilder (Smartphone/Tablet) eingefügt oder mit Hilfe einer Projektionsfläche (z. B. AR-Brillen) in das Sehfeld des Betrachters projiziert werden. Im Idealfall sind digitale Daten und die Realität dabei räumlich deckungsgleich, wobei eine Daten-Anreicherung der Realität stattfindet. So kann die Arbeitsquantität, die Arbeitsqualität und Arbeitssicherheit für Arbeiten im Wald, v. a. von Waldarbeitern, Revierleitern und Entscheidern erhöht werden, indem digitale Daten und/oder Gefahrenhinweise in Echtzeit dargestellt werden, ohne dass eine Einschränkung/ Unterbrechung der jeweiligen Arbeit erfolgen muss. Der Fachausschuss Forstliches Informationsmanagement des KWF hat in seiner Jahrestagung 2022 den Einsatz von AR-Technologie zu einem der potentialträchtigsten Themen herausgearbeitet. Der Vortrag stellt die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie und das Potential für den operativen Einsatz von AR im Wald mit einem iPad sowie anhand der aktuell am häufigsten verwendeten AR-Brille HoloLense2 von Microsoft dar. Weiterhin wird auf die noch zu lösenden wissenschaftlichen Fragestellungen und Herausforderungen, wie Datenaufbereitung und -übertragung, verfügbare Technik, ungenügende Positionierungsgenauigkeit unter überschränkten Bedingungen und einem potentiellen Produktivitäts- und Sicherheitsgewinn eingegangen.

9:00 – 10:00

POT/151H

V-17 | Forstrecht

V-17-01

Einführung / Vorprogramm

V-17-02

Verkehrssicherungspflichten als Hemmnis der Kleinwaldbewirtschaftung?

Eike M. Bögner

Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Landwirtschaftsrecht, Göttingen, Deutschland

Eigentümer von Kleinprivatwald bewirtschaften ihren Wald im Rahmen eines Regelungsgeflechts verschiedenster Rechtsbereiche. Untersuchungsgegenstand des Forschungsvorhabens war unter anderem die Frage, inwiefern die rechtliche Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung des Kleinprivatwaldes praxistauglich- und der Bewirtschaftung des Privatwaldes dienlich sind. Zivilrechtlich sind Waldeigentümer vor allem gehalten, ihren Verkehrssicherungspflichten gegenüber Dritten nachzukommen, um bei entstehenden Schäden nicht haften zu müssen. Diese spielen nicht nur in der Nähe von Straßen und Wegen eine Rolle.

Nach Sammlung und Analyse des bestehenden Rechtsrahmens wurden Experteninterviews mit Waldeigentümern, Forstfunktionären und Beamten durchgeführt. Das Ziel bestand darin herauszufinden, welche Regelungsbereiche aus ihrer Sicht Waldeigentümern die meisten Probleme bei der Waldbewirtschaftung bereiten.

Die Einschätzungen zu den Verkehrssicherungspflichten gehen dabei auseinander. Teilweise wird moniert, die teilweise auf schwierigen Abgrenzungen beruhende Rechtsprechung zu den Verkehrssicherungspflichten sei kaum berechenbar. Andererseits scheint vielen Waldeigentümern überhaupt nicht bewusst zu sein, dass auch sie Verkehrssicherungspflichten treffen.

Die These lautet, dass die Verkehrssicherungspflichten im Wald selbst durch die Eigengefahrklausel des § 14 Abs. 1 S. 3, 4 BWaldG und dessen Umsetzung in den jeweiligen Landesgesetzen relativ klar umrissen sind und auch die Anwendung des Gesetzes durch die Rechtsprechung für Waldbesitzer praxistauglich ist.

Daraus folgt, dass rechtspolitisch kaum Anlass besteht, die gesetzlichen Regelungen zur Verkehrssicherungspflicht der Waldeigentümer zu reformieren.

V-17-03

Unterschiede der Waldschutzbestimmungen in den deutschen Landeswaldgesetzen und ihre Verteilungswirkungen

Peter Elsasser

Thünen-Institut, Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland

Zunehmende Waldschäden der letzten Jahre lassen befürchten, dass Vorbeugung und Bekämpfung der Folgen von Naturkatastrophen, Schädlingsgradationen und Waldbränden durch den Klimawandel zukünftig immer stärker erforderlich werden. In dieser Ausgangslage sehen sich Waldbesitzer in Deutschland mit einer sehr heterogenen Gesetzeslage konfrontiert, was ihre Pflichten zum Walderhalt, aber auch die dem gegenüber stehenden Rechte betrifft.

Nach den bisherigen bundesgesetzlichen Rahmenregeln sind die Waldbesitzer grundsätzlich verpflichtet, verlichtete Waldbestände wiederaufzuforsten oder zu ergänzen (Bundeswaldgesetz §11). Diese Pflicht gilt für alle Waldbesitzer unabhängig davon, ob Bestockungslücken von den Besitzern selbst, von Dritten oder durch Naturereignisse verursacht sind. Die 16 Landeswaldgesetze unterscheiden sich jedoch teilweise erheblich darin, wie und zu welchen Fristen sie die Wiederbewaldungspflicht konkretisieren, welche vorbeugenden und ggf. auch regenerativen Schutzmaßnahmen sie verlangen und ggf. auch anordnen können, und wer die Kosten solcher Maßnahmen trägt. Darüber hinaus enthalten einige (aber nicht alle) Landeswaldgesetze Bestimmungen über Erstattungen, Beihilfen, Zuwendungen oder Förderung im Zusammenhang mit Waldschäden (insbesondere für Brandschäden). Diese Bestimmungen gehen unterschiedlich weit, und auch der Grad ihrer Verbindlichkeit unterscheidet sich erheblich zwischen den Ländern.

Der Beitrag gibt eine Übersicht über die unterschiedlichen gesetzlichen Anforderungen und Kostenallokationsregeln der Landeswaldgesetze zum Walderhalt. Auf die wirtschaftliche Situation der Waldbesitzer können sie sich je nach Bundesland sehr unterschiedlich auswirken, und damit auch auf deren Fähigkeit, Forstschäden vorzubeugen und sie ggf. zu bewältigen. Zusätzliche ordnungsrechtliche Pflichten im Bundeswaldgesetz könnten diese Unterschiede weiter verschärfen.

9:00 – 10:00

POT/251H

V-18 | Forstpolitik, Umweltkommunikation I

V-18-01

Einführung

V-18-02

Welche Eigenschaften machen Wälder attraktiv zur Erholung? – Ein Entscheidungsexperiment zur Erfassung von Besucherpräferenzen in Deutschland

Isabelle S. Jarisch

Technische Universität München, Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Freising, Deutschland

Die Erfassung von Präferenzen der Bevölkerung zu Wäldern hat in Deutschland bereits in den 80er Jahren ein großes Momentum mit der Forschung zu Erholungswäldern erfahren. Heute spielt die Erholungsfunktion als kulturelle Ökosystemleistung in die multifunktionale Waldbewirtschaftung hinein. Häufig werden von Forstbetriebsseite dabei Zielkonflikte und Bewirtschaftungs-einschränkungen angenommen. Doch entspricht diese Wahrnehmung der aktuellen Forschung oder doch nur lauten Einzelstimmen stadtnaher Forstbetriebe? Im Vergleich zu anderen Ökosystemleistungen ist bei der Erholungsfunktion in Deutschland höchstwahrscheinlich keine Honorierung zu erwarten, nichtsdestotrotz zeigen Studien immer wieder hohe monetäre Werte für die Erholungsfunktion in Wäldern auf. Besonders im stadtnahen Bereich wird die Relevanz der Erholung bei der multifunktionalen Bewirtschaftung deutlich. In einem Entscheidungsexperiment erfassen wir durch eine Auswahl der Waldbesucher aus vorgegebenen Alternativen, welche Eigenschaften für Besucher bei der Waldgebietsauswahl präferiert werden. Darüber hinaus kann durch die mehrdimensionale, präferenzbasierte Bewertung auch die Bedeutsamkeit der Waldeigenschaften für die Nutzenfunktion der Entscheider dargestellt werden. Über die Bereitschaft zur Anreise lassen sich monetäre Werte für die Erholungsleistung der Wälder ableiten. Entscheidungsexperimente beruhen auf der Konsumtheorie nach Lancaster (1966) und der Zufallsnutzentheorie nach McFadden (1973). Fokusgruppengespräche zeigen bereits die Relevanz eines abwechslungsreichen Waldaufbaus. So wird z.B. Variabilität von aneinander angrenzenden Beständen (variable Bestandesabfolgen beim Weg durch Wälder) sehr geschätzt. Wir betrachten deshalb nicht nur einzelne Bestände, sondern die Attraktivität einer Kombination aus verschiedenen Bestandestypen. Durch gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen und neue Konzepte zur Besucherlenkung kann von Forstbetriebsseite Einfluss auf die Walderholung und deren Wahrnehmung durch Besucher genommen werden.

V-18-03

Untersuchung der Beziehung zwischen der Waldstruktur und der Ökosystemleistung Erholung

Frieder Füger

Technische Universität Dresden, Institut für Waldbau und Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Wälder sind für das Wohlbefinden und die Lebensqualität von wesentlicher Bedeutung, insbesondere in der Umgebung urbaner Zentren. Viele stadtnahe Wälder dienen in erster Linie als Erholungsraum und werden häufig als Gebiete mit besonderen Erholungsfunktionen ausgewiesen. Waldbewirtschafter müssen diese gesellschaftliche Anforderung an den Wald angemessen in ihrem Handeln berücksichtigen.

Das Ziel von Waldbehandlung kann darin bestehen, spezifische Ökosystemleistungen (ÖSL), etwa die der Erholung auf bestimmten Flächen zu optimieren. Für die Erholungsleistung müssen dazu spezielle Behandlungskonzepte entwickelt werden. Ein Verständnis der Zusammenhänge zwischen den Waldstrukturen und der Leistung Erholung ist entscheidend für die Entwicklung solcher Konzepte.

Im Vergleich zu anderen ÖSL ist die Messung der Zusammenhänge zwischen Waldstruktur und Erholung eine Herausforderung, da Erholung nicht durch die Messung des Bestandes selbst erfassbar ist. Erholung ist eine menschliche Erfahrung, die durch Interaktion mit der Waldstruktur entsteht.

Es ist daher sinnvoll, innovative Methoden anzuwenden, die die erheblich verbesserten technischen Möglichkeiten der letzten Jahre nutzen, um die Zusammenhänge zwischen der Waldstruktur und Leistung Erholung als Interaktion zwischen Mensch und Wald zu untersuchen. Es ist technisch möglich, die Erfahrungen von Waldbesuchern während ihres Besuchs über längere Zeiträume hinweg direkt im Wald zu messen. Zu diesem Zweck wurde der Ansatz der *LangzeitVisitor Employed Photography* (VEP) entwickelt und an verschiedenen Standorten installiert. Bei VEP-Befragungsansätzen beantworten die Probanden Fragen, indem sie Fotos von Waldstrukturen aufnehmen. Die Erhebungen können über im Wald platzierte QR-Codes initiiert und mit einem Smartphone während eines regulären Waldbesuchs selbstständig durchgeführt werden. Die Analyse der Bilder und die Verwendung von Bildkoordinaten und Inventurdaten ermöglichen ein umfassenderes Verständnis der Zusammenhänge zwischen der Waldstruktur und der ÖSL Erholung.

V-18-04

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/081H

V-19 | Waldschutz IV: Grundsätzliches und Säugetiere

V-19-01

Schwerpunkte im biotischen Waldschutz in der nahen Zukunft

Michael G. Müller

TU Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Wald wandelt sich und wird gewandelt. Aktuelle biotische Waldschutzprobleme wie z. B. Waldbrände, Nadeln fressende Insekten und Nadelbaumborkenkäfer werden auch bei abnehmenden Nadelbaumvorkommen noch lange bestehen bleiben.

Gleichzeitig entstehen durch Wiederbewaldungen und Waldumbau sehr viele neuen Lebensräume, zum großen Teil mit Baumarten, die an den konkreten Waldorten vorher nicht oder nur gering vorkamen. Viele Organismen werden diesen neuen Lebensräumen mit Besiedlung und Ausbreitung folgen. Darunter sind auch viele potenziell bedeutsame Schadorganismen vor allem an Laubbäumen aber z. B. auch an Tannen und anderen Nadelbäumen. Die bereits sehr auffälligen Vorkommen und Schäden durch Mäuse, Blätter fressende Insekten wie z. B. Goldafter, Eichenprozessionsspinner und Schwammspinner sowie Borkenkäfer und Prachtkäfer an Laubbäumen oder durch Rindenläuse an Tannen sind ein Vorgeschmack auf die kommenden Herausforderungen. Das Schalenwild ist und bleibt einer der potenziell bedeutsamsten Schadfaktoren in Wäldern.

Im Beitrag sollen ein Überblick über die absehbaren Entwicklungen und Handlungserfordernisse für Forschung, Entwicklung und Praxis gegeben werden.

V-19-02

Kurzschwanzmäuse – die verborgene Gefahr

Maximilian Groschke, **Franziska Höhn**

Technische Universität Dresden, Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Große Teile der mitteleuropäischen Wälder sind von großflächigen Waldschäden betroffen. Im Bundesland Sachsen erfasste der Staatsbetrieb Sachsenforst einen massiven Anstieg an Störungsflächen, von 5.000 ha im Jahr 2017 bis zu 82.000 ha im Jahr 2020. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die Großschadereignisse der Jahre 2018, 2019 und 2020 durch Sturm, Trockenperioden und die darauffolgenden Insektenkalamitäten hervorzuheben. Die daraus resultierenden Freiflächen bieten ein hervorragendes Habitat für Kurzschwanzmäuse, insbesondere ab dem fünften Jahr, nachdem sich durch Verlust des Schirmes eine üppige Flora mit langhalmigen Grasarten ausbilden konnte. Arten der Familie Microtinae profitieren von den auf den Flächen herrschenden Umweltbedingungen. Das Resultat ist eine Begünstigung von Massenvermehrungen und damit eine Erhöhung des Risikos von Schadfraß an jungen Kulturen, außerhalb der Vegetationsperiode. Durch die klimatischen Veränderungen und die damit verbundenen Folgen für Waldökosysteme, nimmt die Bedeutung der Familie der Microtinae als Forstschädling stetig zu.

Das FuE-Vorhaben KuSaMWET an der Professur für Waldschutz der Technischen Universität Dresden umfasst die Entwicklung eines geeigneten Prognoseverfahrens zur Ableitung von Management- und Bekämpfungsstrategien von Kurzschwanzmäusen sowie die Analyse der Populationsökologie und Herleitung von Entscheidungshilfen hinsichtlich Überwachungsnotwendigkeit und waldbaulicher Behandlung unter Reduktion oder Vermeidung eines Einsatzes von Rodentiziden.

Dafür wurden eine Reihe von Feldexperimenten durchgeführt, welche die Lebensraumbedingungen untersuchen, um die Besiedlungswahrscheinlichkeit von Wühlmäusen vorherzusagen und aktuelle Defizite derzeit angewandter Methoden im Wühlmausmanagement aufzuzeigen. Hierfür sollen vegetationskundliche Erhebungen, Fallenfänge, Schadbonturen sowie Mageninhaltsanalysen mögliche Zusammenhänge offenlegen. Insbesondere die Analyse des Nahrungsspektrums mittels Metabarcoding der Mageninhalte ermöglicht eine kritische Betrachtung, bisher angewandter methodischer Ansätze zur Mäuseüberwachung und legt die Grundlage für eine Prognose von Populationsdichteentwicklungen.

V-19-03

Was lenkt Wildverbiss auf Landschaftsebene? Eine Inventur im Böhmerwald

Kai Bödeker¹, Thomas Knoke¹, Marc Velling², Maik Henrich², Marco Heurich²

¹ Technische Universität München, Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Freising, Deutschland; ² Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Wildtierökologie und Wildtiermanagement, Freiburg, Deutschland

Eine vielfältige Verjüngungsmischung kann durch Verbiss von Schalenwild beeinträchtigt werden. Dies kann langfristig zu einer Homogenisierung des Waldes führen und sogar das Landschaftsbild prägen. In einer umfangreichen Verjüngungsinventur wurde Wildverbiss im Böhmerwald, der größten geschützten Waldfläche Mitteleuropas, großflächig untersucht. Das Untersuchungsgebiet gliedert sich in drei Gebiete: Zum einen der Forstbetrieb Neureichenau, der forstlich bewirtschaftet und ganzflächig bejagt wird. Zum anderen die zwei Nationalparke Bayerischer Wald und Šumava (Tschechien), in denen der Wald seiner natürlichen Entwicklung überlassen und nur eingeschränkt gejagt wird. Zwischen diesen drei Gebieten sind erhebliche Unterschiede über alle Baumarten hinweg im Verbissgrad zu konstatieren. Während in Neureichenau die Weißtanne zu 3 % verbissen wird, ist die Tanne im Bayerischen Wald dreifach, bzw. in Šumava über 10-mal so oft verbissen worden. Es wird deutlich, dass die unterschiedlichen (historisch gewachsenen) Managementkonzepte diese Differenz begründen.

Eine Vielzahl von Umweltparametern erklären die Unterschiede im Verbiss innerhalb der Nationalparke, aus denen sich wertvolle Erkenntnisse für die Forstpraxis ableiten lassen: Je höher der Schnee im Winter, desto geringer der Verbiss. Im Klimawandel sollten deshalb, insbesondere in Schutzwäldern (wie in den Alpen), neue Bejagungsstrategien erprobt werden. Mit steigender Bewaldung (und NDVI) steigt auch der Verbiss: Die Lenkwirkung von Alternativäsungen, wie Wildäcker, kann in Anbetracht der Ergebnisse bezweifelt werden. Es sind bisher keine verbissmindernden Wolfseffekte zu verzeichnen; in den wenigen Gebieten mit vielen Wolfssichtungen ist der Verbiss am höchsten (viel Beute für den Wolf). Mit zunehmendem Abstand zu den Wanderwegen steigt der Verbiss: In Regionen mit hohem Verbiss und hohen Waldbesucherzahlen könnte überlegt werden, waldbauliche Konzepte beginnend an Wanderwegen zu etablieren.

V-19-04

Forum Wildeinflüsse und Schäden durch Wild in Wäldern

10:30 – 12:30

POT/006H

V-20 | Waldwirtschaft im Klimawandel IV: Klimaschutz, Kohlenstoffsenke, Wasserhaushalt

V-20-01

Einführung

V-20-02

EU-Klimaziele im Widerspruch mit politischen Zielsetzungen für Waldökosystemleistungen und Biodiversität: Eine Fallstudie anhand vier europäischer Länder

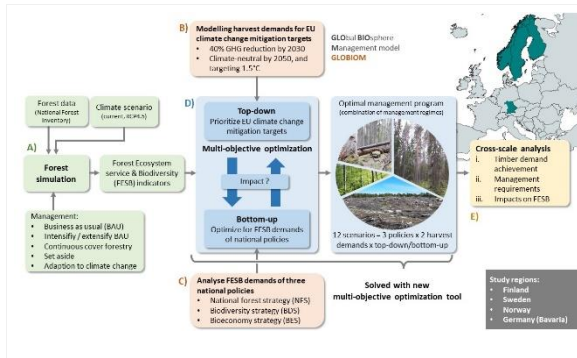
Clemens Blattert^{1,2}, Mikko Mönkkönen², Daniel Burgas², Astor Toraño Caicoya³, Kyle Eyvindson⁴, Der Beitrag entstand im Rahmen des Projektes “MultiForest”, welches durch den ERA-NET Cofund ForestValue unterstützt wurde. Weitere involvierte Partner sind: Fulvio Di Fulvio (a), Nicklas Forsell (a), Marta Vergarechea (b), Clara Antón-Fernández (b), Rasmus Astrup (b), Julian Klein (c), Johanna Lundström (c), Tord Snäll (c), Markus Hartikainen (d), Jani Lukkarinen (e), Samuli Pitzén (e), Eeva Primmer (e), Werner Poschenrieder (ehemals f), Michael Emmerich (g). (a) International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), (b) Norwegian Institute for Bioeconomy Research (NIBIO), (c) Swedish University of Agricultural Sciences, (d) Silo Al(e) Finnish Environment Institute (SYKE), (f) Technische Universität München, (g) Leiden University

¹ Eidg. Forschungsanstalt WSL, Waldressourcen und Waldmanagement, Birmensdorf, Schweiz;

² University of Jyväskylä, Department of Biological and Environmental Science, Jyväskylä, Finnland; ³ Technische Universität München, Lehrstuhl für Waldwachstumskunde, Freising, Deutschland; ⁴ Norwegian University of Life Sciences, Faculty of Environmental Sciences and Natural Resource Management, Ås, Norwegen

Um Klimaneutralität zu erreichen hat die EU klare Klimaschutzziele beschlossen, wobei auch die Wälder und ihre Holzressourcen berücksichtigt werden. Wir untersuchten die Folgen eines erhöhten Holzerntebedarfs, der sich aus den EU-Klimazielen ergibt, und wie sich diese auf national forstpolitische Ziele für Waldleistungen und Biodiversität auswirken. Anhand von vier Fallstudienregionen in Nordeuropa (Finnland, Schweden und Norwegen) und Mitteleuropa (Bayern, Deutschland) haben wir die Walddynamik und -bewirtschaftung simuliert, um Informationen über die künftige Bereitstellung von Waldleistungen und Biodiversität zu erhalten. In einem zweiten Schritt wurde die künftige Holzerntenachfrage für jede Region im Zusammenhang mit den EU-Klimaschutzzielen mittels des Global Biosphere Management Model (GLOBIOM) modelliert. Anschliessend wurden zukünftigen Anforderungen nach Waldleistungen und Biodiversität herausgearbeitet, die in nationalen politischen Zielsetzungen formuliert sind: Wald-, Biodiversitäts- und Bioökonomie-Strategie. Darauf basierend wurde mittels multi-objektiver Optimierung die zur Erfüllung der Anforderungen aus EU- und nationalen politischen Zielsetzungen jeweils optimale Waldbewirtschaftung bestimmt und anschliessend die Kohärenz dieser beiden politischen Ebenen analysiert. Wir zeigen, dass einige der wichtigsten holzproduzierenden Länder Europas (Finnland, Schweden, Deutschland) möglicherweise nicht in der Lage sind, einen – aus dem ehrgeizigen 1,5°C-Ziel resultierenden – erhöhten Holzerntebedarf für die stoffliche und energetische Verwendung zu decken. Potenziale für eine Steigerung der Holzernte zeigten sich lediglich in Norwegen. Die Fokussierung auf EU-Klimaziele führte zu weiteren Konflikten mit nationalen forstpolitischen Zielsetzungen und zu

negativen Auswirkungen auf die vielfältigen Waldleistungen und die Biodiversität. Wir argumentieren, dass die Rolle des Waldes und seiner Holzressourcen für das Erreichen der Klimaschutzziele und die Dekarbonisierung der Gesellschaft nicht überbewertet werden sollte.



Grafische Zusammenfassung

Übersicht der verwendeten Daten und Ablauf der Studie, die in vier europäischen Studienregionen identisch durchgeführt wurde.

Referenzen

- [1] Blattert, C., Mönkkönen, M., Burgas, D., Di Fulvio, F., Toraño Caicoya, A., Vergarechea, M., Klein, J., Hartikainen, M., Antón-Fernández, C., Astrup, R., Emmerich, M., Forsell, N., Lukkarinen, J., Lundström, J., Pitzén, S., Poschenrieder, W., Primmer, E., Snäll, T., Eyvindson, K., 2023. Climate targets in European timber-producing countries conflict with goals on forest ecosystem services and biodiversity. *Communications Earth & Environment* 4, 119.
- [2] Caicoya, A.T., Poschenrieder, W., Blattert, C., Eyvindson, K., Hartikainen, M., Burgas, D., Mönkkönen, M., Uhl, E., Vergarechea, M., Pretzsch, H., 2023. Sectoral policies as drivers of forest management and ecosystems services: A case study in Bavaria, Germany. *Land Use Policy* 130, 106673.
- [3] Vergarechea, M., Astrup, R., Fischer, C., Øistad, K., Blattert, C., Hartikainen, M., Eyvindson, K., Di Fulvio, F., Forsell, N., Burgas, D., Toraño-Caicoya, A., Mönkkönen, M., Antón-Fernández, C., 2023. Future wood demands and ecosystem services trade-offs: A policy analysis in Norway. *Forest Policy and Economics* 147, 102899.
- [4] Blattert, C., Eyvindson, K., Hartikainen, M., Burgas, D., Potterf, M., Lukkarinen, J., Snäll, T., Toraño-Caicoya, A., Mönkkönen, M., 2022. Sectoral policies cause incoherence in forest management and ecosystem service provisioning. *Forest Policy and Economics* 136, 102689.

V-20-03

Einschlagsstopp in alten, naturnahen Buchenwäldern in öffentlichem Besitz hat geringe Wirkungen auf den Klimaschutz

Andreas Bolte, Franz Kroiher, Joachim Rock

Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland

Der Koalitionsvertrag der aktuellen Bundesregierung und das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) sehen vor, den Einschlag in alten, naturnahen Buchenwäldern im öffentlichen Besitz zu stoppen. Dadurch werden neben dem Biodiversitätsschutz positive Wirkungen auf den Klimaschutz erwartet. Mithilfe von nationalen Waldinventuren und Modellen (BWI, Kohlenstoffinventur, WEHAM) wurden die Effekte des Einschlagsstopps auf die Kohlenstoffeinbindung der Wälder projiziert (Bolte et al. 2022). Die verwendete Definition umfasst vier Kriterien: 1) Buchenwälder mit mindestens 75% Buchenanteil (an der Grundfläche), geringere Anteile bergen das Risiko, Mischwälder mit naturfernen Nadelbaumanteilen mit einzubeziehen. 2) Eine Altersgrenze von mindestens 140 Jahren lässt eine ausreichende Stark- und Wertholzproduktion zu. 3) Da Buchenwälder den Großteil der rezenten natürlichen Vegetation in Deutschland darstellen, sind alle heute vorkommenden Buchenwälder als naturnah einzustufen. 4) Eine Mindestgröße von 1 ha Waldfläche liefert ein buchenwaldtypisches Waldinnenklima. Die Anwendung dieser Kriterien führt zu einer Fläche von 113.000 ha alter, naturnaher Buchenwälder im öffentlichen Besitz (ca. 1% Waldanteil). Bei Absenkung der Altersgrenze auf 120 Jahre, des Buchenmindestanteils auf 50% und Verzicht auf 1 ha Mindestfläche erhöht sich die Gesamtfläche auf ca. 365.000 ha Fläche im öffentlichen Wald (ca. 3% Waldanteil). Durch den Nutzungsverzicht in alten, naturnahen Buchenwäldern können schätzungsweise 1,9 bis 3,8 Mt CO₂ (im Mittel 2,7 Mt CO₂) jährlich zusätzlich in der Biomasse aufgenommen werden. Dies entspricht 0,3 bis 0,6% der deutschen Treibhausgas-Emissionen des Jahres 2021 in Höhe von 675 Mt CO₂. Knapp 40% der per Definition verfügbaren 113.000 ha alter naturnaher Buchenwälder wachsen auf trockenen bis sehr trockenen Böden. Dadurch besteht ein deutlich erhöhtes Absterberisiko, wodurch der Erhalt bzw. die angestrebte Erhöhung des Kohlenstoffvorrats durch den Einschlagsstopp gefährdet ist. Ein Einschlagsstopp in alten, naturnahen Buchenwäldern im öffentlichen Besitz hat nur einen begrenzten Effekt auf den Klimaschutz, weil die in Frage kommenden überschaubaren Waldflächen nur geringe zusätzliche CO₂-Einbindungskapazitäten liefern und höhere Flächenanteile risikobehaftet sind.

Referenzen

- [1] Bolte, A, Kroiher, F, Rock, J, Dieter, M, Bösch, M, Elsasser, P, Franz, K, Regelman, C, Rosenkranz, L, Seintsch, B (2022), Einschlagsstopp in alten, naturnahen Buchenwäldern im öffentlichen Besitz: Definition, Vorkommen, Inventur-Kennzahlen, Gefährdung und ökonomische Bewertung. Thünen Working Paper 197, 48 p, Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, DOI:10.3220/WP1657531523000

V-20-04

DAS KLIMASCHUTZPOTENZIAL NATÜRLICHER WALDENTWICKLUNG IN DEUTSCHLAND – ERGEBNISSE AUS NATURWALDRESERVATEN

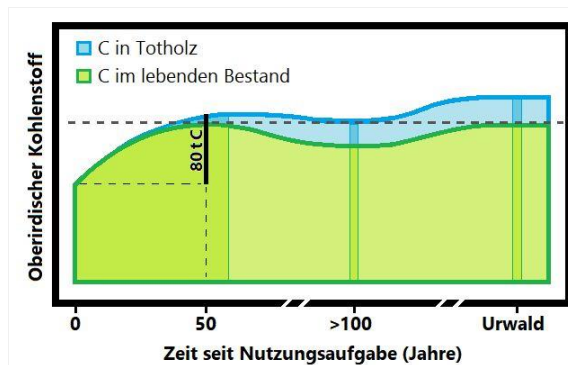
Peter Meyer, Rouven Nagel, Eike Feldmann

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldnaturschutz, Hann. Münden, Deutschland

Mit dem Förderprogramm Klimaangepasstes Waldmanagement und dem Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz setzt die Bundesregierung auf den Beitrag einer natürlichen Waldentwicklung für den Klimaschutz. Über die Senken- und Speicherleistung nutzungsfreier Wälder für Kohlenstoff wird allerdings kontrovers diskutiert. Da die Eigendynamik von Wäldern jenseits des üblichen Erntealters bisher nur unzureichend modelliert werden kann, gewinnen empirische Ergebnisse aus Naturwaldreservaten (Meyer et al. 2007) an Bedeutung. Das System an Naturwaldreservaten in Deutschland umfasst derzeit 746 Gebiete (<https://fgrdeu.genres.de/naturwaldreservate/flaechenuebersicht>), in denen der Zeitraum einer eigendynamischen Entwicklung von mehr als 100 Jahren bis zu wenigen Jahren reicht. In vielen Gebieten wurden bereits lange Zeitreihen der eigendynamischen Entwicklung des Gehölzbestandes aufgebaut. Damit besitzt dieses System von Forschungsflächen ein großes Potenzial, unser Verständnis der natürlichen Kohlenstoffdynamik zu verbessern.

Vor diesem Hintergrund haben wir in zwei Studien die Kohlenstoffdynamik in Naturwaldreservaten untersucht. Zum einen wurden die Langzeitdaten aus niedersächsischen Buchen- und Eichennaturwäldern zur Analyse der Biomassedynamik des oberirdischen Gehölzbestandes genutzt (Meyer et al. 2021). Zum anderen wurden die ober- und unterirdischen Kohlenstoffvorräte in 69 Buchen-Naturwaldreservaten mit unterschiedlich langer Dauer der natürlichen Entwicklung (TSA: time since abandonment von 0 bis >100 Jahren) in einem Space-for-Time Ansatz deutschlandweit untersucht (Nagel et al. 2023). Die beiden Studien zeigen übereinstimmend ein erhebliches Senken- und Speicherpotential durch natürliche Waldentwicklung.

In den langfristig untersuchten niedersächsischen Naturwaldreservaten liegt die Senkenleistung des oberirdischen Gehölzbestandes einschließlich Totholz über einen Zeitraum von 50 Jahren TSA zwischen 2,1 (reine Buchenwälder), 2,0 (Buchenmischwälder) und 1,4 (Eichenmischwälder) $\text{t C ha}^{-1} \text{a}^{-1}$. In der deutschlandweiten Space-for-Time-Studie wurde eine Senkenleistung im gesamten C-Vorrat des Gehölzbestandes, der organischen Auflage und des Mineralbodens (obere 30 cm) von 1,7 $\text{t ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ ermittelt (vgl. Abbildung). Vergleichswerte aus Buchen-Urwäldern und aus seit mehr als 100 Jahren ungenutzten Naturwaldreservaten deuten auf eine große Resilienz des insgesamt beachtlich hohen Kohlenstoffspeichers hin.



Modell der Entwicklung des oberirdischen Kohlenstoffspeichers in Buchen-Naturwaldreservaten

Referenzen

- [1] Meyer, P, Bücking, W, Gehlhar, U, Schulte, U, Steffens, R 2007 Das Netz der Naturwaldreservate in Deutschland: Flächenumfang, Repräsentativität und Schutzstatus im Jahr 2007. *Forstarchiv*, 78, 188-196.

Meyer, P, Nagel, R, Feldmann, E 2021 Limited sink but large storage - biomass dynamics in naturally developing beech (*Fagus sylvatica*) and oak (*Quercus robur*, *Quercus petraea*) forests of north-western Germany. *Journal of Ecology*, 109: 3602-3616, DOI: 10.1111/1365-2745.13740.

Nagel, R, Meyer, P, Blaschke, M, Feldmann, E 2023 Strict forest protection: A meaningful contribution to Climate-Smart Forestry? An evaluation of temporal trends in the carbon balance of unmanaged forests in Germany. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6, DOI: 10.3389/ffgc.2023.1099558.

V-20-05

Natürliche Wald- und Kohlenstoffdynamik in Zeiten des Klimawandels

Martina Mund¹, Franziska Koebsch², Anne Klosterhalfen², Christian Markwitz², Frank Tiedemann², Alexander Knohl²

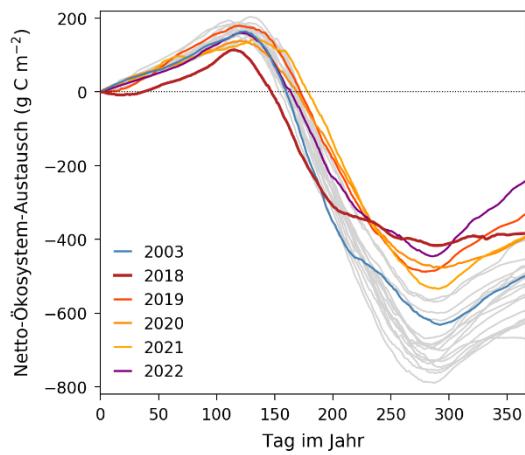
¹ Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Referat Klimafolgen, Forschung und Versuchswesen, Gotha, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Bioklimatologie, Göttingen, Deutschland

Die extreme Trockenheit und Hitze der Jahre 2018, 2019 und 2022 hat zu großen Veränderungen in den Wäldern Deutschlands geführt. Diese Veränderungen betreffen nicht nur die Bestandesstruktur, das Wachstum und die Mortalität der Bäume, sondern auch die Kohlenstoffaufnahme der Wälder.

Im Nationalpark Hainich wird die Kohlenstoffbilanz eines strukturreichen, unbewirtschafteten Buchenlaubmischwaldes seit vielen Jahren sowohl mittels der Eddy-Kovarianz-Methode als auch mittels wiederholter Bestandesinventuren und Stammzuwachsmessungen erstellt. Die Kombination dieser Methoden erlaubt neben der Bilanzierung der Kohlenstoffaufnahme auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen eine prozessorientierte Analyse der natürlichen Wald- und Kohlenstoffdynamik unter dem Einfluss des Klimawandels.

Die Jahre 2000-2017 waren durch eine relativ hohe jährliche Netto-Kohlenstoffaufnahme von rund 401 bis 670 g m⁻² gekennzeichnet. Seit dem Extremjahr 2018 erreichte die Netto-Kohlenstoffaufnahme nur noch Werte von 243 bis 394 g m⁻² pro Jahr, wobei der niedrigste Wert 2022 gemessen wurde (s. Abb.). Der Rückgang der Kohlenstoffaufnahme ging einher mit einem Rückgang des Stammwachstums und einer Zunahme der Mortalität, v.a. alter Buchen. Jüngere oder bislang unterdrückte Bäume bzw. Baumarten scheinen jedoch von der Schwächung und dem Absterben alter, dominanter Bäume zu profitieren und hatten z.T. höhere Stammzuwächse als vor 2018. Dies deutet auf natürliche Waldumbauprozesse hin, die durch die extreme Trockenheit und Hitze beschleunigt und durch die bereits vorhandene Vielfalt an Baumarten und Bestandesstrukturen moduliert wird.

Für die nahe Zukunft ist zwar mit einer geringeren Netto-Kohlenstoffaufnahme als vor 2018 zu rechnen, dennoch wird das untersuchte Waldökosystem aufgrund seiner Strukturvielfalt vermutlich eine substantielle Kohlenstoffsénke bleiben.



Jährliche Summenkurven des Netto-Ökosystem-Austausches eines Buchenlaubmischwaldes (NLP Hainich).

Positive Werte entsprechen einer Nettoabgabe von Kohlenstoff in die Atmosphäre, negative Werte einer Netto-Kohlenstoffaufnahme in das Waldökosystem.

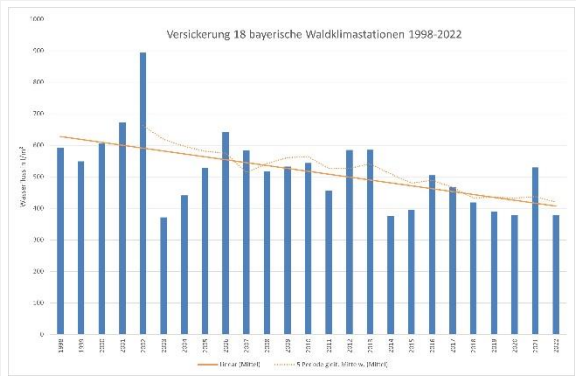
V-20-06

Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von der Baumart – Modellstudie an ausgewählten bayerischen Waldklimastationen

Lothar Zimmermann, Stephan Raspe

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Boden und Klima, Freising, Deutschland

Durch die sich häufenden Trockenperioden in jüngerer Vergangenheit wird vermehrt diskutiert, wie sich der Wasserrückhalt im Wald steigern lässt. Neben der Verbesserung der Wasserversorgung der Bäume aus dem Boden steht besonders auch das Grundwasser unter dem Wald dabei im Fokus. In Bayern befinden sich 50% der Trinkwasserschutzgebiete unter Wald. Von den ca. 8.400 Brunnen und Quellen, die mehr als 900 Mio. m³ Wasser pro Jahr spenden, liegen über 3.500 im Wald. Im Zuge des Waldumbaus wird in Bayern in den letzten Jahren der Laubwaldanteil erhöht, teilweise auch getrieben durch Borkenkäferkalamitäten und großflächiger Entwaldung wie im Frankenwald. Seit 1998 nimmt die Versickerung an den 18 bayerischen Waldklimastationen ab (Abb.). In dem Beitrag wird der Frage nachgegangen, wie sich die unterschiedlichen Baumarten auf die Grundwasserneubildung auswirken. Da die Grundwasserneubildung auf Bestandesebene nicht direkt durch Messungen erfasst werden kann, wird auf die Modellierung der Versickerung an der Untergrenze des Hauptwurzelsraums mittels des Bodenwasserhaushaltsmodells LWF-Brook90 zurückgegriffen. An den Waldklimastationen (WKS) wurde das Modell durch langjährige Messungen des Bestandesniederschlags validiert, an einigen WKS zusätzlich durch Messungen der Bodenfeuchte. Das Modell erlaubt durch eine veränderte Parametrisierung auch die Simulation des Wasserhaushalts für andere Baumarten, so dass am selben Standort langjährig auch deren Versickerung ins Grundwasser bestimmt werden kann. Für die Parametrisierung der einzelnen Baumarten wird auf Ergebnisse einer Literaturstudie zurückgegriffen. Erste Studien mit LWF-Brook90 zeigen in Bayern eine Zunahme der Versickerung von Fichte < Kiefer < Eiche < Buche, wobei die Versickerung unter Buche das 1,8fache zu Fichte betrug. Neben den genannten Baumarten werden auch Ergebnisse der Modellierung mit Tanne und Douglasie vorgestellt.



Grundwasserneubildung an Waldklimastationen 1998-2022

Mittlere Versickerung ins Grundwasser an 18 bayerischen Waldklimastationen 1998-2022 mit Trend und gleitendem Mittel, berechnet mit LWF-Brook90

V-20-07

Resumée und Abschlussdiskussion

10:30 – 12:30

POT/051H

V-21 | Fernerkundung II

Jan-Peter Mund

V-21-01

Buchenkalamitäten im Klimawandel (Ursachen, Folgen und Maßnahmen) - Erste Ergebnisse aus dem Projekt "Buche-Akut"

Joscha H. Menge^{1,2}, Kirsten Höwler³, Jan Tropf⁴

¹ ThüringenForst, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum, Gotha, Deutschland; ² Georg-August Universität Göttingen, Abteilung Waldbau und -ökologie der gemäßigten Zonen, Göttingen, Deutschland; ³ Georg-August Universität Göttingen, Abteilung Räumliche Strukturen und Digitalisierung von Wäldern, Göttingen, Deutschland; ⁴ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Sachgebiet Mykologie und Komplexerkrankungen, Göttingen, Deutschland

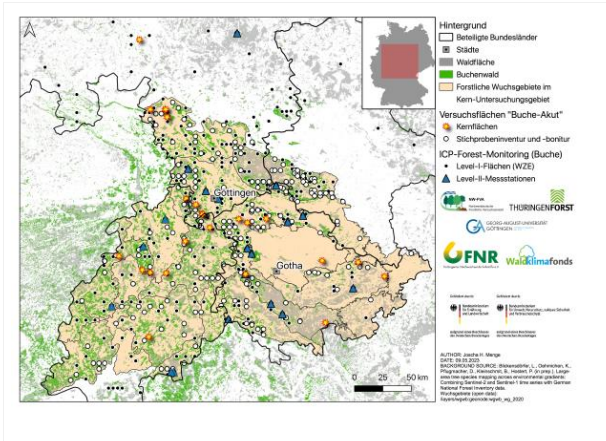
Das Verbundprojekt "Buche-Akut" (FKZ: 2220WK10A1) untersucht das aktuelle Schadgeschehen seit 2018 an Buchen (*Fagus sylvatica* L.) in den Mittelgebirgslagen von Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Hessen und Thüringen. Ziel des Vorhabens ist es, das Ausmaß und mögliche Ursachen der Kalamitäten zu ergründen, deren Folgen abzuschätzen und daraus Handlungsempfehlungen für die zukünftige waldbauliche Behandlung von Buchenwäldern unter veränderten klimatischen Bedingungen abzuleiten. Dabei ist die Integration von Praxiswissen zentral, welches u. A. über Befragungen von Revier- und Forstamtsleiter:innen, Stakeholder-Foren und umfassende Literaturanalysen zusammengetragen werden soll.

Die Ursachenforschung im Rahmen des Projektes basiert unterdessen auf wiederholten phytopathologischen und walddstrukturellen Untersuchungen in unterschiedlich stark geschädigten Buchenbeständen (Kernflächen):

Anhand (halb-)jährlicher terrestrischer Laserscans auf Bestandes- und Einzelbaumebene werden morphologische Änderungen der Kronen- und Aststruktur erfasst, was eine quantitative Auswertung des Schadverlaufs ermöglicht. Zudem wird der Vitalitätszustand jedes Einzelbaumes mehrmals visuell angesprochen und Teile der Naturverjüngung und Einzelbäume werden beprobt und im Labor auf pathogene Organismen untersucht.

Zudem dient eine Stichprobeninventur mit Vitalitätsansprache auf 5 km Trakten (ca. 200 Flächen) zusätzlich zu den Daten des ICP-Forest Monitorings als *ground-truth* für fernerkundungsbasierte Analysen. Die Verschneidung von Satellitenbilddauswertungen zum Vitalitätszustand der Buchenwälder mit flächendeckenden Airborne Laserscans und räumlichen Standorts- und Wetterdaten, soll dabei sowohl Aufschluss über die Ursachen der Kalamitäten, als auch über die Folgen für den Kohlenstoffhaushalt von Buchenwäldern geben.

In diesem Vortrag sollen erste Ergebnisse der Untersuchungen auf den Kernflächen, der Stichprobeninventur und der fernerkundungsbasierten räumlich-zeitlichen Analysen vorgestellt werden.



Untersuchungsgebiet von "Buche-Akut"

V-21-02

ESCHENTRIEBSTERBEN EFFIZIENT ÜBERWACHEN – KONZEPT ZUR GROSSRÄUMIGEN ESCHENZUSTANDSERHEBUNG MIT STEREO-LUFTBILDERN

Melanie Kirchhöfer¹, Facundo Ponce de León², Philip Beckschäfer², Kai Jütte³, Petra Adler¹

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abt. Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland; ² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abt. Waldschutz, SG Fernerkundung und GIS, Göttingen, Deutschland; ³ Landesforst Mecklenburg-Vorpommern Anstalt des öffentlichen Rechts-, Forstplanung, Versuchswesen, Forstliche Informationssysteme, SG Fernerkundung, Vermessung, Schwerin, Deutschland

Seit in den 1990er Jahren erste Symptome des Eschentriebsterbens entdeckt wurden, hat es sich rasant in ganz Europa ausgebreitet und verursacht einen drastischen Rückgang der Esche [1]. Um diesen Prozess zu verstehen und zu überwachen, braucht es regelmäßig zuverlässige Daten zu Vorkommen und Zustand von Eschenbeständen. Das Verbundvorhaben FraxMon befasst sich innerhalb des Forschungsverbundes FraxForFuture (www.fraxforfuture.de) mit der Entwicklung eines Eschen-Monitoringsystems, welches großräumig in der Lage ist, effizient Informationen zum Zustand der Eschen in Deutschland bereitzustellen. Zur Erfassung des Kronenzustands, einem wichtigen Indikator für die Vitalität der Eschen, bietet die Fernerkundung geeignete Möglichkeiten.

Im Rahmen von FraxMon wurde ein Konzept entwickelt, das aufzeigt, wie und mit welchen Fernerkundungsmethoden ein großräumiges Eschenmonitoring aufgebaut werden kann. Es wurde ein Verfahren entwickelt, um Flächen zu identifizieren, auf denen Eschenbestände potentiell vorkommen können. Weiterhin wurde geprüft, inwieweit Sentinel-2-Satellitendaten genutzt werden können, um das tatsächliche Eschenvorkommen zu erfassen. Aufbauend auf den gewonnenen Erkenntnissen wurde ein Stichprobeninventursystem für Eschenbestände festgelegt. Dieses stützt sich auf Stereo-Luftbilder, die mittels visueller Interpretation unter Verwendung zweier Interpretationsschlüssel ausgewertet werden. Zuerst werden mit dem „Interpretationsschlüssel zur Identifizierung von Eschen“ im Luftbild Eschen von anderen Baumarten unterschieden. Dieser ist wie ein Bestimmungsschlüssel hierarchisch aufgebaut und betrachtet nacheinander die Merkmale Kronenform, Kronenrand, Verzweigungsstruktur und Kronenelemente. Danach wird der „Interpretationsschlüssel zur Einstufung der Kronenverlichtung von Eschen“ auf identifizierten Eschen angewandt. Die sechs Kronenverlichtungsstufen werden in einer mehrstufigen Herangehensweise gutachterlich eingeschätzt. Dabei werden weitere Merkmalsausprägungen (Kronenrand, Struktur und Totäste) in die Entscheidungsfindung mit einbezogen.

Die an den Stichprobenpunkten erfasste Eschenvitalität lässt Rückschlüsse auf den Gesamtzustand der Eschen auf einer großen Fläche zu. Über den Aufbau von Zeitreihen bietet das Konzept zur großflächigen Eschenzustandserhebung mit Stereo-Luftbildern eine Möglichkeit das Fortschreiten des Eschentriebsterbens effizient zu überwachen. Darüber hinaus kann das Konzept auch als Referenz für die Entwicklung von Monitoringsystemen zur Kronenzustandserfassung anderer Baumarten genutzt werden.



Referenzen

- [1] Enderle, R, Stenlid, J, Vasaitis, R 2019, 'An overview of ash (*Fraxinus* spp.) and the ash dieback disease in Europe', *CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources*, 14 (025), 1-12

V-21-03

Detektion des Einflusses von abiotischen Stressfaktoren, Krankheiten und Schädlingsbefall an Eschen mit multisensorischen und multitemporalen Daten – eine Studie im Projekt FraxVir

Lisa Buchner¹, Anna-Katharina Eisen¹, Zoltan Köbölkuti⁴, Jan W. Böhm³, Susanne von Barga², Marius Rehanek², Michael Kube³, Carmen Büttner², Barbara Fussi⁴, Susanne Jochner-Oette¹

¹ Katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt, Physische Geographie/Landschaftsökologie und nachhaltige Ökosystementwicklung, Eichstätt, Deutschland; ² Humboldt-Universität zu Berlin, Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften, Fachgebiet Phytomedizin, Berlin, Deutschland; ³ Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet für Integrative Infektionsbiologie Nutzpflanze – Nutztier, Stuttgart, Deutschland; ⁴ Bayerisches Amt für Waldgenetik, Teisendorf, Deutschland

Das Eschentriebsterben, hervorgerufen durch den pilzlichen Erreger *Hymenoscyphus fraxineus* führt in weiten Teilen Europas zu gravierenden Schäden an der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Im Rahmen des bundesweiten Demonstrationsprojektes FraxForFuture werden Untersuchungen zum Erhalt der Esche, einer forstwirtschaftlich bedeutenden Baumart, durchgeführt. Als Ergänzungsstudie zum Demonstrationsprojekt FraxForFuture widmet sich das Projekt „FraxVir – Detektion, Charakterisierung und Analysen zum Auftreten von Virose und dem Eschentriebsterben in Sonderbeständen von *Fraxinus excelsior*“ insbesondere dem Einfluss von Virusinfektionen in Kombination mit dem Eschentriebsterben auf den Gesundheitszustand der Eschen.

Ziel des FraxVir-Teilprojekts „Detektion des Einflusses von abiotischen Stressfaktoren, Krankheiten und Schädlingsbefall an Eschen mit multisensorischen und multitemporalen Daten“ ist es, eine Infektion der Eschen in einem frühen Stadium zu erkennen und den Gesundheitszustand zu charakterisieren. Über festinstallierte Kamerasysteme, die multisensorische Bilddaten liefern und Drohnenbefliegungen zu unterschiedlichen saisonalen Zeitpunkten, kann eine umfassende Beurteilung der Vitalität von einzelnen Eschen bis hin zu ganzen Beständen durchgeführt werden. Kamerabasierte Indizes, basierend auf RGB-, Thermal- und Multispektraldaten, werden mit Feldmessungen (u. a. Chlorophyll- und Chlorophyll-Fluoreszenz-Messungen und Untersuchungen zur Blattmorphologie) korreliert und zur Entwicklung von Modellen verwendet. Die Erhebung von kamerabasierten Informationen in unterschiedlichen Phasen des Befalls der Eschen sowohl von pilzlichen Erregern, als auch mit Viren ermöglicht in der Retrospektive Rückschlüsse auf die Schadensursache in früheren Stadien mit schwachen Symptomen. Erste Ergebnisse der Chlorophyll-Messungen zeigen für die untersuchten Flächen keine signifikanten Unterschiede zwischen Chlorophyllgehalt und

Vitalität. Die Auswertung der Daten der spezifischen Blattfläche jedoch zeigt, dass eine leichte Abnahme der Blattfläche mit zunehmender Schädigung durch das Eschentriebsterben zu erkennen ist, dieser Unterschied war jedoch nur für eine der untersuchten Flächen signifikant. Verschiedene Vegetationsindizes demonstrieren die jeweilige Eignung in Hinblick auf die Detektion des Eschentriebsterbens.

Im Rahmen des Projektes FraxVir werden umfangreiche Erkenntnisse zu verschiedenen Stressfaktoren und deren Wechselwirkung gewonnen, die zur Erstellung von Handlungsempfehlungen für die forstliche Praxis genutzt werden können.

V-21-04

Kleingebietsschätzer für die forstliche Planung (KfP) – Verbesserte Schätzung von Holzvorräten und der Holzvorratsstruktur durch Kombination von Fernerkundungstechniken mit terrestrischen Stichprobeninventuren

Florian Franz¹, Georgia E. Reeves², Philip Beckschäfer¹, Christoph Fischer²

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Fernerkundung & GIS, Göttingen, Deutschland; ² Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldwachstum, Sachgebiet Waldinventur, Informatik und Biometrie, Göttingen, Deutschland

Für eine nachhaltige Waldbewirtschaftung sind Daten über die räumliche Verteilung von Holzvorräten und über das Mengenaufkommen innerhalb verschiedener Stärkeklassen und Baumartengruppen eine sehr wichtige Basis. Insbesondere in Zeiten häufiger Kalamitäten stellen sie eine wertvolle Grundlage für die Planung von Maßnahmen der Holzernte, der Verjüngung, des Waldschutzes und des Naturschutzes dar. Bezüglich der Verfügbarkeit dieser benötigten Daten bestehen jedoch erhebliche Defizite. Sie liegen nicht flächendeckend hochaufgelöst vor und können von den Forstbetrieben im Rahmen der Forsteinrichtung lediglich näherungsweise und mit verhältnismäßig hohem Aufwand bestimmt werden.

Um die Planung des forstwirtschaftlichen Handelns zu unterstützen, wird im Projekt KfP ein praxisreifes Verfahren entwickelt, mit dem aus Fernerkundungsdaten in Kombination mit terrestrischen Inventuren kostengünstig und verlässlich in regelmäßigen Zeitabständen der Holzvorrat sowie die Struktur des Holzvorrats auf Ebene von Kleingebieten (z.B. Beständen) modelliert werden kann.

Als Datengrundlage dienen hierbei aus Luftbildern abgeleitete dreidimensionale Modelle der Kronendachoberfläche sowie Sentinel-2-Satellitendaten zur Bestimmung der Baumartenzusammensetzung. Mit Methoden der Kleingebietsschätzung können automatisiert und über große Flächen hinweg der Holzvorrat sowie die Durchmesser- und Höhenverteilung von Waldbeständen geschätzt werden. Neben dieser flächenbezogenen Methode wird zudem ein einzelbaumbasiertes Verfahren implementiert, das die Bäume des Hauptbestands identifiziert und mittels baumartenspezifischer Schaftformfunktionen deren Holzvolumina quantifiziert.

Aus der so realisierten Bereitstellung flächendeckender Daten zu Holzvorrat und

Holzvorratsstruktur erwachsen insbesondere im Rahmen der langfristigen strategischen Betriebsplanung, der mittelfristigen Forsteinrichtungsplanung, aber auch der operativen Eingriffsplanung erhebliche Vorteile für die Ausrichtung der Produktions- und Nutzungskonzepte.

10:30 – 12:30

POT/112H

V-22 | Forsttechnik, Verfahrenstechnik II

V-22-01

Einführung

V-22-02

Automatisierte LiDAR Methode zur Vermessung von Industrieholzpoltern

Felipe de Miguel-Díez^{1,2}, Mauricio Acuna³, Nikolai Knapp⁴, Tobias Cremer², Thomas Purfürst¹

¹ Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Forstliche Verfahrenstechnik, Freiburg im Breisgau, Deutschland; ² Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Forstnutzung und Holzmarkt, Eberswalde, Deutschland; ³ Natural Resources Institute Finland (Luke), Automation and AI in forest operations, Helsinki, Finnland; ⁴ Thünen-Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland

Die Rundholzvermessung spielt eine wesentliche Rolle in der Forstwirtschaft. Die Genauigkeitsanforderungen an den Messvorgang sind sehr hoch, da kleine Abweichungen zu wirtschaftlich relevanten Verlusten für beteiligten Akteure führen können. In zahlreichen europäischen Ländern wurden in den letzten Jahrzehnten sowohl traditionell manuelle als auch fotooptische Methoden verwendet, um das Holzpoltervolumen als Abrechnungsgrundlage zu ermitteln. Diese Methoden basieren meist auf der Messung der Flächen der Vorder- und Rückseite des Holzpolters sowie der Multiplikation ihres Mittelwerts mit der Bestelllänge der Stämme. Dies impliziert jedoch gewisse Ungenauigkeiten, da davon ausgegangen wird, dass alle gepolterten Stämme die gleiche Länge haben. Hinzu kommt die forstübliche Auf- oder Abrundung der Messergebnisse. Eine weitere Einschränkung liegt in der gelegentlichen Unzugänglichkeit der Holzpolterrückseite, so dass nur die Holzpoltervorderseite für die Holzpoltervolumenermittlung berücksichtigt wird. Darüber hinaus sind noch höhere Überschätzungen zu erwarten, wenn nur die Vorderseite des Holzpolters für die Volumenermittlung berücksichtigt wird. Dies ist vor allem dann relevant, wenn die gepolterten Stämme eine überwiegende dickortige oder dünnörtige Ausrichtung aufweisen. Diese Komplikationen können größtenteils durch die Verwendung von Laserscanndaten (LiDAR), also bei der Verwendung geeigneter Geräte, wie z. B. GeoSLAM ZEB HORIZON oder iPad Pro, vermieden werden. In der zu präsentierenden Studie wurde eine automatisierte Methode entwickelt, um das Holzpoltervolumen basierend auf LiDAR-Daten automatisch zu ermitteln. Die Zuverlässigkeit der erhaltenen Ergebnisse wurde bewertet, indem sie mit realen Vermessungen laut Sektionsraummaß und mit fotooptische Methoden verglichen wurden. Die Evaluationsergebnisse zeigten, dass die entwickelten Methoden zuverlässige Ergebnisse liefern können. Basierend auf den Erkenntnissen dieser Studie werden die Stakeholder der Holzbereitstellungskette (z. B. Rundholzeinkäufer*innen, Waldbesitzende, etc.) von den Vorteilen dieser entwickelten Methode wie zum Beispiel Schnelligkeit, Transparenz und Reproduzierbarkeit zu Nachweiszwecken profitieren.

V-22-03

Das Potenzial der Blockchain-Technologie in Forstlieferketten

Lukas Stopfer, Thomas Purfürst, Hans-Ulrich Dietz

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Forstliche Verfahrenstechnik, Freiburg, Deutschland

Die Blockchain-Technologie hat das Potenzial, die Forstwirtschaft zu revolutionieren, indem sie eine transparente und sichere Methode zur Verfolgung und Überprüfung der Herkunft ermöglicht. Transaktionen in der Lieferkette können in einem dezentralen Ledger aufgezeichnet werden, wodurch Bewegungen von Forstprodukten in Echtzeit digital geprüft werden.

Dies erhöht die Transparenz und Rückverfolgbarkeit und hilft bei der Bekämpfung von illegalem Holzeinschlag, Abholzung und Etikettenschwindel.

Die Technologie kann auch Prozesse rationalisieren sowie Fehler und Betrug reduzieren, was zu Kosteneinsparungen und größerem Vertrauen in die Nachhaltigkeit von Produkten führt. Blockchain hat auch das Potenzial, das gebundene CO₂ in Form von Kohlenstoff im Material zu verfolgen. Es gibt jedoch Herausforderungen, wie die Sicherstellung genauer Datenerhebung und die Einbindung der Akteure im Prozess.

Es ist jedoch wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Implementierung der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft noch in den Kinderschuhen steckt und dass es Herausforderungen gibt, die überwunden werden müssen, wie z.B. die Sicherstellung der Genauigkeit der in der Blockchain aufgezeichneten Daten und die Beteiligung aller relevanten Akteure in der Lieferkette.

Im Verbundprojekt "Blockchain-Technologie als Treiber für die Digitalisierung der Forstwirtschaft" werden die Potenziale konkretisiert, die technischen Voraussetzungen erarbeitet und das Potenzial und die Akzeptanz der Marktteilnehmer durch eine große repräsentative Umfrage ermittelt.

In der Präsentation werden die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie zum Einsatz einer Blockchain-abgebildeten Lieferkette für die gesamte Forst- und Holzwirtschaft, vom Wald bis zum Kunden, vorgestellt. Darüber hinaus werden die technischen und softwaretechnischen Anforderungen sowie mögliche Implementierungsoptionen für den Einsatz der Blockchain-Technologie in forstwirtschaftlichen Geschäftsprozessen erörtert.

Darüber hinaus werden die Ergebnisse der bundesweiten Umfrage unter den verschiedenen Akteuren der Forst-Holz-Kette erläutert und eingeordnet. Die Ergebnisse der bundesweiten Umfrage unter den verschiedenen Akteuren der Lieferkette liefern wertvolle Einblicke in die Perspektiven und Bedürfnisse der verschiedenen Interessengruppen in der Branche und zeigen das tatsächliche Potenzial, die Herausforderungen, aber auch die Grenzen dieser relativ neuen Technologie.

V-22-04

Intermodale Holztransportlogistik - Operative und strategische Planung in der Forstwirtschaft

Hans-Ulrich Dietz, Thomas Smaltschinski, Thomas Purfürst

Universität Freiburg, Professur für Forstliche Verfahrenstechnik, Freiburg im Breisgau, Deutschland

Die durch den Klimawandel fortschreitende Akkumulation von Waldschäden bei den wichtigsten Baumarten, eine sinkende Zahl von Mitarbeitern bei LKW-Transportunternehmen sowie die Notwendigkeit, den Kohlenstoffausstoß zu verringern und gleichzeitig die Ressourceneffizienz in der Holzlieferkette zu erhöhen, führen zu ständigen Bemühungen, den Anteil des Holztransports auf der Schiene deutlich zu erhöhen.

Aufgrund von Waldschäden, die vor allem durch Insektenbefall verursacht werden, wurden in den Jahren 2019-2021 in Deutschland jährlich durchschnittlich 77,5 Millionen Kubikmeter Holz eingeschlagen und insgesamt rund 13 Millionen Kubikmeter auf der Schiene transportiert, was einem Anteil von 6 % an der gesamten eingeschlagenen Holzmenge in diesen drei Jahren entspricht.

In dem abgeschlossenen Forschungs- und Entwicklungsprojekt mit dem Akronym "VEHIT" wurden im Bundesland Bayern Lösungen für die intermodale Transportlogistik untersucht, um den Transport von Rundholz auf der Schiene zu fördern. Gemeinsame Partner in diesem staatlich geförderten F&E-Projekt sind die DB Cargo Logistics und die Bayerischen Staatsforsten (BaySF) sowie die angeschlossenen Waldbesitzer- und Holzvermarktungsverbände. Vorgestellt werden der methodische Ansatz und die Ergebnisse des Projekts zur Lösung dieses klassischen, aber komplexen Minimalkostenflussproblems im Operation Research. Grundlegendes Konzept für die Transportoptimierung ist die Erfassung von Versorgungsgebieten, d.h. routenbezogenen Transportentfernungen vom Rundholzersprung zum Kunden über vorhandene Holzverladeknotenpunkte, sogenannte Timberports. Diesen Versorgungsgebieten wurden Geokoordinaten von BaySF-Holzstapeln am Straßenrand aus den Jahren 2015 und 2019 zugeordnet und mittels linearer Programmierung alternative Bahn- und LKW-Transportrouten für Pflichtabnehmer in Abhängigkeit von den Produktsortimenten berechnet.

In einer ersten Analyse wurden die Kosten, der Zeitbedarf für den Lkw-Transport und die Kohlenstoffemissionen der verschiedenen intermodalen Transportalternativen verglichen. Der Zeitbedarf für den Transport und die Kohlendioxidemissionen zeigen eindeutig eine Priorität des intermodalen Fernverkehrs per LKW und Bahn als Alternative zum reinen LKW Transport. In Anbetracht der Kosten für den intermodalen Holztransport gibt es noch einige Potenziale und Notwendigkeiten für die Optimierung der zukünftigen Holzlogistik.

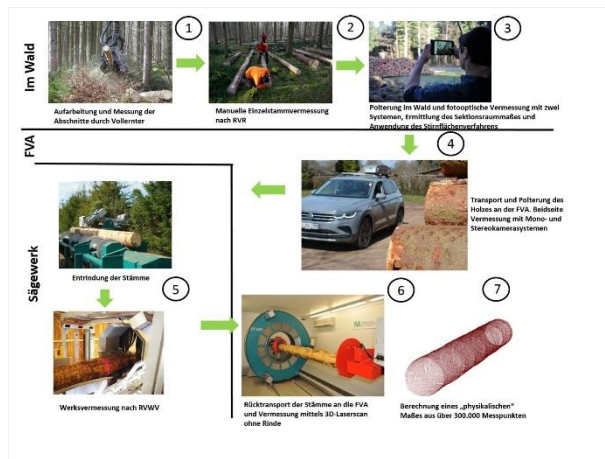
V-22-05

Einzelstammweiser und summarischer Vergleich verschiedener Rundholzmessverfahren in der Prozesskette Forst/Holz

Jörg Staudenmaier, Jonas Gorges , Udo H. Sauter

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldnutzung, Freiburg, Deutschland

Im Zuge der Bereitstellung von Holz nehmen dessen Vermessung und die jeweiligen Maßermittlungsverfahren als Basis für die Preisbildung eine hohe wirtschaftliche Bedeutung ein. Die geernteten Rundholzmengen werden entlang der Prozesskette i.d.R. an verschiedenen Schnittstellen erfasst, an denen mit mehreren Messverfahren teilweise unterschiedliche Zielgrößen ermittelt werden. Technische Entwicklungen ermöglichen dabei fortschreitend den Einsatz zusätzlicher Messmethoden, sodass die Auswahl an Alternativen zukünftig eher weiter ansteigt, als sinkt. In Kombination mit Informations- und Medienbrüchen, Konvertierungen an Systemschnittstellen und einer zum Teil mit Unsicherheiten behafteten Zuordnung von einzelnen Holzlieferungen zu bereitgestellten Holzpoltern im Wald, führt dies nicht nur zu Ungenauigkeiten auf der Daten- und Informationsebene. Auch Misstrauen zwischen den Akteuren, sowie fehlende Akzeptanz bezüglich der Mengeninformationen zwischen Prozessbeteiligten und Vertragspartnern in der Branche können eine Folge sein. Umso wichtiger ist es für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Holzverkäufern und -abnehmern, eine kontinuierliche Evaluierung und Überprüfung der Genauigkeit, der Anwenderfreundlichkeit, des Zeitbedarfs und der Kosten der jeweiligen Messverfahren zu gewährleisten. Auf Basis eines umfassenden Praxisversuches wurden das Vollerntermaß, die manuelle Einzelstammvermessung, das Sektionsraummaß, das Stirnflächenverfahren, zwei Monokamerasysteme, zwei Stereokamerasysteme und das Werkseingangsmaß unter strikter Einhaltung der jeweils definierten Verfahrensvorgaben für das Versuchsmaterial einschließlich des Rindenanteils erhoben. Die gewonnenen Ergebnisse wurden untereinander und zusätzlich mit einem „physikalischen“ Referenzmaß verglichen. Dieser Vergleich erfolgte nicht nur summarisch für den gesamten Hieb (ca. 100 Festmeter frisches Fichtenholz), sondern konnte aufgrund der genauen Zuordnung der physischen Stämme mit den Daten des Vollernter- und Werksprotokolls zusätzlich (in diesem Umfang wahrscheinlich erstmalig) auch am Einzelstamm erfolgen. Der Versuch bildet somit alle praxisrelevanten Messverfahren inklusive des Referenzmaßes ab.



Ablauf des Praxisversuchs

Zeitliche Reihenfolge und Orte der jeweiligen Maßermittlungen

V-22-06

Markierungsfreie Rückverfolgung von Baumstämmen von der Ernte bis zum Sägewerk - Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit – ein Quantifizierungsversuch

Catherine Last, Udo H. Sauter

Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Waldnutzung, Freiburg im Breisgau, Deutschland

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung, Erprobung und Validierung eines Rückverfolgbarkeitssystems für Holz, das praxisnah ist, einen zuverlässigen Herkunftsnachweis liefert und durch markerfreie Rückverfolgung fälschungssicher ist. Die Fingerprint-Technologie nutzt holzeigene Mikrostrukturen, die als eindeutig erkennbare Muster zur Identifizierung einzelner Stammteile dienen und eine Rückverfolgung über die gesamte Lieferkette ermöglichen. Erreicht wird dies durch die automatische Erfassung des „Fingerabdrucks“ des Holzes beim Einschnitt und bei der Ankunft im Sägewerk mit eingebauten Kamerasystemen, wodurch zusätzliche Bearbeitungszeiten entfallen. Im Rahmen dieses Gemeinschaftsprojekts wird ein robustes Kamerasystem auf einer Erntemaschine und in einem Sägewerk eingesetzt, das mit modernsten Computer-Vision-Ansätzen gekoppelt ist, um optimale Erkennungsraten unter den rauen Bedingungen der Holzverarbeitungskette zu erzielen. Letztlich wird dieses neuartige Instrument die eindeutige Zuordnung von Stammteilen zum ursprünglichen Baum ermöglichen, einen Kontrollmechanismus für eine genaue Aufzeichnung bieten, Anreize für eine verstärkte Holzmobilisierung schaffen, insbesondere für den privaten Forstsektor, die Beschaffung von zertifiziertem, nachhaltigem Holz unterstützen und zu einer allgemeinen Verbesserung der Logistik beitragen. Um die Nachhaltigkeitschancen eines markerfreien Rundholzverfolgungssystems zu bewerten, haben wir mit Unterstützung des deutschen Öko-Instituts e.V. eine Nachhaltigkeitsanalyse durchgeführt. Ziel war es, relevante Nachhaltigkeitsaspekte im Hinblick auf die Agenda 2030 der Weltgemeinschaft zu identifizieren und zu bewerten, ob die Einführung des Rückverfolgungssystems zu einer Reduzierung der Emissionen führen würde. Dazu wurde der Carbon Footprint der implementierten Technologie quantifiziert und die Veränderungen in der Wertschöpfungskette Holz durch die Anwendung des Trackingsystems abgeschätzt. So wurden beispielsweise das zu erwartende Plus an geerntetem Rundholz und den daraus hergestellten Holzprodukten sowie die Einsparungen an Materialien und Brennstoffen durch Prozessoptimierung bewertet.

V-22-07

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/151H

V-23 | Holzkunde und Verwendung

V-23-01

Lagerung von Pappelrundholz aus Kurzumtriebsplantagen - Evaluierung verschiedener Lagerungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Holzfeuchte

Nicole Starke¹, Claus-Thomas Bues¹, Björn Günther², Armin K. Meurer³, Markus Rüggeberg¹

¹ TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Institut für Forstnutzung und Forsttechnik Professur für Forstnutzung, Dresden, Deutschland; ² TU Dresden, Fakultät Umweltwissenschaften, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Dresden, Deutschland; ³ Georg-August-Universität Göttingen, Soil Science of Temperate Ecosystems, Büsgen Institute, Göttingen, Deutschland

Vor dem Hintergrund einer angestrebten stofflichen Nutzung von Pappelholz aus Kurzumtriebsplantagen zur Herstellung von Holzwerkstoffen ergab sich die Frage, wie dieses Material über einen Zeitraum von bis zu neun Monaten bei gleichzeitiger Erhaltung der Holzqualität gelagert werden kann. Diese Lagerungsdauer ist aufgrund der eingeschränkten Zeitspanne für die Ernte der Pappeln, die nur im Winter stattfinden kann [1] und dem Bestreben einer kontinuierlichen Rohstoffversorgung für die Holzverarbeitende Industrie notwendig.

Im Zuge der Lagerung ist das Holz verschiedenen biotischen und abiotischen Gefahren ausgesetzt, die mit einer Wertminderung des Holzes einhergehen können. Dabei besteht das größte Risiko in einem Holzabbau durch holzerstörende Pilze. Da die Holzfeuchte einen entscheidenden Einfluss auf das Risiko der Entwicklung holzerstörender Pilze ausübt [2, 3, 4] wurde auf diese ein großes Augenmerk gelegt. Dabei sollte auch getestet werden, ob ein Monitoring der Holzfeuchte des lagernden Pappelholzes mittels der zerstörungsfreien elektrischen Widerstandsmessung möglich ist.

Es wurden die Lagerungsverfahren Trockenlagerung mit und ohne Rinde, Beregnung mit und ohne Rinde, Folienlagerung mit und ohne Rinde sowie einem aus Beregnung und Trockenlagerung kombinierten Verfahren getestet. Die Lagerungsversuche erfolgten in den zwei Lagerungsperioden 2018 und 2019. Die Holzqualität des gelagerten Pappelholzes wurde anhand von Untersuchungen zur Veränderung der Darrdichte, der chemischen Zusammensetzung und ergänzend durch mikroskopische Untersuchungen bewertet.

Abb. 1a zeigt beispielhaft den Trockenpolter 2019 mit berindet gelagerten Pappelstämmen nach einmonatiger Lagerung. Die Trockenlagerung ist ein günstiges, jedoch sehr risikobehaftetes Lagerungsverfahren. Die Ergebnisse der regelmäßigen Holzfeuchtebestimmungen zeigten hier, dass die Holzfeuchte über den gesamten Lagerungszeitraum in einem für Pilzbefall kritischen Holzfeuchtebereich (ca. 30 % bis ca. 100 %) lag. Bei diesem Lagerungsverfahren wurde ein Pilzbefall sowohl makro- (siehe Abb. 1b) als auch mikroskopisch (siehe Abb. 1c) festgestellt.

Im Rahmen des Vortrags werden vergleichend die Ergebnisse der anderen Lagerungsvarianten vorgestellt sowie die Vor- und Nachteile diskutiert.

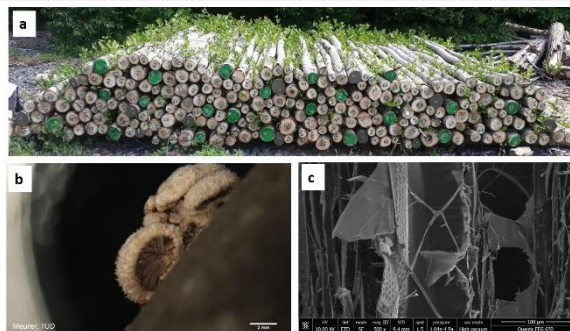


Abb. 1: Trockenpolter 2019 mit berindet gelagerten Pappelstämmen und Pilzbefall

a) Trockenpolter nach einmonatiger Lagerung

b) *Schizophyllum commune* am Trockenpolter zur Auslagerung (Bild: Meurer TU Dresden),

c) REM-Aufnahme: Pilzhypen (h) zur Auslagerung (Bild: Günther TU Dresden)

Referenzen

- [1] Nord-Larsen T., Talbot B. (2004): Assessment of forest-fuel resources in Denmark: technical and economic availability. Biomass and Bioenergy, 2004, Jg. 27, Nr. 2, S. 97–109
- [2] Arnold M. (1993): Basic and organizational aspects of the storage of round wood. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, Journal forestier suisse, 1993, S. 843-858
- [3] Liese W., Ammer U. (1968): Lagerschäden an Rundholz. Biologische Grundlagen und Möglichkeiten der Verhütung. Forst-u. Holzwirt, 1968, Jg. 23, Nr. 13, S. 265-267
- [4] Stodafor (2004): Technical Guide on Harvesting and Conservation of Storm Damaged Timber. Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology, Management and Training, CTBA, Paris

V-23-02

Auf dem Weg zur höherwertigen Verwendung von Eichenschwachholz für Bauzwecke - Bestimmung der mechanischen Eigenschaften durch zerstörungsfreie und zerstörende Prüfung als Voraussetzung für eine Eignungsbewertung

Franka Brüchert¹, Nicolas Hofmann¹, Udo H. Sauter¹, Kay-Uwe Schober², Beate Hörnel-Metzger², Wieland Becker³, Das Projekt wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Bundestages.

¹ FVA Baden-Württemberg, Abt. Waldnutzung, Freiburg, Deutschland; ² Hochschule Mainz, Forschungsgruppe Holz und Kunststoffe, Mainz, Deutschland; ³ Hochschule Trier, Holzkompetenzzentrum Trier, Lehr- und Forschungsgebiet Holz, Trier, Deutschland

Im Zuge der Veränderungen, die die Forstwirtschaft in Deutschland durch Anpassungen an den Klimawandel durchläuft, wird sich langfristig auch die Verfügbarkeit von Konstruktionsholz aus Nadelholz reduzieren; in Gegensatz dazu müssen wir davon ausgehen, dass Laubholzarten wie die Eiche mit den vorhergesagten Temperatur- und Niederschlagsveränderungen besser zurechtkommen werden, und darum Holz dieser Baumart in steigender Menge zur Verfügung stehen wird.

Ein Forschungskonsortium aus drei Projektpartnern (Hochschule Trier (Koordination), FVA Baden-Württemberg und Hochschule Mainz) beleuchtete für den Konstruktionsansatz des „Green-Oak-Building“ Aspekte einer innovativen Konstruktionsplanung und führte die notwendige Rundholzcharakterisierung für solche Holzverwendungen durch. Hierbei stehen die zu erwartenden mechanisch-physikalischen Materialkenngrößen solcher schwachen Eichen-Sortimente im Fokus.

Es wurden 140 Stämme von *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (5 m Länge, mittl. Mittendurchmesser ca. 25cm) umfassend physikalisch-mechanisch untersucht und die folgenden Kenngrößen ermittelt: 3D-Geometrie, Holzdichte und -feuchte (CT-Scanning), innere und äußere Stammmerkmale (CT-Scanning), dynamisches Elastizitätsmodul E_{dyn} (ViScan); ergänzt durch eine zerstörende Prüfung zur Ermittlung des statischen MOE und der Biegefestigkeit. Der Untersuchungsansatz erfolgte im Anhalt an Kriterien der konventionellen zerstörungsfreien Festigkeitssortierung für Schnittholz (als Vorstudie für eine mögliche maschinelle Rundholzsortierung). In einem parallelen Versuchsansatz wurde an weiteren 75 Eichenstämmen über einen Lagerungszeitraum von 2 Jahren das Trocknungsverhalten und dessen Auswirkung auf den E_{dyn} bestimmt. Aus diesem umfassenden Datensatz konnten wertvolle Erkenntnis zum

Trocknungsverhalten von Eichenrundholz und dessen Einfluss auf die notwendigen Festigkeitskennwerte für den Holzbau hergeleitet werden, die Eingang finden können in die Tragwerksplanung und die notwendigen zugrundeliegenden statischen Berechnungen.

Das untersuchte Eichenschwachholz erreichte auch im ungetrocknetem Zustand ausreichende Festigkeiten, um daraus eine generelle Eignung für solche konstruktiven Verwendungen abzuleiten. Damit schließen sich unsere Ergebnisse an die Erfahrungen des "Green-Oak-Building"-Konzepts in Großbritannien an.

Referenzen

- [1] Becker, W., Kjolsrud, E., Weber, J. et al. 2022 Green Oak Building – Bauen mit Eichenschwachholz. Von handwerklicher Nische zur breiteren Anwendung – Grundlagen für Einsatz schwachen Eichenrundholzes in Tragwerken; Holz-Zentralblatt. Bd. 22148. H. 26., S. 430 - 431
- [2] Ross, P., Mettem, C. J., Holloway, A. (2007) Green Oak in Construction. BM TRADA, United Kingdom, 186 S., ISBN 10: 1900510456
- [3] <https://www.hochschule-trier.de/gestaltung/forschung-projekte/forschung/forschungsprojekte-entdecken/eichensystem> (aufgerufen am 28.04.2023)
- [4] <https://www.zeit.de/angebote/forschungskosmos/wissen-wirksam-machen/hs-mainz/klimawandel-als-interdisziplinaere-herausforderung/index> (aufgerufen am 28.04.2023)

V-23-03

Selbstformende zylindrische Holzbauteile für nachhaltige Leichtbaukonstruktionen

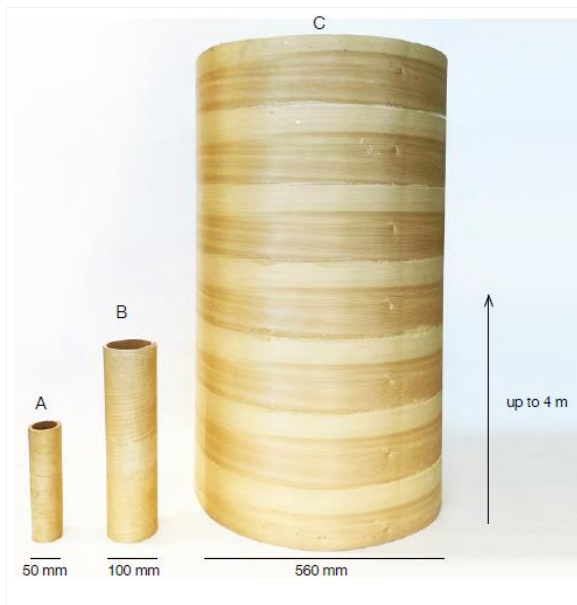
Peter Siebke

Technische Universität Dresden, Professur für Forstnutzung, Tharandt, Deutschland

Bei der Herstellung von Baustoffen und der Errichtung von Gebäuden werden erhebliche Mengen an Treibhausgasen freigesetzt. Diese Emissionen müssen reduziert werden, um die deutschen Klimaziele zu erreichen. Dabei ist es unerlässlich den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes oder Bauteils zu betrachten. Dies umfasst neben der Herstellung und der Nutzung auch die Entsorgung der verwendeten Baustoffe.

In dem Projekt „Selbstformende zylindrische Holzbauteile für nachhaltige Leichtbaukonstruktionen“ werden Fertigungsverfahren von Holzbauteilen durch Selbstformung entwickelt. Das Ziel ist die Herstellung leistungsfähiger, zylindrischer Holzkomponenten aus Buchenholz für nachhaltige Leichtbaukonstruktionen.

Zylindrische Geometrien gelten in der Architektur als statisch effizient und werden in verschiedenen Durchmesser verwendet. Man findet teilzylindrische Tonnen- und Rippengewölbe für tragende Dach- oder Deckenkonstruktionen, vollzylindrische Säulen, Masten und Silos oder auch Raumtragwerke, die aus einer Vielzahl zylindrischer Röhren bestehen. Gleichzeitig ist die Nutzung von Buchenholz von erhöhtem öffentlichen Interesse. Durch die waldbauliche Anpassung der deutschen Wälder an den Klimawandel ist davon auszugehen, dass zukünftig das Angebot an Buchenholz steigt. Im Herstellungsprozess dieser neuartigen zylindrischen Holzbauteile wird das Schwinden des Holzes, welches durch ein Absinken der Holzfeuchte begründet ist, genutzt. So können energie- und kostenintensive, mechanische Umformungsprozesse optimiert oder ersetzt werden. Die Arbeit befasst sich dabei mit den Fragen, welche Krümmungen und Materialstärken mit diesem Herstellungsverfahren realisierbar sind und welche sich dabei als statisch besonders günstig erweisen. Weiterhin welchen ökologischen Fußabdruck diese Bauteile im Vergleich zu konventionell hergestellten zylindrischen Bauteilen haben. Dafür werden im ersten Schritt die zylindrischen Holzkomponenten, anhand eines definierten Designraums, hergestellt und dahingehend untersucht, inwiefern das Selbstverformungsverhalten zuverlässig simuliert werden kann. Weiterhin werden die physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Holzbauteile durch destruktive statische Tests ermittelt, um daraus die Eignung der Testkomponenten für verschiedene statische Bausysteme abzuleiten. Auch der ökologische Fußabdruck dieser neuartigen Holzkomponenten wird ermittelt und mit den etablierten konventionellen Alternativen verglichen. Das Potenzial dieser Technologie soll zudem durch einen Demonstrator veranschaulicht werden.



Prototypen Holzzylinder

selbstgeformte Holzzylinder mit verschiedenen Radien

Referenzen

- [1] Rüggeberg, Markus; Burgert, Ingo (2015): Bio-inspired wooden actuators for large scale applications. In PloS one 10 (3), e0120718. DOI: 10.1371/journal.pone.0120718.
- [2] Grönquist, Philippe; Wood, Dylan; Mohammad M. Hassani; Wittel, Falk K; Menges, Achim; Markus Rüggeberg (2019): Analysis of hygroscopic self-shaping wood at large scale for curved mass timber structures. In Science Advances 5 (9). DOI: 10.1126/sciadv.aax1311.

V-23-04

RINDE MIT POTENZIAL

Ferréol Berendt¹, Charlett Wenig², Michaela Eder², Tobias Cremer¹

¹ Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Forstnutzung und Holzmarkt, Eberswalde, Deutschland; ² Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Biomaterialien, Potsdam, Deutschland

Die Rinde von Bäumen dient insbesondere als Schutz gegenüber Insekten, Wildverbiss, Waldbrand und mechanischen Beschädigungen. Neben der Schutzfunktion dient die Rinde zum Transport von Nährstoffen, zur Speicherung von Kohlenstoff und zur Verringerung der Wasserverdunstung. In Zusammenhang mit der Nutzung von Holz als Rohstoff fallen jährlich weltweit bis zu 170 Mio. m³ Rinde in der Holzverarbeitenden Industrie an. Dabei wird Rinde als ein Neben- oder Abfallprodukt angesehen und mit sehr geringer Wertschöpfung genutzt: meistens zur Energiegewinnung durch Nassverbrennung oder als Rindenmulch. Aufgrund dieser großen Mengen und der gleichzeitig geringen Wertschöpfung hat die optimale Verwertung von Rinde ein hohes Potenzial, die Rohstoffeffizienz innerhalb einer Nutzungskaskade zu steigern. Dafür ist vertieftes Wissen zu den anfallenden Mengen, zur Zusammensetzung von Rinde und zu neuartigen Verwertungsmöglichkeiten unterschiedlicher Rinden unerlässlich.

Vor diesem Hintergrund wurden mehrere Untersuchungen zur Rinde heimischer Baumarten (insb. Kiefer, Eiche, Lärche) durchgeführt. Die Untersuchungen hatten folgende Schwerpunkte: 1) die Rindenstärke und der Rindenstärkenverlauf [1][2], 2) die Kohlenstoffspeicherung in Rinde, 3) die Rindenmasse und das Rindenvolumen in Holzpoltern [3], 4) die Flexibilisierung von Rinde für Designprodukte [4] und 5) die Ableitung von Optionen zur Herstellung bindemittelfreier Rindenplatten [5].

Die Ergebnisse haben gezeigt, dass 1) die Rindenstärke bei Kiefernindustrieholz durch die hohen Anteile an Stämmen mit Spiegelrinde durchschnittlich 0,5 cm beträgt, und dass 2) der Kohlenstoffgehalt von Kiefernrinde mit zunehmender Baumhöhe abnimmt. Darüber hinaus wurden 3) ein praxisnaher Leitfaden zur Bestimmung von Rindenanteilen (Rindenvolumen und -masse) in Kiefernindustrieholzpoltern entwickelt, 4) textile/ (Design-)Anwendungen, wie z.B. eine Jacke aus Rinde, entworfen und 5) neue Ansätze zur Herstellung von bindemittelfreien Rindenplatten aus Rindenstücken heimischer Baumarten konzipiert. Durch die aufgezeigten Ressourcenverfügbarkeiten einerseits und die innovativen Nutzungsmöglichkeiten (in Verbindung mit einer langfristigen stofflichen Nutzung und entsprechender Kohlenstoffbindung) andererseits wird deutlich, welches hohe Nutzungspotenzial heimische Rinde birgt, das gerade in Zeiten einer stark wachsenden Bioökonomie erforscht und damit gehoben werden sollte.

Referenzen

- [5] Wenig, C, Reppe, F, Horbelt, N, Spener, J, Berendt, F, Cremer, T, Frey, M, Burgert, I, Eder, M, 2023, Adhesives free bark panels: An alternative application for a waste material, *PLoS ONE* 18(1), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280721>
- [4] Wenig, C, Dunlop, JWC, Hehemeyer-Cürten, J, Reppe, F, Horbelt, N, Krauthausen, K, Fratzl, P, Eder, M 2021, Advanced materials design based on waste wood and bark, *Philosophical Transactions of The Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences* 379:20200345, <https://doi.org/10.1098/rsta.2020.0345>
- [3] Berendt, F, Bajalan, I, Wenig, C, Hinds, C, Blasko, L, Cremer, T 2023, Estimation of Scots pine bark biomass delivered to the wood industry in Northern Germany, *Central European Forestry Journal* 69
- [2] Wilms, F, Duppel, N, Cremer, T, Berendt, F 2021, Bark Thickness and Heights of the Bark Transition Area of Scots Pine, *Forests*, 12, 1386, <https://doi.org/10.3390/f12101386>
- [1] Berendt, F, Pegel, E, Blasko, L, Cremer, T 2021, Bark proportion of Scots pine industrial wood, *European Journal of Wood and Wood Products*, 79:749-752, <https://doi.org/10.1007/s00107-021-01657-7>

V-23-05

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/251H

V-24 | Forstpolitik, Umweltkommunikation II

V-24-01

Akteure der Gesundheitsbranche und ihre Ansprüche an den Wald

Anika Gaggermeier¹, Leonie Wagner²

¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Abt. 7 Waldbesitz, Beratung, Forstpolitik, Freising, Deutschland; ² Technische Universität München, Lehrstuhl für Wald- und Umweltpolitik, Freising, Deutschland

Narrative über die Heilkraft des Waldes breiten sich seit einigen Jahren rasant in Deutschland aus. Hotels, Kurorte und Kliniken haben den „Dr. Wald“ für sich entdeckt und erste Kur- und Heilwälder in Deutschland eröffnet. Von Nord bis Süd werden Kurse und Seminare von Selbstständigen aus unterschiedlichsten Berufsgruppen zum Thema Gesundheit im Wald angeboten. Es ist damit zu rechnen, dass neben den klassischen Waldbesuchern („Erholungssuchende“, „Sporttreibende“) verstärkt weitere Nutzergruppen Ansprüche an Wälder formulieren werden.

Der Vortrag stellt die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Waldbnutzung zu Gesundheitszwecken – Beobachtung und Analyse aktueller Entwicklungen für die strategische Positionierung forstlicher Akteure“ vor. Mit Hilfe von Methoden der empirischen Sozialwissenschaften sollten die Ansprüche von Akteuren der Gesundheitsbranche an Wälder analysiert werden. Hierfür wurden 74 telefonische Leitfadeninterviews mit Heilpraktikern der Psychotherapie, Waldbadenanbietern und Naturcoaches geführt. Die so gewonnenen Daten wurden unter Anwendung der Inhaltsanalyse nach Mayring [3] analysiert und anhand eines Modelles der Wirkzusammenhänge zwischen Biodiversität und menschlicher Gesundheit abstrahiert [1], [2].

Die Ergebnisse der Befragungen verdeutlichen, dass der Wald für alle drei Befragungskollektive wichtigster genutzter Naturraum ist. Wald ist immer noch Inbegriff von purer Natur und Ursprünglichkeit [4]. Das Idealbild des Waldes als romantische Sehnsuchtslandschaft und magischer Ort, zeigt sich auch in den von den Befragten genannten Wirkmechanismen, die den Wald zu einem Heilort machen. Es geht weniger um die Bewegung im Wald, also den Spaziergang oder sportliche Aktivitäten, sondern um eine Vielfalt an psychologisch auf den Menschen wirkenden Phänomenen. Auch wenn die Anbieter von Gesundheitsdienstleistungen teilweise andere gesundheitliche Effekte des Waldes verwenden als in der klassischen Erholungsnutzung üblich, decken sich die Anforderungen, die sie an einen idealen Gesundheitswald stellen, stark mit den Anforderungen an einen Erholungswald. Dies ist nachvollziehbar, da das umfassende Sinneserleben des Naturraumes Wald und die Abwesenheit von Zivilisation klassische Elemente der Erholung sind.

Referenzen

- [1] Marselle, M. R.; Hartig, T.; Cox, D. T. C.; Bell, S. de; Knapp, S.; Lindley, S. et al. (2021): Pathways linking biodiversity to human health. A conceptual framework. In: *Environment international* 150, S. 106420. DOI: 10.1016/j.envint.2021.106420.
- [2] Hartig, T.; Mitchell, R.; Vries, S. de; Frumkin, H. (2014): Nature and health. In: *Annual review of public health* 35, S. 207–228. DOI: 10.1146/annurev-publhealth-032013-182443
- [3] Mayring, P. (2010): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.
- [4] Zechner, J. (2017): Natur der Nation. Der "deutsche Wald" als Denkmuster und Weltanschauung. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*. 67 (49–50), 4–10.

V-24-02

Erholungsbasierte Konflikte im Wald: soziokulturelle Treiber dargestellt am Beispielfall "Freiburger Stadtwald"

Monika Bachinger , Manuel Hafner, Patricia Harprecht

Hochschule für Forstwirtschaft, Rottenburg am Neckar, Deutschland

Immer mehr Menschen nutzen den Wald zur Erholung und zur Ausübung ihrer Freizeitaktivitäten- dabei kommt es aufgrund des begrenzten Raumangebotes und einer gleichzeitig multifunktionalen Nutzung von Wegen zu Konflikten zwischen Waldbesuchenden. Konflikte lassen sich jedoch nur schwer objektiv beschreiben. Häufig werden sie durch subjektive Wahrnehmungen, Wertehaltungen und Erwartungen der am Konflikt Beteiligten beeinflusst.

Anhand einer deutschlandweiten Online-Befragung unter 3690 Teilnehmenden wurden im Rahmen des Forschungsprojektes „Deliberative Kommunikation für erholungsbasierte Nutzungskonflikte im Wald“ prototypische Konflikttypen im Wald sowie deren Treiber identifiziert. Eine unabhängige Expertenkommission aus den Bereichen Outdoor/Freizeit, Naturschutz, Tourismus und Forstwirtschaft/Jagd identifizierte anschließend auf Basis der gewonnenen Daten vier Fallbeispiele (Konfliktthema plus Fallregion) zur weiteren Untersuchung.

Eines dieser Konfliktbeispiele, „Radfahrende und andere Waldbesuchende im Stadtwald Freiburg im Breisgau“ wird anhand des von Elinor Ostrom entwickelten „Institutional analysis and development (IAD) framework“ beschrieben. Zwei wichtige Bausteine dabei sind die Konfliktsituation vor Ort (*action situation*) sowie die Konfliktbeteiligten (*participants*). Der vorliegende Beitrag legt den Fokus auf die soziokulturellen Voraussetzungen von Konflikten. Anhand der Ergebnisse einer Besucherbefragung im Freiburger Stadtwald werden Einflussfaktoren auf Konflikte wie z.B. *activity style*, *lifestyle tolerance*, *safety concerns* oder auch *crowding* dargestellt. Unterschieden werden dabei wahrgenommene und erlebte Ziel- und Normkonflikte der befragten Personen. Ausgehend davon können im weiteren Verlauf des Projektes Lösungsansätze für Konflikte formuliert werden.

Das Gesamtziel des Forschungsprojektes ist, Nutzungskonflikte im Wald durch aktive Dialog- und Beteiligungsprozesse vermeiden und entschärfen zu helfen. Zudem wird angestrebt, Empathie für divergierende Nutzungsinteressen zwischen den Waldnutzenden und für den Naturraum Wald zu fördern. Projektpartner sind die Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg, die Hochschule der Medien Stuttgart sowie die Bodensee-Stiftung Radolfzell.

Referenzen

- [1] Ostrom, E. (2010). Beyond Markets and States: Polycentric Governance of Complex Economic Systems. Transnational Corporations Review, 2(2), 1-12.

V-24-03

**„SO GROß, DASS MAN’S LIEBT“ – DIE
KOOPERATIONSBEREITSCHAFT VON WALDBESITZENDEN
MIT INDIVIDUELLEN BEZIEHUNGEN ZUM WALDEIGENTUM**

Britta Hars , Philipp Mack , Andy Selter

Universität Freiburg, Professur für Forst- und Umweltpolitik, Freiburg, Deutschland

Die Rahmenbedingungen für die Bewirtschaftung der Privatwälder in Deutschland verändern sich mit steigenden Erwartungen an die Waldbesitzenden, die sich aus Politikfeldern wie der Energiewende, der Anpassung an den Klimawandel, einer möglichen Bioökonomie oder der Biodiversitätspolitik ergeben, mit zunehmender Beschleunigung. Gleichzeitig schreitet die Fragmentierung unter dem Einfluss von Agrarstrukturwandel und Urbanisierung der Gesellschaft voran. Daraus haben sich eine große Bandbreite von Bewirtschaftungsformen und -intensitäten sowie Eigentümerzielen und damit eine Eigentumsstreuung über viele gesellschaftliche Gruppen herausgebildet. Diese Entwicklung kann aus eigentumspolitischer Perspektive positiv gesehen werden, vor dem Hintergrund der zunehmenden gesellschaftlichen Ansprüche an den Wald stellt es die Akteure der Forstpolitik aber vor große Herausforderungen. Aufgrund der zunehmenden Anforderungen an das Waldmanagement und vor dem Hintergrund, dass manche Gruppen von Waldbesitzenden und solche mit diversen Zielsetzungen durch die Instrumente der Privatwaldpolitik kaum erreicht werden, ergeben sich für das Forschungsprojekt DivInKo (Diversität – Innovation – Kooperation im Kleinprivatwald) zwei wesentliche Forschungsfragen: Welche formellen und informellen Rahmenbedingungen bestimmen die Kooperationsbereitschaft bisher kaum erreichter Waldbesitzerinnen und Waldbesitzer? Und: Wie können diese Rahmenbedingungen weiterentwickelt werden? Der Beitrag stellt die Ergebnisse des Forschungsprojekts DivInKo dar, die während eines zweistufigen Forschungsprogramms erarbeitet wurden. In diesem wurden mit Hilfe qualitativer Interviews und einer quantitativen Umfrage institutionelle Rahmenbedingungen von Kooperationen zwischen Waldbesitzenden analysiert. In der anschließenden Phase wurden im Rahmen von Backcasting Workshops partizipativ Strategien entwickelt, die dazu geeignet sind, neue Gruppen von Waldbesitzenden zu integrieren und für Kooperationen im Bereich der Waldbewirtschaftung zu gewinnen. Diese reichen von Ideen zur besseren Vernetzung bis hin zu konkreten Vorschlägen für die Ausgestaltung von Instrumenten der Privatwaldpolitik.

V-24-04

Waldbehandlung im Klimawandel: Ansätze und Argumente von Forst- und Naturschutzakteuren im Vergleich

Josephine Köhler

Technische Universität Dresden, Professur für Forstpolitik und Forstliche Ressourcenökonomie, Tharandt, Deutschland

Infolge des Klimawandels und seiner direkten wie indirekten Auswirkungen auf den Wald ist dessen Erscheinungsbild heute an vielen Stellen ein sehr anderes als noch vor wenigen Jahren; Schadflächen dominieren die Wahrnehmung. Auf die Frage, wie mit diesen umgegangen, wie der Wald in Deutschland unter den aktuellen und für die Zukunft erwartbaren klimatischen Veränderungen behandelt werden soll, gibt es keine pauschale Antwort. Vielmehr haben verschiedene Interessengruppen am Wald sehr unterschiedliche Vorstellungen vom Umgang mit dem Wald im Klimawandel. Besonders deutlich divergieren die Ansätze der Akteursgruppen Forst und Naturschutz. Bereits vorhandene Gegensätze zwischen beiden scheinen durch die Herausforderungen des Klimawandels noch verstärkt zu werden.

Zur Untersuchung des Sachverhaltes erfolgte eine qualitative Literaturanalyse, welcher eine Kombination aus Diskurstheorie und Advocacy Coalition Framework (ACF) zugrunde liegt. Wesentliche Eigenschaften und Ziele von Forst- und Naturschutzakteuren sowie deren Ansätze hinsichtlich der Waldbehandlung im Klimawandel werden aufgezeigt. Resultierend aus unterschiedlichen core beliefs zum „richtigen“ Umgang mit dem Wald verfolgen beide Akteursgruppen verschiedene prinzipielle Ziele bei der Waldbehandlung. Diese Grundgedanken in Bezug auf den Umgang mit dem Wald korrelieren mit verschiedenen Wald-Frames. Aus gegensätzlichen Prioritäten hinsichtlich der Klimaschutzfunktion des Waldes entstehen divergente story lines zum Wald im Klimawandel.

All diesen widersprüchlichen Positionen zum Trotz haben Forst- und Naturschutzakteure grundsätzlich dasselbe Interesse – einen zukunftsfähigen Wald zu schaffen bzw. zu erhalten. Im Sinne der Zukunft unserer Wälder sollten wir uns dessen in den teils hitzig geführten Diskussionen öfter erinnern.

Referenzen

- [1] Köhler, J., Liebal, S., Weber, N. (eingereicht): Wertvorstellungen, Ziele und Argumentationen von Forst- und Naturschutzakteuren zum "richtigen" Umgang mit Deutschlands Wäldern im Klimawandel - ein multitheoretischer Ansatz. AFJZ.

14:00 – 14:30

POT/081H

K-03 | Keynote - Über den Wald als chemisches Element (Prof. Dr. Peter Annighöfer)

K-03-01

Über den Wald als chemisches Element

Prof. Peter Annighöfer

Technische Universität München, München, Deutschland

Die Klimakrise und die Rolle von Wäldern zur Kompensation von CO₂ - Emissionen stehen im Zentrum globaler Diskussionen. Die Dringlichkeit der aktuellen Situation ergibt sich aus dem aktuellen Stand der CO₂ - Emissionen, den damit einhergehenden alarmierenden Rekorden der CO₂ - Konzentration in der Atmosphäre und der Entwicklung der globalen Erwärmung. Es gilt, die physikalische Realität der Klimakrise mit ihren drastischen Folgen anzuerkennen.

Im Umgang mit der Situation werden verschiedene Akteur*innen unterschiedlich in die Pflicht genommen. Unabhängig von Politik, Industrie oder Gesellschaft ist allerdings das Pflanzen von Bäumen zu einer der beliebtesten Waffen im Widerstand gegen die globale Erwärmung geworden.

Die Bedeutung der Erhaltung, Wiederherstellung und Bewirtschaftung von Wäldern ist aus vielfältigsten Gründen unbestritten – auch im Hinblick auf das globale Klima. Aber ein unilateraler Fokus auf den Kohlenstoff und ein Reduktionismus des Waldes auf sein Speicherpotential für das chemische Element „C“ werden weder dem Wald noch der Problematik und Komplexität des Klimawandels gerecht. Gleichzeitig bergen der Fokus auf und das Geschäft mit dem CO₂ verschiedene Risiken, welche im Rahmen des Vortrages ausgeführt werden. Im Fazit wird dafür plädiert, sich weniger auf das Pflanzen von Bäumen zu beschränken, als vielmehr auf Wälder zu besinnen, den narrativen Fokus zur Bedeutung von Wäldern zu justieren und die Debatte über die Rolle der Wälder im Klimawandel wieder ganzheitlicher zu denken und öffentlich zu führen.

14:30 – 15:00

POT/081H

**K-04 | Keynote - Verschwommene
Grenzen: Zur Handhabung und Wirkung
wissenschaftlicher Aussagen in
öffentlichen Auseinandersetzungen
(Prof. Dr. Senja Post)**

K-04-01

Verschwommene Grenzen: Zur Handhabung und Wirkung wissenschaftlicher Aussagen in öffentlichen Auseinandersetzungen

Dr. Senja Post

KIT Karlsruhe, Karlsruhe, Deutschland

Der Mehrheit der Menschen schätzt es, wenn sich Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen mit wissenschaftlich fundiertem politischem Rat in öffentliche Debatten einbringen. Einmischungen von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen sind allerdings auch mit Risiken verbunden – und zwar denn, wenn wissenschaftliche Erkenntnisse als scheinbar letztgültige Rechtfertigungen für bestimmte politische Handlungsprogramme ins Feld geführt und deshalb eher als politisch denn als wissenschaftlich wahrgenommen werden. Als politische Aussagen wahrgenommen, kann wissenschaftlich fundierter politischer Rat die wahrgenommene Glaubwürdigkeit von Wissenschaft in Teilen der Gesellschaft minimieren. In solchen Situationen kommt es häufig zu politisch motivierter Skepsis bis hin zum Unglauben gegenüber Wissenschaft. Der Vortrag zeigt auf, wie wissenschaftliche Aussagen und politische Forderungen in öffentlichen Diskursen vermengt werden, welche Folgen das hat und wie Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen damit umgehen können, wenn sie sich in öffentlichen Debatten engagieren möchten.

15:30 – 17:30

POT/081H

PV | Preisverleihung Deutscher Forstwissenschaftspreis

Agenda:

15:30 Sina Neumärker, Gitarre

15:35 Begrüßung durch den Vorsitzenden des Preiskuratoriums, Prof. Dr. Karsten Kalbitz

15:45 Verleihung des Preises durch Herrn Senator E.h. Robert Mayr, Eva Mayr-Stihl-Stiftung, Waiblingen und den Prodekan der Fakultät Umweltwissenschaften der TU Dresden, Prof. Dr. Goddert von Oheimb

16:00 Sina Neumärker, Gitarre

16:05 Laudatio durch Dr. Jörg Grüner, Fachgebietsleitung Phytopathologie der Abteilung Waldschutz der FVA Baden-Württemberg

16:25 Vortrag der Preisträgerin

16:45 Sina Neumärker, Gitarre

13. September 2023

9:00 – 10:00

P 4-6 | Poster Session

9:00 – 10:00

großes Foyer vor dem POT/081H

P-4 | Management mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt

Können siedlungsnahe Wälder zur Abmilderung der städtischen Wärmeinsel beitragen?

Marco Diers¹, Linda Gruber², Johannes Weidig¹, Jörg Bendix²

¹HessenForst, Sachbereich II.1 Waldbaugrundlagen, Klimaschutz und -anpassung, Biologische Produktion, Panoramaweg 1, 34131 Kassel

²Universität Marburg, Fakultät für Geographie, Laboratory for Climatology and Remote Sensing (LCRS), Deutschhausstr. 10, 35032 Marburg

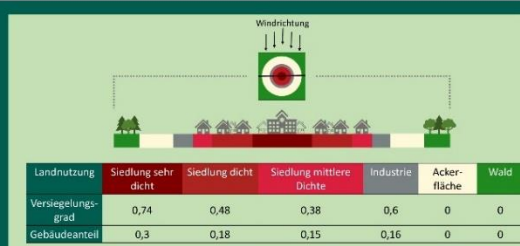
Kontakt: marco.diers@forst.hessen.de

Hintergrund und Methodik

Die globale Erwärmung führt insbesondere in urbanen Regionen zu einer zunehmenden Wärmebelastung der Bevölkerung. Im Gegensatz zum kühlenden Effekt des innerstädtischen Grüns, sind die kühlenden Effekte von siedlungsnahe Wäldern auf den städtischen Raum bisher kaum untersucht. Im Rahmen einer Modell gestützten Sensitivitätsstudie wurde der Einfluss des stadtnahen Waldanteils in der Landschaft auf die Temperatur urbaner Areale hin untersucht. Hierzu wurden Simulationen für eine ideale Hitzewelle mit dem mikroskaligen Stadtklimamodell MUKIMO_3 TD des Deutschen Wetterdienstes durchgeführt.

Simulationsdesign zur Sensitivitätsstudie Landbedeckung

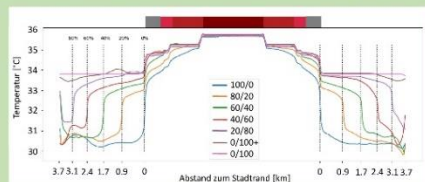
- Simulation der Lufttemperatur in 2m über Landnutzung in der Ebene
- Anordnung der Landnutzungsclassen in konzentrischen Kreisen
- Simulation bei windschwacher Strahlungswetterlage während einer Hitzeperiode
- Verwendung von durchschnittlichen Eingangsgrößen für die Landnutzungsformen



Ergebnisse

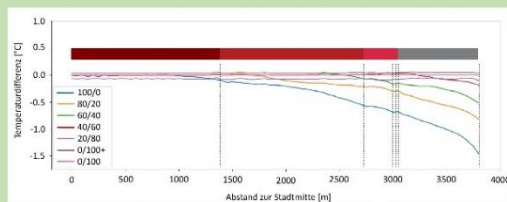
Temperaturverlauf der Landnutzungsszenarien

- Temperaturen im Querschnitt senkrecht zur Windrichtung um 16:00 Uhr



Reichweite der evaporativen Kühlung

- Temperaturdifferenz zu 100% Acker um 16:00 Uhr



- Reichweite der reinen Evaporationskühlung ist auf die Außenbereiche des Stadtgebietes begrenzt und steigt mit zunehmenden Waldanteil

Fazit und Ausblick

- Wälder haben am Tag einen kühlenden Effekt auf angrenzende Siedlungsbereiche
- Ein höherer Waldanteil führt zu einer zunehmenden Temperaturabnahme in der Landschaft und im Stadtgebiet
- In den nächsten Schritten sind Simulationen für verschiedene Topographien und Waldtypen bei entsprechenden Landnutzungsverteilungen geplant



Was passiert, wenn es brennt? Ergebnisse eines kontrollierten Brandversuchs

Roman Laniewski und Axel Göttlein

Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt, Technische Universität München
Hans-Carl-Von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising

Einleitung

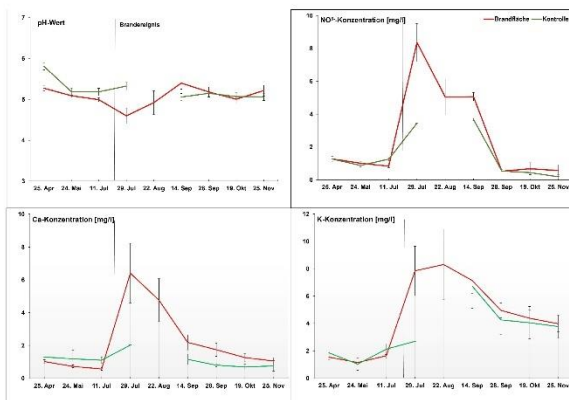
Auch in Deutschland ist im Zuge der durch den Klimawandel steigenden Temperaturen und geringeren Niederschlägen mit einer erhöhten Waldbrandgefahr zu rechnen. Im Jahr 2022 zerstörten Feuer mehr Wald in Europa als je zuvor seit Beginn der Aufzeichnungen 2006 (EFFIS 2023). In Deutschland wurden im Jahr 2022 ca. 4300 ha Wald durch Brände zerstört. Gefährdete Standorte sind unter anderem die arten- sowie nährstoffarmen Kiefern-Flechten-Wälder des Nürnberger Reichswaldes. Durch den Verlust der Vegetation nach einem Brand entsteht ein erhöhtes Risiko für den Austrag von Nährlementen. Da die Erkenntnisse der Auswirkungen eines Waldbrandes auf die Sickerwasserqualität und den Boden vor und direkt nach einem Brandereignis rar sind, wurde im Nürnberger Reichswald eine Waldbrandversuchsfläche im Jahr 2022 angelegt. Folgende Forschungsfragen sollen beantwortet werden:

- Wie und in welchem Zeitrahmen verändert sich die Sickerwasserqualität nach dem Brandereignis?
- Sind Veränderungen der austauschbaren Nährstoffvorräte nach dem Brandereignis festzustellen?
- Wie schnell und durch welche Pflanzen erfolgt die Wiederbegrünung der Brandfläche?

Material und Methoden

- Anlage einer 30 x 30 m großen Waldbrandfläche innerhalb einer Feuerwehrrübung zur Waldbrandbekämpfung
- Beprobung des Sickerwassers mittels Saugkerzen vor und nach dem Brandereignis
- Bodenprobennahme nach dem Brandereignis
- Laboranalyse der gesammelten Proben (ICP, IC, pH-Elektrode)
- Aussaat von Pionierpflanzen im Winter 2022/2023 zur schnellen Wiederbegrünung der verbrannten Fläche

Ergebnisse - Sickerwasser



Ergebnisse - Boden

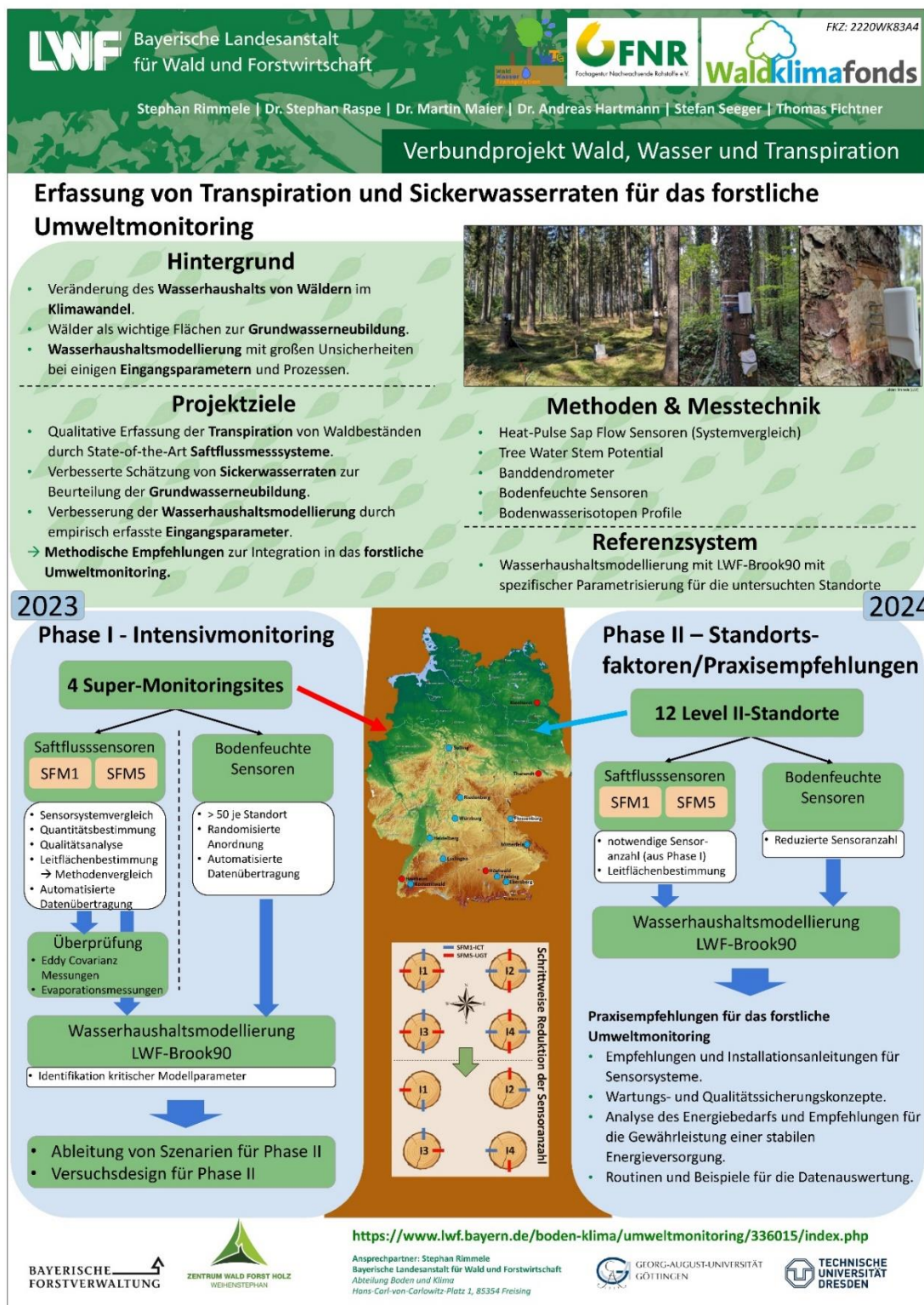
Literatur

EFFIS. (2023). EFFIS - European Forest Fire Information System. <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates>. Online zuletzt abgerufen am 06.01.2023.

Die Arbeiten wurden unter dem Projekt B79 gefördert von:

Bayerisches Staatsministerium für
Ernährung, Landwirtschaft und Forsten







Digital Forest Lab
Haselberg

Autor*innen: Nils L. Kömer (nils.koemer@hnee.de),
Prof. Dr. Tobias Cramer (tobias.cramer@hnee.de),
Dr. Evelyn Walter (evelyn.walter@hnee.de)



Die Waldfläche in Haselberg mit Baumpositionen und Baumarten ermittelt durch gefärbte Laserpunkte (von S. Kömer & B. Köhler 2016)

Waldökosysteme von überall gemeinsam erforschen

Das Digital Forest Lab bietet ein **virtueller und analoger Lehr- und Lernort** am Institut für Nachhaltige Entwicklung (INEE) der Eberswalde-Universität für Nachhaltige Entwicklung. Es ermöglicht Studierende, sich mit den verschiedenen Aspekten der Waldökologie zu beschäftigen und dabei die neuesten Erkenntnisse zu erfahren. Das wird der Recherche, der Analyse und der Interpretation der Daten ermöglicht. Die Studierenden können die Daten in einer interaktiven Umgebung analysieren und die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung präsentieren. Die Studierenden können die Daten in einer interaktiven Umgebung analysieren und die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung präsentieren.

Projekte im Digital Forest Lab

- "Entwicklung einer Ökosystemanalyse mit Datenbanken"
- "Analyse der Auswirkungen der Klimawandel auf die Biodiversität"
- "Analyse der Auswirkungen der Klimawandel auf die Biodiversität"

Die interaktive Walddtour

Die interaktive Walddtour ist ein virtuelles Erlebnis, das die Studierenden in die Welt der Waldökologie einführt. Die Studierenden können die Daten in einer interaktiven Umgebung analysieren und die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung präsentieren. Die Studierenden können die Daten in einer interaktiven Umgebung analysieren und die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung präsentieren.

Expert*innenvideos

Die Experten*innenvideos bieten eine tiefgehende Analyse der Daten und ermöglichen es den Studierenden, die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung zu präsentieren.

Wildkameras

Die Wildkameras ermöglichen es den Studierenden, die Tiere in ihrer natürlichen Umgebung zu beobachten und die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung zu präsentieren.

Infoboxen

Die Infoboxen bieten eine tiefgehende Analyse der Daten und ermöglichen es den Studierenden, die Ergebnisse in einer interaktiven Umgebung zu präsentieren.

Einführung

I Grundlagen

II Baumarten

III Biotop und Fauna

IV Böden und Wasser

V Waldmanagement

VI Perspektiven

0%

www.hnee.de



TreeDigitalTwins

KI-basierte Verfahren zur Analyse von 4D-Punktwolken zum Aufbau Digitaler Zwillinge am Beispiel von Vegetationsbeständen

Idee zum Projekt

Diskrete 3D-Punktwolken haben sich als universelle digitale 3D-Repräsentation für Umgebungen in nahezu allen Geoskalenbereichen etabliert und bilden die Grundlage für sogenannte „räumliche digitale Zwillinge“.

Projektziel „TreeDigitalTwins“

Ziel des Vorhabens ist es, eine disziplinübergreifende Innovationsgruppe aus Nachwuchswissenschaftler*innen und ein Praxisnetzwerk mit methodischen Reallaboren in der Region Berlin-Brandenburg zum Thema „4D-Punktwolken und KI-basierte Verfahren zum Aufbau digitaler Zwillinge für Vegetationsbestände zur Nutzung in der integrativen Waldwirtschaft“ zu etablieren.



Abbildung 1: Schritte bei der KI-basierten Analyse von 3D-Punktwolken: Unbeschriftete 3D-Punktwolke (links), semantische Segmentierung (mittig) und Einzelbaum-Erkennung (rechts)

Technische Leitidee und methodisches Vorgehen

Die methodische Leitidee des Vorhabens „TreeDigitalTwins“ besteht darin, 4D-Punktwolken und KI-basierte Verfahren zum Aufbau digitaler Zwillinge zu entwickeln und anhand innovativer IT-Methoden wichtige Objektparameter automatisiert ableiten zu können.

Das Vorhaben entwickelt dabei exemplarisch standardisierte Verfahren zur Ableitung von Objektparametern aus 4D-Punktwolken, die auch unter geänderten Klimabedingungen kontinuierlich verwendet werden können und methodisch auch in andere Sektoren der Bioökonomie übertragen werden können, z.B. auf die Produktion von nachhaltigen Objekten der Verpackungsindustrie.

*„Den Förster*Innen fehlt es an realen Laboratorien für die digital unterstützte Entscheidungsfindung im Wald und für die Ausbildung in nachhaltigem Management von Waldökosystemen. Im Projekt „TreeDigitalTwins“ werden reale Waldbestände von ausgewählten Marteloskopstandorten zu virtuellen 3D-Waldzwillingen transformiert“, so der Co-Leiter des Projekts, Prof. Mund, HNEE 2022. Quelle: www.IT4Forest.de*

Kontaktadressen:
Prof. Dr. Jürgen Döllner,
Digital Engineering Fakultät der Universität Potsdam
Prof. Dr. Helmut Str. 2-3
14482 Potsdam
Telefon: 0331 5509-170
E-Mail: dollner@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Jan-Peter Mund,
Forschungsprofessur für GIS und Fernerkundung
Fachbereich für Wald und Umwelt
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Schicklerstr. 5
16225 Eberswalde
E-Mail: jan-peter.mund@hnee.de



REGULUS
Forschungszentrum für die
Regulation der Ökonomie



PTJ
Projekträger Jülich
Forschungszentrum Jülich



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



FONA
Forschung für Nachhaltigkeit



Abbildung 2: Erfassung der Versuchsflächen mit UAVs und tragbaren LiDAR-Scannern

Transdisziplinärer Fokus im Projektdesign

Die Verknüpfung der IT-Entwicklung mit der forstlichen IT-Anwendung erfolgt transdisziplinär innerhalb des Vorhabens. Die wissenschaftlichen Nachwuchskräfte qualifizieren sich in der Innovationsgruppe interdisziplinär für die erforderlichen Transformationsprozesse und methodischen Innovationen, die durch den zunehmenden Einsatz von KI und Machine Learning in der Wald- und Forstwirtschaft aktuell stattfinden.

Geplante Verwertung der Projektergebnisse

Die entwickelten Methoden werden in den Reallaboren der Praxispartner für die Nutzung in der integrativen Waldwirtschaft anhand strukturell unterschiedlicher Vegetationsbestände getestet. Über eine online verfügbare IT-Plattform (Software-as-a-Service) werden digitale Werkzeuge für die Verwaltung, Segmentierung, Analyse, Visualisierung, Interpretation und weiterführende Nutzung der Daten und abgeleiteter Informationen bereitgestellt.



Abbildung 3: 3D-Punktwolke einer Versuchsfläche

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert dieses Projekt im Rahmen der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) www.fona.de.
BMBF Förderkennzeichen: 033L305

Seite 275 von 486

Die Entwicklung biodiversitätsrelevanter Waldstrukturen in Naturwaldreservaten

Welche Rolle spielen Ausweisungszeitraum und natürliche Störungen?

Laura Harms^{1,*}, Dr. Lucia Seebach¹, Anna Marinovic¹, Gabriel Holz¹, Dr. Veronika Braunisch^{1,2}

¹Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), Waldnaturschutz, Wonnhaldestr. 4, DE-79100 Freiburg.
²Conservation Biology, Institut für Ökologie und Evolution, Universität Bern, Baltzerstr. 6, CH-3012 Bern

Hintergrund

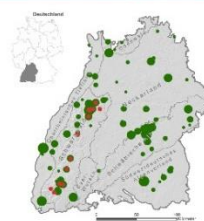
Die Ausweisung von Naturwaldreservaten (NWR) zielt darauf ab, natürliche Waldstrukturen vormals bewirtschafteter Wälder wiederherzustellen. Insbesondere Strukturen der Alters- und Zerfallsphasen und lichte Strukturen sind in bewirtschafteten Wäldern unterrepräsentiert und daher von zentraler Bedeutung für viele gefährdete Waldarten, die entwickeln sich jedoch nur langsam nach der Nutzungsaufgabe. Gleichzeitig kommt es aktuell vermehrt zu großflächigen, Trockenheits-

und borkenkäferbedingten Störereignissen im Wald. Diese Störungsflächen akkumulieren in kurzer Zeit stehendes Totholz; gleichzeitig kommt es zu Auflichtung. Ziel dieser Untersuchung ist, zu analysieren, wie sich biodiversitätsrelevante Strukturen in NWR in Abhängigkeit sowohl von ihrem Ausweisungszeitraum, aber auch Störungszeitraum entwickeln, und welche Rolle der Störungszeitraum für lichtliebende Biodiversitätsindikatoren spielt.

Fragestellungen

- Wie entwickeln sich **Schlüsselstrukturen** in Naturwaldreservaten **nach Nutzungsaufgabe**?
- Wie wird diese **Entwicklung durch Störereignisse beeinflusst**?
- Welche Auswirkungen haben die **Störereignisse auf Lichtindikatoren wie Tagfalter und Vegetation**?

Untersuchungsgebiet



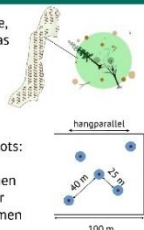
96 Bannwälder (NWR) in Baden-Württemberg, Deutschland
Größe: **4 - 191 ha**
Ausweisungszeitraum: **1911 - 2015**

Darin **22 Plots** mit borkenkäferbedingten Störungen im Schwarzwald (**ASF**)
Störungsalter: **9- 26 Jahre**

Versuchsdesign

ca. **5000** permanente, systematisch über das NWR verteilte Stichprobenpunkte (0.1ha)

1 ha-Plots mit Subplots: 100 qm (rot) für Vegetationsaufnahmen und 500qm (blau) für Waldstrukturaufnahmen



Datenaufnahme und -analyse

Erhobene Parameter

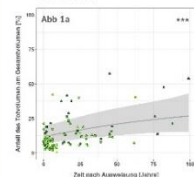
- Alt- und Totholzindikatoren
- Lichtindikatoren
- Biodiversitätsindikatoren

Statistische Analyse: unechte Zeitreihen

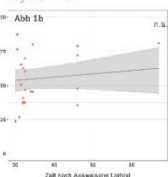
- Waldstrukturvariablen ~ Zeit nach Ausweisung/Zeit nach Störung
- Diversität/Abundanz ~ Zeit nach Störungsereignis
- Generalisierte Lineare (GLM) und Additive (GAM) Modelle, bei der Vegetationsanalyse wird Gebiet als zufälliger Effekt

Erste Ergebnisse

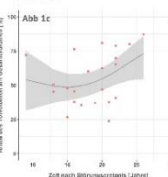
Zeit nach Ausweisung
alle NWR



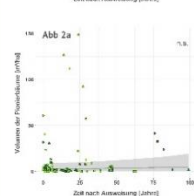
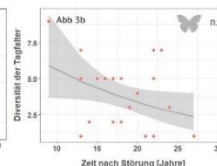
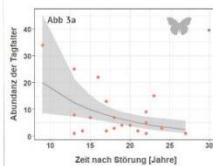
Zeit nach Ausweisung
auf den ASF



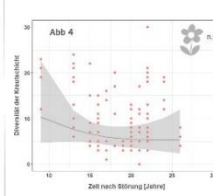
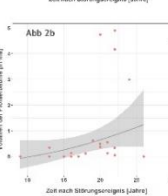
Zeit nach Störung auf
den ASF



Lichtrelevante Biodiversitätsindikatoren auf den ASF



Der Anteil des Totholzvolumens steigt signifikant linear mit der Zeit nach der Ausweisung der NWR an (**Abb 1a**). Die Zeit nach Ausweisung zeigt für die ASF keinen signifikanten Effekt (**Abb 1b**). Dem gegenüber zeigt die Zeit nach Störung auf den ASF einen signifikanten Effekt, der aber einer eher U-förmigen Kurve folgt (**Abb 1c**). Während das Volumen der Pionierbaumarten keinen klaren Trend mit der Zeit nach Ausweisung der NWR zeigt (**Abb 2a**), nehmen diese dem gegenüber auf den Störungsflächen signifikant zu (**Abb 2b**).



Die Abundanz der Tagfalter nimmt auf den Störungsflächen mit zunehmendem Alter der Störungsflächen signifikant ab (**Abb 3a**). Für die Diversität der Tagfalter und die krautigen Vegetation ist kein signifikanter Effekt des Zeitraums nach der Störung erkennbar (**Abb 3b, 4**), jedoch hat die Diversität der Krautschicht einen signifikanten positiven Effekt sowohl auf die Diversität als auch auf die Abundanz der Tagfalter (nicht gezeigt).

Die Beziehung zwischen Waldstrukturparametern und Zeit nach Ausweisung/Zeit nach Störung wurden mithilfe GLMs (Abb 1-2) modelliert. Abb 3-4 für die Beziehung zwischen Biodiversitätsparametern und Zeit nach dem Störungsereignis wurden GLMs (Abb 3a und 3b) und GAMs (Abb 4) verwendet. Oben rechts von jedem Graphen sind die Signifikanzniveaus folgendermaßen dargestellt: n.s., nicht signifikant; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass **Störereignisse die Walddynamik beschleunigen** und somit die erwartete Entwicklung der Schlüsselindikatoren in kürzerem Zeitraum stattfinden kann. Während bei NWR ohne Störungen eine lineare Zunahme der Totholzvolumina gezeigt werden kann, ist diese in den ASFs, ca. 15 Jahre nach dem Störereignis, deutlich verstärkt. Dies kann vermutlich mit dem **Zusammenbruch des Bestandes in Verbindung** gebracht werden.

Bei den Lichtindikatoren wie dem Volumen der Pionierbaumarten ist dieser Effekt noch deutlicher: Hier war kein Trend nachweisbar, in den ASF Flächen ist aber ein linearer Anstieg erkennbar, welcher auf **Auflichtungsprozesse** hindeutet.

In den gegebenen Altersspannen der NWR sind nur wenige Datenpunkte über 70 Jahre; hier ist die Zeitspanne (<100 Jahre) möglicherweise **zu kurz um eine deutliche Auflichtung des Bestandes** zu zeigen. Die **Tagfalter nehmen mit zunehmendem Alter der Störungsflächen ab**, was damit erklärbar ist, dass diese lichtdominiert sind, sodass die Flächen aufgrund der schnell aufwachsenden Verjüngung schnell wieder verdunkeln. Möglicherweise ist der Störungszeitraum auch zu kurz gewählt, um Auflichtungsprozesse sehr junger und älterer Flächen abzubilden.

In einem nächsten Schritt soll die **Auswirkung des Störungszeitraums auf die Abundanz und Diversität totholzliebender Arten** untersucht werden.



Forstliche Versuchs-
und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg

Kontakt

Laura Harms: Laura.Harms@forst.bwl.de
Dr. Lucia Seebach: Lucia.Seebach@forst.bwl.de
Dr. Veronika Braunisch: Veronika.Braunisch@forst.bwl.de

Abt. Waldnaturschutz, AB Waldschutzgebiete und Biodiversität
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg,
Freiburg i. Breisgau, Deutschland



Interessiert?
Finden Sie hier mehr:



REGULUS – Regionale Innovationsgruppen für die klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft



Malte Krafft¹, Tim Kunkowski², Lea Ostrowski³, Andy Selter⁴, Christiane Trost¹

Hintergrund

Die aktuellen Herausforderungen für die Wälder durch Stürme, Trockenheit und Schädlinge sind mit wachsenden und immer vielfältigeren Ansprüchen der Gesellschaft verbunden. In der Folge stehen das Waldmanagement und die Holzwirtschaft vor drängenden Fragen, die nicht mehr durch sektorale Perspektiven und Forschungsansätze bearbeitet werden können.

Zielsetzung

Das zentrale Anliegen der REGULUS-Forschung besteht darin, inter- und transdisziplinäre Forschung zu stärken und die Forschungslandschaft Wald und Holz aktiv zu gestalten, um Strategien für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft in der Zukunft zu entwickeln.

Forschungskonzept

Die Wald- und Holzforschung ist bisher wenig vernetzt. Es gibt viele Forschungsschwerpunkte, die entweder der Waldforschung oder der Holzforschung zugeordnet werden können. Die REGULUS-Förderrichtlinie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) hat zum Ziel, diese inhaltliche und regionale Fragmentierung zu reduzieren, indem sie interdisziplinäre REGULUS-Innovationsgruppen fördert und gleichzeitig die Vernetzung und Koordination der Wald- und Holzforschung verbessert.

Derzeit wird in Deutschland in fünf regionalen Innovationsgruppen an konkreten Lösungskonzepten für eine nachhaltige und klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft geforscht. Das Querschnittsprojekt WaHo_boost fördert die Zusammenarbeit zwischen den Innovationsgruppen, den transdisziplinären Dialog sowie die Qualifizierung wissenschaftlicher und fachlicher Nachwuchskräfte.

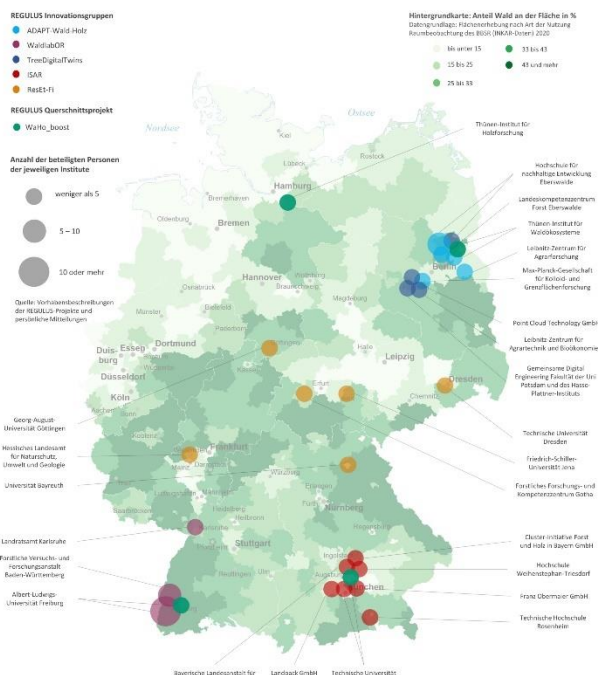


Abbildung: Geografische und institutionelle Verortung der REGULUS-Innovationsgruppen und des Querschnittsprojekts WaHo_boost

5 REGULUS-Innovationsgruppen + 1 Querschnittsprojekt

ADAPT-Wald-Holz: Entwicklung eines adaptiven Wald-Management-Systems für die Region Brandenburg-Berlin am Beispiel Waldkiefer. Der Fokus liegt auf einer ökosystem- und ressourcenorientierten Wertschöpfungskette. Im transdisziplinären „InnoForum Wald-Holz“ werden gemeinsam mit der Praxis Forschungsbedarfe identifiziert, bearbeitet und Ergebnisse vermittelt.

ISAR - Innovationsnetzwerk stoffliche Altholznutzung auf regionaler Ebene: Durch eine überwiegend energetische Nutzung von Altholz geht die wertvolle Ressource Holz zu schnell verloren. ISAR entwickelt neue Geschäftsmodelle für innovative stoffliche Altholz-Nutzungspfade, um bestehende Wertschöpfungsketten zu verlängern und neue zu kreieren.

ResEt-Fi - Entwicklung multifunktionaler Wälder auf gestörten Fichtenflächen: Die großflächige Räumung abgestorbener Wälder ist weder ökologisch noch ökonomisch sinnvoll oder gesellschaftlich akzeptiert. ResEt-Fi untersucht Managementstrategien in Thüringen, welche Totholzkonzepte als integralen Bestandteil zur Entwicklung multifunktionaler Wälder beinhalten.

TreeDigitalTwins – Digitale Zwillinge, um die Entwicklung von Wäldern zu verstehen: Für die Erfassung von Vegetationsbeständen wird im Rahmen des Projekts ein IT-System in der Region Brandenburg entwickelt. Hierbei werden KI-Verfahren und digitale Analysewerkzeuge genutzt, um Informationen über Bestände automatisch zu ermitteln und Entscheidungsträgern zugänglich zu machen.

WalldlabOR – Strategien für den Erhalt von Waldökosystemleistungen im Klimawandel: Die Klimarisiken und ihre Folgen stellen Forstwirtschaft und Gesellschaft vor große Herausforderungen. Es gilt, die Leistungen des Waldökosystems zu erhalten. Mit dieser Zielsetzung arbeitet das Verbundprojekt WalldlabOR im Oberrheingebiet an der Entwicklung von umsetzbaren Konzepten für die Waldbewirtschaftung.

WaHo_boost - Querschnittsprojekt zur Förderung der Wald- und Holzforschung in Deutschland: Die Hauptziele von WaHo_boost sind die Förderung der Zusammenarbeit und die Synthese übergreifender Ergebnisse sowie deren Aufbereitung für Stakeholder und Öffentlichkeit. Dabei stehen die Integration von Wald- und Holzforschung sowie die Forschung im Dialog mit der Praxis im Mittelpunkt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert dieses Projekt im Rahmen der Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“ (FONA) – Förderkennzeichen: 033L300A-C

(1) Johann Heinrich von Thünen-Institut - Institut für Holzforschung, (2) Technische Universität München - Holzforschung München, (3) Johann Heinrich von Thünen-Institut - Institut für Waldökosysteme, (4) Universität Freiburg - Professur für Forst- und Umweltpolitik

Die Schutzwirkung der Rinde gegen die thermischen Effekte von Waldbränden.

Simon Mutterer^{1,2} & Thomas Seifert¹

¹ Professur für Waldwachstum und Dendroökologie, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

² Forschungsgruppe Nachhaltige Forstwirtschaft, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

universität freiburg

HINTERGRUND

Mit fortschreitendem Klimawandel wird die klimatische Waldbrandgefährdung in Deutschland weiter steigen. Kenntnisse über die Feueranpassung heimischer Baumarten sind daher zentral, aber nur in wenigen Studien erforscht [1,2].

Bei Bodenfeuern kommt der Rinde eine Schnittstellenfunktion zwischen Feuer und Baumphysiologie zu, die von adaptivem Wert sein kann. Von Feuern ausgehende Hitze beeinflusst physiologische Prozesse in Xylem und Phloem – ab 60 °C mit direkter Letalität im Kambium [3].

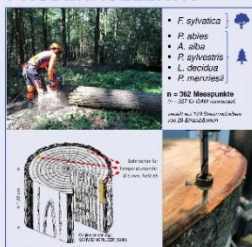
Eine aus bodenfeuereprägten Ökosystemen bekannter Anpassungsmechanismus ist die Dickborkigkeit [4]. Der Einfluss anderer Rindenmerkmale auf die Schutzwirkung, wie bspw. Feuchtigkeit oder Dichte, ist jedoch nicht abschließend geklärt (bspw. 1,2,5) – daher die Leitfragen:

- Welche Merkmale beeinflussen die Rindenisolationswirkung? Bestehen zwischen heimischen Baumarten artspezifische Unterschiede?
- Wie sind thermische Kenngrößen, wie die Wärmeleitfähigkeit, ausgeprägt?
- Wie können experimentell gewonnene Erkenntnisse in der Praxis genutzt werden?

HIGHLIGHTS

- Die Kenntnis der Anpassbarkeit unserer heimischen Baumarten auf Feuer wird im Klimawandel immer wichtiger.
- Faktoren der Rindenisolierung wurden experimentell untersucht und mit einer nicht-linearen Regression (GAM) modelliert.
- Die Rindenstärke zeigte sich erwartungsgemäß als robustester Prädiktor. Der Einfluss der Rindendichte war insignifikant.
- Mit zunehmender Feuchtigkeit, Kambialtemperatur und relativer Höhe am Stamm nahm die Rindenisolierung ab.
- Auf Artenebene zeigte die Buche die geringste, die Lärche die höchste Rindenisolierung.
- Eine Orientierungshilfe zur Feuervulnerabilität im Wachstumsverlauf von Bäumen wurde abgeleitet.

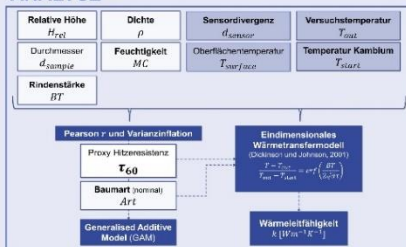
PROBENKOLLEKTIV



EXPERIMENT



ANALYSE



FINALES MODELL

$$\ln(\tau_{60}) \sim s(BT) + s(MC) + s(h_{rel}) + s(T_{kamb}) + s(d_{umcor}) + Baumart$$

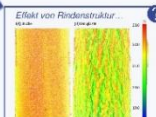
$$R^2_{adj} = 0.953$$

$$14.57 \text{ df}$$

Artspezifische Unterschiede



Effekt von Rindenstruktur



Validierung und Performance der Modellarrangements? Hier entlang:



MODELLANWENDUNG

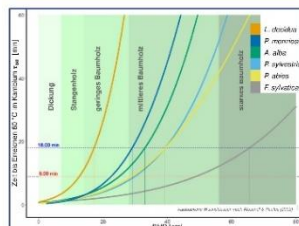
τ_{60} als Funktion des BHD

→ Kopplung eines einfachen Regressionsansatzes^a mit artspezifischen Allometrien zwischen Rindenstärke und BHD [6]

^a Rindenstärke als alleiniger Regressor

Mögliche Orientierungswerte:

--- Dauer typischer Bodenfeuerereignisse
oder
--- doppelte Dauer, bspw. nach [2]



Referenzen

- [1] BARR & MARTIN (2020): Bark insulation: Ten Central Alpine tree species compared. Forest Ecology and Management 474, 118361.
- [2] BAUER et al. (2010): Insulation capability of the bark of trees with different fire adaptation. Journal of Materials Science 45, 5950–5959.
- [3] BARR et al. (2019): Fire effects on tree physiology. New Phytologist 222, 1768–1781.
- [4] PELLEGRINI et al. (2017): Convergence of bark investment according to fire and climate structures ecosystem vulnerability to future change. Ecology Letters 20, 307–316.
- [5] OCHAMBO et al. (2014): The protective role of bark against fire damage: a comparative study on selected introduced and indigenous tree species in the Western Cape, South Africa. Trees 28, 555–565.
- [6] VONDERSCHEID et al. (2020): Pathways: "Tapex": Tree Taper Curves and Boring Based on "Tapex". Online verfügbar: <https://github.com/vonder-schideid/tapex>
- [7] DICKINSON & JOHNSON (2011): Fire Effects on Trees. In: Johnson, E.A. und K. Miyawaki (Hrsg.): Forest fires: Behavior and ecological effects. Academic Press, San Diego, Calif., 477–525.

Abbildungen: SCHWENGRUBER, T. H. (1999): Anatomie europäischer Hölzer. Verlag Paul Haupt, Bern. / REMOND et al. (2018): Moisture transport and sorption in beech and spruce barks. Holzschonung

Kontakt

simon.mutterer@wsl.ch
Nachhaltige Forstwirtschaft
Eidg. Forschungsanstalt WSL

10

Internationale Waldforschung in Georgien – Einblicke als DAAD-Langzeitdozent für Forstwirtschaft

Lars Droessler

Thüringenforst AöR, Forschungs- und Kompetenzzentrum, Gotha, Deutschland

Seit mehreren Jahren unterstützen DAAD, BMBF, GIZ, WWF und andere internationale Akteure die Biodiversitäts- und Waldforschung im Kaukasus. Seit 2012 gab es die DAAD-Langzeitdozentur an der staatlichen Ilia-Universität in Tiflis, um ein Masterprogramm zur nachhaltigen Wald- und Ressourcennutzung zu koordinieren und eine Waldforschungsgruppe junger Nachwuchswissenschaftler aufzubauen.

Die Ergebnisse der Arbeit des zweiten Langzeitdozenten von 2017 bis 2022 werden kurz vorgestellt. Einblicke geben die Facebook-Seite (www.facebook.com/lars.drossler) und für jedermann zugängliche Jahresberichte in Englisch des ehemaligen Dozenten (bitte anfragen bei Lars.drossler@iliauni.edu.ge). Neben dem Einblick in einzelne bilaterale Projekte wird auf wichtige georgische Fragen der Waldforschung hingewiesen (GAAS 2020). Die entstandenen Berichte und Netzwerke können bei der Planung weiterer Waldforschungsprojekte in Georgien beachtet werden, um die Biodiversitätsforschung besser in die forstliche Forschung zu integrieren. Der neu entstehende georgische Forstsektor muss einen eigenen, langfristig haltbaren Weg beim Aufbau einer modernen Forstwissenschaft finden. Die Webseite <https://www.iufro.org/science/divisions/> mit den neun Divisionen und Units der IUFRO hat dabei geholfen.

Am Ende des Vortrags soll der Aufbau einer internationalen Feldstation für Studierende und Forstwissenschaftler vorgestellt werden, um die forstliche Feldforschung in ungleichaltrigen Wirtschaftswäldern und anderen traditionellen Formen der Waldnutzung zu fördern. Auf Abschlussarbeiten deutscher Forststudenten in Ostgeorgien wird auch hingewiesen (Beil 2019, Schmidt, Wolff 2021).

20 forest research questions formulated by Georgian forest scientists:

1. How to use ecological knowledge for the management of the economically important tree species (beech, oak, pine, dark conifers)? (Div. 1)
2. What types of degraded forest landscapes need restoration, what is missing, and how can it be restored? (Div. 1)
3. How to introduce forest plantation systems in the country? (Div. 1)
4. Where to collect seeds (how many, what species) or transplant seedlings (what size and species, how)? (Div. 2)
5. What are good practices to carry out forest operations (extracting wood resources, storage, sorting/selling)? (Div. 3)
6. What is the productivity of the forest (both, wood and net primary production)? (Div. 4)
7. What is the impact of climate change on forest productivity and carbon sequestration potential? (Div. 4)
8. How to use geoinformation and remote sensing technologies to assess forests and model future forest development? (Div. 4)
9. How to assess quantitatively non-timber forest resources, create a unified map (with a list of non-timber products, quantities), and develop sales packages? (Div. 5)
10. How to develop eco-tourism and what kind of services?
11. How adequate are the measures against existing pest-disease problems (incl. sufficient sorting/selling)? (q.5)

- 5 of the 20 questions highlighted by foresters
1. How could the forestry sector provide additional jobs (i.e. green jobs), especially through encouraging interns and researchers developing innovative business fields? (q.19)
 2. What are good practices to carry out forest operations (extracting wood resources, storage, sorting/selling)? (q.5)
 3. What is the productivity of the forest (both, wood and net primary production)? (q.6)
 4. How adequate are the measures against existing pest-disease problems (incl. sufficient management guidelines)? (q.11)
 5. How to analyze forest ecosystem services systematically, also in order to assess ecosystem responses to anthropogenic and catastrophic impacts (i.e. infrastructure projects, fire, climate change)? (q.12)
- How does the forestry sector provide additional jobs (i.e. green jobs), especially through encouraging interns and researchers developing innovative business fields? (Div. 9)
20. How does Georgian forest policy respond to current challenges of the sector? (Div. 9)

Wichtige Fragen der Waldforschung georgischer Forstwissenschaftler

Referenzen

- [1] Beil, R. 2019. 'A study of the preliminary National Forest Inventory in Georgia : with special emphasis on degraded vs. non-degraded forest.' Master thesis, SLU, Southern Swedish Forest Research Centre, Alnarp. <https://stud.epsilon.slu.se/14514/>
- [2] GAAS 2020. 'Satyeo kvlevis potenciali saqartvelosi da perspeqtivebi. (Forest research potentials of Georgia and perspectives.)' Georgian Academy of Agricultural Sciences. https://www.researchgate.net/publication/369884910_Conference_proceedings_2020
- [3] Schmidt, K. 2021. 'Initiale Verjüngungssukzession von Fagus orientalis L. in Lücken mittlerer Höhenlage dreier Waldbestände in Georgien.' Bachelor-Arbeit, TU Dresden.
- [4] Wolff, T. J. 2021. 'Oriental beech forests in caucasus ecoregion - A comparison of structure, dynamics and old-growthness of a managed and a virgin Oriental beech forest in Eastern Georgia.' Master thesis, Georg-August University Göttingen.

Alexander Kaulen^{1,2} and Prof. Dr. Thomas Purfürst²
¹ KWF - Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V.
² Chair of Forest Operations, University of Freiburg



Scientific Approach

Net Carbon Storage of Supplied Timber in highly mechanized timber harvest

01 Abstract

Highly mechanized timber harvesting and timber logistics generate Green House Gas emissions (GHG). In turn, the provided timber stores CO₂ in the form of biogenic carbon.

For this purpose, we first developed a formula that represents the carbon content of freshly harvested timber. Conifer contain about 734 kg CO₂-eq / m³, deciduous about 1000 kg CO₂-eq / m³. Opposite this is the CO₂ emissions from trucks, harvesters and forwarders, which were calculated using

- the actual diesel consumption,
- the distance to the sawmill,
- coefficients for transport of the machine to the stand, lubricants, transport of men, loading, and fabrication, supply and maintenance.

The method was tested on an actual cut. The main findings are that the method is practical, the net carbon storage of supplied timber is reduced by 1.5% to 5% by harvesting and transport activities. Timber logistics is the largest contributor to emissions. The CO₂ emissions for harvesters and forwarders are about 4 kg CO₂-eq / m³, and downstream timber logistics across all assortments and distances is 11 kg CO₂-eq / m³.

Machines used for the cut:
 Komatsu Harvester 601 XC
 Komatsu S45 Forwarder
 Source: Komatsu Forest



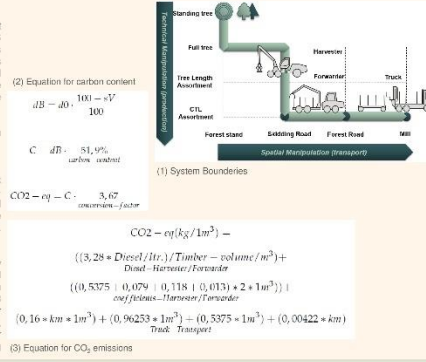
02 Methods

With the forestry machinery manufacturers Hohenloher Spezial-Maschinenbau GmbH & Co. KG (HSM), Komatsu Forest GmbH, NUHN GmbH & Co. KG for John Deere and WAHLERS Forsttechnik GmbH and Co. KG for Pionnise and representatives of the state forestry organizations we defined the parameters included in the calculation for net carbon storage of supplied timber, supported by a comprehensive literature analysis (for the coefficients) and a trial on a stand using Komatsu machines of the State Forests of Rhineland-Palatinate.

The system boundaries are the technical and spatial manipulation of timber between standing tree and mill entrance. (1)

In order to calculate the species specific carbon content, the bulk density of the timber is required. By multiplying the tree species-specific bulk density by the carbon content of timber (51.9%) and the factor for converting carbon to CO₂ (3.67) we obtain the amount of CO₂ equivalents accumulated in the timber provided. (2)

The parameters used in the calculation for CO₂ emissions by timber supply are diesel consumption, kilometers driven and timber volume (from machine data), and the coefficients which refer either to CO₂ eq. kg/m³km for distances or to CO₂ eq. kg/m³ related to volumes of timber provided. For harvesters or forwarders, the coefficients are transport to stand, lubricants, transport of men and fabrication, supply and maintenance. For timber transport by truck, the coefficients are lubricants, loading and fabrication, supply and maintenance. (3)



03 Discussion

Influencing Factors

Decisive factors:

- Stand conditions
- Intensity
- Weather conditions
- Choice of method, choice of machinery
- Quality of preparations, infrastructure
- Performance of the machine operator
- Accruing assortments, tree species
- Integrated systems coordinated with each other

Subordinate factors:

Utilization of diesel engines, use of thermostatic fans, use of lights, idle times and empty runs, contamination of radiator and oil cooler, selection of high flotation tires, training of drivers to drive economically, transfer to the railroad as early as possible, alternative operating fluids (biodiesel).

Debatable points:

- Carbon content of freshly cut timber
- The accuracy of the data
- The choice of system boundaries
- The choice of the functional unit, the focus on CO₂



04 RESULTS

Properties for calculating the carbon content in freshly cut timber. Oven dry density with 0% moisture content in kg/m³ (d0), Total shrinkage during drying in % (sV), bulk density of fiber-saturated timber in kg/m³ (dB), Carbon content of timber in kg/m³ (C), CO₂ eq in kg/m³.

Tree Species	Kiln Density [54,55] kg / m ³ d0	Total shrinkage [54,55] in % sV	bulk density fiber saturated in kg / m ³ dB	Carbon kg / m ³ C	CO ₂ equivalent kg / m ³ CO ₂ -eq
Conifer					
Other conifer				280 [57]	734
Pseudotsuga m.	470	11.9	414.07	225	788.692
Picea abies	430	11.8	379.26	197	722.388
Pinus sylvestris	490	11.8	432.18	224	823.186
Abies alba	410	10.85	365.515	190	696.207
Larix decidua	550	13.2	477.4	248	899.316
Deciduous					
Other deciduous				275 [57]	1,009.25
Fagus sylvatica	680	17.9	598.28	290	1063.373
Quercus robur	650	14.1	556.35	290	1063.506
Betula pendula	610	13.95	524.905	272	999.802
Populus nigra	410	12.5	358.75	186	683.322

Results of the calculations of GHG emissions for the individual assortments in kg CO₂-eq / m³. The distances covered individually are included. Columns 5 and 6 summarize the GHG emissions. In column 5 per m³ and in column 6 for the total amount per assortment. Column 7 shows the total amount of CO₂-eq stored in provided timber for each assortment.

Net carbon storage of the supplied timber by assortment. Thus, it is a value derived from the CO₂ equiv. stored in the timber minus the CO₂ equiv. emitted as GHG during timber supply. Net carbon storage is given as an absolute value in kg CO₂-eq / m³. The rate by which carbon storage is reduced is given here as %.

Assortment	GHG truck CO ₂ equiv. kg / m ³ bark / no bark	GHG Harvester CO ₂ equiv. kg / m ³ bark / no bark	GHG Forwarder CO ₂ equivalent kg / m ³ bark / no bark	GHG total CO ₂ equiv. kg / m ³ bark / no bark	GHG total CO ₂ equiv. kg bark / no bark	C-Storage CO ₂ equiv. t bark / no bark
5m Sections	6.4	2,658 / 2,221	2,000 / 2,161	10.5 / 10.8	998.6 / 5408	434.4 / 385.1
2.5m Industrial	19.21			23.3 / 23.6	3751 / 3380	121.5 / 107.9
3m Paper	28.6			32.6 / 33	601 / 534	13.8 / 12.1
3m Ground log	29.75			33.8 / 34.1	4159 / 3787	92.3 / 83.2
2.4m Palette	20.71			24.8 / 25.1	177 / 161	5.4 / 4.8

Assortment	C-Storage kg CO ₂ equiv. / m ³ Reduced by GHG bark / no bark	C-Storage Reduced by GHG in % bark / no bark
5m Sections	711.9 / 711	1.47 / 1.51
2.5m Industrial	699.1 / 689.8	3.33 / 3.38
3m Paper	689.7 / 689.4	4.73 / 4.78
3m Ground log	688.6 / 688.3	4.9 / 5
2.4m Palette	697.6 / 697.3	3.5 / 3.6
On Average		2.19 / 2.24

The results are also applied in the "Co2forIT" project, which is funded by the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action through its project executing agency, the German Aerospace Center (DLR).



DLR Projektträger

Correspondence
 Alexander Kaulen
 Spremberger Str. 1
 68823 Groß-Umstadt, Germany
 Alexander.kaulen@kwf-online.de

Managing Alpine forests with close-to-nature forestry to improve climate change mitigation and multifunctionality

Simon Muttterer^{1,3*}, Clemens Blattert^{1*}, Timothy Thrippleton¹,
Jurij Diaci², Gal Fidej², Leo G. Bont¹, Janine Schweizer¹

* joint first-authors

¹ Sustainable Forestry, Swiss Federal Institute WSL

² Chair of Silviculture, University of Ljubljana

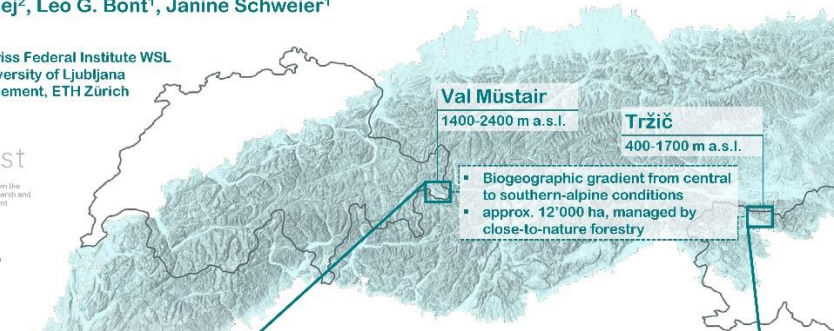
³ Forest Resources Management, ETH Zürich



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the grant agreement 101010440.



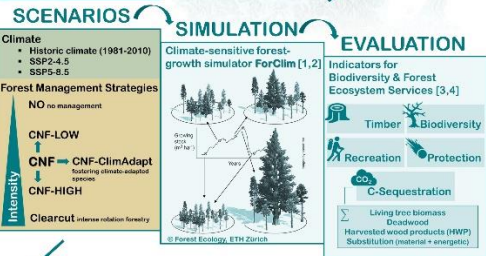
University of Ljubljana



HIGHLIGHTS

- Close-to-nature forestry (CNF) performs well in ensuring multiple forest ecosystem services and biodiversity
- Climate change requires adaptation of CNF by fostering climate-adapted tree species
- High multifunctionality, including biodiversity, needs diversified management

METHODS

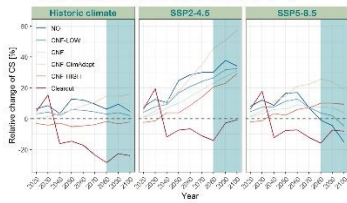


Results for the Slovenian Case Study?
→ Scan & explore here:



CARBON SEQUESTRATION

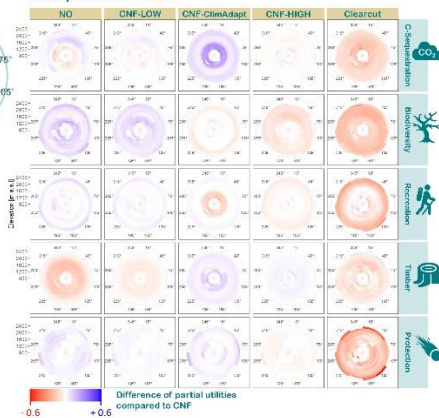
Rel. Difference compared to CNF under historic climate (---)



Period: 2080 - 2100
Analysed along environmental gradients

MULTIFUNCTIONALITY under SSP2-4.5

Difference of partial utilities compared to CNF



References

- [1] Bugmann (1996): A simplified forest model to study species composition along climate gradients. Ecology.
- [2] Huber et al. (2023): Stand-scale climate change impacts on forests over large areas: transient responses and projection uncertainties. Ecological Application.
- [3] Blattert et al. (2018): Segregated versus integrated biodiversity conservation. Value-based ecosystem service assessment under varying forest management strategies in a Swiss case study. Ecolinn.
- [4] Thrippleton et al. (2023): Balancing disturbance risk and ecosystem service provisioning in Swiss mountain forests: an increasing challenge under climate change. RegEnvChange.

Contact

simon.muttterer@wsl.ch
Sustainable Forestry
Swiss Federal Institute WSL

Wegbereiter Wiederbewaldung: ResEt-Fi - Regionales Flächenmanagement zur Entwicklung multifunktionaler Wälder auf gestörten Fichtenflächen

Marie Brock¹, Martin Zwanzig², Xinying Zhou³, Franka Huth⁴, Birgitta Putzenlechner¹, Simon Grieger⁴, Alexander Tischer⁵, Dorothea Peter⁶, Markus Bernhardt-Römermann⁶, Florian Steinebrunner⁶, Claus Bässler⁷, Henrik Oechler⁷, Simon Thonn⁸, Janina Ebert⁹, Philipp Koal¹, Ingolf Proft¹

¹Forschungsbereich Forstwirtschaft und Forstökologie, Institut für Forstökologie, Forstliche Versuchsanstalt, Thuringen, marie.brock@forst.thueringen.de
²Technische Universität Dresden, Institut für Waldökologie und Forstliche Informatik
³Geographische Universität Wien, Fachrichtung Forstwissenschaften, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁴Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁵Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁶Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁷Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁸Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler
⁹Geographische Universität Wien, Institut für Geographie, Prof. Dr. K. W. Thaler

Hintergrund

Viele Wälder in Mitteleuropa leiden derzeit unter den Einflüssen klimatischer Wetterextreme (Dürreperioden, Hitzewellen, Stürme) als Folge des globalen Klimawandels. Die daraus resultierenden Störungen weisen regionale Unterschiede auf, die stark von den standörtlichen Gegebenheiten und den bestehenden Waldstrukturen beeinflusst sind. Das Gebiet des Forststaates Thüringen war in den letzten Jahrzehnten häufig von großflächigen Störungen betroffen, verbunden mit enormen wirtschaftlichen Schäden. Die gegenwärtig auftretenden Waldflächenverluste, die sich vorrangig auf die extremen Trockenperioden der letzten Jahre zurückführen lassen, übertreffen jedoch das Ausmaß bisheriger Störungen, so auch in den Wäldern Thüringens. Besonders betroffen sind ausgedehnte, einschichtige Fichtenreinbestände, die in der Folge von Borkenkäferkalamitäten abgestorben sind.

Zentrale Fragen

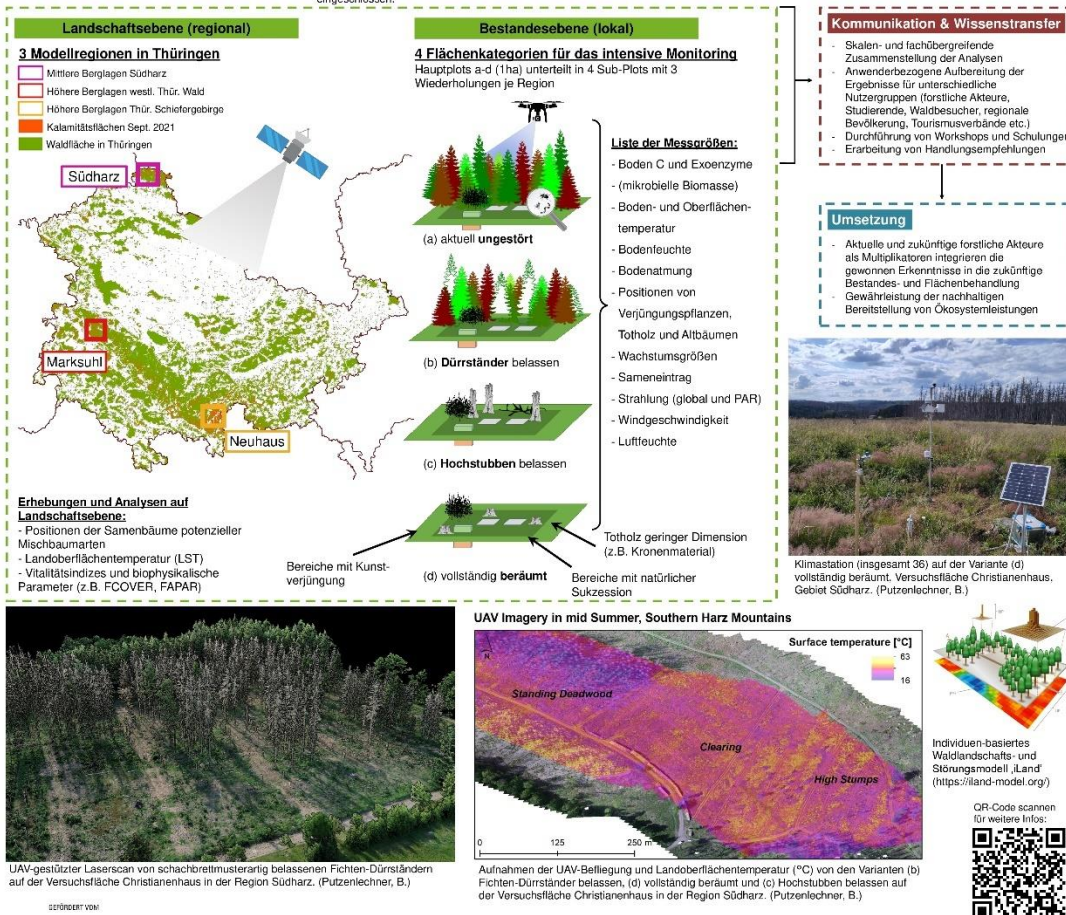
- Welche Ansätze gibt es für das Management für eine erfolgreiche Wiederbewaldung?
- Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Strategien für den Wald und die Waldökosystemfunktionen?
- Welche Schlussfolgerungen ziehen wir daraus für zukünftige Managementstrategien und Anpassungsstrategien bzgl. Klimawandelfolgen?

Untersuchungsflächen

Die Untersuchung der Störungsflächen fokussiert sich auf drei besonders betroffene Modellregionen, die jeweils ein charakteristisches Regionalklima mit spezifischen Standortbedingungen aufweisen: 1) die mittleren Berglagen des Süharzes, 2) die höheren Berglagen des westl. Thüringer Waldes, 3) die höheren Berglagen des Thüringer Schiefergebirges. Das geschaltete Versuchsdesign integriert die unterschiedlichen waldbaulichen Strategien zum Umgang mit Störungsflächen. Dazu gehören in jeder Modellregion vier unterschiedliche Flächenkategorien: (a) ungestörte Fichtenbestände, (b) Dürrestander belassen, (c) Hochstüben belassen und (d) vollständig beraumt. Außerdem werden zusätzlich Bereiche mit Kunstverjüngung und gezielt ausgebrachtem Totholz in die Untersuchungen eingeschlossen.

Ziele

Ziel des Verbundprojekts ist die Ableitung von waldbaulichen Behandlungsstrategien für ehemals fichtenbestockte Störungsflächen mit einem ganzheitlichen Ansatz, der sowohl ökologische, als auch ökonomische Aspekte berücksichtigt. In diesem Kontext werden verschiedene Strategien zur Einbeziehung von Totholz in das Flächenmanagement untersucht. Wichtig ist hierbei die integrierte Betrachtung der ökosystemaren Zusammenhänge unter Berücksichtigung lokaler und regionaler klimatischer Bedingungen, der Bodenökologie (z. B. Kohlenstoffhaushalt), der Sukzession mittels Vegetations- und Verjüngungserhebungen, sowie die Charakterisierung der Biodiversität verschiedener taxonomischer Gruppen (Bakterien, Pilze, Pflanzen, Vögel, holzbewohnende Käfer). Unter Einbeziehung aller Teilergebnisse und eines fernerkundungsbasierten Upscaling-Ansatzes werden realitätsnahe Prognosen zur Entwicklung der Kalamitätsflächen über prozessbasierte Simulationen verschiedener Szenarien abgeleitet.



gestützt von:

Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

GA
UNIVERSITÄT GÖTTINGEN

FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA

HLNUG
Für eine lebenswerte Zukunft

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

UNIVERSITÄT BAYREUTH

BEFAHRUNG MIT STANDARDBEREIFUNG, BOGIEBAND UND PORTABLEM BODENSCHUTZSYSTEM - BODENEIGENSCHAFTEN IN QUERPROFILIEN VON FAHRSPUREN

Ingo Siebert^{1,2}, Raimund Schneider²

¹ Landesforsten Rheinland-Pfalz, Produktion und Vertrieb, Neustadt an der Weinstraße, Deutschland; ² Universität Trier, Fachbereich VI, Bodenkunde, Trier, Deutschland

Die Befahrung von natürlich gelagerten, unbefahrenen Waldböden mit schweren Holzerntemaschinen führt aufgrund der dynamischen Lasteinträge zu schädlichen Bodenstrukturveränderungen. Um diese Effekte abzumildern, haben sich Bodenschutztechniken (z.B. Bogiebänder) in der forstlichen Praxis etabliert. Allerdings schränkt auch die Anwendung dieser Techniken bei feuchteren Bodenbedingungen die ökonomisch und ökologisch bedeutenden Bodenfunktionen ein. Um flächige Befahrungsschäden und damit auch den Bodenfunktionsverlust zu begrenzen, wird die Befahrung der Waldböden auf Rückegassen konzentriert. Das Ziel ist die Rückegassen sowie deren Tragfähigkeit und Bodenfunktionen langfristig zu erhalten.

Eine Alternative zu bestehenden Bodenschutztechniken stellen portable Bodenschutzsysteme (PBSS) dar, die u.a. im Bereich der Bauwirtschaft angewendet werden (u.a. Kuttah, 2019). PBSS werden aus unterschiedlichen Materialien (z.B. HDPE-Kunststoff- oder Holzplatten) gefertigt und als temporäre Straße installiert. Im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie wurde im Jahr 2021 die Anwendung eines PBSS auf Rückegassen untersucht. Es konnte in mehreren Tiefenstufen gezeigt werden, dass das PBSS aus HDPE-Platten den gemessenen Bodendruck gegenüber der Standardbereifung reduzieren kann (Siebert et al., 2022). Aus der Literatur ist nicht bekannt, ob PBSS auch bei Befahrung natürlich, gelagerter unbefahrener Waldböden vor Bodenstrukturveränderungen schützen können. Infolgedessen wurde im Frühjahr 2022 im Rheinischen Schiefergebirge ein Befahrungsversuch durchgeführt. Mit einem Forwarder erfolgten 1-fach und 5-fach Befahrungen mit und ohne PBSS sowie eine 5-fach Befahrung mit Bogiebändern. Entlang von quer zur Fahrspur verlaufenden Transekten wurden in definierten Abständen die Spurtiefen manuell gemessen. Je Messstelle wurden in zwei Tiefenstufen die Trockenrohdichte mit Stechzylindern sowie der Eindringwiderstand mittels Handpenetrometer bestimmt.

Die Ergebnisse zeigen folgende Tiefenentwicklung der Fahrspuren: PBSS 1-fach < PBSS 5-fach < Rad 1-fach < Bogieband 5-fach < Rad 5-fach. Die teilweise statistisch signifikant niedrigere Trockenrohdichte bei dem PBSS bereits gegenüber der Variante „Rad 1-fach“ weist auf einen

deutlichen Bodenschutzeffekt hin. Zusammenfassend zeigt die Studie, dass mit dem PBSS bodenphysikalisch negative Befahrungseffekte gemildert und eine Bodenschutzwirkung erzielt werden können.

Referenzen

- [1] Kuttah, D 2019, An Overview on Portable Roads and Airfields. Using of matting systems as temporary and semi-permanent roads and airfields, VTI notat 15A-2019, Online verfügbar unter: <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1352371/FULLTEXT02.pdf> (zuletzt geprüft am: 31.03.2023)
- [2] Siebert, I, Schüler, G, Schneider, R, Weimper, J 2022, Untersuchungen zur Wirksamkeit eines Bodenschutzmattensystems auf Rückegassen im Wald, Vortrag auf der DBG-Tagung 2022 in Trier, Beitrag Nr. 681

BESTIMMUNG VON HOLZEIGENSCHAFTEN UND HOLZ-ZERSETZUNGSSTADIEN MITTELS THERMOGRAVIMETRIE

Ina Krah^{1,2}, Christian Siewert², Kerstin Nätke¹, Alexander Tischer¹

¹ Friedrich-Schiller-Universität Jena, ² Hochschule für Wirtschaft und Technik Dresden

HINTERGRUND

Die Erhöhung von Totholzvorräten ist ein Ziel der Waldbewirtschaftung. Der Abbau von Totholz spielt eine wichtige Rolle beim Umsatz von organischer Substanz und der Rückführung von Pflanzennährstoffen in Waldökosystemen.

Die Bestimmung von Holzeigenschaften wie Dichte, Kohlenstoff- und Stickstoffgehalt zur Erfassung des Einflusses des Holzabbaus auf Bodeneigenschaften sowie die Abbaudynamik von Holz unter Umweltbedingungen ist wichtig. Die Durchführung der Analysen ist jedoch zeintensiv. Einfache Thermoanalysen könnten wie in anderen Wissensbereichen eine Alternative bieten.

METHODIK



Abb. 1: Lage der sechs Probenahme-flächen (Kiefernwald) in Brandenburg.

2020 wurden im Projekt HolzDeko 540 standardisierte Holzprüfkörper (60 x 5 x 2,5 cm) der Baumarten Gemeine Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) und Rot-Buche (*Fagus sylvatica* L.) auf gekalkten und ungekalkten Flächen in sechs Kiefernreinbeständen in Brandenburg (Abb. 1) in stark versauerte und z.T. sehr nährstoffarme Böden ausgebracht. Nach 10 bzw. 16 Monaten Verweilzeit wurden die Holzprüfkörper (pro Entnahmetermin n = 180) wieder entnommen (Abb. 2). Ein Teil der Prüfkörper (n = 24) wurde im Labor u.a. nach Abbaugraden visuell beschrieben und charakterisiert. Es wurden volumengerecht 120 Proben verteilt auf beide Baumarten und alle Standorte entnommen und auf Kohlenstoff- und Stickstoffkonzentrationen (C, N), Dichte, Masseverluste, absolute Zu- oder Abnahme der Kohlenstoff- und Stickstoffmasse untersucht. Zusätzlich wurden von 63 Proben beider Verweilzeiten im Boden die thermischen Masseverluste (Thermowaage, Mettler-Toledo) erfasst. Die getrockneten und zerkleinerten Holzproben wurden für leichter vergleichbare Ergebnisse in Quarzsand eingemischt und von 30 auf 950 °C mit 5 K/min erwärmt.



Abb. 2: Probenahme der Holzprüfkörper auf den Versuchsfeldern nach 16 Monaten.

Ein Teil der Proben (n=43) wurde genutzt, um Beziehungen zwischen thermischen Masseverlusten und Holzeigenschaften zu finden sowie Regressionsmodelle zu entwickeln. Die Genauigkeit der indirekten Bestimmung von Holzeigenschaften wurde mit dem zweiten Teil des Probensatzes (n=20) validiert.



mehr Informationen zum Projekt HolzDeko

Kontakt:
Ina Krah@posteo.de
Christian.Siewert@hwtdresden.de
Alexander.Tischer@uni-jena.de

ERGEBNISSE

Thermogravimetrische Profile

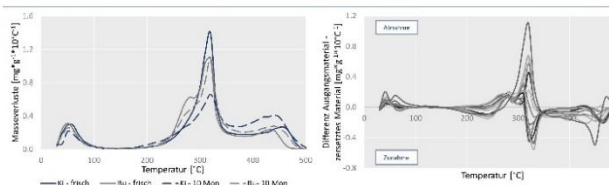


Abb. 3: Thermische Masseverluste von frischem und versauertem Holz (links), Differenz der thermischen Masseverluste zwischen frischem und versauertem Holz, Bsp. Buche nach Verweilzeit von 10 Monaten im Waldboden, n=15 (links).

Holz zeigt hohe Masseverluste bei 50, 320, 440 bzw. 550 °C, ab 550 °C konnten keine weiteren Masseverluste verzeichnet werden. Buche hat eine Schulter bei 280 °C, die Kiefernholz nicht aufweist (Abb. 3, links). Biologische Holzzersetzung durch Mikroorganismen und Pilzen zeigt sich in sinkenden Masseverlusten zwischen 250 und 330 °C und steigenden Masseverlusten ab 330 °C. Analysen von Teilreihen der Holzprüfkörper verweisen auf hohe Variationen in der thermischen Zerfallsdynamik (Abb. 3, rechts).

Bestimmung von Holzzersetzungsstadien

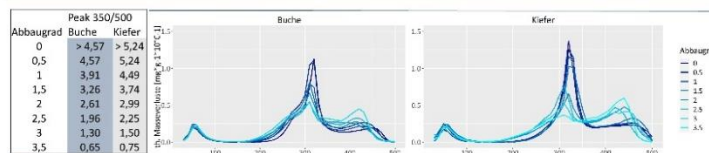


Abb. 4: Mittelwerte der thermischen Masseverluste von Buche und Kiefer in den Abbaugraden 0 bis 3.5.

Mit dem Zersetzungsgrad von Holz ändern sich die Masseverluste vor allem um 350 °C und 450 °C. Das Verhältnis der Peaks bei diesen Temperaturen korreliert mit dem visuell bestimmten Abbaugrad, der von 0 (Kein Abbau) bis > 3 (sehr starker Abbau) reicht.

Regressionen zwischen thermischen Masseverlusten und Holzeigenschaften

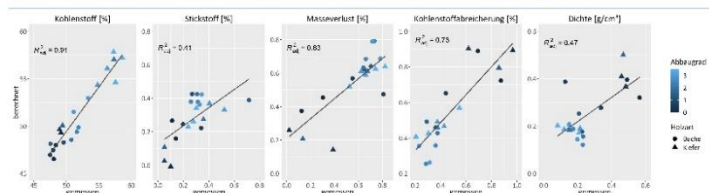


Abb. 5: Vergleich von berechneten (durch thermische Masseverluste) mit gemessenen (durch Standardverfahren) Holzeigenschaften und einem unabhängigen Probensatz (n=20): Kohlenstoffgehalt, Stickstoff, Masseverlust, Kohlenstoffanreicherung und Dichte (r, R², n, n-1).

Einzelne Eigenschaften des Holzes korrelieren eng mit Masseverlusten in 10 °C-Schritten Temperaturerhöhung. In obige Berechnungen wurden bis zu 3 Masseverluste verwendet. Die in Abb. 5 dargestellte Validierung an einem unabhängigen Probensatz verweist auf eine unterschiedliche Prognosemöglichkeiten der Masseverluste für Eigenschaften (bei Kohlenstoff am besten mit Bezug auf Zersetzungsgrad, Dichte ist nicht zuverlässig aus Masseverlusten abschätzbar).

FAZIT

Die thermische Zerfallsdynamik ist abhängig von der Holzart und dem von Pilzen dominierten biologischen Abbau. Eine Bestimmung der Abbaugrade scheint thermoanalytisch genauer und zuverlässiger als die visuelle Bewertung. Einzelne Eigenschaften von Holz sind thermoanalytisch einfach abschätzbar und geht teilweise mit charakteristischen Veränderungen einher (z.B. C-Anreicherung mit Abbaugrad). Diese Ergebnisse sind für weitere Holzarten und Rahmenbedingungen zu validieren.

9:00 – 10:00

Seminarraum POT/013

P-5 | Naturwissenschaften mit Schwerpunkt Waldbau



Disentangling the regeneration niche of *Vatica odorata* using point pattern analysis

Van Anh Thi Nguyen, Francesco Blardoni, Hung Manh Bui, Robert Schlicht, Sven Wagner

Institute of Silviculture and Forest Protection - Chair of Silviculture

Background

- Seed dispersal and environmental heterogeneity, and the effects of their interaction, are perceived to be determinants of the spatial patterns of trees (Pinto and MacDougall, 2010; Ramón *et al.*, 2018).
- Vatica odorata* is an indigenous and valuable timber tree species in Vietnam.
- The species is endangered due to over exploitation, deforestation and plantation.
- There is a lack of knowledge about natural regeneration of species.

Methodology

- Establishment of plots with a seed tree and mapping all seedlings in the plot.
- Measurement of covariates (canopy cover and ground cover) in the plot by a systematic grid.
- Modelling spatial pattern of seedlings using spatial point pattern analysis:

Intensity function: $\lambda^i(u; \beta, \gamma) = \exp\{\beta^i(u) + \beta^1 x^i(u) + \gamma^1 z^i(u)\}$

Hypotheses

- The density of the seedlings and saplings depend on the distance to the nearest conspecific adult.
- The ground vegetation cover has a significant influence on the density of *V. odorata* seedlings and saplings.
- V. odorata* seedling recruitment varies according to the canopy cover.

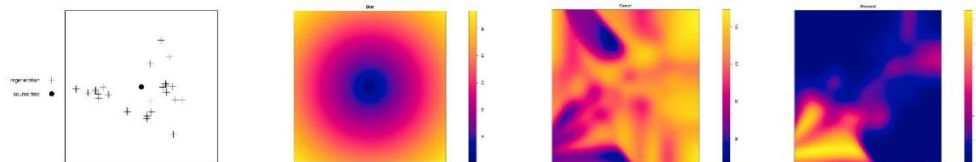


Figure 1. A representative example of the covariate maps created for the forest around a seed tree (plot)

Results

Final model:

$$\log(\lambda_i(u; \beta, \gamma)) = \beta_0 + \gamma_i + \beta_1 \text{dist}_{i,u} + \beta_2 \text{dist}_{i,u}^2 + \beta_3 \text{dist}_{i,u}^3 + \beta_4 \text{cover}_{i,u} + \beta_5 \text{cover}_{i,u}^2 + \beta_6 \text{cover}_{i,u}^3 + \beta_7 \text{ground}_{i,u} + \beta_8 \text{ground}_{i,u}^2$$

- The density of seedlings is highest at the distance of 5 - 10 m from the parent trees.
- Regeneration status is good between 10 % and 30 % ground vegetation cover. *V. odorata* seedlings failed to establish where the ground vegetation cover exceeded 70 %.
- The young tree density increased from a degree of canopy cover of 40 %, the lowest value in our plots. The density reached a peak at around 70 % and then declined at values higher than 75 %.

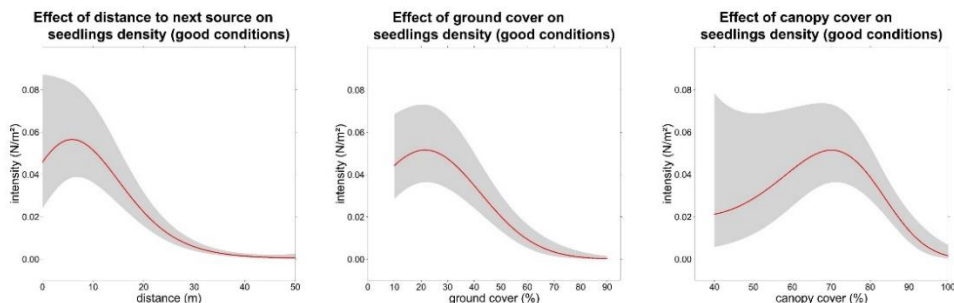


Figure 2. Effect of covariates on regeneration of *V. odorata*

Conclusion

- The density of *V. odorata* seedlings depends on the distance to the nearest conspecific adult tree.
- The density of seedlings is significantly affected by the ground cover and canopy cover.
- The findings are potential for the application of the approach in restoration efforts.





Allocational plasticity in beech and its dependence on competition and soil moisture content

Alexandra Koller, Goddert von Oheimb // corresponding author: alexandra.koller@tu-dresden.de

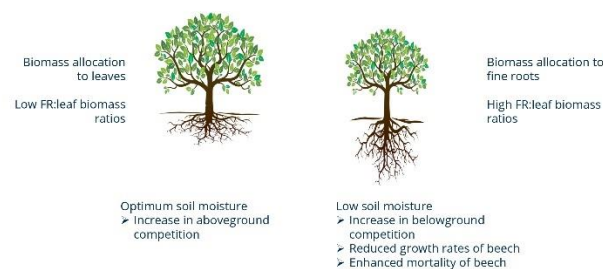
Research background

According to the optimal partitioning theory, trees under drought stress allocate their growth preferably belowground, which leads to increased fine root (FR)/leaf biomass ratios. Existing literature on below and aboveground response of beech to drought mainly uses precipitation gradients, and has found both, an increase of the root:shoot ratio (more roots) (Leuschner et al. 2001; Hertel et al. 2013) as well as a decrease of the root:shoot ratio of beech (fewer roots) (Meier & Leuschner 2008; Meier et al. 2018) with decreasing mean annual precipitation.

Our research is guided by the hypothesis that beech will increasingly allocate resources to the root system when soil water availability is limited. Consequently, FR/leaf biomass ratios are expected to be higher on drier sites compared to moister sites. The change in FR/leaf biomass ratio in drier compared to moister sites may increase the intensity of belowground competition and ultimately contribute to lower growth rate and increased mortality of beech.

Conceptual framework

Preprint: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2817911/v1>



Study area

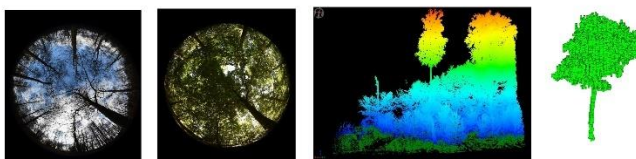
- Eight mature near natural beech stands in the Dübener Heide (Saxony, Germany)
- Part of Beneath project



Methods aboveground sampling

To determine the leaf biomass, different tools were utilized during early spring and summer 2023:

- hemispherical photography
- terrestrial laser scanning (TLS)
- drone based laser scanning (DLS, in cooperation with Junior Professorship in Geosensor Systems, TU Dresden)



Outlook

Our next steps involve data processing in the laboratory (fine roots) and validating LAI data by comparing the different approaches (hemispherical photography vs. combined TLS and DLS data), as well as measuring LAI directly during fall 2023 from litter traps.

Methods belowground sampling

To analyse the fine root biomass, soil cores were taken during summer 2023. The fine roots are currently being washed, analysed under a stereomicroscope, dried and weighted.



References

- Hertel, D., Strohbach, T., Mäkelä, H., & Leuschner, C. (2013). The root biomass and dynamics in beech forests across a precipitation gradient: An optimal resource partitioning theory applicable to water-limited mature forest. *Journal of Ecology*, 101, 751–765. doi: 10.1111/1365-2745.12136
- Meier, C., & Leuschner, C. (2008). Drought response of European beech: Fine root biomass and carbon partitioning in 14 mature stands across a precipitation gradient. *Global Change Biology*, 14(1), 220–230. doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01344.x
- Meier, C., & Leuschner, C. (2013). The Deep Root System of European beech in relation to soil structure and nitrogen. *New Phytologist*, 158, 209–219. doi: 10.1111/nph.12027



Follow for updates
on research gate



TUD Dresden University of Technology
Institute of General Ecology and Environmental Protection
Chair of Biodiversity and Nature Conservation
Pienner Straße 7
01173 Tharandt





Das Projekt WERTHOLZ – eine (Erfolgs-)Geschichte in der Forstpflanzenzüchtung

A.-M. E. Eisold¹, V. Karfik³, C. Bäucker¹, H. Liesebach², V. Schneck¹

¹ Thünen-Institut, Institut für Forstgenetik, Waldsiedersdorf, Brandenburg, Deutschland

² Thünen-Institut, Institut für Forstgenetik, Großhansdorf, Schleswig-Holstein, Deutschland

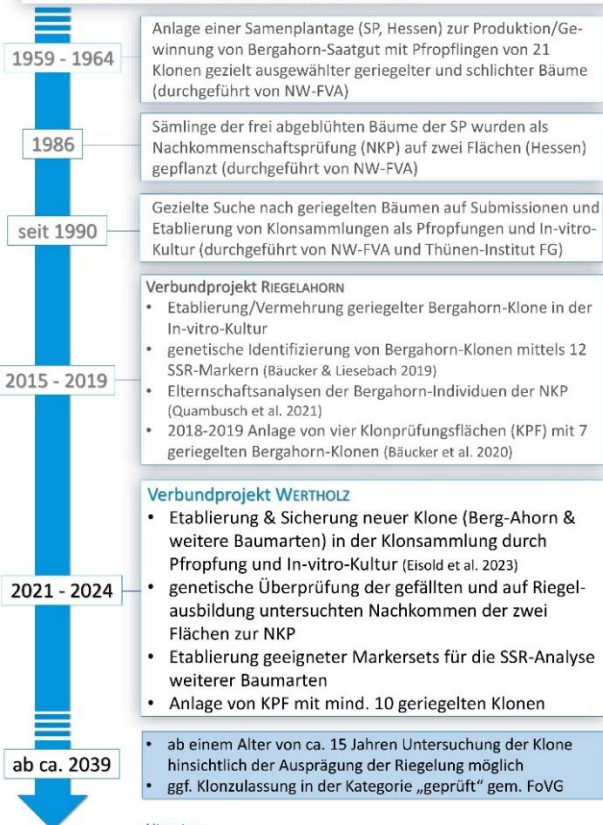
³ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldgenressourcen, Hann. Münden, Niedersachsen, Deutschland

Das Projekt WERTHOLZ

Ein wesentliches preisbestimmendes Merkmal für die Vermarktung qualitativ hochwertigen Holzes ist das Auftreten von Maserungseigenschaften. Eine solche Ausprägung ist die Riegelung, die insbesondere bei Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) bekannt ist. Die Frage nach der Vererbbarkeit der Riegelung ist für zukünftige Züchtungsbestrebungen von hoher Relevanz. Im Rahmen des von der FNR geförderten Verbundprojektes WERTHOLZ wurde dies im Kontext langjähriger Züchtungsbestrebungen auf dem Gebiet des Riegelahorns aufgegriffen. Eine an der NW-FVA existierende Samenplantage mit geriegelten und schlichten Bergahorn-Klonen sowie deren Nachkommen auf zwei Versuchsfeldern ermöglichen Aussagen über die Weitergabe des Holzmerkmals Riegelung basierend auf genetischen Analysen und makroskopischen Holzuntersuchungen. Zudem erlauben gut etablierte In-vitro-Kultur-Methoden die Überführung neu selektierter geriegelter Exemplare in die Klonansammlungen als Ausgangspunkt für die weitere Züchtungsarbeit.

Partner im Projektverbund: RLP AgroScience GmbH (Neustadt a.d.W.), Thünen-Institut für Forstgenetik (Thünen-Institut FG, Waldsiedersdorf), Thünen-Institut für Holzforschung (Hamburg-Bergedorf), Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA, Hann. Münden), Institut für Pflanzenkultur GmbH & Co. KG (Schnege), Reinhold Hummel GmbH & Co. KG (Stuttgart)

Abb. 1 Stamm eines geriegelten Berg-Ahorns im Wald mit sichtbarer Riegelung (A) und auf Holzsubmision (B); Riegelung an Holzstück von Berg-Ahorn (C); Nahaufnahme des geriegelten Holzes (D).
Fotos: (A, B) Karfik, (C, D) Eisold



Literatur:

Bäucker & Liesebach 2019, Thünen Rep 62: 49-54.
Bäucker et al. 2020, Thünen Rep 76: 155-167.
Eisold et al. 2023, Thünen Rep 105: 164-169.
Quambusch et al. 2021, Ann Forest Sci 78 (1): 15.

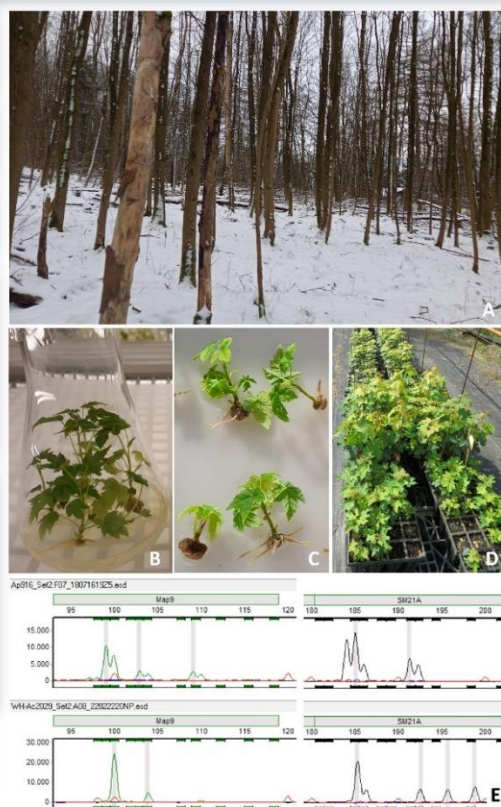


Abb. 2 Nachkommenschaftsprüfung von Berg-Ahorn, 34 Jahre nach Pflanzung der Sämlinge (A); Klon von Berg-Ahorn in der In-vitro-Kultur (B); Anzucht von Pflanzen aus der In-vitro-Kultur für die Auspflanzung auf Klonprüfungsflächen (C, D); Nachweis von Allelen mittels SSR-Markern (E). Fotos: (A) Karfik, (B, C, D) Eisold

Dank:

Die finanzielle Förderung des Verbundprojektes WERTHOLZ erfolgt durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FKZ 2221NR009C). Das Projekt RIEGELAHORN wurde von der Landwirtschaftlichen Rentenbank gefördert (FKZ 776393).



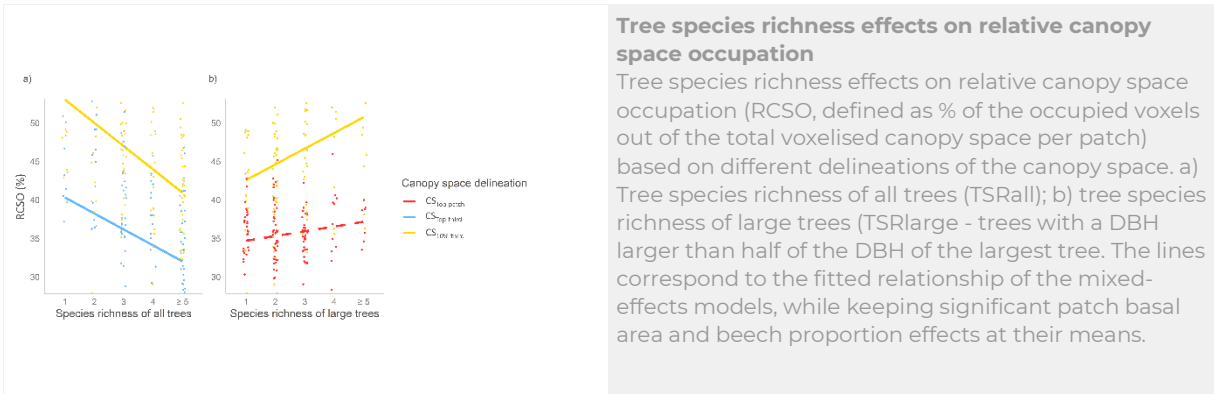
19

Effects of tree diversity on canopy space occupation vary with tree size and canopy space definition in a mature broad-leaved forest

Louis Georgi¹, Matthias Kunz¹, Fichtner Andreas², Anne Bienert³, Hans-Gerd Maas³, Goddert von Oheimb¹

¹ Technische Universität Dresden, Institute of General Ecology and Environmental Protection, Dresden, Deutschland; ² Leuphana University of Lüneburg, Institute of Ecology, Lüneburg, Deutschland; ³ Technische Universität Dresden, Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, Dresden, Deutschland

A more efficient use of limited canopy space and, thus, a higher canopy space occupation (CSO) in forests can result in an increased absorption of photosynthetically active radiation, which in turn can promote productivity. Although there is some evidence for a positive relationship between tree diversity (TD) and CSO, the generality of this hypothesis is still under debate. Here, we propose a conceptual framework that accounts for both the spatial complexity of canopy space and size-dependent interspecific tree interactions and tested it using mobile laser scanning data across larger spatial scales. We assessed the CSO at high resolution with two diversity indices, tree species richness (TSR) and the effective number of species (ENS) along a TSR gradient ranging from monocultures to 8-species mixtures in a mature and structurally complex mixed-species temperate forest. We found that the direction and strength of the TD-CSO relationship largely depended on the way how canopy space is defined and which tree size classes are considered to calculate TSR. Using an broad deliniation of canopy space no significant relationship between TD and CSO was evident. In contrast, when considering only the upper canopy space, a significant effect of TSR on CSO emerged. Importantly, the direction of this relationship was critically dependent on the tree size threshold underlying the TSR determination. For all trees with a diameter at breast height > 7 cm, we observed a significant negative relationship, while the opposite was the case when considering only large-sized trees. Our novel conceptual framework demonstrates that accurate estimation of canopy space complexity and tree size dependence is key to better understanding the processes underlying CSO. However, further information on diversity-canopy space occupation relationships from studies in different forests and forest types is needed.



20

Biodiversitätsrelevante Waldstrukturen im Klimawandel

Manuela Lieb¹, Léo Bialais¹, Selina Ganz¹, Anna-Lena Hendel^{2,3}, Matthias Dohrmann¹, Joy Coppes⁴, Veronika Braunisch^{2,5}, Petra Adler¹

¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Fachabteilung Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland; ² Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Fachabteilung Waldnaturschutz, Freiburg, Deutschland; ³ Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Wildtierökologie und Wildtiermanagement, Freiburg, Deutschland; ⁴ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Wildtierinstitut, Freiburg, Deutschland; ⁵ Universität Bern, Institut für Ökologie und Evolution, Bern, Schweiz

Strukturvielfalt und Abundanz von Schlüsselstrukturen wie Totholz oder Waldinnenränder sind maßgebliche Faktoren für die Biodiversität in Wäldern. Durch den Klimawandel wird sich der Wald und damit auch die bestehenden Waldstrukturen zunehmend verändern. Auch kurzfristigere und lokal begrenzte Veränderungen wie z.B. Schadflächen, hervorgerufen durch lange Phasen der Trockenheit, erhöhte Temperaturen und dem vermehrten Auftreten von Schädlingen, führen zu einer Veränderung der Waldstrukturen. Die Auswirkungen dieser Strukturveränderungen auf Tier- und Pflanzenarten können bisher nur schwer abgeschätzt werden. Sie sind allerdings von hoher Bedeutung für die Entwicklung der Biodiversität der Wälder in der Zukunft, da sie die Auswirkungen des Klimawandels verstärken oder abpuffern können.

Ziel dieser Studie ist, Strukturveränderungen aus fernerkundlichen Daten abzuleiten und deren Abhängigkeit von Klimabedingungen zu analysieren um auf dieser Grundlage die Auswirkungen von Klima- und daraus folgenden Strukturveränderungen auf ausgewählte Zielorganismen (gruppen) zu modellieren.

Als Datengrundlage werden Luftbilder des Landesamtes für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg und daraus abgeleitete Höhenmodelle verwendet, welche in 3 bzw. 2-Jahres Intervallen für die gesamte Landesfläche vorliegen. Veränderungen von biodiversitätsrelevanten Waldstrukturen, wie z.B. von Totholz, Freiflächen oder die Höhenstruktur des Waldes über einen Zeitraum von 10 Jahren werden so erfasst und in Abhängigkeit von Klimabedingungen, modelliert. Lokale und regionale Trends werden, spezifisch für den jeweiligen Waldstrukturparameter ausgewertet und unter Szenarien zukünftiger Klimabedingungen projiziert. Erste Ergebnisse aus Regressionsmodellierungen zeigen, dass die beobachteten Strukturveränderungen durch eine Vielzahl verschiedener Einflussfaktoren, wie Baumart, Standort, Klimaparameter und deren Interaktionen untereinander geprägt sind. So konnte insbesondere in Fichtenbeständen ein großes Potential für Strukturveränderungen beobachtet werden. Auch die Baumhöhe stellt einen maßgeblichen Parameter dar, welcher Strukturveränderungen begünstigt. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen können Regionen

abgegrenzt werden in welchen auch zukünftig mehr Strukturveränderungen wie z.B. eine Zunahme an Freiflächen zu erwarten sind.

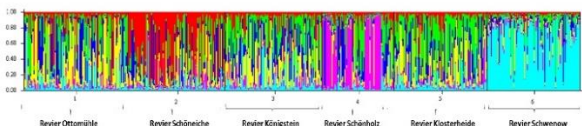
Genetische Analysen von ausgewählten Roteichen-Beständen und Plusbaum-Nachkommenschaften im Rahmen des Projektes RubraSelect zur Bewertung der genetischen Variation und deren Ursprungsregion

Marie Brückner¹, Eva Ardao Rivera², Frank Becker³, Silvija Bilela-Eckert², Alexander Braun², Jörn Erbacher², Martin Hofmann⁴, Ralf Kätzel², Jörg Kleinschmit², Sonja Löffler³, Charalambos Neophytou², Dorit Riedel¹, Wilfried Steiner⁴, Martha Töppe⁴, Ute Tröber¹, Miriam Watermeier⁴, Matthias Meyer¹, Heino Wolf¹

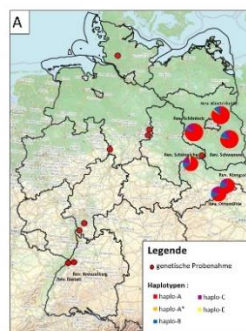
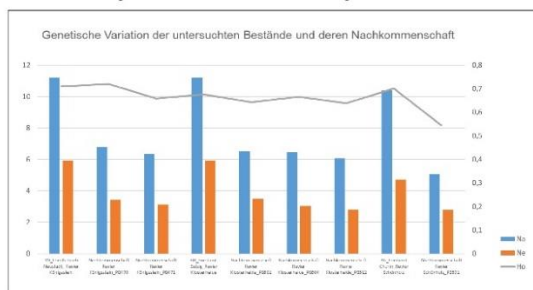


Die in Deutschland seit Anfang des 18. Jhd. eingeführte Roteiche (*Quercus rubra* L.) gilt u.a. auf Grund von einer erhöhten Trockenstress- und Feuertoleranz als Zukunftsbaumart unter den Bedingungen des Klimawandels. Trotz der fast 300 jährigen Geschichte der Baumart in Europa steht eine Bewertung der etablierten Populationen hinsichtlich der genetischen Varianz und physiologischen Plastizität bislang aus. Das Verbundprojekt RubraSelect soll dazu beitragen, eine Basis für die zukünftige Versorgung des Marktes mit qualitativ hochwertigem und anpassungsfähigem Vermehrungsgut zu schaffen. Ziel ist es, die genetische Variation zu beschreiben, um Schlussfolgerungen über die Eignung von Ausgangsmaterial sowie die Gewinnung von Vermehrungsgut abzuleiten.

	Kennzeichnung	Bundesland	Forstamt	Revier	Alter	Fläche (ha)
1	SN74	SN	Neustadt	Ottomühle	33	4,2
2	SN17	SN	Taura	Schöneiche	84	14,5
3	SN03	SN	Neustadt	Königsstein	105	2,7
4	BB09	BB	Chorin	Schönholz	143	1,03
5	BB01	BB	Belzig	Klosterheide	64	1,96
6	BB04	BB	Hammer	Schwenow	60	2,72

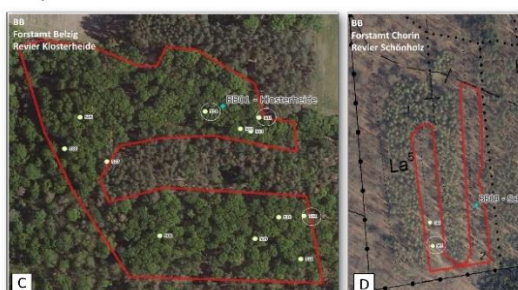


Auflistung der Bestandesdaten der untersuchten Populationen aus Sachsen und Brandenburg sowie Structure-Analyse aus 15 Kern-Mikrosatelliten-Markern (nSSR) (K=6). Die Analyse (Structure 2.3.4, Falush et al. 2003, 2007, Pritchard et al. 2010) zeigt die relative Zuordnung aller Individuen zu potentiellen Populationen (reproduktiven Einheiten). Es zeigt sich, dass bei den Beständen Königsstein (3), Klosterheide (5) und Ottomühle (1) ähnliche Subpopulationsstrukturen vorhanden sind. Die Bestände Revier Schöneiche (2), Schönholz (4) und Schwenow (6) weisen andere Strukturen auf. Da der Bestand Ottomühle nahe dem Bestand Königsstein liegt und noch sehr jung ist, liegt die Vermutung nahe, dass er mit Saatgut aus dem älteren Bestand begründet wurde.



A: Häufigkeitsverteilung der Haplotypen aus Chloroplasten-Markern in 6 Saatguterbeständen in Sachsen und Brandenburg, analysiert an je 100 Probenbäumen. Die Legende gibt die Haplotypenbezeichnung mit entsprechenden Farben nach Pettenkofer et al. (2019) wieder.

B: Als Vergleich zur Einschätzung der Ursprungsregion dient die Häufigkeitsverteilung der Chloroplasten-Haplotypen in definierten nordamerikanischen Provenienzen (Pettenkofer et al. 2019). Im Projekt sollen noch weitere Referenzbäume aus Provenienzversuchen analysiert werden.



Untersuchungen mit 15 nSSR-Markern zeigen, dass Plusbaum-Nachkommenschaften die genetische Diversität des Bestandes nur teilweise und in unterschiedlichem Maße repräsentieren. Die durchschnittliche Anzahl der Allele (N_a) und die effektive Anzahl der Allele (N_e) sind bei diesen verringert, da es sich um Halbgewächser handelt. Im Bestand Klosterheide (C) zeigt sich, dass die Nachkommenschaften der Bäume, welche zentral im Bestand stehen, eine höhere genetische Vielfalt aufweisen, als die Bäume im Randbereich. Auch die Form des Bestandes wirkt sich auf die genetische Diversität aus. Im Revier Schönholz (D) handelt es sich um einen schmalen U-förmigen Bestand. Die Nachkommenschaft des Plusbaumes PB591 hat in den Analysen einen viel geringeren Heterozygotenanteil als der Bestand insgesamt. Die verwendeten Kern- und Chloroplastenmarker gewährleisten eine hohe Vergleichbarkeit der Daten mit bereits publizierten Ergebnissen.

Website: www.rubraselect.de

Projektlaufzeit: 2021-2024

Förderkennzeichen: 2220WK03D4

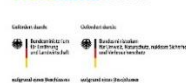
Teilverbund B: Auslese und Züchtung hochwertiger anpassungsfähiger Roteichen

- 1) Staatsbetrieb Sachsenforst
- 2) Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
- 3) Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
- 4) Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt

Quellen: Pettenkofer, T. et al. "Genetic diversity and seed availability of introduced red oak (*Quercus rubra*) in Germany in comparison with reference native North American populations." *European Journal of Forest Research* 130 (2015): 275-285.

Pritchard, Jonathan K., Matthew Stephens, and David M. Donnelly. "Inference of population structure using multilocus genotype data." *Genetics* 167 (2004): 1551-1562.

Falush, David, Matthew Stephens, and Jonathan K. Pritchard. "Inference of population structure using multilocus genotype data: dominant markers and real alleles." *Molecular ecology* 16 (2007): 516-529.



Suche nach geeigneten Saatguterntebeständen der Weißtanne (*Abies alba*) im Klimawandel

Devrim SEMIZER-CUMING, Karl Heinz MELLERT, Barbara FUSSI, Darius KAVALIAUSKAS, Muhidin ŠEHO

Ziel ist es, die Klimasensitivität der forstgenetischen Ressourcen der Weißtanne (*Abies alba*) in Deutschland zu untersuchen und die Eignung von Beständen für die Saatgutproduktion zu prüfen.

Die Reaktion von Saatguterntebeständen auf den Klimawandel, insbesondere auf die immer häufiger auftretenden Klimaextreme, ist in Deutschland noch nicht ausreichend untersucht worden. Der Fokus bisheriger Herkunftsversuche war auf die Etablierung, das Wachstum, und die Holzqualität einzelner Herkünfte ausgerichtet, wobei der Schwerpunkt auf der Ertragsleistung lag. Der fortschreitende Klimawandel bedroht jedoch die Stabilität und das Fortbestehen forstlicher Genressourcen in der Zukunft. Daher ist es von entscheidender Bedeutung, -potenziell- klimaresiliente Herkünfte und Bestände zu identifizieren, die zukünftig als geeignete Saatgutquellen für die forstwirtschaftliche Praxis genutzt werden können.



Abb. 1: Ausgewählte Weißtanne im Bestand. Schräg. Foto: T. Hase, StMELF.

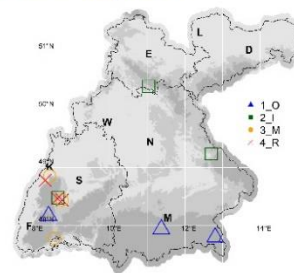


Abb. 2: Lage der Tannenbestände im Untersuchungsgebiet mit Symbolen entsprechend ihrer Nischenzone (siehe Legende) (aus Mellert et al. 2023).

Im Rahmen des Projektes sensFORclim kommen verschiedene Fachdisziplinen und Methoden zum Einsatz, die sich bereits bewährt haben. Hier werden die ersten Ergebnisse von populationsgenetischen und genomischen Analysen für 12 Weißtannenbestände in Baden-Württemberg, Bayern und Thüringen vorgestellt.

Methoden

- Neun Kernmikrosatellitenmarker (nSSR) werden zur Schätzung populationsgenetischer Parameter und zur Untersuchung der Populationsstruktur verwendet.
- SPET (Single Primer Enrichment Technology) wird auf sechs Bestände angewandt, um die genetische Struktur und die lokale Anpassung mithilfe von Ausreißer- und Umweltassoziationsanalysen weiter zu untersuchen. Nach der Filterung wurden 22.920 biallelische SNPs für nachgeschaltete Analysen ausgewählt.

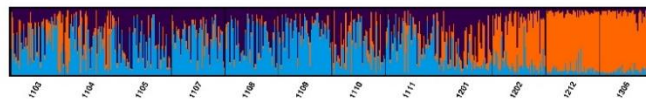


Abb. 3: Genetische Charakterisierung von 12 Tannenbeständen in Süddeutschland anhand von neun nSSRs (K = 3; STRUCTURE; Pritchard et al. 2010).

Abb. 4: Genetische Charakterisierung von 6 Tannenbeständen in Süddeutschland anhand von 8016 SNPs (LD $R^2 = 0,2$; MAF = 0,05; snmf im R-Paket LEA; Frichot & François 2015).

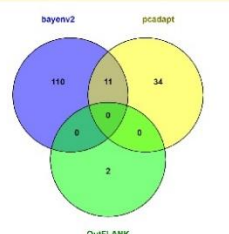
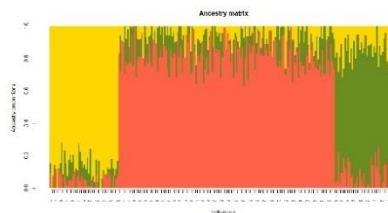


Abb. 5: Anzahl der mit drei verschiedenen statistischen Ansätzen gefundenen Ausreißerloci (bayenv2, Günther & Coop 2013; pccadapt, Liu et al. 2020; OutFLANK, Whitlock & Lotterhos 2015; Venny; Oliveros 2007-2015).

Bestandsname	ID	Strat	N	Na	Ne	Ar	Npriv	Ho	uHo	Fis
Schrögg	1202	O	48	11,44	5,99	11,44	4,0	0,725	0,731	0,007
Horb	1104	G	48	11,00	5,31	11,00	1,0	0,685	0,713	0,034
Horb	1103	I	48	10,11	4,83	10,11	3,0	0,678	0,707	0,058
Biberkorn	1201	O	48	9,67	4,49	9,67	1,0	0,704	0,689	-0,022
Horn	1105	M	48	9,78	4,59	9,78	3,0	0,678	0,683	0,003
Schallkorn	1306	I	48	10,67	5,41	10,67	10,0	0,711	0,729	0,022
Horb/Altheim	1111	G	48	10,44	4,83	10,44	2,0	0,701	0,700	-0,012
St. Georgen	1109	O	48	9,00	4,45	9,00	1,0	0,611	0,652	0,069
Cham	1212	I	48	10,56	5,70	10,56	2,0	0,711	0,726	0,020
Blumberg	1110	M	48	9,56	4,06	9,56	1,0	0,657	0,670	0,046
Baden-Baden	1108	G	48	8,89	4,42	8,89	2,0	0,632	0,657	0,032
Malsch	1107	M	48	8,78	4,30	8,78	2,0	0,699	0,678	-0,044
Mittelwert				9,99	4,86	9,99	2,7	0,683	0,695	0,018

Strat: Stratifizierung der Standorte (O Optimal, I Intermediär, M Marginal, G Grenz); N: Probensatz pro Bestande; Na: Anzahl der Allele; Ne: Anzahl der effektiven Allele; Ar: allelische Vielfalt (N = 43 Individuen); Npriv: private Allele; Ho: beobachtete Heterozygotie; uHo: unverzerrte erwartete Heterozygotie; Fis: Inbreidkoeffizient.

Tabelle 1: Genetischen Variation innerhalb der Tannenbeständen (GenAlEx6.5, Peakall & Smouse 2012; FSTAT, Goudet 2001).

Ergebnisse

- Beide Markertypen zeigen drei genetische Cluster in Süddeutschland und Unterschiede in der genetischen Vielfalt (Abb. 3 & 4; Tabelle 1).
- Mit drei verschiedenen Analysemethoden wurden insgesamt 168 Ausreißerloci ermittelt (Abb. 5).
- 384 SNPs sind signifikant mit vier Umweltvariablen korreliert (Abb. 6) und 171 befinden sich in Genen.

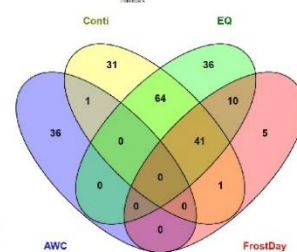


Abb. 6: SNPs korrelierten signifikant mit vier Umweltvariablen (LD $R^2 = 0,2$; MAF = 0,05; FDR < 5%; lfm im R-Paket LEA; Frichot & François 2015; Venny; Oliveros 2007-2015). AWC: Wasserspeicherkapazität; Conti: Kontinentalität; EQ: Ellenberg-Quotient; FrostDay: Anzahl der Frosttage.

Das Projekt sensFORclim (2020-2023) wird gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)



Projekträger ist die Fachagentur für Nachhaltige Rohstoffe e.V. (FNR)



Bayerisches Amt für Waldgenetik (AWG)
Forstamtsplatz 1, 83317 Teisendorf
Telefon: +49 (0) 8666 9883-0, E-Mail: poststelle@awg.bayern.de

Kontakt: devrim.semizer-cuming@awg.bayern.de

www.awg.bayern.de

23

Quantifizierung von Elementgehalten in verschiedenen Holzhackschnitzel-Größenfraktionen als wissenschaftliche Grundlage für ein zukünftiges Nährstoffrecycling in Waldökosystemen

Markus Riebler, Katharina Wendel, Elke Dietz

Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Abteilung 4 - Forsttechnik, Betriebswirtschaft, Holz, Freising, Deutschland

In den vergangenen Jahren führten anhaltende Kalamitäten zu einem hohen Angebot von kostengünstigem, aber geringwertigem Holz für die Holzhackschnitzelbereitstellung. Um auch mit diesen Brennstoffen die spezifischen Qualitätsanforderungen von Hackschnitzel-Kleinfeuerungsanlagen zu erfüllen, werden diese zunehmend technisch aufbereitet. Bei dieser Siebung werden Feinanteile, Nadeln etc. entfernt, da sie sonst negative Auswirkungen auf die Verbrennung haben (z. B. höhere Emissionen und Aschegehalt). Die dabei entstehenden Reststoffe enthalten einen – auf ihr Volumen bezogen- hohen Anteil an Nährstoffen und organischen Verbindungen. Sie werden derzeit jedoch hauptsächlich kompostiert oder in großen Heizkraftwerken verbrannt. D. h. ihr bezogen auf das Volumen höherer Nährstoffgehalt wird dem Waldökosystem dauerhaft entzogen.

Das Forschungsprojekt „Rest-Use“ untersucht deshalb, ob diese Siebreste als natürlicher „Dünger“ oder zumindest Puffer gegen holzerntebedingte Nährstoffexporte an Waldstandorten zurückgeführt werden könnten.

Bisher liegen keine Daten zu Nährstoffgehalten in Siebresten vor. Daher wurde eine neue Methode entwickelt, um neben der Partikelgrößenverteilung auch eine Verteilung der Nährstoffgehalte je Partikelgrößenfraktion zu erhalten. Auf Grundlage der EN ISO 17827-2 zur Partikelgrößenverteilung für Holzhackschnitzelproben wurden die Siebgrößen auf die dominierenden Partikelgrößen in Reststoffen und deren Ausgangsmaterial angepasst. Hierzu werden unterhalb des Norm-Feinanteils ($<3,15$ mm) weitere Siebfraktionen (<1 mm und <63 μ m) gebildet. Die Partikelfraktionen werden anschließend in einem Benchtop-RFA-Spektrometer auf ihre fraktionsspezifischen Elementgehalte untersucht. Dadurch wird es möglich sein eine aus Nährstoff- und Waldwachstumssicht optimale Siebuntergrenze zu bestimmen. Dies wäre demnach die Fraktion, welche den relativ betrachtet höchsten Gehalt an für das Baumwachstum und das Waldökosystem entscheidende Elemente, wie z. B. N, Mg, Mn, P etc. enthalten.

Derzeit laufen die Partikelgrößen- und Elementaranalysen. Die Ergebnisse und deren statistische Auswertung stehen bis zur Konferenz zur Verfügung. Diese neue Methode kann dazu beitragen, eine nährstoffoptimale Siebgröße für verschiedene Holzhackschnitzel-Sortimente abzuleiten und die Holzhackschnitzelbereiter unterstützen, welche Siebgrößen am vorteilhaftesten für das Nährstoffrecycling sind, um den Nährstoffexport aus Waldökosystemen abzuf puffern.



Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften e.V.

Fachabteilung Agrar- und Forstökosysteme, Rekultivierung und Sanierung

FIB - Forschungsinstitut für
Bergbaufolgelandschaften e.V.
Brauhausweg 2
03238 Finsterwalde

Hans Küchenmeister
h.kuechenmeister@fib-ev.de
03531 / 7907 - 28

Allometrische Biomasse- und Nährstoff-Funktionen wichtiger Laubbäume geringer Dimension

Küchenmeister, H.¹ // Knoche, D.¹ // Körner, M.² // van der Maaten-Theunissen, M.³ // van der Maaten, E.³

¹ Forschungsinstitut für Bergbaufolgelandschaften, Forstliche Rekultivierung, Finsterwalde, Deutschland
² Staatliches Forstwissenschaftliches Zentrum Wald- und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung / Walschutz, Pirna, OT Gröden, Deutschland
³ TU Dresden, Professur für Waldwachstum und Produktion von Holzprodukten, Tharandt, Deutschland

Problem

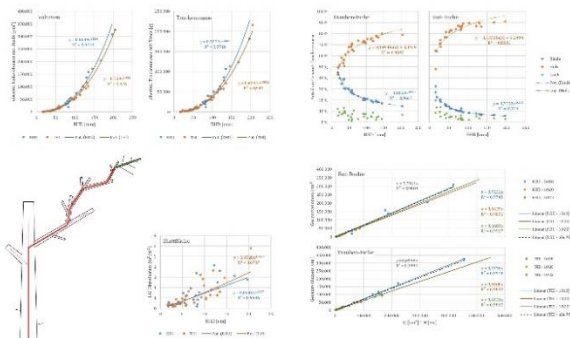
Vernachlässigte Jugend

- Verstärkter Waldbau erhöht den Anteil geringdimensionierter Laubbäume, sowohl hinsichtlich Vorratshaltung als auch in der Nutzung. Für die trockenen, nährstoffarmen Sandstandorte des Nord-sächsischen Tieflands sind das vor allem Rot-Buche (RBU) und Trauben-Eiche (TEI). Die Datenbasis zur funktionalen Abbildung ihrer allometrischen Beziehungen sind jedoch deutschlandweit dürrig. Sie werden benötigt u.a. für die Holzvorrats-Berechnung und die Modellierung verschiedener Ökosystemprozesse. Bisher wurde die oberirdische Biomasse junger Laubbäume über extrapolierte Funktionen berechnet, die für stärkere Individuen angepasst sind. Dies führt zu unplausiblen Ergebnissen im Durchmesserbereich unterhalb der Derbholzgrenze.
- Deshalb werden
 - Biomasse und Volumen altersunabhängig und einzelbaumbezogen mit einfach messbaren Prädiktoren wie Brusthöhendurchmesser (BHD) und Höhe (H) funktional abgebildet,
 - die kompartimentweise Analyse des Gehalts von Makro- und Mikro-nährstoffen erstellt und
 - die Blattfläche (LAI) als wichtige Eingangsgröße in der Wasserhaushaltsmodellierung gemessen.

Methode

Pfade durch Kronen

- Auf Waldbau-Versuchsflächen in Nord-sachsen wurden 27 (RBU) und 29 (TEI) dünne Einzelbäume bis zu einem BHD von 20 cm mittels weitgehend biasfreiem *randomized branch sampling* (RBS) vermessen. Je Baum wurde das Volumen über drei Pfade vom Stammfuß bis zum jeweiligen Endsegment ermittelt.
- Zur Berechnung von absolut trockener oberirdischer Biomasse und kompartimentbezogenen Nährstoffgehalt wurden Proben von Holz, Rinde, Reisig und Laub getrocknet, gewogen und der Anteil von C, N, S, Ca, K, Mg und P im Labor bestimmt.
- Über die eigens ermittelte Spezifische Blattfläche (SLA) wurde die Laubmasse und -fläche jedes Einzelbaums berechnet. Kronenspiegelungen in vier Richtungen dienten zur Ermittlung der Kronenflächen, welche wiederum zur Herleitung des Blattflächenindex je Einzelbaum genutzt wurde.

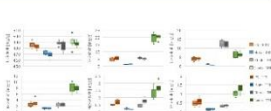


Ergebnis

Biomasse ganz genau

- Bei einem $R^2 > 0,97$ kann allein mit dem Brusthöhendurchmesser (BHD) der größte Teil der Varianz über alle Versuchsflächen erklärt werden. Wird stattdessen das Produkt aus Querschnittsfläche des Stamms in Brusthöhe (Q) und Baumhöhe (H) zum Prädiktor, verbessert das die Plausibilität des Kurvenverlaufs auf unterschiedlichen Standorten.
- Die Nährstoffverteilung in den Baumorganen entspricht weitgehend den Erwartungen: Höchster Ca-Gehalt in der Rinde, C-Gehalt in Rinde und Blättern etwa gleich hoch, Blätter beinhalten die meisten Nährstoffe je Gramm Trockensubstanz.
- Laubtrockenmasse und Einzelbaumblattfläche sind ebenfalls eng mit dem BHD verknüpft ($R^2 > 0,85$).

		RBU		TEI	
	$y = a \cdot x^b$	a	b	a	b
Schubholz	Volumen [m³]	0,0055	2,7529	0,0069	3,0219
	Problemasse [kg]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
Kronenholz	Volumen [m³]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
	Problemasse [kg]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
Hauptholz	Volumen [m³]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
	Problemasse [kg]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
Auelholz	Volumen [m³]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219
	Problemasse [kg]	0,0001	2,7529	0,0001	3,0219



Diskussion

Standortabhängigkeit?

- Die Biomasse- bzw. Volumenfunktionen führen im Messbereich zu Ergebnissen, die keinen signifikanten Unterschied zu teils komplexeren Funktionen der herangezogenen Vergleichsliteratur zeigen.
- Unterschiede in der Wasser- bzw. Nährstoffversorgung der Bäume scheinen zu unterschiedlichen Ausprägungen der allometrischen Koeffizienten zu führen.
- Die Nährstoffversorgung der Laubblätter ist in großen Teilen als mangelhaft einzustufen.
- Große Unterschiede in den Kronenextremitäten bei jungen Individuen führt zu ungenauen Kronenflächen und damit zu hoher Varianz bei der Schätzung des Einzelbaum-LAI, welcher teils deutlich niedriger als erwartet ausfällt.



Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft

Vorl. Ergebnisse des Forschungsprojekts „RestUse“

(Stand: 06. September 2023)

Eignen sich Siebreste aus Holzhackschnitzeln für ein Nährstoffrecycling im Wald?

Hintergrund und Projektziele

- Hohes Angebot an Holzhackschnitzeln geringer Qualität (z.B. aus Borkenkäferkalamitäten)
- Technische Aufbereitung ist nötig, um auch Brennstoffqualitätsanforderungen von Kleinanlagen gerecht zu werden
- In Hackschnitzel-Siebresten (Nadeln, Rinden Feinanteil etc.) sind überproportional viele Nährstoffe enthalten. Diese werden bei der Bereitstellung von Waldrestholzhackschnitzeln dauerhaft aus dem Waldökosystem entnommen.

„Freilandversuch“ (AP 4) im Projekt RestUse: Unterschiedliche Varianten von Siebresten sollen in zwei Fichtenbeständen im Frankenwald ausgebracht werden, um potenzielles Nährstoffrecycling zu testen und Aufschluss über eine mögliche „Düngewirkung“ zu geben.



Material und Methode

Probenahme im Feld

In einem Fichtenaltbestand und einer Fichtenjungdurchforstung (WG 8, Frankenwald) wurden 25 Probebäume ausgewählt. Nach einer Initialbeprobung wurden in deren direktem Umfeld (100 m² - Plots) randomisiert vier Siebrest-Varianten (jeweils N = 5) ausgebracht und Kontrollflächen (N = 5) angelegt:

- 1) Siebrest 8 mm,
- 2) Siebrest 16 mm,
- 3) Siebrest 8 mm + Mykorrhiza-„Impfstoff“,
- 4) Kalkdünger mit 30 % Holzschneeanteil

→ 1. Beprobungskampagne (BP 1): Erfassung IST-Zustand: Entnahme von Nadelproben vor Ausbringung der Varianten

→ 2. Beprobungskampagne (BP 2): erneute Entnahme von Nadelproben: rd. 8 Monate nach der Ausbringung



Aufbereitung und Analysen

Probenaufbereitung:

- Trocknung bei 60°C
- Mahlen der Proben (~63 µm)

Physikalische Analysen:

- Wassergehalt: Darrtrocknung (abgeschlossen)
- 100-Nadelgewicht: Mittelwert aus 3 x 100 Nadeln (abgeschlossen)

Chemische Analysen:

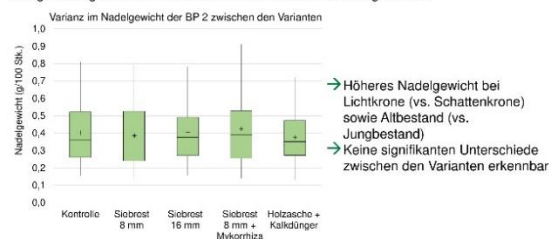
- Elementanalyse: Bench-Top RFA (Röntgenfluoreszenzanalyse) (laufend)



Ergebnisse

100-Nadelgewicht

Einfacher Vitalitätsparameter, der zusammen mit der Elementanalyse Korrelationen zur Mengenverfügbarkeit der kritischen Pflanzennährstoffe anzeigen kann.



Nadelgewicht	Gesamte Probe (n=400)	Kontrollfläche (n=80)	Siebrest 8 mm (n=76)	Siebrest 16 mm (n=80)	Siebrest 8 mm + Mykorrhiza (n=80)	Kalkdünger + Holzschnee (n=80)
BP 1 [g]	0,438	0,439	0,404	0,471	0,455	0,421
BP 2 [g]	0,397	0,402	0,383	0,403	0,424	0,373
Abweichung BP 1 zu BP 2 [%]	-10,3	-9,3	-5,5	-16,8	-7,4	-12,9

* N von BP 1 und BP 2; ** 1 Probebaum wurde wg. Borkenkäferbefall vor BP 2 entnommen

→ Abnahme bei allen Varianten (inkl. Kontrollfläche) → Vitalität nimmt v.a. im neugebildeten Nadeljahrgang der BP 2 signifikant ab → Anzeichen auf Stresseinwirkung durch mehrjährige Trockenheit und Borkenkäferdruck

Elementanalyse

Vorläufige Ergebnisse* der Elementanalyse ausgewählter Pflanzennährstoffe in Nadeln der Lichtkrone des Altbestands. Prozentuale Abweichung der gemittelten Messdaten von der 1. zur 2. Beprobungskampagne.

* Daten vorläufig nur für Nadeln Fichtenaltbestand (Lichtkrone)

Variante		Mg [%]	Si [%]	P [%]	S [%]	K [%]	Ca [%]	Mn [%]	Fe [%]
Kontrollflächen	Abw. zu BP 1	-35,4	-57,3	12,8	-0,3	18,3	13,4	13,8	20,9
Siebrest 8 mm	Abw. zu BP 1	-17,0	-41,6	8,3	4,7	16,7	9,4	13,4	59,7
Siebrest 16 mm	Abw. zu BP 1	-9,5	-74,1	12,3	-5,2	16,2	3,3	6,7	18,7
Siebrest 8 mm + Mykorrhiza	Abw. zu BP 1	-37,8	-68,6	11,0	-2,7	15,5	12,2	13,4	38,9
Kalkdünger + Holzschnee	Abw. zu BP 1	-19,0	-54,1	6,8	-3,1	15,2	20,3	23,3	17,7

→ Entwicklung bei Magnesium, Silizium und Schwefel eher negativ, bei Phosphor, Kalium, Kalzium, Mangan und Eisen eher positive Effekte

→ Ausgehend: Weitere Analyse der Schattenkrone sowie des Jungbestands und statistische Auswertung, um Signifikanzen zwischen den Varianten und einzelnen Elementen zu erkennen

Fazit:

Die getesteten Varianten zeigen im Nadelgewicht keine signifikante Änderungen. Ein Vitalitätsverlust im jüngsten Nadeljahrgang aufgrund von Stresseinwirkungen ist deutlich erkennbar. Die vorl. Auswertung der Elementanalyse zeigt positive Effekte für Elemente wie P, K, Ca, Mn, Fe und negative für Mg, Si, S. Aussagen über Mengenverhältnisse sowie die statistische Auswertung folgen nach Abschluss der gesamten Analytik.

Ausblick:

Im weiteren Projektverlauf erfolgt eine Untersuchung unterschiedlicher Elementverteilung zwischen Licht- und Schattenkrone sowie Alt- und Jungdurchforstungsbestand. Zudem soll eine Studie (AP 3) Aufschluss über die Verteilung von Nährstoffen in den jeweiligen Siebfractionen geben.

BAYERISCHE
FORSTVERWALTUNG

ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIßENHOFEN

Literatur

1. WENDEL, K. & WENDEL, M. (2021). Die Auswirkungen von Stresseinwirkungen auf die Vitalität von Fichten im Altbestand. In: Fichten im Altbestand. Herausgegeben von K. Wendel & M. Riebler. BFW, 1-10.

Autoren:

K. Wendel*, M. Riebler, Dr. E. Dietz, Dr. H. Borchert

*korrespondierende Autorin:

Katharina Wendel, Abteilung 4 - Forsttechnik, Betriebswirtschaft und Holz,
E-Mail: Katharina.Wendel@lwf.bayern.de, Telefon: 0916/14591-418



Auswirkungen der Dürre 2018-2020 auf den Einzelbaumzuwachs der Kiefer in zwei Regionen Nordsachsens

Ergebnisse von Jahrringuntersuchungen und Korrelationsanalysen

Kristian Münder

Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum für Wald und Forstwirtschaft, Referat 46,
01796 Pirna (OT Graupa), Bonnewitzer Straße 34, kristian.muender@smekul.sachsen.de

FowiTa 2023
Poster Session 5
Abstract 26
(#253)

Hintergrund

Die Jahre 2018 bis 2020 waren auch im Tiefland Sachsens durch eine extrem negative klimatische Wasserbilanz (KWB) in der Vegetationszeit gekennzeichnet (Abb. 1). Diese Dürreperiode hatte auch für die dortige Hauptbaumart Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) deutlich negative Auswirkungen auf den Zuwachs, die Vitalität und die Überlebenswahrscheinlichkeit.

Anhand von Versuchsflächen in zwei Schwerpunktregionen des Kiefernbaus in Sachsen (Nordsächsische Heidegebiete - NH, Nördliche Oberlausitz - OL) wurde untersucht:

- welche Auswirkungen der langanhaltende Wassermangel auf den Radialzuwachs der Kiefer in Abhängigkeit von Region, Alter und Durchforstungsvariante hatte,
- ob es Unterschiede im erwarteten Zuwachsrückgang zwischen den Regionen gibt
- und wie hoch die Korrelation mit den Zeitreihen der KWB unter Berücksichtigung der genannten Einflussfaktoren ist.

Zuwachsreduktion 2018 - 2020

Anhand der Indizes der Jahrringbreiten für die Jahre 2018-2020 wurde die Stärke des Zuwachseinbruchs und die Dynamik innerhalb dieses Zeitraum bezüglich der Faktoren Region, Altersgruppe und Durchforstungsvariante untersucht. Hier zeigen sich in den Mittelwerten der beprobten Versuchsflächen signifikante Unterschiede im Niveau und Verlauf der Dürrephase. Der jährliche Grundflächenzuwachs reduzierte sich im Mittel aller Parzellen um 34 % (7-71 %) im Vergleich zum 10-jährigen Mittel.

Ergebnisse

Die Zuwachsreduktion war stärker ausgeprägt (Abb. 3):

- in jüngeren, dichteren Beständen (Alter < 60)
- auf den Nullflächen
- im Untersuchungsgebiet „Nordsächsische Heidegebiete“

Dynamik innerhalb der Dürrephase 2018-2020 (Abb. 4):

- rasche Erholung der Zuwächse auf den DF-Parzellen und in jüngeren Beständen
- fortschreitende Abnahme der Zuwächse im Untersuchungsgebiet „Nördliche Oberlausitz“ (Abb. 4, rechts)
- sukzessive Erholung im Untersuchungsgebiet „Nordsächsische Heidegebiete“ (Abb. 4, links)



Abbildung 1: Differenz der KWB (März-Sept.) zum langjährigen Mittelwert (1990-2020) an den Versuchsflächen (Mittelwert je Region)

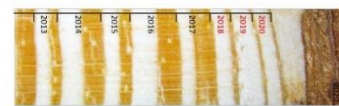


Abbildung 2: Typische Ausprägung der Jahrringe in den Jahren 2018-2020 mit extrem dünnen Spätholzbereichen (Vfl. Seidewinkel, Baum 66, Bohrkern „Nord“)

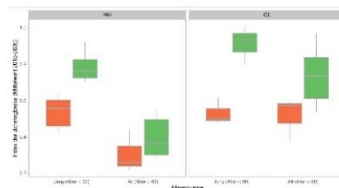


Abbildung 3: mittlerer Index der Jahrringbreite in der Periode 2018-2020, gruppiert nach Alter, Region und Durchforstungsstatus (grün = starke Durchforstung, rot = Nullparzelle)

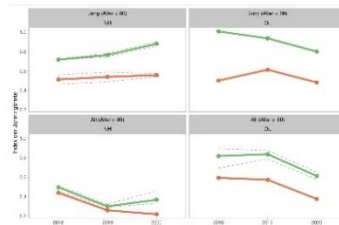


Abbildung 4: Entwicklung des Radialzuwachses in den Jahren 2018-2019, gruppiert nach Altersgruppen, Regionen und Durchforstungsstatus (grün = starke Durchforstung, rot = Nullparzelle, Mittelwerte, Streuung dargestellt durch graue Linien)

starke DF ↔ Nullfläche / Alt ↔ Jung

Zur jahrgenauen retrospektiven Untersuchung des Einzelbaumwachstums wurden im Mai 2021 auf sieben der GKI-Pflegeversuchsflächen in zwei Altersbereichen Bohrkern zur Bestimmung des jährlichen Durchmesserzuwachses entnommen (Abb. 2). Auf jeweils einer Parzelle mit hoher Eingriffsstärke (Lichtung oder starke Durchforstung) und einer Parzelle der Nullvariante wurden dabei je 10 Z-Bäume bzw. fiktive Z-Bäume (Nullvariante) beprobt. Pro Baum wurden jeweils zwei Bohrkern senkrecht zueinander entnommen und vermessen. Ausgehend vom Mittelwert des Radialzuwachses wurden die Jahrringbreiten indiziert. Durch Korrelations- und Gleichförmigkeitsanalysen konnten Vergleiche zwischen den Parzellen durchgeführt werden.

Korrelation Zuwachs ↔ KWB

Es wurde angenommen, dass die KWB eines Jahres auch signifikante Auswirkungen auf den Zuwachs im Folgejahr haben kann. Ausgehend von dieser These wurde ein Index aus dem aktuellen KWB-Jahreswert und dem halben Vorjahreswert mit der Formel:

$$KWBD_{15} = (KWB_t + KWB_{t-1})/2/1000$$

anhand der resultierenden Effektstärke an den Daten der untersuchten Versuchsflächen getestet. Dieser jahresübergreifende Indexwert zeigte eine deutlich höhere Korrelation mit dem Zuwachsesindex als die Jahressummen. Dies führte auch zu einem sinkenden Standardfehler der Residuen. Außerdem stieg die Signifikanz des KWB-Terms deutlich an.

In einem einfachen linearen Modell, dass zusätzlich zum Wasserbilanzindex nur das Jahr als erklärende Variable nutzt, kann bereits ein hoher Anteil der Varianz der abhängigen Variable (Index der Jahrringbreite) aufgeklärt werden. Das adjustierte Bestimmtheitsmaß liegt bei fast 0,64. Außerdem belegen die Ergebnisse der Regressionsanalyse eine hohe Signifikanz der eingesetzten unabhängigen Variablen.

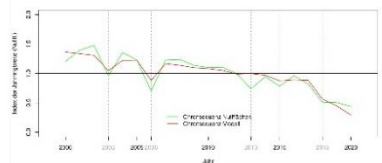


Abbildung 5: Ergebnis der Modellierung, Vergleich von mittlerer Chronosequenz der Nullflächen und modellierten Jahrringindizes (Markierung von Weiserjahren innerhalb der letzten 20 Jahre)

Auswirkungen periodischer Bodenschutzkalkungen auf die Krautschicht von Fichtenbeständen im Erzgebirge – Störung oder Renaturierung?

M. Baumann¹, S. Dittrich², G. v. Oheimb²¹Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Waldentwicklung/Waldschutz, Bonnewitzer Straße 34, 01796 PirnaKontakt: Martin.Baumann@smekul-sachsen.de²TU Dresden, Institut für Allgemeine Ökologie und Umweltschutz, TharandtFowiTa 2023
Poster Session 5
Abstract 27
(#256)

Einleitung

Die periodische Kalkung von Waldflächen hat sich in der Praxis als eine wichtige Maßnahme zur Überwindung der Bodenversauerung etabliert. Ziele sind die Kompensation weiterer Säureinträge und die Wiederherstellung der Funktionalität geschädigter Waldböden. Vorliegende Studie beschäftigt sich mit der Wirkung der Kalkung auf die Krautschicht in Fichtenbeständen. Dieser Indikator gibt zum einen Auskunft, inwieweit das Ziel einer Wiederherstellung durch eine Förderung einer standorttypischen Bodenvegetation erreicht wird. Zum anderen lassen sich aus der Artenzusammensetzung und deren Zeigerwert Rückschlüsse auf Veränderungen im Waldboden ziehen.

Untersuchungsgebiet

- bei Oberwiesenthal (Mittleres Erzgebirge, Sachsen)
- ab Mitte des 20. Jh.: sehr hohe SO_2 -Konzentrationen, dramatische Schäden an Waldökosystemen
- seit Mitte 1990er Jahre: Reduktion Luftverschmutzung
- ab 1988: periodische Kalkungen



Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet ist geprägt durch gleichaltrige Fichtenbestände mit überwiegender lockerem Kronenschluss und einer gut entwickelten Krautschicht. An jedem Plot (20 x 20m) wurde die Krautschicht nach einer modifizierten Braun-Blanquet-Skala erfasst.

Versuchsdesign

- Fichtenbestände mit unterschiedlicher Kalkungsintensität
- L0: ungekalkt
- L1-L5: eine bis fünf Kalkapplikationen
- ähnliche Standorts- und Bestandesverhältnisse
- insgesamt 81 Vegetationsaufnahmen

Datenanalyse

- alpha-Diversität
- ökologische Zeigerwerte
- Korrespondenzanalyse (CA)
- Indikatorartenanalyse (ISA)
- methodischer Ansatz zur Bewertung der Kalkungswirkung anhand des Indikators „Waldbodenvegetation“ – Kategorisierung der Arten in:

- Charakteristische Artenverbindung (CAV)** von bodensauren Fichten- und Buchenwaldgesellschaften
 - CAV 1: (Stark-)Säurezeiger
 - CAV2: Mäßigsäurezeiger
- Störzeiger**, z.B.
 - Stickstoffzeiger
 - Arten mit Verbreitungsschwerpunkt im Offenland

Ergebnisse

Die geringste **alpha-Diversität** weisen die ungekalkten Waldflächen (L0) auf. Bis zur Klasse L3 nimmt die alpha-Diversität signifikant zu, mit weiterer Zunahme der Kalkungsintensität verbleiben die Werte in etwa auf dem Niveau der Klasse L3 (Abb. 2).

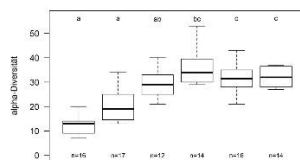


Abb. 2: Alpha-Diversität auf den Plots in Fichtenbeständen mit unterschiedlicher Kalkungsintensität (L0–L5), unterschiedliche Buchstaben markieren signifikante Unterschiede.

Im Ordinationsdiagramm der CA sind die Klassen unterschiedlicher Kalkungsintensität entlang eines Gradienten auf der 1. Achse angeordnet (Abb. 3). Dieser lässt sich anhand der ökologischen Zeigerwerte als Gradient der Nährstoffverfügbarkeit bzw. der Bodenreaktion interpretieren.

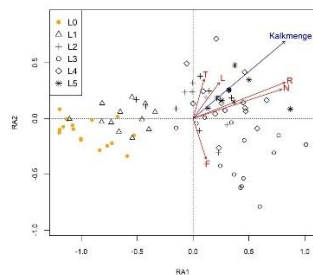


Abb. 3: Korrespondenzanalyse (n=81; Eigenvalues RA1=0,2337; RA2=0,0689) mit ökologischen Zeigerwerten (L=Lichtzahlen, T=Temperaturzahlen, F=Feuchtezahlen, R=Reaktionszahlen, N=Stickstoffzahlen) und der Kalkmenge (t/ha) als Umweltvariablen.

Die ISA bestätigt diese deutliche Differenzierung zwischen den Klassen unterschiedlicher Kalkungsintensität. Es lassen sich zahlreiche Indikatorarten identifizieren, welche die gekalkten Plots von den ungekalkten trennen, z.B. *Digitalis purpurea*, *Epilobium angustifolium* und *Urtica dioica*. Mit Zunahme der Kalkungsintensität kommen nochmals weitere Indikatorarten hinzu, u.a. *Senecio ovatus*, *Myricetum muralis*, *Epilobium montanum* und *Cirsium vulgare*.

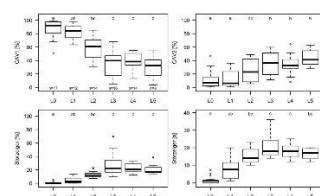


Abb. 4: Relative Deckung der Artengruppen „CAV1“, „CAV2“ und der Störzeiger, sowie Anzahl der Störzeiger (Erläuterung der Artengruppen im Text) auf den Plots in Fichtenbeständen mit unterschiedlicher Kalkungsintensität (L0–L5), unterschiedliche Buchstaben markieren signifikante Unterschiede.

Der überwiegende Teil der Indikatorarten gehört zur **Artengruppe der Störzeiger**, ihre Anzahl sowie ihr Anteil am Deckungsgrad nehmen von den ungekalkten Plots bis zur Klasse L3 signifikant zu (Abb. 4).

Auch der Deckungsanteil der Artengruppe „CAV2“ nimmt mit zunehmender Kalkungsintensität zu, insbesondere bedingt durch hohe Deckungsgrade von *Oxalis acetosella* auf gekalkten Flächen (Abb. 5). Dagegen weist der Deckungsanteil der Artengruppe „CAV1“ eine **gravierende Abnahme** auf (Abb. 4), bedingt v.a. durch den Rückgang der Deckung von *Deschampsia flexuosa* und *Vaccinium myrtillus*.



Abb. 5: Typische Waldbodenvegetation in einem Fichtenbestand mit hoher Kalkungsintensität: Das standorttypische *Colmogrostis villosa* weist nur eine geringe Deckung auf. Darunter findet sich ein dichter Teppich von *Oxalis acetosella* und kennzeichnet eine für den Standort relativ günstige Moderhumusform. Zahlreiche weitere anspruchsvolle Arten (hier *Senecio ovatus* sowie einzelne Pflanzen von *Circaea alpina*, *Myricetum muralis* und *Urtica dioica*) weisen auf pflanzenverfügbaren Stickstoff im Boden und sind als Störzeiger zu werten.

Fazit

Die Zunahme einiger anspruchsvoller standorttypischer Arten lässt zwar geringe Tendenzen einer Renaturierung durch die Kalkung erkennen. Überwiegend zeigt der Indikator Bodenvegetation durch ein Hinzutreten zahlreicher, nicht standorttypischer Arten jedoch, dass die Kalkung als **Störung wirkt**. Mit zunehmender Kalkungsintensität verstärkt sich dieser Effekt und bei der aktuell praktizierten periodischen Durchführung wird das System in einem andauernden Störungszustand gehalten. Bei großflächiger Anwendung der Kalkung führt das zu langfristig wirksamen, negativen Auswirkungen auf eine standorttypische Biodiversität. Verstärkt wird dies durch ein Verschwinden von säuretoleranten Arten der Moosschicht, welche für Fichtenwaldgesellschaften charakteristisch sind (BAUMANN et al. 2019). Diesen negativen Auswirkungen lässt sich insbesondere durch **ausreichend große Ausschlussflächen** in einer gleichmäßigen, standörtlich repräsentativen Verteilung innerhalb der Kalkungskulisse entgegenwirken. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Kalkung nicht auf ursprüngliche, intakte Bodenverhältnisse, sondern in einem bereits gestörten System mit einem degradierten Bodenzustand angewendet wird. In diesem Kontext indizieren die Veränderungen der Artenzusammensetzung der Krautschicht durchaus **gewünschte Effekte** in der Form, dass das Bodenleben aktiviert und damit akkumulierter Humus umgesetzt und gebundene Nährstoffe mobilisiert werden. Insofern die Kalkung mit einem Umbau homogener Fichtenbestände in Mischbestände kombiniert wird, führt das zu einer nachhaltig günstigen Humusform sowie zur Stabilisierung der ökosystemaren Stoffkreisläufe und trägt damit zu einer Renaturierung degradierter Waldböden bei.

Originalartikel: Baumann, M., Dittrich, S., Körner, M., von Oheimb, G. 2019. Liming in spruce stands – what effect does the number of time applications have on the herb layer. – European Journal of Forest Research 138: 723–732. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01301-1>



New Miniaturized TDR Sensor for Volumetric Water Content of Deadwood

Kenton Stutz, Alec Parsons, Helmer Schack-Kirchner

Institut für Forstwissenschaften, Professur für Bodenökologie
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, 79085 Freiburg im Breisgau

Introduction

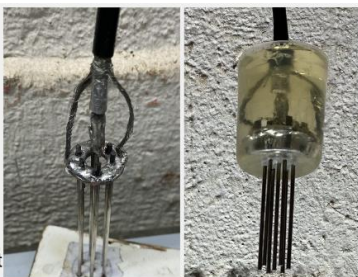
Deadwood provides multiple ecosystem services such as water capture and retention that are relevant to forest and soil resilience during drought, wildland fire and climate change. However, the heterogeneity of degraded wood ultrastructures limit the use of current sensors for wood & soil water content. We therefore developed, calibrated, and automated a miniaturized TDR sensor for decay features of deadwood.



Sensor

Requirements:

- 4 cm long
- Waveguide with
- 6-rod EM shielding cage¹ fixed to washer
- Central rod without contact to cage
- Coaxial cable to TDR Instrument

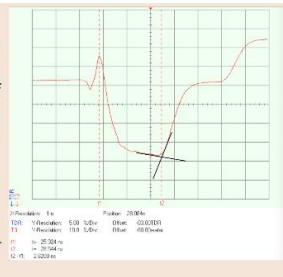


Automation

The waveguide's start was the first maximum, and its end was the intersection of two tangents. Waveguide's length n_{TDR} squared gave the relative permittivity² ϵ_r :

$$\epsilon_r = (n_{TDR})^2$$

A looping script quantified ϵ_r automatically.



TDR Instrument

High resolution TDR instrument necessary for such a short sensor

TDR 1500x8 (Sympuls GmbH, Aachen):

- Ramp-up time < 200 ps
- Time resolution 1 ps
- 8 channels
- Compact, lightweight



Materials

Medium	Features	Porosity	Bulk Density
<i>Betula pendula</i>	Ring diffuse Decay 4	86-89 %	0.166-0.192 g cm ⁻³
<i>Quercus robur</i>	Ring porous Decay 4-5	84-89 %	0.101-0.198 g cm ⁻³
<i>Fraxinus excelsior</i>	Ring porous Decay 4	88-90 %	0.122-0.186 g cm ⁻³
200 cm ³ test cores	Quartz sand	30-36 %	2.32-2.46 g cm ⁻³

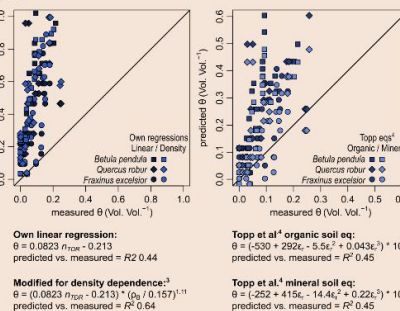


Calibration

Own linear regression (modified w/ density³) precise but skewed

Topp eqs⁴ variable yet accurate

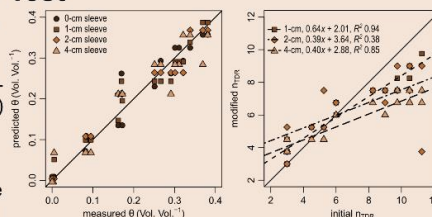
Schaap eq² variable & skewed



Sleeve Test

Up to 25% MAE by 4-cm sleeve (23% by 2-cm sleeve)

Cause = gap betw. waveguide & medium



Conclusions

1. Quick, repeated measurements of wood moisture possible
2. Calibration can still be improved: deadwood rather dry
3. Recommend leaving sensor in situ to reduce error

Outlook: Test conifers, fresh deadwood & organic horizons

Acknowledgements

Timo Börker, Gregor Koch, Christoph Hübner and the SYMPULS Gesellschaft für Pulstechnik und Messtechnik mH provided ideas, assistance, and advice. Funding came from the Gesellschaft zur Förderung der forst- und holzwirtschaftlichen Forschung der Universität Freiburg and the DFG.



References

- ¹ Canone, D., M. Previali, S. Ferraris & R. Haverkamp (2009). Vadose Zone Journal 9 (2), 363-372.
- ² Schaap, M., L. de Lange & T. Heimovaara (1997). Soil Technology 11 (2), 205-217.
- ³ Matlock, M., R. Plegge & C. Roth (1994). Proc. Symp. TDR, Evanston, Illinois.
- ⁴ Topp, G.C., J.L. Davis & A.P. Annan (1980). Water Resources Research 16 (3), 574-582.

Entwicklung und Förderung natürlicher Mischverjüngung unter Kiefernschirm (VERMOS)

Franka Huth¹, Alexandra Wehnert¹, Sven Wagner¹, Janosch Heinermann², Uta Berger²

[Kontakt: franka.huth@tu-dresden.de]

Thematischer Hintergrund

Das Nordostdeutsche Tiefland ist durch einschichtige Kiefernreinbestände dominiert, die in besonderem Maße durch die Folgen des Klimawandels betroffen sind. Zur Stärkung der Wälder gegenüber klimatischen Extremen werden intensive Waldumbaumaßnahmen umgesetzt. Aufgrund der standörtlichen Gegebenheiten und der geringen Präsenz an potenziellen Samenbäumen ist die natürliche Verjüngung von Laubbaumarten schwierig. Untersuchungen zur Mischverjüngung und zu den relevanten Einflussgrößen sind entscheidend, um verjüngungsfördernde Maßnahmen für den Waldbau ableiten zu können.

Methodisches Vorgehen



Abb. 1: Lage der Untersuchungsflächen und der nächsten Klimastationen

- In einem Bereich von 10 m x 10 m wurden Kenngrößen der Verjüngung, der Begleitvegetation und lokale Niederschlagsmengen erhoben.

Statistische Analysen

- Interaktionen zwischen den Einflussfaktoren lassen sich durch komplexe statistische Verfahren wie „Multiple Punktmuster Analysen“ nachvollziehen, wenn räumlich-explicite Informationen vorliegen (BADDELEY et al. 2016). Das verwendete Modell zur räumlichen Vorhersage der Verjüngungsbaumarten integriert und prüft die lokalen Niederschläge, die Vegetationshöhe, die Distanzen zu den potenziellen Samenbaumarten und die Kombinationen dieser Einflussfaktoren.

- Die neun Untersuchungsflächen sind über die Landeswaldflächen Brandenburgs verteilt und repräsentieren Unterschiede im Regional Klima.
- Die einschichtigen Bestände sind mit gleichaltrigen Kiefern bestockt. Lediglich auf drei Untersuchungsflächen finden sich einzelbaum- bis gruppenweise Mischungen von Rot-Buche und Sand-Birke, während alle übrigen potenziellen Samenbäume im weiteren Umfeld der Untersuchungsflächen vorzufinden sind.

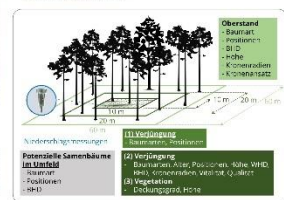


Abb. 2: Geschachteltes Versuchsdesign

Ergebnisse - Verjüngungswachstum

- Unterschiede in der Höhenentwicklung der vier häufigsten Verjüngungsbaumarten unterstreichen den flächenspezifischen Einfluss der Altbestandsdichte. Dieser lässt sich statistisch nur für die Verjüngung der Kiefer nachweisen ($r=0,783$, $P=0,013$).

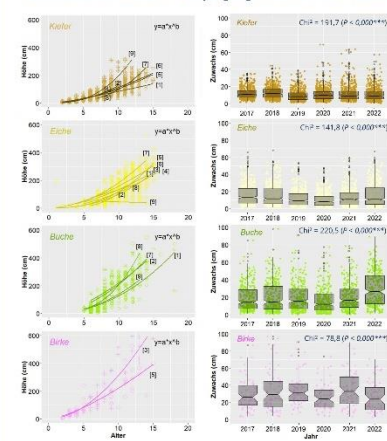


Abb. 3: Altersabhängige Höhenentwicklung der Verjüngungspflanzen

In Mischung zeigen Eiche und Kiefer bestandesspezifische Unterschiede in der Höhenentwicklung, die sich auf die Konkurrenzsituation auswirken.

Rot-Buche weist in allen Regionen ein sehr gutes Höhen- und Sprosslängenwachstum auf.

Die Wirkung der Trockenjahre 2018 und 2019 lässt sich in allen Regionen anhand der verminderten Sprosslängenentwicklung im Jahr 2020 nachweisen.

Abb. 4: Jährlicher Sprosslängenwuchs (cm) der Verjüngungsbaumarten

Ergebnisse - Räumliche Analysen

- Die Verjüngungsdichten auf den Untersuchungsflächen erreichen zwischen 3.200 und 32.200 Pflanzen je Hektar. Über die Berechnung von Aggregationsindizes (Clark & Evans 1954) lässt sich nachweisen, dass die Baumarten kleinräumige Aggregate ausbilden ($R < 1$), die sich mit zunehmender Entwicklung auflösen.
- Durch die explizit-räumliche Erfassung aller Kenngrößen auf der Bestandesebene lassen sich Einflüsse und Interaktionen prüfen.

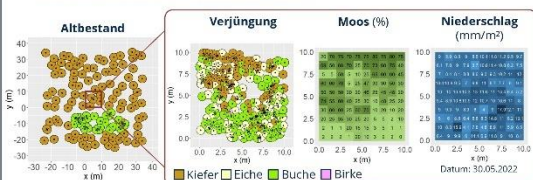
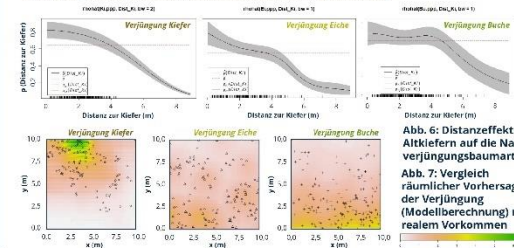


Abb. 5: Exemplarische Darstellung räumlicher Kenngrößen auf der Fläche 2. Hier am Beispiel des Deckungsgrades der Moosschicht im Raster von 1 m x 1 m.

Ergebnisse - Flächenbeispiel für die komplexen Modelle

- Anhand der Modellberechnungen können für das Beispiel der Fläche 2 signifikante Einflüsse ($P < 0,000$) der Vegetationshöhe, der Altbuchendistanz auf die Verjüngungsbaumarten sowie Wechselwirkungen zwischen Altkiefern und Eichenverjüngung nachgewiesen werden. Die drei Verjüngungsbaumarten weisen in ihrer räumlichen Verteilung einen positiven Trend zu den Altkiefern auf (Abb. 6).

Abb. 6: Distanzeffekt der Altkiefern auf die Naturverjüngungsbaumarten
Abb. 7: Vergleich räumlicher Vorhersage der Verjüngung (Modellberechnung) mit realem Vorkommen

Fazit

Die komplexen Einflussfaktoren Altbestand, Samenbaumdistanz, Begleitvegetation und lokale Niederschlagsereignisse entscheiden über den bestandesindividuellen Erfolg der Mischverjüngung. Daraus resultieren kleinräumige Verjüngungsmuster innerhalb einer Bestandesfläche, die zur Ausbildung kleinräumiger Konkurrenz- und Wachstumsunterschiede zwischen den Verjüngungsbaumarten führen. Im Vergleich zu künstlichen Waldumbaumaßnahmen belegen die Modellergebnisse, dass die dauerhafte Etablierung einer ausreichend dichten natürlichen Mischverjüngung bestandesbezogene Lösungen erfordert. Während auf einigen Flächen die räumliche Nähe von Samenbäumen ausschlaggebend ist, prägt auf anderen Flächen die Begleitvegetation den Verjüngungserfolg und die Baumartenzusammensetzung in der Verjüngungsschicht.

¹TU Dresden, Institut für Waldbau und Waldschutz, Professur für Waldbau, Pienners Straße 8, 01737 Tharandt²TU Dresden, Institut für Waldwachstum und Forstliche Informatik, Professur für Forstliche Biometrie und Systemanalyse, Pienners Straße 8, 01737 Tharandt

9:00 – 10:00

Gang zwischen POT/013 und POT/051

P-6 | Naturwissenschaften 2

31

Vorschätzung der forstlichen Standortstypen für nicht kartierte Flächen des niedersächsischen Privatwaldes

Ferdinand Schirrmeister, Bernd Ahrends, Henning Meesenburg

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Umweltkontrolle, Göttingen, Deutschland

Durch den Klimawandel und anderen Umweltbelastungen ergeben sich neue Herausforderungen an die Forstplanung, die fundierte Entscheidungen hinsichtlich der Baumartenwahl und der Bewirtschaftung treffen muss. Eine unverzichtbare Entscheidungshilfe sind räumlich explizite Informationen zu Standort, Waldbeständen und Klima. Die Charakterisierung der forstlichen Standorte erfolgt in der niedersächsischen Standortkartierung auf Basis der Komponenten Wasserhaushalt, Nährstoffversorgung und Substrat/Lagerung. Während der Landeswald über eine nahezu vollständige Flächenabdeckung verfügt, ist diese für den Privatwald noch äußerst lückenhaft. Um die Schließung der Lücken in der Standortkartierung zu beschleunigen und die Datengrundlagen zu homogenisieren wird vorab eine digitale Vorschätzung der Standortstypen durchgeführt. Der Fokus liegt dabei auf dem großen Anteil nicht kartierter Flächen im pleistozänen Tiefland. Für die Vorschätzung der Standortstypen wurde mithilfe des Random Forest Algorithmus Modelle entwickelt, um die einzelnen Komponenten der Standortkartierung vorherzusagen. Neben der Einschätzung der Standortstypen für nichtkartierte Flächen wurden auch Informationen zur Vorhersagegenauigkeit und möglicher alternativer Standortstypen erzeugt. Für die Modelle wurden aktuelle Geoinformationen zu Bodeneigenschaften, Klima, Grundwasserflurabstand, Topografie etc. verwendet und aufbereitet. Zusätzlich zu einer Validierung mit der derzeitigen Standortkarte wurden die Ergebnisse mit Daten aus dem forstökologischen Datenbanksystem ECO der NW-FVA abgeglichen. Die Vorhersagen liefern eine gute Vorhersage über die wichtigsten Komponenten der Standortsziffer und können damit bei der Planung; Priorisierungen bei der Kartierungsintensität und Durchführung der Standortkartierung im Feld helfen.

Strukturanreicherung – und was passiert danach? Monitoring der Biodiversitätsentwicklung nach einer experimentellen Störung

S. Gärtner¹, T. Bernauer¹, S. Birk¹, J. Buse¹, E. del Val Alfaro¹, C. Dreiser¹,
N. König¹, R. Kratzer², F. Popa¹, J. Bauhus³, M. Förchler⁴

¹Nationalpark Schwarzwald, Fachbereich 2: Ökologisches Monitoring, Forschung und Artenschutz, Seebach ²Nationalpark Schwarzwald, Fachbereich 5: Wald und Naturschutz, Seebach
³Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Waldbau, Freiburg ⁴Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, Abteilung 7: Naturschutz, Stuttgart



Ergebnis

Veränderung der Struktur innerhalb von fünf Jahren

Vor der **Strukturanreicherung** (2016) haben sich die zu behandelnden Flächen und Kontrollflächen strukturell (Abb. 1) und in ihrem Vorkommen von Baumhabitaten nicht voneinander unterschieden.

Nach fünf Jahren (2021) können **signifikante Unterschiede** festgestellt werden:

- Der Anteil von stehendem und liegendem Totholz hat auf den behandelten Flächen signifikant stärker zugenommen als auf den unbehandelten Kontrollflächen.
- Die Häufigkeit und Vielfalt von Mikrohabitaten ist auf den behandelten Flächen signifikant höher als auf den Kontrollflächen (Asbeck et al. 2023).

Damit wurde ein angestrebtes Ergebnis dieses Versuchs erreicht.

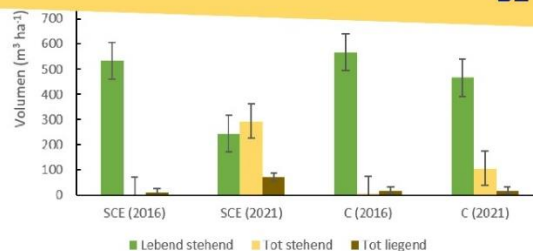


Abb. 1: Entwicklung des Holzvolumen (lebend, sowie stehendes und liegendes Totholz) von 2016 bis 2021 auf behandelten (SCE) und unbehandelten (Kontroll-)Flächen (C)

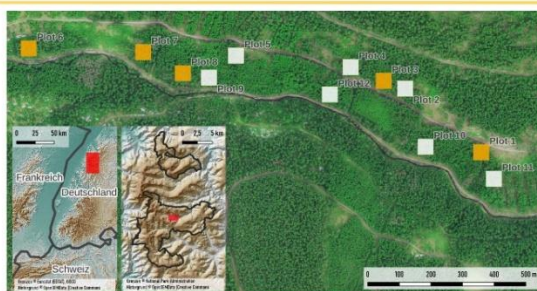


Abb. 2: Lage der behandelten (orange) und unbehandelten (Kontroll-)Flächen (weiß)

Experimentelles Design

- Die Versuchsflächen wurden in gleichaltrigen, 70- bis 80-jährigen Fichtenbeständen eingerichtet; diese resultieren aus der forstlichen Bewirtschaftung vor der Gründung des Nationalparks 2014 (Pyttel et al. 2020).
- Durch Umziehen und Ringeln von Einzelbäumen entstand stehendes und liegendes Totholz sowie Lücken als Voraussetzung für die Entwicklung von ungleichaltrigen Mischbeständen (Abb. 4).
- Insgesamt umfasst das Projekt 12 Teilflächen (drei Hektar), jeweils sechs 0,25 Hektar behandelte Flächen und unbehandelte Kontrollen (Abb. 2).
- Im Frühjahr 2021 wurde die Strukturanreicherung durch gruppenweise Pflanzung der fehlenden Baumarten des Bergmischwaldes (Berg-Ahorn, Rotbuche und Weiß-Tanne) ergänzt. Neben dem Zuwachs interessiert die unterschiedliche Wildeinwirkung innerhalb und außerhalb von Verhauen, entstanden durch die umgezogenen Bäume (Abb. 3).



Abb. 4: Strukturanreicherung: stehendes Totholz durch Ringeln (links), Simulation von Sturm durch Umziehen (rechts)



Hintergrund und Ziele

Unter dem Titel *Heute Kulturwald – Morgen Urwald?* wurde 2016 in der Entwicklungszone des Nationalparks Schwarzwald ein Strukturanreicherungsexperiment angelegt.

Verfolgt werden die Ziele

- Erfahrungen sammeln zur Wirksamkeit von gezielter Totholzanreicherung und Auflichtung auf Habitat- und Diversitätsentwicklung;
- Methoden entwickeln, die in strukturaltern Wäldern eine Alternative zum Abwarten bieten können;
- Maßnahmeneignung für andere Wälder, insbesondere Wirtschaftswälder, bewerten (Pyttel et al. 2020).

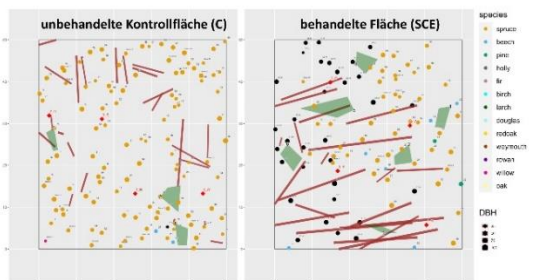


Abb. 3: Plotdiagramm 2021 einer unbehandelten (links) und einer behandelten (rechts) Versuchsfläche. Grüne Flächen zeigen die Pflanzungen, nummerierte rote Quadrate markieren die Flächen der Vegetationsaufnahme.

Kontinuierliche Erfassung der Biodiversitätsentwicklung

Dieses Experiment (nach dem Ansatz des *Structural Complexity Enhancement*) ermöglicht einen direkten Vorher-Nachher Vergleich durch die Erhebungen vor der Maßnahme und entsprechend den Entwicklungen, die sich im Laufe der Sukzession für verschiedene Artengruppen (Gefäßpflanzen und Moose, Pilze, Invertebraten sowie Vögel und Säugetiere) ergeben. Das methodische Vorgehen zur Erfassung der verschiedenen Artengruppen entspricht weitgehend der Darstellung in:

Gärtner S. M., del Val Alfaro E., Birk S., Bernauer T., Buse J., Dreiser C., Jung K., Kratzer R., Popa F., Weckesser M. & M. I. Förchler (2022) Prozessschutz im Nationalpark Schwarzwald – integratives Langzeitmonitoring der Biodiversitätsentwicklung. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz* 21: 15-30.

Publikationen aus dem Projekt



Asbeck T., Benneter A., Huber A., Margaritis D., Buse J., Popa F., Pyttel P., Förchler M., Gärtner S. & Bauhus J. (2023) Enhancing structural complexity: An experiment conducted in the Black Forest National Park, Germany. *Ecology and Evolution* 13: e9732. <https://doi.org/10.1002/ece3.9732>



Pyttel P., Benneter A., Bauhus J. (2020) 4 Heute Kulturwald – Morgen Urwald. Mit Waldbau den Wandel beschleunigen. (96-114) in: Rhodius R., Bachinger M., Koch B. (Hrsg.) (2020) *Wildnis, Wald, Mensch. Forschungsbeiträge zur Entwicklung einer Nationalparkregion am Beispiel des Schwarzwalds*. Oekom, München. 245 S. <https://doi.org/10.14512/9783962384760>

Kontakt

Dr. Stefanie Gärtner
Nationalpark Schwarzwald
Sachbereich 22 Vegetation und Prozessschutz
+49 7442 18018 220
Stefanie.Gaertner@nlp.bwl.de

Nadine König
Nationalpark Schwarzwald
Sachbereich 21 Forschungs-Konzeption,
Vertebraten-Monitoring und Artenschutz
+49 7449 18018 211
Nadine.Koenig@nlp.bwl.de

33

Möglichkeiten und Grenzen eines standardisierten Erfassungsinstruments für Borkenkäfer-Befall in Sachsen

Sven Sonnemann¹, Michael Breitfeld², Franz Matschulla¹, Lutz-Florian Otto¹

¹ Sachsenforst, Kompetenzzentrum, R46, Pirna, OT Graupa, Deutschland; ² Sachsenforst, Kompetenzzentrum, R45, Pirna, OT Graupa, Deutschland

In Sachsen wird der Stehendbefall durch holz- und rindenbrütende Schadinsekten seit zwei Jahrzehnten im „webbasierten“ und vorher bereits im analogen „Forstschutzkontrollbuch“ erfasst. Art und Umfang der Erfassung erfolgt abgestuft nach der wirtschaftlichen Relevanz der Arten. So wird für den Buchdrucker (*Ips typographus* L.) in der Zeit von April bis September monatlich der für eine Erfassungseinheit geschätzte summarische Stehendbefallszugang sowie die Anzahl der betroffenen Waldorte registriert. Parallel dazu wird auch der Sanierungsfortschritt erfasst.

Da sich bereits zu Beginn der aktuellen Borkenkäfermassenvermehrung 2017/18 abzeichnete, dass diese Informationen aufgrund ihrer räumlichen und zeitlichen Auflösung, der sachlichen Inhalte, der Form der Erfassung und der Auswertungsmöglichkeiten nicht ausreichen, den Anforderungen an ein ganzheitliches Borkenkäferbekämpfungsmanagement gerecht zu werden, erhielt Sachsenforst den Auftrag zur Entwicklung einer „Borkenkäfer-App“, kurz BK-App genannt. Ausgehend von den ursprünglichen Fachanforderungen aus Sicht des Waldschutzes, der notwendigen Einbindung in die für Sachsenforst als Teil des Sächsischen Verwaltungsnetzes (SVN) vorgegebene IT- und speziell GIS-Struktur sowie der gerätetechnischen Ausstattung der betroffenen Akteure wurde am 1. April 2019 die BK-App bei Sachsenforst eingeführt. Sie wurde initial als Browserversion (Web) sowie als mobile Variante (Mobil) angeboten. Seit 2022 gibt es die Borkenkäfer-App mit einem reduzierten Funktionsumfang als Erfassungsinstrument auch für das Smartphone (Smart). Je nach Einsatzzweck, Organisationseinheit sowie den vorhandenen technischen Voraussetzungen kann die geeignetste Variante genutzt werden. Alle Apps nutzen den selben Datenbestand, so dass die von verschiedenen Nutzern vorgenommenen Änderungen allen übrigen Nutzern per Synchronisation sofort zur Verfügung stehen. Für die Befallserfassung im Landeswald ist die Anwendung der BK-App obligatorisch. Einige untere Forstbehörden mit entsprechenden Zugang über das SVN nutzen sie fakultativ, andere verwenden für ihre hoheitlichen Aufgaben eine spezielle App auf Basis der Plattform Cardo. Vorgestellt werden Struktur, Entwicklungsphasen und Funktionsumfang der einzelnen Versionen, ebenso wie die Vorteile aber auch Grenzen der jeweiligen Anwendungen.



Referenzen

- [1] Förster, S., Otto, L.-F., Graichen, B., Breitfeld, M., Matschulla, F. (2019): Die Borkenkäfer-App - Beitrag zur Lösung von Waldschutzproblemen oder neue Baustelle?, FORSTJOURNAL (02): 4-6

34

Das Teilprojekt "Auslese, Charakterisierung, Erhalt und vegetative Vermehrung vitaler Plusbäume der Esche" im Demonstartionsvorhaben "Erhalt der Gemeinen Esche" (FraxForFuture)

Patrick Siemokat¹, Tino Steinigen¹, Matthias Meyer², Heino Wolf¹

¹ Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Pirna, Deutschland; ² Staatsbetrieb Sachsenforst, Referat Recht, Pirna, Deutschland

Um dem starken Rückgang der Verbreitung der Gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.) allgemein und ihrem Verlust als wichtige Wirtschaftsbaumart durch das Eschentriebsterben (*Hymenoscyphus fraxineus*) vorzubeugen, fördern das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) über die Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe (FNR e.V.) den Waldklimafonds (WKF) seit Juli 2020 das Demonstrationsvorhaben "Erhalt der Gemeinen Esche (FraxForFuture)". Diese Demonstrationsvorhaben ist in fünf Verbundvorhaben untergliedert. Ein Vorhaben (FraxGen, <https://www.fraxforfuture.de/verbuende/fraxgen>) befasst sich mit den Fragestellungen zur Genetik und Züchtung der Esche (*Fraxinus excelsior* L.), die sich aus dem Eschentriebsterben ergeben. In dem Vorhaben arbeiten unter der Koordination des Thünen-Institutes für Forstgenetik das Bayerische Amt für Waldgenetik, die Abteilung Waldnaturschutz der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, die Abteilung Waldgenressourcen der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt, die Abteilung für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Georg-August-Universität Göttingen, die Arbeitsgruppe Systematische Botanik und Biodiversität der Humboldt-Universität zu Berlin und das Referat Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung des Staatsbetriebes Sachsenforst zusammen.

Sachsenforst bearbeitet im FraxGen-Teilprojekt 5 die "Auslese, Charakterisierung, Erhalt und vegetative Vermehrung vitaler Plusbäume der Esche". In Sachsen wurden bisher 86 Plusbäume ausgewiesen, welche über den Projektzeitraum zweimal jährlich in ihrer Vitalität beurteilt werden. Nach der Auswahl der Plusbäume in Sachsen, wurden diese heterovegetativ durch Pfropfung vermehrt. Es wurde anschließend ein überwiegender Teil der Klone auf Toleranzen gegen das Eschentriebsterben getestet. Hierbei wurde sich innerhalb des Vorhabens auf zwei Testverfahren geeinigt, welche verschiedene Infektionswege simulieren. Individuen, deren Genotyp anhand der Testergebnisse als tolerant betrachtet werden kann, wurden in einem Klonarchiv gepflanzt, welches als Grundlage für zukünftige Eschen-Samenplantagen dienen soll.



THÜRINGENFORST

Auswirkungen von Störungsflächen auf das Mikroklima, die Struktur von Waldböden und die Nährstoffverteilung: Eine Fallstudie aus Mitteldeutschland

Simon George¹, Lajos Blume², Dirk Landgraf³, Birgitta Potzenlechner¹, Philipp Koal¹

¹ Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha, Bereich Waldbau, Umweltschadung und Standortkunde
² Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Geographie, Abt. Kartographie, GIS und Fernerkundung
³ Fachhochschule Ost, Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Landschaftsbau, Fachrichtung Forstwirtschaft

Einleitung

Eine „geregelt“ Forstwirtschaft ist immer seltener umsetzbar, da die Geschwindigkeit klimabedingter Veränderungen das Reaktionsvermögen vieler Waldökosysteme übersteigt [1]. Der Einfluss von Wetterextremen (Trockenperioden und Stürme) wirkt sich besonders auf strukturalte Fichtenforste fern ihrer natürlichen Standorte aus [2]. Borkenkäfermassenvermehrungen und großflächige Störungsflächen sind die Folgen und stellen Waldbewirtschaftende vor extreme Herausforderungen [3]. Wenn es die forstsanitäre Situation, Aspekte der Gefahrenabsicherung und der aktuellen ökonomischen Rahmen der Betriebe zulassen, stellen alternative Managementmaßnahmen weitere Möglichkeiten zur flächigen

Räumung dar. Die Untersuchungen wurden auf großflächigen Fichten-Störungsflächen in ausgewählten Thüringer Mittelgebirgslandschaften durchgeführt. **Verschiedene Managementvarianten** – angefangen bei vollständig belassenem stehendem Totholz (SDW), über „Hochstubb“ (HS), bis zu gemulchten und geräumten Freiflächen (SC) – wurden mit einem vitalen Fichtenwald (Z) verglichen. Die Zielsetzung des Projekts umfasst die Untersuchung von Veränderungen bodenphysikalischer und bodenchemischer Eigenschaften in Abhängigkeit der forstwirtschaftlichen Behandlung unter Einbeziehung mikroklimatischer Eigenschaften.

Methodik

Vergleichbare Untersuchungsflächen, im Hinblick auf ihren Bodeneigenschaften (schluff- lehmige Schuttböden Braunerden), ihre Lage (schwach geneigte bis ebene Flächen montaner Höhenlagen) und ihre Bestandcharakteristik (Fichtenbestockung mit mittlerer Grundflächenhaltung zwischen 50 und 65 Jahren) kennzeichnen die Untersuchungsgebiete in Thüringen. Zunehmenden Vitalitätsverschlechterungen und Kalamitätsereignissen wurde durch ein unterschiedliches forstliches Management auf den Untersuchungsflächen begegnet, wobei je Region mehrere forstliche Behandlungsvarianten in direkter Nähe umgesetzt wurden (Abb. 1). Im Zuge dieser Studie wurden entlang von Transekten die organische Auflage (L und Oh) und der Mineralboden bis 10 cm Tiefe (T1) mehrmals je Untersuchungsfläche entnommen. Die im Zeitraum von Sommer 2021 bis Herbst 2022 genommenen Proben wurden nach Methodenstandards des Handbuchs forstliche Analytik (HFA) untersucht [4]. Die Bestimmung von Corg und Nt erfolgte durch einen Elementaranalysator, die Ermittlung von Ptot erfolgte mittels ICP-OES im Zitronensäure-Extrakt. Der potenzielle pH-Wert wurde in einer Suspension mit 1 M KCl-Lösung gemessen. Die Messung von Bodenfeuchte und Bodentemperatur wurde durch auf den Standort kalibrierte TMS-Logger durchgeführt, die eine Auswertung beider Parameter in verschiedenen Messstufen zulassen [5].



Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete bei Nordhausen (Südharz) in Nordthüringen und bei Muskau (Sächsische Schweiz) in Ostthüringen.

Ergebnisse

Der rasche kalamitätsbedingte Streufall sorgt temporär für ein weiteres C/N-Verhältnis unter Dürstständen und eine stärkere Azidität (Abb. 2 B und Abb. 3 C). Forstlich behandelte Flächen verhalten sich ähnlich der Vitalfläche. Die Kahlfäche zeichnet einen signifikant höheren Nt-Gehalt im obersten Mineralboden, was sich mit hohen Gehalten in der organischen Auflage und einem engeren C/N-Verhältnis, und der damit stärker zu vermutenden Mineralisierung, deckt und durch anschließende Verlagerung mit dem Sickerwasser zu erklären ist (Abb. 3) [7]. Beim Ptot (Zeiger des pflanzenverfügbaren Phosphors) zeigen sich signifikante Unterschiede. Die Kahlfäche zeigt über alle Kompartimente die geringste Konzentration, wogegen die direkten Vergleichsflächen mit stehendem Totholz (SDW und HS) höhere Gehalte aufweisen, aber nicht an die Werte eines vitalen Bestandes heranreichen (Abb. 2 A). Auch hier lassen sich Differenzen durch unterschiedliche Mineralisierungsaktivitäten erklären, mit noch fehlenden Auswirkungen auf den Gehalt der organischen Substanz, die vom Corg abgeleitet wird. (Vergleichend zu [7].

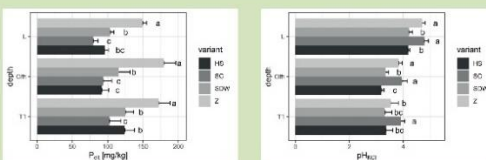


Abb. 4: Durchschnittliche Jahrestemperatur im oberen Mineralboden in einer Tiefe von 0 bis 10 cm (L) verglichen zwischen den Flächen im Südharz im Untersuchungsgebiet Nordhausen. Klammern symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0.05$) zwischen den Varianten. Neben dem Median im Boxplot ist der Mittelwert verzeichnet und gibt zusammen mit dem Violinplot Auskunft über die Datenverteilung.

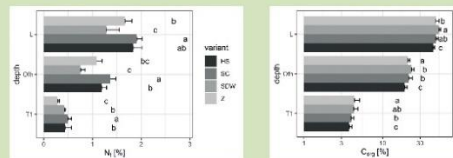


Abb. 5: Durchschnittliche kalibrierte Bodenfeuchte 0 bis 10 cm unter der Bodenoberfläche (F) im Untersuchungsgebiet Nordhausen. Klammern symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0.05$) zwischen den Varianten. Neben dem Median im Boxplot ist der Mittelwert verzeichnet und gibt zusammen mit dem Violinplot Auskunft über die Datenverteilung.

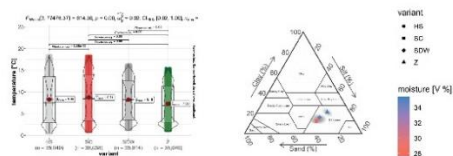


Abb. 6: Durchschnittliche kalibrierte Bodenfeuchte 0 bis 10 cm unter der Bodenoberfläche (F) im Untersuchungsgebiet Nordhausen. Klammern symbolisieren signifikante Unterschiede ($p < 0.05$) zwischen den Varianten. Neben dem Median im Boxplot ist der Mittelwert verzeichnet und gibt zusammen mit dem Violinplot Auskunft über die Datenverteilung.

Ergebnisse

Stehendes Totholz hat das Vermögen, die Temperatur zu senken und Temperaturspitzen zu minimieren. Dagegen wird die Ausstrahlung nur eingeschränkt reduziert. Die Hochstubbfläche verhält sich ähnlich der Kahlfäche, wobei die Temperatur im Mittel niedriger ist (Abb. 4). Die Bodenfeuchte weist signifikante aber weniger stark ausgeprägte Unterschiede auf, die von der Bodenphysik beeinflusst werden (Abb. 5). Potenziale zur Erhöhung der Bodenfeuchte durch stehendes Totholz sind feststellbar, bei Hochstubb fallen sie geringer aus.

Schlussfolgerungen

Die Untersuchung zeigt, dass stehendes Totholz ein signifikantes Potenzial zur Senkung der Boden- und Lufttemperatur und Vermeidung von Bodenaustrocknung besitzt, was den Anwuchs von Forstpflanzen verbessern, Trocken- und Hitzestress reduzieren und die Baumartenwahl tendenziell erweitern kann. Die Bodenchemie kann durch die Managementvarianten mit mehr stehendem Totholz beeinflusst werden, in dem die Mineralisierung und die damit verbundene starke Freisetzung von Stickstoff gemindert wird

[8] und pflanzenverfügbaren Phosphor mit höheren Gehalten die Ernährungssituation verbessert. Die Kombination aus dem günstigeren Mikroklima und dem stabilen bodenchemischen Verhältnissen sind die forstlichen Managementvarianten mit einem Belassen von Hochstubb, aber vor allem der Dürststände aus walddölogischer Sicht positiv zu bewerten, auch wenn mit diesen ökonomische Einschränkungen verbunden sind.

Referenzen

- [1] Schirmer, J., Vogt, J., Voigt, J., Naumann, G., Barbosa, P., Daxböck, A. (2018): Wild drought events become more frequent and severe in Europe? In: Int. J. Climatol. 38 (4), S. 1718–1736. DOI: 10.1002/joc.5291.
- [2] Schirmer, J., Daxböck, A., Zang, C. S., Krumm, A., Schirmer, J., Schirmer, J. (2020): Litter loss mortality is consistently linked to drought across Europe. In: Nature communications 11 (1), S. 4200. DOI: 10.1038/s41467-020-19924-1.
- [3] BMT (2017): Wald in Deutschland. Ergebnisse der Waldzustandserhebung 2017. Online verfügbar unter https://www.bmt.de/DE/Themen/waldzustandserhebung2017/waldzustandserhebung2017_nutzenaktualisiert.html am 17.10.2022.
- [4] Köhler, N., Baum, U., Hauer, R. (2012): Handbuch forstliche Analytik. Eine Loseblatt-Sammlung der Analysemethoden im Forstbereich.
- [5] Wülfel, S., Köhler, N., Blume, M., Sanda, M., Jankovic, J., Hauer, R. (2019): Climate at ecophysically relevant scales: A new temperature and soil moisture logger for long-term microclimate measurement. Agricultural and Forest Meteorology 268, 40–47.
- [6] Gauer, M., Krieger, F., Franz, H. (2012): Waldökologische Naturkunde Deutschlands – Forstliche Wachstums- und Wachstumsfaktoren. Dipl.-Ing. forstliche Grundlagen – in: Sandeherdt 359 (Thüringen Institut).
- [7] Köhler, N., Blume, M., Hauer, R., Wülfel, S., Gauer, M. (2009): Spatial and temporal variability of climate conditions in temperate forests under a mature Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) stand before and after clearcut. Plant & Soil 314, 285–301.
- [8] Spangenberg, A., Köhler, C., Wülfel, S., Wülfel, S., Wülfel, S., Wülfel, S. (2020): Exposure of forest edges to high ammonia fluxes in Southern Bavaria, Germany. Air & Soil Pollution 151, 711–725. (2020). <https://doi.org/10.1007/s10661-020-08346-5>

Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha
 Leipziger Str. 119/627 Gotha
 simon.george@forstthuringen.de
 philipp.koal@forstthuringen.de

Geographisches Institut, Abteilung Kartographie,
 GIS & Fernerkundung
 Goldschmidtstraße 5
 37077 Göttingen



**Bayerische Landesanstalt
für Wald und Forstwirtschaft**

**Standortsfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel –
Dynamische Modellierung mit LWF-Brook90**

Forschungsbericht Wasserhaushalt

**Forstliche
Forschungsberichte**
München

**Standortsfaktor Wasserhaushalt
im Klimawandel**

Wendelin Weis, Bernd Ahrends, Jürgen Böhner, Wolfgang Falk, Stefan Fleck, Raphael Häbel, Hans-Joachim Klement, Henning Meessenburg, Ann-Christin Müller, Heike Pulmann, Jan-Axel Wehberg, Axel Wellpott, Thilo Wolf

224

2023

ISBN 3-933506-55-7

Schriftreihe des Zentrums Wald-Forst-Holz Weihenstephan

Inhalt

Das in diesem Forschungsbericht vorgestellte Projekt „Standortsfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel“ (WHH-KW) hatte das Ziel, die Wasserhaushaltsansprüche in Standortkunde und Standortkartierung mit Hilfe von deterministischen Wasserhaushaltsmodellen wirklichkeitsnah, räumlich hochaufgelöst und dynamisch in Bezug auf den Klimawandel abzubilden. Dazu wurde Folgendes in dem vom Waldklimafonds geförderten Verbund-Projekt erarbeitet:

- Standorts- und baumartenspezifische Parametrisierung des einheitlich genutzten Wasserhaushaltsmodells LWF-Brook90 inklusive einer umfassenden Meta-Analyse zu den durch Sensitivitätsanalysen als besonders relevant identifizierten Modellparametern
- Validierung anhand von Messdaten des forstlichen Umweltmonitorings
- Erweiterte Validierung baumartenspezifischer Modellparameter für die Berechnung der Transpiration mit Xylemsaftflussmessungen eines europäischen Datensatzes
- Entwicklung bzw. Fortschreibung von räumlich (250m) und zeitlich (täglich) hochaufgelösten Klimadaten (1961-2020), Downscaling und Adjustierung von Klimaszenarien für Deutschland
- Exemplarische Bereitstellung von Klimadaten im Nowcast (6 Stunden Vorhersage) und Forecast (bis zu 5 Tage Vorhersage) für Testgebiete für zeitnahe Aussagen zur Bodenfeuchte
- Ableitung und Überprüfung von Indikatoren zur Beurteilung des Wasserhaushalts
- Verknüpfung der länderspezifischen Standortinformationssysteme mit quantitativen Bodeninformationen, Reliefparametern, regionalisiertem Klima als Eingangsdaten zur deterministischen und standortsbezogenen Wasserhaushaltsmodellierung
- Flächige Darstellung von Indikatoren des Wasser- und Lufthaushaltes für wichtige Baumarten in Deutschland (Fichte, Kiefer, Buche, Eiche, Douglasie, Ansätze zur Übertragung auf Mischbestandstypen) in größeren Testregionen
- Diskussion der Ergebnisse mit der Forstpraxis
- Beurteilung der Auswirkungen wiederholter Trockenjahre auf den Wasserhaushalt (Vortrag B. Ahrends)
- Veröffentlichung der Projektergebnisse u.a. in AFZ und als Forschungsbericht

Online: <https://www.forstzentrum.de/index.php/de/aktuell/veroeffentlichungen/forstliche-forschungsberichte-muenchen>

Ansprechpartner Projekt "Standortsfaktor Wasserhaushalt im Klimawandel":
Wolfgang Falk¹, Bernd Ahrends², Stefan Fleck³, Raphael Häbel⁴, Jan-Axel Wehberg⁵,
Wendelin Weis¹, Axel Wellpott¹, Jürgen Böhner⁴, Henning Meessenburg¹, Heike
Pulmann¹

1 LWF, Boden und Klima, Freising, Bayern, Deutschland
2 NW-FVA, Umweltkontrolle, Göttingen, Niedersachsen, Deutschland
3 FVA-BW, Boden & Umwelt, Freiburg, Baden-Württemberg, Deutschland
4 Universität Hamburg, Physische Geographie, Hamburg, Deutschland
5 Scilands GmbH, Göttingen, Niedersachsen, Deutschland
wolfgang.falk@lwf.bayern.de

Zusammenfassung

190 Seiten können nicht auf einem Poster zusammengefasst werden, daher nur wenige Beispiele:

- Baumartenunterschiede wurden berücksichtigt, sofern belegbar (z.B. maximale Blattleitfähigkeit)
- größeren sommerlichen Wasserverbrauch der Laubbäume im Vergleich zu den Nadelbäumen
- Gesamtverdunstung: Fichte (hohe Interzeptionsverluste) knapp vor Eiche u. Buche, dann Kiefer
- Modellierung erfolgte für die Standortinformationssysteme der beteiligten Bundesländer Niedersachsen, Sachsen-Anhalt, Baden-Württemberg und Bayern
- deutlich die Veränderung des Wasserhaushalts hin zu trockeneren Bedingungen zwischen den Klimanormalperioden 1961-1990 und 1991-2020
- Bei Jahresniederschlägen unter ~ 700 mm gewinnen Wasserspeicherfähigkeit im Boden und der reliefbedingte Strahlungseffekt an Bedeutung
- das Jahr 2020 lässt erkennen, dass eine unzureichende Auffüllung des Bodenwasserspeichers im Winter sommerliche Trockenheit verstärken kann

FNR
Forstliche Nachwachsende Rohstoffe e.V.

ZENTRUM WALD FORST HOLZ
WEIHENSTEPHAN

Waldklimafonds

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

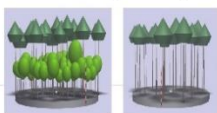


Stabilisierung oder Stress? Dendroökologische Analysen zum Einfluss von Buchen-Voranbau auf Kiefern-Altbestände

Hintergrund und Motivation

Der ökologische Waldbau gleichaltriger Reinbestände hat in Nordostdeutschland zu großen Flächen zweischichtiger Bestände mit Rot-Buche unter Kiefernschirm geführt. In den Trockenjahren 2018-2020 sind auch in diesen Waldbaubeständen Vitalitäts-einbußen bis hin zu signifikant höherem Absterben aufgetreten. In diesem Zusammenhang gab es Anfragen aus der Forstpraxis nach einem möglicherweise negativen Zusammenhang zwischen der Zweischichtigkeit und der Wasserverfügbarkeit für die Kiefer – vermutet wurden höhere Trockenschäden bei Kiefern mit Buchen-Voranbau im Vergleich zu reinen Kiefernbeständen, da sich unter extrem trockenen Bedingungen die Konkurrenz um Wasser enorm verschärft.

Untersuchungsfrage:
Gibt es im Zuwachsverhalten von Kiefern mit bzw. ohne Unterstand unterschiedliche Reaktionsmuster auf Trockenheit?
Grundlage:
Flächenpaare (jeweils mit bzw. ohne Buchen-Unterstand) in Sachsen und Brandenburg; mittlere Standorte, Bohrkernproben (15 / Bestand = 30 / Flächenpaar)
Zielparameter:
Kennwerte der Zeitreihen von Jahringbreite und -index, Resilienzparameter und Zuwachs-Witterungs-Beziehungen



Untersuchungsflächen



Lage d. Untersuchungsflächen in Nordostdeutschland: EW = Eberswalde (40 m. ü. NN), RO = Rottsch (140 m. ü. NN), WU = Würschitz (225 m. ü. NN). Flächen mit Unterstand: "m", ohne Unterstand: "o".

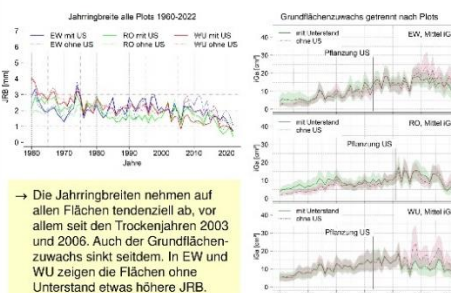
Eigenschaften der Untersuchungsflächen (Stand 01.01.23): GKI = Gem. Kiefer, RBU = Rot-Buche, hg = Grundflächenmittelhöhe, BG = Bestockungsgrad

Fläche	Alt GKI	Alt RBU	hg GKI	BG GKI
EW.m	72 J.	33 J.	22,0 m	0,65
EW.o	72 J.		22,0 m	0,63
RO.m	74 J.	23 J.	23,9 m	0,78
RO.o	74 J.		22,7 m	0,72
WU.m	75 J.	34 J.	25,7 m	0,89
WU.o	75 J.		26,5 m	1,02

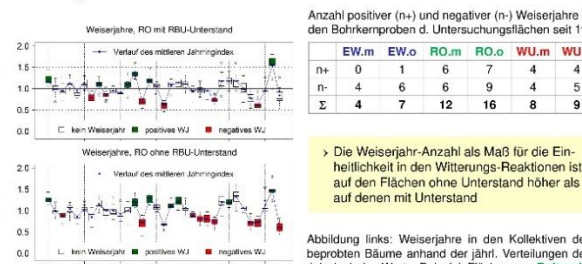


Ergebnisse

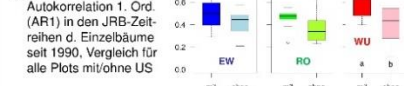
1) Entwicklung von Jahringbreite und jährlichem Grundflächenzuwachs (GZA)



2) Weiserjahre differenziert nach Fläche; Herleitung auf Basis der Verteilung des Jahringindex (JRI, Y-Achse) über die Probebäume: Ein Weiserjahr liegt vor, wenn die interquartile range (box) und die whisker größer oder kleiner sind als JRI=1



3) Zeitreihen-Parameter: Autokorrelation 1. Ord. (AR1) in den JRB-Zeitreihen d. Einzelbäume seit 1990, Vergleich für alle Plots mit/ohne US



4) Resilienz-Parameter: Resistenz gegenüber den Weiserjahren 2006 und 2018 am Beispiel des Flächenpaars Eberswalde



Zusammenfassende Schlussfolgerungen

Zentraler Bezugspunkt für die Ergebnisbewertung ist die Anpassungsfähigkeit im Gegensatz zur Anpassbarkeit der untersuchten Kollektive. Positiv für eine hohe Resilienz im Klimawandel auf Bestandesebene ist somit eine große individuelle Vielfalt im Zuwachsverhalten im Vergleich der Einzelbäume. Das zeigt sich z. B. durch:

- niedrige Gleichläufigkeit, geringe interserielle Korrelation (Rbar), niedrige Sensitivitäten und Gini-Koeffizienten, schwache Signal-to-Noise-Ratios (SNR) und eine geringe Zahl von Weiserjahren
- Die Bedeutung der mittleren Jahringbreite als Resilienzweiser wird für diese Auswertungen als zweitrangig eingeschätzt.

Die Auswertungen haben vorerst keine belastbaren Hinweise auf eine höhere Abhängigkeit von Witterungseinflüssen und damit eine größere Anfälligkeit für Trockenschäden in Beständen mit Unterstand ergeben. Stattdessen weisen alle drei Standorte auf eine größere Witterungsabhängigkeit in den Beständen ohne US hin. Die Einheitlichkeit der Zuwachsreaktionen auf extreme Jahre ist dort ebenfalls stärker ausgeprägt.

Für allgemeingültige Aussagen ist der Analyseansatz dringend auf weitere Flächen auszuweiten.

Jens Schröder¹, Michael Körner² und Alexander Peters²

¹ Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde, Fachbereich Waldressourcenmanagement, A.-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde

² Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Bonnewitzer Straße 34, 01796 Pirmas OT Graupa

jens.schroeder@lfb.brandenburg.de | michael.koerner@smekul.sachsen.de



Bestehende und neue Samenplantagen im Freistaat Sachsen unter Klimawandelbedingungen am Beispiel Spitzahorn und Hainbuche

Jakob Quegwer, Lina Merbitz, Matthias Meyer, Heino Wolf

Staatsbetrieb Sachsenforst, Kompetenzzentrum Wald und Forstwirtschaft, Referat Forstgenetik/
Forstpflanzenzüchtung, Bonnewitzer Str. 34, 01796 Pirna

Einleitung

Samenplantagen sind ein geeignetes und wissenschaftlich erprobtes Mittel für die Produktion von hochwertigem Saatgut mit großer genetischer Vielfalt. Die Saatgutbereitstellung ist ein entscheidender Faktor für den kontinuierlichen Waldbau und die Wiederbewaldung von Kalamitätsflächen. Diese Maßnahmen sind von zentraler Bedeutung für die Erhaltung der Biodiversität und Bereitstellung des Rohstoffes Holz im Angesicht des zu erwartenden Klimawandels. Im Rahmen des sächsischen Samenplantagen-Vorhabens soll das Artenspektrum von Samenplantagen in Sachsen erweitert sowie der Anteil an forstlichem Saatgut aus Samenplantagen langfristig erhöht werden. Zunächst stehen dabei Hainbuche und Spitzahorn im Fokus.

Evaluierung der Samenplantagen in Sachsen

Zur Zeit existieren insgesamt 66 Samenplantagen für 19 verschiedene Arten in Sachsen (Abb. 1). Dabei handelt es sich überwiegend um Nadelholzarten. Darum werden im sächs. Samenplantagen-Vorhaben zunächst seltene Laubbaumarten prioritär behandelt. Im Zuge der Evaluierung wurden die Zustände aller Samenplantagen erfasst und Pflegemaßnahmen empfohlen. Für geeignete Flächen wird die Zulassung nach FoVG forciert.

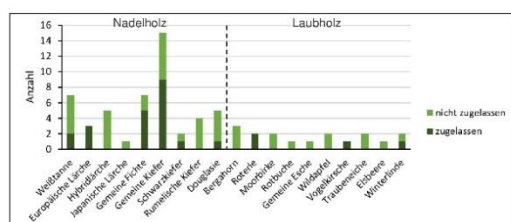


Abb. 1: Anzahl angelegter SPL in Sachsen pro Baumart. Dargestellt sind nicht zugelassene (hellgrün) und nach FoVG zugelassene (dunkelgrün).

Flächenauswahl unter Berücksichtigung des Klimawandels

Klimaprojektionen werden bei der Flächenauswahl für die SPL-Anlage mit einbezogen, um die standörtlichen Bedingungen in der Periode der Inwertsetzung abzuschätzen (Abb. 3). So soll eine möglichst langfristige Nutzung der Samenplantage erreicht werden. Bei der Flächenauswahl werden auch weitere standörtliche und logistische Kriterien berücksichtigt.

Zusammenfassung

Im Rahmen des Samenplantagenprojektes soll die Bereitstellung von Saatgut verbessert und das Artenspektrum von Samenplantagen kontinuierlich erweitert werden. Dazu wird ein Aufgaben- und Zuständigkeitskonzept zur Anlage und dauerhaften Pflege und Nutzung von Samenplantagen erstellt und umgesetzt. Zudem werden durch genetische Analysen zur Sicherung der genetischen Diversität und zur Bearbeitung züchterischer Fragestellungen Untersuchungen durchgeführt.

Plusbaumauswahl für SPL-Anlage

Plusbäume mit überdurchschnittlichen Wuchs- und Qualitätseigenschaften werden in ganz Sachsen ausgewählt. Dabei werden zunächst Erntebestände (EBS) und Generhaltungsbestände (GBS) bzw. -individuen (GI) berücksichtigt (Abb. 2). In Sachsen gibt es insgesamt 8 EBS, 30 GBS und 96 GI für Spitzahorn bzw. 20 EBS, 66 GBS und 12 GI für Hainbuche. Darüber hinaus erfolgten erste Meldungen aus den Forstbezirken. Ziel ist es, wenn möglich, 100 Plusbäume pro Art und Herkunftsgebiet zu finden, diese abzuveredeln und in den Samenplantagen in Paarungskontakt zu bringen. Bisher wurden aus 5 Erntebeständen insgesamt 19 Spitzahorn-Plusbäume und aus 10 Erntebeständen 31 Hainbuchen-Plusbäume ausgewählt (Stand: 31.08.2023).

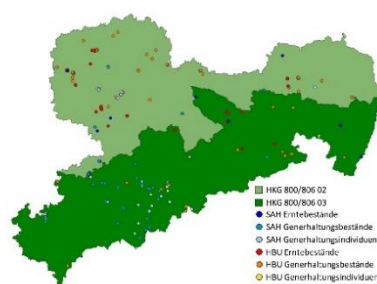


Abb. 2: Räumliche Verteilung der Bestände und Individuen, die für die Plusbaumauswahl begutachtet werden



Abb. 3: Klimaprojektion für die durchschnittliche Temperatur im Sommer in für historische und zukünftige Zeiträume (Daten: GCM „ACCESS-CM2“, SSP370, WorldClim2.1). Punkte markieren potentiellen SPL-Standort.

Das Potenzial von Stammwasserpotenzialsensoren für die Waldforschung

Stefan Seeger¹, Fabio Scarpa², Anupa Silwal¹, Stephan Rimmele³, Thomas Fichtner⁴,
Faisal Hayat¹, Andreas Hartmann⁴, Stephan Raspe³, Simon Haberstroh², Martin Maier¹

¹ Georg-August-Universität, Bodenphysik, Göttingen, Deutschland; ² Albert-Ludwigs-Universität, Ökosystemphysiologie, Freiburg, Deutschland; ³ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Boden und Klima, Freising, Deutschland; ⁴ Technische Universität Dresden, Institut für Grundwasserwirtschaft, Dresden, Deutschland

Wälder spielen eine zentrale Rolle im Wasserhaushalt von Landschaften. Prozessbasierte Waldwasserhaushaltsmodelle können einen wertvollen Beitrag leisten, um fundierte Prognosen für eine Zukunft mit veränderten Klimabedingungen abgeben zu können, werden in ihrer Anwendung aber oft durch einen erheblichen Bedarf schwieriger zu ermittelnder Parameter begrenzt. Schlüsselparameter für das Verständnis der Transpirationsraten der Vegetation sind die Wasserpotenziale in Boden und Pflanzen. Da die Bestimmung des Wasserpotentials in Bäumen bisher nur mit hohem Aufwand und destruktiv mittels Scholander-Messungen erfolgen konnte, ist die Datenbasis zu kritischen Wasserpotentialen selbst für Deutschlands Hauptbaumarten sehr beschränkt. Neu entwickelte Stammwasserpotenzialsensoren versprechen zeitlich hochaufgelöste Beobachtungen über ganze Vegetationsperioden, wurden aber primär zum Bewässerungsmanagement im Erwerbsobstbau entwickelt und noch nicht auf ihre Eignung für die Waldforschung in Mitteleuropa getestet.

Im präsentierten Forschungsvorhaben wurden insgesamt vier Standorte (zwei Kiefern- sowie zwei Fichtenbestände) zwischen dem Oberrheintal und Nordbrandenburg mit je vier Stammwasserpotenzialsensoren der Firma Saturas ausgestattet. Die instrumentierten Bäume wurden zusätzlich noch mit Saftflusssensoren sowie Dendrometern versehen, womit drei verschiedene wasserbezogene Beobachtungen (Wasserpotenzial, Saftfluss, Quellen und Schwinden von Holz und Rinde) miteinander verglichen und zueinander in Bezug gesetzt werden können.

An einem der vier Standorte wurden zusätzliche Sensoren eines weiteren Stammwasserpotenzialsensortyps (FloraPulse) installiert und regelmäßige Vergleichsmessungen des Wasserpotentials mit der traditionellen Scholander-Bombe durchgeführt.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die Aussagekraft der verschiedenen Messungen, sowie die Verlässlichkeit der verschiedenen Sensortypen einzuschätzen, um nach Möglichkeit etablierte Modellierungsansätze für den Waldwasserhaushalt verbessern zu können und eine Empfehlung für eine Erweiterung des forstlichen Intensivmonitorings zu geben.

Hohe phänotypische Plastizität, aber geringe Signale lokaler Anpassung an das Klima in einem europaweiten Fichten-Herkunftsversuch

Katharina J. Liepe^{1,2*} • Ernst van der Maaten² • Marieke van der Maaten-Theunissen² • Mirko Liesebach¹

¹ Thünen Institut für Forstgenetik, Großhansdorf, katharina.liepe@thuenen.de ² Professur für Waldwachstum und Produktion von Holzbiomasse, Technische Universität Dresden, Tharandt

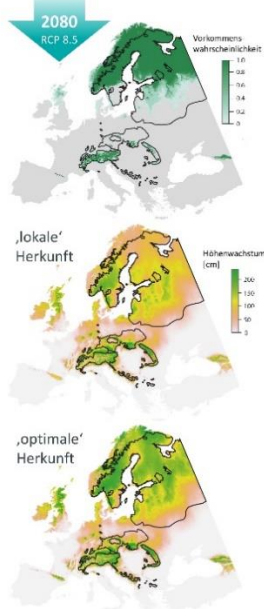
Die Waldbilder ändern sich aktuell gravierend. Verlierer im Klimawandel ist die Fichte, die sich langfristig in Richtung ihrer natürlichen Verbreitung zurückzieht. Dank ihrer hohen Plastizität verläuft dieser Rückgang jedoch langsamer als erwartet und ermöglicht es, die auflaufende Naturverjüngung in einigen Regionen Deutschlands noch ein Mal zu nutzen.

Hat die Fichte noch eine Zukunft?

- mit 26% Flächenanteil in Deutschland wichtige Baumart, die wirtschaftlich und technisch schwer zu ersetzen ist
- Verluste durch klimatischen Stress seit 2018 enorm, dennoch vielerorts eine nächste Generation durch Naturverjüngung
- Bietet die Wahl geeigneter Herkünfte das Potenzial, den Anbau fortzuführen? Oder ist das Aus der Fichte besiegelt?

Modellierung der zukünftigen Verbreitung

- (1) Vorkommen-basiertes Modell (*Species distribution model*)
- (2) Wachstum-basiertes Modell (*Universal response function*)



Einfluss auf das Wachstum

- Wuchsdepression durch zunehmende Sommerhitze gepaart mit abnehmender Wasserverfügbarkeit
- Leistungssteigerung innerhalb der verbleibenden Fläche durch verlängerte frostfreie Periode
- geringe Signale lokaler Anpassung an klimatische Gradienten, da überlagert durch starken Einfluss der geographischen Breite

Folgen für die Verbreitung

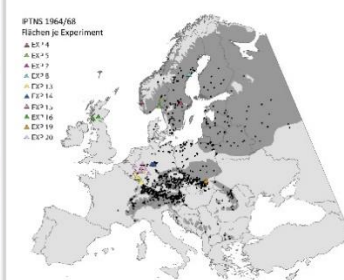
- Rückzug in Richtung nördlicher Breiten und höherer Lagen – Übereinstimmende Aussage der Modelle
- hohe phänotypische Plastizität im Jugendstadium verzögert jedoch den Rückgang der Verbreitung

Veränderung des Fichtenareals in Europa	Modellbasis	2050er	2080er
	Vorkommen	- 40%	- 55%
	Wachstum „lokale“ Herkunft	- 21%	- 43%
	„optimale“ Herkunft	- 16%	- 39%

- Herkunftstransfer kann Rückgang nicht aufhalten, aber dazu beitragen, das regional steigende Wuchspotenzial effektiver zu nutzen

Europaweite Versuchsserien: Potenzial für die Forschung

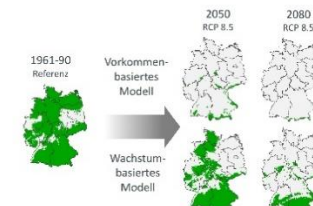
- in internationaler Zusammenarbeit hat das Thünen-Institut für Forstgenetik eine Vielzahl an Herkunftsversuchen initiiert
- Beispiel **Fichte**: 1.100 Herkünfte ausgepflanzt in 20 Experimenten (mit je 11 Flächen à 100 Herkünfte) in 13 Ländern



Versuchsflächen Δ und Herkünfte • von denen die Baumhöhen im Alter 11 in die Auswertung einfließen

Massiver Arealrückgang in Deutschland ist langfristig unumgänglich

- bei kurzer Umtriebszeit ist mittelfristig aber noch eine Generation Fichte möglich

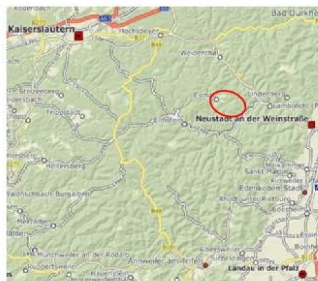


- Nutzung der Naturverjüngung, sofern bereits jetzt stabilitätssteigernde Maßnahmen ergriffen werden (Mischung)
- Wuchskräftigste Herkünfte stammen aus der herzynisch-karpatischen Domäne (Beskidien, Karpaten und Böhmer Wald)

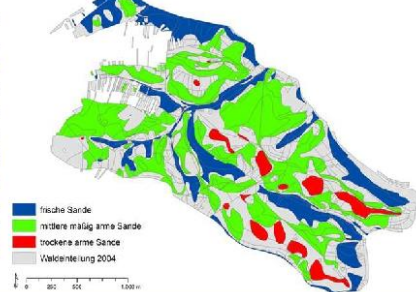
Abschätzung der Produktivität verschiedener Baumarten auf ausgewählten Sandstein-Standorten

universität freiburg

 Professur für Waldwachstum
und Dendroökologie

 Dr. Katharina Hillenmeyer
Prof. Dr. Thomas Seifert
Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Heinrich Spiecker


Unsere Umwelt unterliegt andauernden Veränderungen. Die Arbeit zeigt, dass es möglich ist, im Vergleich zu traditionellen Ertragstafeln unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Standortveränderungen und des anthropogen bedingten Klimawandels besser an die Messwerte angepasste Wachstumsmodelle zu erstellen. Es wird deutlich, dass die Produktivitätsunterschiede der Baumarten standortabhängig sind und durch eine optimale Baumartenverteilung eine Steigerung der Volumenproduktion, des Reinertrags und der C-Bindung möglich ist.


Material:
Forstgut Sattelmühle (Elmsteiner Tal, Rheinland-Pfalz)

- Forsteinrichtung und Standortkartierung
- Datenerhebung auf 3 Standortskategorien für 5 Baumarten (Ki, Fi, Dgl, Bu, Ei):
 - 62 Probeflächen: 1240 stehend vermessene Bäume
 - 123 Stammanalysen: 1265 Stammscheiben


Methoden:

Höhenbonitätsfächer → Sloboda-Funktion

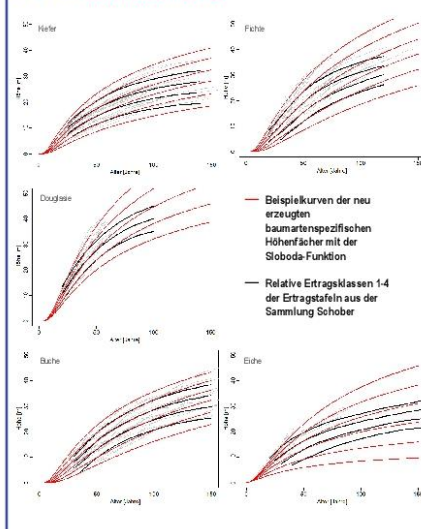
$$h = z \times \left(\frac{\text{Bon}}{z} \right)^{\exp(y \times (\text{Alter}^{-x} - \frac{\text{Alter}_{\text{rel}}^{-x}}{x}))}$$

Ertragstafelerstellung: traditionelle Ertragstafeln + moderne Produktionsprogramme

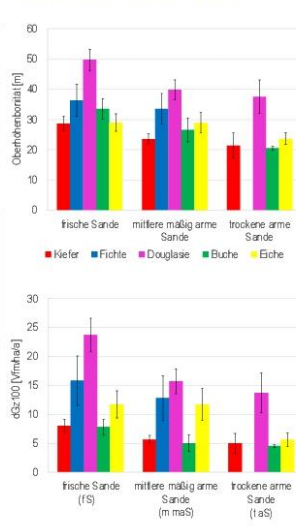
Kiefer	WIEDEMANN 1943	THREN 1987
Fichte	WIEDEMANN 1936/42	KLADTKE 1992
Douglasie	KENK UND HRADETSKY 1984/92	
Buche	SCHOBER 1967	KLADTKE 2001
Eiche	JUTTNER 1955	SPIECKER 1996

Ergebnisse:

Vergleich neue Höhenfächer – Ertragstafeln:



Produktivitätsunterschiede:



Optimierungspotential für Holzzuwachs und C-Speicherung im Beispielwald:

Aktueller Waldzustand:				
Standort	f S	m aS	t aS	Σ
Fläche (ha)	80	160	20	260
Ki	35 %	66 %	85 %	58 %
Fi	35 %	6 %	-	14 %
Dgl	15 %	8 %	1 %	10 %
Bu	15 %	15 %	12 %	15 %
Ei	-	2 %	2 %	2 %
dGZ ₁₀₀ (Vfm/ha/a)	13,1	6,9	5,1	8,7
Optimierungspotential:				
	dGZ ₁₀₀ (Vfm/ha/a)	C-Bindung (t/ha/a)		
Aktueller Zustand	8,7	1,85		
1: optimierte BA-Verteilung	9,0 (+3,4%)	1,94 (+4,9%)		
2: Erhöhung Dgl-Anteil (20% statt 10%)	10,2 (+17,2%)	2,14 (+15,7%)		
3: Erhöhung Dgl-Anteil + optimierte BA-Verteilung	10,7 (+23,0%)	2,25 (+21,6%)		

Vergleich zur Literatur:

- Größte Zuwachsbeschleunigung auf den produktivsten Standorten
- Größte Veränderungen bei Douglasie (nicht bei Kiefer)
- Größte Überlegenheit der Douglasie auf den produktivsten Standorten



Wünschenswerte Verbesserungen:

- Ausweitung des Untersuchungsgebiets → Verbesserung der Wuchsdatenbasis
- Integration von Dauerversuchsflächen mit Erfassung der GWL → Nutzung konkreter Volumenmesswerte

KENK, G., SPEICHER, H., DREIER, G. (1984): Referenzdaten zum Waldwachstum. Projekt Europäische Forschungsanstalt für Mitteleuropäische Luftreinhaltung B3. KUBIK, H., LUTZ, E., SEIBER, P., PRISTZSCH, H. (2011): Zum Wachstum der Kiefer. In: JWP, Wiersma, S. J. A. S., KUBIK, H., KADTKE, U., CHORRIS, B. (2010): Management of Douglasie. In: H. SPIECKER, M. LUTZ, K. A. SCHULZ, P. J. Douglasie. In: European Forest Science Conference, S. 74-83. KUBIK, H., PRISTZSCH, H. (2010): Wachstum der Kiefer in Europa. In: H. SPIECKER, M. LUTZ, K. A. SCHULZ, P. J. Douglasie. In: European Forest Science Conference, S. 103-111. PRISTZSCH, H. (1999): Wachstum der Kiefer in Europa. In: Forstwissenschaftliches Zentralblatt 110, S. 228-239. WIEDEMANN, J., LUTZ, M., KUBIK, G. (2011): Behandlung und Verwertung der Douglasie in Baden-Württemberg. In: AFZ-Der Wald 86, S. 833-838.



NW-FVA
Nordwestdeutsche
Forstliche Versuchsanstalt



Phänologische Modellierung des zukünftigen Spätfrosttrisikos von Stieleichen in Hessen

Isabella Smekal^{1,2}



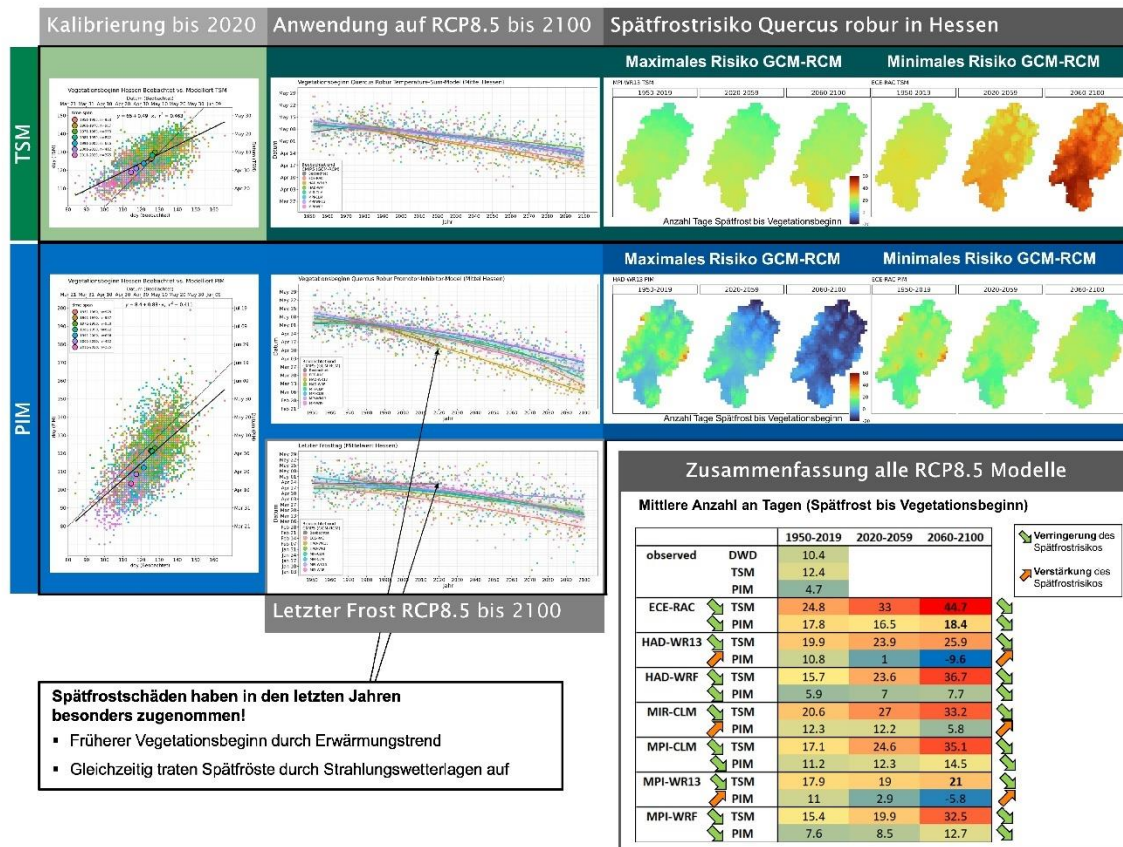
Einleitung

Das Wissen über das Spätfrostisiko der Eiche ist im Kontext des Klimawandels besonders relevant, da die Eiche als trockenstresstolerante Baumart in Hessen zunehmend an Bedeutung gewinnt. Besonders Eichen leiden jedoch unter Spätfrostperioden, da die noch jungen Triebe durch Frostschäden geschädigt werden oder gar absterben. Der Kohlenstoffmetabolismus und der Wasserhaushalt der Bäume wird deshalb vor dem Hintergrund des steigenden Dürretrisikos zusätzlich negativ beeinflusst (Charrier et al. 2021). Infolge der Klimaerwärmung setzt der Vegetationsbeginn im Frühjahr auch bei Eichen immer früher ein. Obwohl die Anzahl der Frosttage in Zukunft weiter abnehmen wird, werden auch bei entsprechenden Strahlungswetterlagen Spätfrostereignisse auftreten, sodass unter Umständen das Spätfrostisiko für die Eiche zunehmen wird.

Methodik

Für die Analyse des zukünftigen Spätfrosttrisikos werden zwei phänologische Modelle auf Grundlage der Lufttemperatur verwendet, um den Vegetationsbeginn von Stieleichen (*Quercus robur*) für sieben RCP8.5 Klimäläufe bis 2100 in Hessen zu berechnen.

Das Promoter-Inhibitor-Modell (PIM; Schaber & Badeck 2003) und das Temperature-Sum-Modell (TSM; Menzel 1997) werden zunächst an beobachteten Daten des Vegetationsbeginns mithilfe von baumartenspezifischen Parametern kalibriert. Verwendet werden Daten aus dem phänologischen Netzwerk des DWDs in Hessen mit insgesamt 453 Stationen und 5248 jährlichen Beobachtungen. Die phänologischen Modelle werden anschließend auf die regionalisierten Lufttemperaturwerte der Klimamodelle angewandt.



¹Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, ²Universität Göttingen; isabella.smekal@nw-fva.de

Fotos: Jörg Weimer
 Literatur: Menzel, A. (1997): Phänologie von Waldbäumen unter sich ändernden Klimabedingungen - Auswertung der Beobachtungen in den Internationalen Phänologischen Gärten und Möglichkeiten der Modellierung von Phänologien (S. 164).
 Forstliche Fakultät der Universität München und Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft.
 Charrier, G., Merle, S.P., N., Darnault, G., Delpech, N., Hänninen, H., Jones, K.G., J. M., & Del, H. (2021): Interaction of drought and frost in tree ecophysiology: Refining the limits of risk. *Annals of Forest Science*, 78(2), Article 2.
 Schaber, J., & Badeck, F.-W. (2003): Phenology-based phenology models for forest tree species in Germany. *International Journal of Biometeorology*, 47(4), 183-201.



Diversifikation der Baumartenwahl auf verschiedenen räumlichen Skalen als forstbetriebliche Anpassungsstrategie an den Klimawandel und Extremwetterereignisse

Jasper M. Fuchs¹, Kai Husmann¹, Carola Paul^{1,2}

¹ Georg-August-Universität Göttingen, Abt. Forstökonomie und nachhaltige Landnutzungsplanung, Göttingen, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Zentrum für Biodiversität und Nachhaltige Landnutzung, Göttingen, Deutschland

Der Klimawandel und zunehmende Kalamitätsereignisse gefährden die zukünftigen produktiven Potentiale der Forstbetriebe. Die Diversifikation der Baumartenzusammensetzung wird als vielversprechende Anpassungsstrategie diskutiert. Vorteile aus forstbetrieblicher Sicht bestehen dabei in einer möglichen Produktdiversifikation und potentiell höheren biophysikalischen Stabilität der Mischbestände gegenüber Monokulturen. Es bleibt jedoch offen, ob diese Diversifikationseffekte auch die negativen ökonomischen Auswirkungen zunehmender Extremwetterereignisse abpuffern vermögen.

Daher untersuchen wir (1) welche Konsequenzen Extremwetterereignisse auf Holzerlöse in einer Region haben, (2) wie sich die optimale Baumartenallokation eines großen Modellbetriebs (~230.000 ha) unter verschiedenen Szenarien zukünftiger Extremwetterereignisse unterscheidet und, (3) ob solche Reorganisationsprozesse auf verschiedenen räumlichen Skalen die negativen ökonomischen Konsequenzen der Extremwetterereignisse abpuffern können.

Zur Beantwortung dieser Fragestellungen verbinden wir ökonometrische Methoden (1) mit bioökonomischen Baumarten-Portfoliooptimierungen auf der Betriebsebene (2, 3).

Die ökonometrische Analyse zeigt, dass große Schadereignisse die Nadelholzerlöse durch ein Überangebot auf dem Markt und kaum durch eine Qualitätsreduktion mindern. Vorläufige Ergebnisse der aufbauenden Portfoliooptimierung unter rein monetärer, risikoaverser Zielsetzung stellen die Baumartendiversifikation als ökonomische Anpassungsstrategie für Forstbetriebe unter Extremwetterereignissen in Frage. Es zeigt sich eine klare Tendenz zur Entmischung des Bestandestypenportfolios des Modellbetriebs unter Extremwetterereignissen. Das Modell wählt bevorzugt Bestandestypen mit Baumarten, die günstig zu etablieren sind und frühe Vornutzungserlöse versprechen, also die Höhe der Investition unter Risiko begrenzen. Dies genügt jedoch nicht, um die ökonomischen Konsequenzen der simulierten Extremwetterereignisse abpuffern. Ein solches Entscheidungsverhalten hätte zur Folge, dass die Wälder des Betriebs jünger, vorratsärmer, weniger produktiv und weniger baumartenreich wären als im Vergleichsszenario ohne Extremwetterereignisse. Die Ergebnisse erweitern unser Verständnis der Konsequenzen möglicher Extremwetterereignisszenarien auf die

forstbetriebliche Baumartenwahl unter der Prämisse, dass die modellierten forstbetrieblichen Entscheidungen dem Ziel folgen, ökonomische Risiken der Holzproduktion zu begrenzen. Sie deuten darauf hin, dass betriebliche Investitionsrisiken der Bestandesetablierung eine wichtige Steuergröße zum Erhalt vielfältiger Wälder und ihrer Ökosystemfunktionen sind.

Leistung und Kosten in der KUP-Ernte



Foto: Schreibhagen/Merz, MMS 1045 (T. Burger, LWF)

Seit über 30 Jahren betreibt die LWF angewandte Forschung zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen. Die Ziele sind, Praxisempfehlungen zu Anlage, Pflege und Ernte zu geben sowie die Wuchsleistung der angebauten Baumarten über einen langen Zeitraum zu dokumentieren.

Eine Vielzahl von Erntemethoden wurde getestet, von der motormanuellen Ernte und den Einsatz hochmechanisierter Forsttechnik bis hin zu landwirtschaftlichen Mähverfahren.

Durch die Begleitung der Erntemaßnahmen mit Zeitstudien ist es möglich, konkrete Aussagen zur Arbeitsproduktivität und den Kosten dieser Ernteketten zu treffen. Diese beeinflussen die Wirtschaftlichkeit von Kurzumtriebsplantagen in hohem Maße.

Motormanuelle Ernte mit hoher TAP

Die im fünfjährigen Umtrieb in Bayern gängige motormanuelle Ernte weist eine höhere Arbeitsleistung auf als die hochmechanisierten Ernteverfahren. Im 2er-Trupp, in dem sich der Motorsägenführer und der zweite Arbeiter mit der Schubstange in ihrer Arbeit abwechseln, wurde mit einer TAP von 6,2 t atro/h sehr effektiv gearbeitet, so dass Kosten von 70 €/t atro für die gesamte Erntekette anfielen. Im Ein-Mann-Verfahren kommt es aufgrund der hohen einseitigen körperlichen Belastung zu deutlicher Ermüdung, was zu einer geringen TAP von 1,3 t atro/h führt. Eine hohe TAP wird wegen des Stück-Masse-Gesetzes im zehnjährigen Umtrieb erreicht.

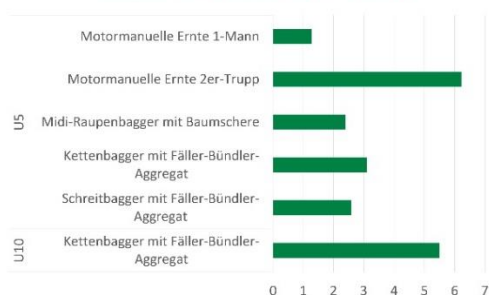
Hochmechanisierte Ernte mit den niedrigsten Kosten

Die niedrigsten Kosten im fünfjährigen Umtrieb verursachte mit knapp 49 €/t atro der Kettenbagger mit Fäller-Bündler-Aggregat. Midi-Raupenbagger und Schreitbagger liegen bei den Gesamtkosten etwa gleichauf. Bei den reinen Fällungskosten ist der Schreitbagger aber deutlich teurer – was an den hohen Stundensätzen dieser Spezialmaschine liegt. Die relativ hohen Rückekosten beim Midi-Raupenbagger sind nicht durch die Erntekette, sondern durch größere Rückeentfernungen bei der betreffenden Ernte begründet. Am höchsten sind die Gesamtkosten bei den beiden motormanuellen Ernteverfahren.

Im zehnjährigen Umtrieb können die Kosten in Folge des Stück-Masse-Gesetzes geringer gehalten werden und liegen bei dem getesteten Erntesystem bei 40 €/t atro. Es hat sich zudem herausgestellt, dass im U 10 die Frage Einzelfällung oder Sammelaggregat keine so große Rolle spielt wie im fünfjährigen Umtrieb.

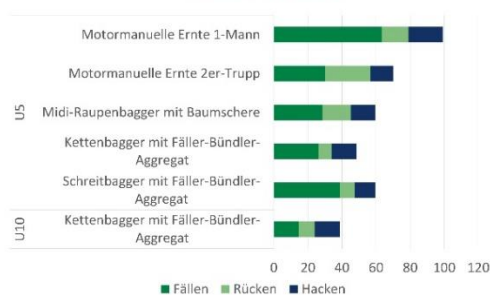
Am kostengünstigsten arbeiten die hier nicht dargestellten landwirtschaftlichen Mähverfahren; ihr Einsatz ist jedoch auf Umtriebszeiten bis etwa vier Jahre begrenzt.

Technische Arbeitsproduktivität, TAP [t atro/h]



Technische Arbeitsproduktivität des Fällvorgangs in Tonnen Biomasse (atro = absolut trocken) bezogen auf die Gesamtarbeitszeit (Reine Arbeitszeit + 20%) in Abhängigkeit von der Umtriebszeit (U5/U10= 5-/10-jähriger Erntezyklus).

Erntekosten [€/t atro]



Erntekosten in Euro pro Tonne Biomasse (absolut trocken) in Abhängigkeit von der Erntemethode und der Umtriebszeit (U5/U10= 5-/10-jähriger Erntezyklus).

Langfristige Wachstumsrückgänge der Rotbuche spiegeln sich nicht im Kronenzustand nach Trockenheit wider

Ernst van der Maaten¹, Juliane Stolz^{1,2}, Eric A. Thurm², Jens Schröder³, Andreas Henkel⁴, Ludger Leinemann^{5,6}, Ingolf Profft⁷, Wolfgang Voth², Marieke van der Maaten-Theunissen¹

¹ TU Dresden, Chair of Forest Growth and Woody Biomass Production, Tharandt, Deutschland; ² Landesforstanstalt Mecklenburg-Vorpommern, Research Unit Silviculture and Forest Growth, Department of Forest Planning/Forest Research/Information Systems, Schwerin, Deutschland; ³ Eberswalde University of Sustainable Development, Faculty of Forest and Environment, Eberswalde, Deutschland; ⁴ Administration of Hainich National Park, Nature Protection and Research, Hainichen, Deutschland; ⁵ ISOGEN GmbH & Co.KG, Weingarten, Deutschland; ⁶ University of Göttingen, Department of Forest Genetics and Forest Tree Breeding, Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology, Göttingen, Deutschland; ⁷ Forest Research and Competence Centre Gotha, Gotha, Deutschland

Die globale Erwärmung stellt eine große Bedrohung für Waldökosysteme auf der ganzen Welt dar. In Mitteleuropa wurden in verschiedenen Regionen bereits Vitalitätsverluste und Baumsterben beobachtet, insbesondere nach extremen Trockenperioden wie der Dürre 2018–2020. Solche Dürreperioden dürften in Zukunft noch schlimmer werden. Auch die Rotbuche (*Fagus sylvatica* L.), die in weiten Teilen des gemäßigten Europas die dominierende Baumart darstellt und sich als relativ dürreempfindlich erwies, litt unter der jüngsten Dürre. In Deutschland wurden beispielsweise im Sommer 2019 Verluste der Kronenvitalität beobachtet. Interessanterweise wurde festgestellt, dass sich der Kronenzustand von Buchen innerhalb einzelner Bestände stark unterschied, und zwar von nicht- bzw. schwach geschädigten Bäumen (im Folgenden als vital bezeichnet) bis hin zu stark geschädigten bzw. toten Bäumen (nicht-vitale Bäume). Es gab jedoch keine offensichtliche Unterschiede in der sozialen Stellung oder kleinräumiger Standortsbedingungen. Um zu überprüfen, ob Unterschiede im Wachstumsverhalten zwischen den nicht-/vitalen Individuen bestehen und/oder sich im Laufe der Zeit entwickelt haben, wurde eine Studie initiiert, in der die Wachstumsreaktionen von Jahrringen und genetische Marker in neun Waldbeständen im nordöstlichen deutschen Tiefland und im deutschen Mittelgebirge verglichen wurden. Genauer gesagt, wurden nicht-/vitalen Bäume anhand folgender Kriterien verglichen: (i) beschreibender Statistiken des Jahrringwachstums, (ii) langfristiger Trends im Grundflächenzuwachs, (iii) der Klimasensitivität des Baumwachstums, (iv) der Widerstandsfähigkeit von Bäumen gegenüber extremer Trockenheit, sowie (v) der individuellen Heterozygotie. Bemerkenswerterweise waren die Unterschiede zwischen nicht-/vitalen Bäumen generell sehr gering, wobei scheinbar vitale Bäume beispielsweise auch langfristige Wachstumsrückgänge zeigten. Also:

Langfristige Wachstumsrückgänge der Rotbuche spiegeln sich nicht im Kronenzustand nach Trockenheit wider.

Wie beeinflusst die Baumartenvielfalt die Stabilität des organischen Kohlenstoffs im Boden?



Landesforsten
Rheinland-Pfalz

Janna Wambsgans¹, Lea Lang^{1,2}, Kenton Stutz²

¹Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft (FAWF) Rheinland-Pfalz, Forschungsbereich Waldmonitoring und Umweltvorsorge, ²Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Bodenökologie, E-Mail: janna.wambsgans@wald-rlp.de

Einführung

- Mischwälder haben positive Effekte auf Ökosystemfunktionen, wie bspw. die Kohlenstoff-Speicherung
- In Waldböden wird große Menge an Kohlenstoff gespeichert
- Es ist wenig darüber bekannt, wie die Baumartenvielfalt die Stabilität des Kohlenstoffs im Boden beeinflusst

Fragestellung

- Wie beeinflusst die Baumartenvielfalt und -identität die Stabilität der organischen Bodensubstanz?
- Welche Unterschiede gibt es zwischen Ober- und Unterboden?
- Wie verändert sich diese Beziehung mit der Zeit?

Material & Methoden I

- Verwendung von Bodenproben aus der Bodenzustandserhebung (BZE) I (1989/1990) und III (2022-2023)
- 15 Bestände auf Bundsandstein, geprägt durch unterschiedlichen Baumartenmischungen (Baumart und Baumanzahl)
- Mischproben aus acht Probepunkten, je zwei Tiefenstufen (5-10 cm und 30-60 cm) pro Bestand

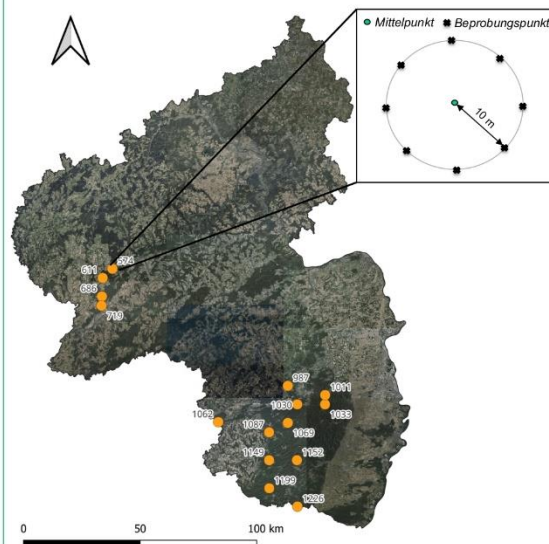


Abb. 1 Design der Bodenprobenahme in 15 Beständen in Rheinland-Pfalz. Die Probenahme erfolgte an 8 Satellitenpunkten pro Bestand nach der BZE-III-Anleitung für Humus- und Bodenprobenahme (Wellbrock et al., 2022).

Material & Methoden II

- Bestimmung der Stabilität der organischen Bodensubstanz mittels Dichtefraktionierung im Labor

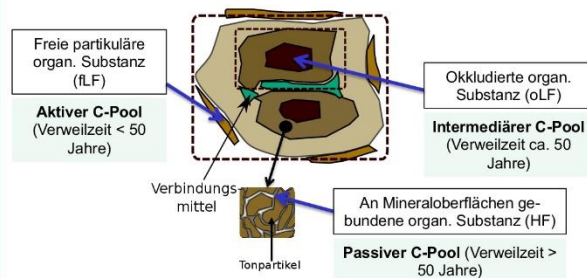


Abb. 2 Darstellung der drei Fraktionen der organischen Bodensubstanz mit unterschiedlichen Verweilzeiten im Boden. Quelle: Wambsgans et al. (2018), nach Laganière et al. (2011).

Ergebnisse

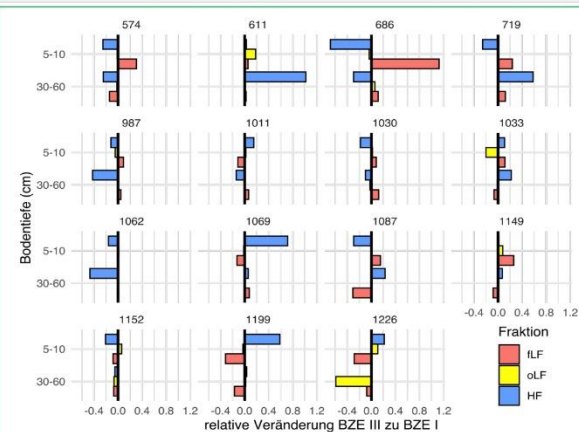


Abb. 3 Relative Veränderung der Masse der drei Fraktionen der organischen Bodensubstanz von BZE III zu BZE I im Ober- (5-10 cm) und Unterboden (30-60 cm) für die 15 Bestände. Positiver Werte bedeuten eine Zunahme im Vergleich zur BZE I, während negative Werte auf eine Abnahme im Vergleich zur BZE I hinweisen.

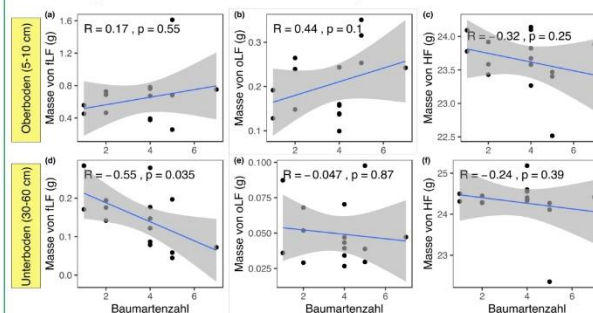


Abb. 4 Beziehung zwischen der Masse der jeweiligen Fraktion im Ober- (a-c) und Unterboden (d-f) und der Baumartenzahl der BZE III-Daten.

Einfluss der Drohnenflughöhe, Bildüberlappung und Sensorauflösung auf die Rekonstruktion von Punktwolken von Wäldern

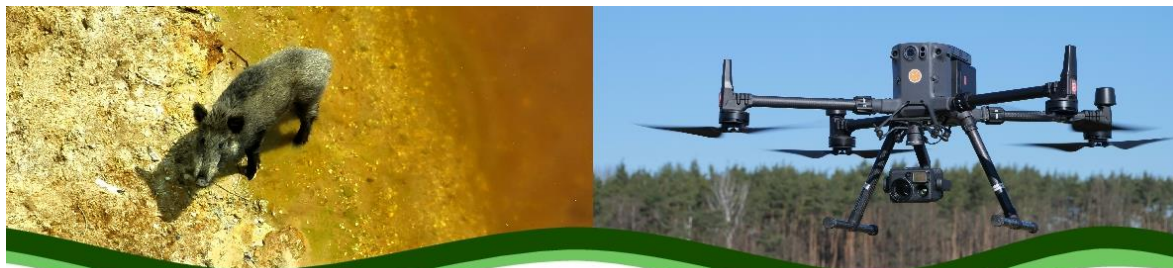
Thomas Seifert ^{1,3}, Erich Seifert ^{3,2}, Stefan Seifert ², Anton Kunneke ³, David Drew ³, Jan van Aardt ⁴, Holger Vogt ⁵

¹ Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Waldwachstum und Dendroökologie, Freiburg, Deutschland; ² Scientes Mondium UG, Altomünster, Deutschland; ³ Stellenbosch University, Department for Forest and Wood Science, Stellenbosch, Südafrika; ⁴ Rochester Institute of Technology, Chester F. Carlson Center for Imaging Science, Rochester, USA; ⁵ Georg-August Universität Göttingen, Department, Institute of Geography, Göttingen, Deutschland

Drohnen sind inzwischen ein relevantes Instrument bei der Waldmessungen im Rahmen der Präzisionsforstwirtschaft. Allerdings fehlten bislang noch Informationen über die optimale Einstellung der Flugparameter und die Wahl der Sensorauflösung zur optimalen Befliegung von Wäldern. Unsere Untersuchung zielte darauf ab, diese Lücke zu schließen, indem sie die Auswirkungen der Drohnenflugparameter (Höhe, Bildüberlappung und Sensorauflösung) auf die Bildrekonstruktion und die erfolgreiche 3D-Punktextraktion untersuchte.

Nachdem Videoaufnahmen anstatt Einzelbilder von Flügen in verschiedenen Höhen genutzt wurden konnten Bilder mit unterschiedlichen Überlappungsraten extrahiert, um hohe Vorwärtsüberlappungen zwischen 91 und 99 % zu erhalten. Die Bildauflösung wurde künstlich verringert, um Sensorauflösungen zwischen 0,3 und 8,3 Megapixeln zu simulieren. Die resultierende Datenmatrix wurde mit kommerzieller Structure-from-motion-Software (SfM) analysiert, um 3D-Punktwolken zu generieren und die Auswirkungen der Drohnenvariablen auf (1) Rekonstruktionsdetails und -genauigkeit, (2) Flugzeiten der Drohne und (3) Rekonstruktionszeiten während der Datenverarbeitung zu verstehen. Die Korrelationen zwischen den Variablen wurden mit einem multivariaten verallgemeinerten additiven Modell (GAM) statistisch analysiert, das auf einer Tensor-Spline-Glättung basiert,

Die Flugzeit hing linear mit der Flughöhe zusammen, während die Verarbeitungszeit hauptsächlich von der Flughöhe und der Vorwärtsüberlappung beeinflusst wurde, die wiederum die Anzahl der verarbeiteten Bilder veränderte. Interessanter Weise ergaben niedrige Flughöhen die höchsten Rekonstruktionsdetails und die beste Präzision, insbesondere in Kombination mit hohen Bildüberlappungen. Interessanterweise war dieser Effekt nichtlinear und stand nicht in direktem Zusammenhang mit der höheren Sensorauflösung in größeren Höhen. Es steht zu vermuten, dass die Bildgeometrie und die hohe Bildfrequenz den SfM-Algorithmus in die Lage versetzen, mehr Punkte auf den Silhouetten der Baumkronen zu erkennen.



Bestimmung der Abundanz von Wildtieren mittels UAV – Erfahrungen aus der Praxis



R. Georgi, R. Friedrich, M. Wehnert-Kohlenbrenner (OGF mbh)

Methodik

- Befliegung außerhalb der Vegetationsperiode und bei geeigneter Witterung
- Flughöhe variiert in Abhängigkeit der Wildtierart (70-120 m)
- Detektion während des Fluges über Wärmebild
- Identifikation über RGB-Kamera mit starkem Zoom im Schwebflug
- Fotos von jedem einzelnen detektierten Stück inkl. Koordinaten



Vollflächige Informationen zu

- Abundanz getrennt nach Wildtierart
- räumlicher Verteilung (Hotspots)
- Alters- und Geschlechterverhältnis (artabhängig)



Nutzungsmöglichkeiten

- Planungsgrundlage für Festlegung von Abschusszielen
- Veränderungsanalyse bei wiederholten Befliegungen (Kontrolle Zielerreichung)
- Monitoring seltener (Wolf, Luchs, Fischotter) und gebietsfremder Arten (Waschbär, Marderhund)
- Vorbereitung von Gesellschaftsjagden, Anlage jagdlicher Einrichtungen



Vorteile des Verfahrens

- vollflächige Taxation bei hohen Flächenleistungen (300-1.500 ha/Tag) und geringem Personalaufwand
- weitestgehend störungs- und stressfrei, kein Betreten der Flächen nötig
- Fotodokumentarischer Nachweis aller Sichtungen
- just-in-time-Auswertung möglich

Tab. 1: Praxiserfahrungen zur Störungsempfindlichkeit / Wahrnehmung der Wildarten gegenüber UAV

Wildart	UAV Wahrnehmung Wild (Höhe 100 m)	Sichtbarkeit IR (Höhe 100 m)	Einschätzung Eignung
Rehwild	kaum	sehr gut	sehr gut
Rotwild	ja	sehr gut	bedingt
Damwild	kaum	sehr gut	sehr gut
Muffelwild	k. A.	sehr gut	k. A.
Schwarzwild	nein	meist gut	gut
Wolf	ja	meist gut	bedingt
Hasen	nein	gut	gut



Abb. 1: Workflow bei einem Auftrag zum Wildtiermonitoring

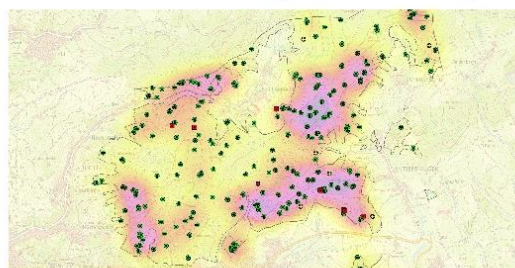


Abb. 2: Auswertung der Befliegung, Fundstellen und Heatmap

Interesse? Fragen? Kontaktieren Sie uns!

<https://drohnenbefliegungen.de>
<https://ogf.de>



Aktualisierung von Waldkohlenstoff-Inventuren mithilfe von UAV-Daten und Einwuchsmodellierung

Updating forest carbon inventories with UAV data and ingrowth modeling

J. Dempewolf¹, H.-J. Klemmt¹, P. Biber², E. Endres³



UAV-Daten und Modellierung erlauben eine effizientere Aktualisierung von Waldkohlenstoff-Inventuren. Dies ermöglicht eine Verringerung der Anzahl terrestrischer Messungen und eine Erhöhung der statistischen Genauigkeit.



1. Einleitung

- **Aktualisierte Wald-Inventurdaten sind notwendig** für Waldbewirtschaftung und Anpassung an Klimawandel
- Traditionelle **terrestrische Waldinventur-Messungen** sind **kostspielig und zeitaufwendig** [2].
- Effizienz der Datenerhebung und statistische Aussagekraft **soll verbessert werden**.



2. Methoden

- **UAV-Befliegung** von 152 CI-2017* Trakten mit 374 Traktecken (Messpunkten) in Südbayern (Schaubild 1).
- **Ermittlung fehlender Bäume** seit 2017 mithilfe von Oberflächenmodellen aus **UAV-Daten** und 3D-Baummodellen aus CI-2017 terrestrischen Messungen (Schaubilder 2, 3 und 4).
- **Modellierung neu in die Winkelzählprobe einwachsender Bäume** aus Inventurdaten (CI-2017; BWI-2) und durchschnittlichem Baumzuwachs (**neues R-Paket ingrowth**) entwickelt von P. Biber².

* CI 2017 = Kohlenstoffinventur 2017 [1]



3. Ergebnisse

- **172 Bäume (5,6 %) ausgefallen** in vermessenen 374 Traktecken zwischen 2017 und 2019.
- **Geringer Zuwachs des Wald-Kohlenstoffvorrats** von 2017 bis 2019 in Südbayern. Das Ergebnis ist aber statistisch **nicht** signifikant (Schaubild 5).



4. Diskussion

- Kombinierte Nutzung von UAV-Daten und Einwuchsmodellierung ist eine **vielsprechende Methodik** für die kurzfristige Aktualisierung von Wald-Inventuren.
- Könnte **Verdichtung des Kohlenstoffinventurnetzes** von 8 x 8 km auf 4 x 4 km **effizienter** machen durch exklusive UAV-Vermessung eines Teils der Inventurpunkte.
- Kann **terrestrische Inventur nicht vollständig ersetzen**, da BHD Messungen mit optischen UAV-Daten nicht möglich sind.



Schaubild 1: Insgesamt 152 CI-2017 Trakte mit 374 bewaldeten Traktecken mit Drohnen in Südbayern befliegen.

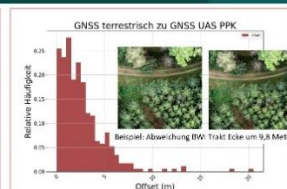


Schaubild 2: Abweichung der terrestrischen Traktkoordinaten aus GNSS und UAV-PPK gemessenen Koordinaten → Manuelle Korrektur



Schaubild 3: Ableitung eines 3D-Modells aus terrestrisch aufgenommenen Inventurdaten BHD** und Baumhöhe. Einfaches 3D-Kegelmodell ist ausreichend für Vergleich mit UAV-LiDAR-Daten zur Detektion fehlender Bäume.

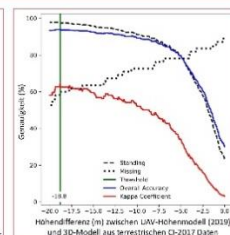
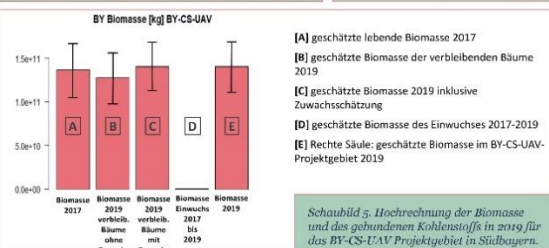


Schaubild 4: Genauigkeit der Detektion stehender und gefällter Bäume, ermittelt mithilfe von Daten der Waldzustandserhebung (WZE).



[A] geschätzte lebende Biomasse 2017
[B] geschätzte Biomasse der verbleibenden Bäume 2019
[C] geschätzte Biomasse 2019 inklusive Zuwachsschätzung
[D] geschätzte Biomasse des Einwuchses 2017-2019
[E] Rechte Säule: geschätzte Biomasse im BY-CS-UAV-Projektgebiet 2019

Schaubild 5: Hochrechnung der Biomasse und des gebundenen Kohlenstoffs in 2019 für das BY-CS-UAV Projektgebiet in Südbayern.

Literatur

- [1] Biedel, T. (2016). Aufbaumessung für die Kohlenstoffinventur 2017 (CI 2017). 1. Auflage, Juli 2016 (Version 1.2)
- [2] M. Kozak, A. Buser and G. Stohr (2014). "Merging National Forest and National Forest Health Inventories to Obtain an Integrated Forest Resource Inventory - Experiences from Bavaria, Sweden and Sweden." *PLoS ONE*, 9 (2014)
- [3] J. Hember, W. Kars, J. Metzer, T. Bask, H. Gaj and N. Gopin. "Accelerating regrowth of temperate-maritime forests due to environmental change." *Global Change Biology*, 19 (2013)
- [4] M. Schulze, J. Veldman, G. Hengeveld, H. Jenttonen, A. Lehtonen, C. Klen, B. Rojano, B. Lertak, A. R. (Bubbidé, H. Peltis, T. Pugh, J. Rodmond, H. Rohrer, Oresten Tempers, J. Vayreda and G. Nahuwa. "Actual European forest management by region, tree species and owner based on 714,000 re-measured trees in national forest inventories." *PLoS ONE*, 15 (2018)

- ¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Abt. 3, Freising
- ² Technische Universität München (TUM), Lehrstuhl Waldbachstumskunde, Freising
- ³ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Fak. Wald und Forstwirtschaft, Freising

Kontakt: Jan Dempewolf
Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF)
Abteilung 3 Waldbau und Bergwald, Freising
jan.dempewolf@lwf.bayern.de

Klimaeinfluss auf die Verbreitung von *Eutypella*-Stammkrebs bei Ahorn

Nicole Burgdorf¹, Susanne Ritter¹, Britta Hausknecht², Ludwig Straßer¹, Andreas Hahn¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Abteilung Waldschutz, Freising, Deutschland; ² Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Abteilung Informationstechnologie, Freising, Deutschland

Seit einigen Jahren tritt in warm-trockenen Regionen Bayerns die Ahorn-Rußrindenkrankheit auf. In südlichen niederschlagsreicheren Bereichen verursacht nun eine weitere eingeschleppte pilzliche Erkrankung Schäden an der Gattung Ahorn. Der durch *Eutypella parasitica* verursachte Stammkrebs hat sich in Wäldern entlang der Isar und im Voralpenraum etablieren können. Das Pathogen nutzt Astabbrüche oder Wunden am Holzkörper als Eintrittspforte. Die Fruchtkörper des Pilzes werden erst nach Jahren gebildet, und die Sporen können dann über lange Zeit freigesetzt werden. Nach langjähriger Entwicklung des Stammkrebses sind konzentrische Krebswucherungen um die Eintrittspforte zu beobachten. Es entsteht ein immer größer werdender Stammkrebs, der zu einer Braunfäule und letztlich zum Stammbruch führt.

Die Waldbefunde von *E. parasitica* erfolgten im Rahmen des Monitorings an über 150 Bäumen (vornehmlich Berg-, Einzelfälle an Spitz- und Feldahorn). Das Pathogen wurde mikroskopisch über die Ascosporen aus den Fruchtkörpern und durch PCR-Diagnostik nachgewiesen. Es konnte eine Verbreitung für *Eutypella*-Stammkrebs über den gesamten Voralpenraum nachgewiesen werden, wobei häufig Wälder in der Nähe von Gewässern betroffen waren. Die Erkrankung wurde im Laufe des Monitorings auch im mittleren Bayern bis auf Höhe der Donau bestätigt. Gewässerferne Waldgebiete, insbesondere in weniger niederschlagsreichen Regionen Bayerns, scheinen bislang weniger betroffen zu sein. Doch wurde in einigen Fällen Stammkrebs-Befall an Ahorn in parkähnlichen Wäldern ohne Gewässernähe festgestellt, die sich in Alpennähe mit hohen Jahresniederschlägen befanden.

Um das Auftreten von Stammkrebs hinsichtlich der Standorts- und Klimaparameter zu untersuchen, wurden im Monitoring die GPS-Koordinaten kontrollierter befallsfreier Ahornwälder aufgenommen. Die Auftretenswahrscheinlichkeit von *Eutypella*-Stammkrebs wurde durch Gegenüberstellung von Befalls- und Negativpunkten mit Hilfe eines logistischen Regressionsmodells berechnet. Dabei konnte ein signifikanter Einfluss des Jahresniederschlags sowie der Jahresdurchschnittstemperatur im langjährigen Mittel von 1991-2020 festgestellt werden. Erhöhte Niederschläge und höhere Temperaturen erhöhten die Auftretenswahrscheinlichkeit von *Eutypella*-Stammkrebs.

10:30 – 12:30

POT/081H

V-25 | Waldschutz V: Sturm und Waldbrände

V-25-01

Kalibrierung des Sturmschadensrisikomodells ForestGALES für deutsche Bestände

Catrin Stadelmann^{1,2}, Line Grottian¹, Marco Natkhin¹

¹ Thünen-Institut, Waldökologie, Eberswalde, Deutschland; ² Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland

Das WINMOL-Projekt kombiniert Methoden zur schnellen Schadensabschätzung nach einem Sturmereignis mit einem Ansatz zur Identifizierung von sturmschadensgefährdeten Gebieten in deutschen Wäldern.

Zur Abschätzung der Sturmschadensvulnerabilität verwenden wir das R-Paket "fgr" des Sturmschadensrisikomodells ForestGALES (FG) und vergleichen die daraus resultierenden kritischen Windgeschwindigkeiten (CWS) mit zwei verschiedenen Datensätzen von Wind- und Böengeschwindigkeiten für extreme Wintersturmereignisse in Deutschland.

Das fgr-Paket enthält eine Vielzahl artenspezifischer Parameterkombinationen. Hiervon ausgehend haben wir für die Baumarten Fichte, Kiefer, Douglasie, Buche und Eiche jeweils 28 artenspezifischen Parameter mit Hilfe statistischer Optimierungsmethoden angepasst, um die beste Parameterkombination innerhalb der bereits verfügbaren Wertebereiche zu finden. Dadurch konnte die Modellierungsgüte für die getesteten Bestände wesentlich verbessert werden. Das Modell FG kann wertvolle Informationen liefern, um Risikobereiche für Sturmschäden zu finden. Wir zeigen, dass für deutsche Wälder die artenspezifischen Parameter so angepasst werden können, dass die modellierten CWS-Schätzungen genauer mit den Schadens-verursachenden Windgeschwindigkeiten übereinstimmen. In Zukunft könnte eine weitere, deterministische artenspezifischen Parametrisierung in FG für deutsche Verhältnisse z.B. aus Baumzugversuchen ergänzend zu den von statistischen Anpassungen zu weiteren Modellverbesserungen führen. Diese Parametrisierungen geben den Nutzer*innen die Möglichkeit, das FG-Modell in weiteren regionalen Zusammenhängen anzuwenden.

V-25-02

Die modellbasierte Sturmschadensvulnerabilität in Abhängigkeit der Bewirtschaftung

Line Grottian¹, Catrin Stadelmann^{1,2}, Marco Natkhin¹

¹ Thünen-Institut, Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² Universität Bayreuth, Bayreuth, Deutschland

Das WINMOL-Projekt kombiniert Methoden zur schnellen Schadensabschätzung nach einem Sturmereignis mit einem Ansatz zur Identifizierung von sturmschadengefährdeten Gebieten in deutschen Wäldern.

Um die Sturmschadensanfälligkeit typischer Bestände unter verschiedenen Behandlungsszenarien zu untersuchen, nutzen wir den Waldwachstumssimulator "Waldplaner" in Kombination mit dem Sturmschadensrisikomodell ForestGALES, das wir an die deutschen Waldverhältnisse angepasst haben.

Die forstwirtschaftliche Software "Waldplaner" wurde von der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt entwickelt und basiert auf der Java-Bibliothek "treeGROSS". Der Waldplaner bietet die Möglichkeit, verschiedene Bewirtschaftungsszenarien für eine größere Anzahl von Beständen zu simulieren und zu vergleichen. Er verwendet einen Einzelbaumansatz und simuliert den Höhen- und Durchmesserzuwachs für einzelne Bäume.

Um die Bandbreite der häufig vorkommenden Bestandestypen in Deutschland abzubilden, haben wir virtuelle, realistische Bestände angelegt. Ertragstafeln dienen als Grundlage für diese "typischen Ausgangsbestände". Ausgehend von jungen Beständen modellieren wir in 5-Jahres-Schritten verschiedene Bewirtschaftungsszenarien. Diese Szenarien variieren dabei z.B. in der Durchforstungsintensität. Für die daraus resultierenden Waldbestände berechnen wir die kritischen Windgeschwindigkeiten (CWS), ab der Entwurzelung oder Stammbruch zu erwarten ist, um die Auswirkungen der verschiedenen Szenarien auf die Sturmschadenanfälligkeit zu vergleichen. Um diese Modellierungsergebnisse für die Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, haben wir ein interaktives, regionales Tool zur Risikobewertung als Internetanwendung entwickelt. In dieser Anwendung können Bestände ausgewählt werden und die jeweiligen CWS mit den statistischen Windbedingungen an den ausgewählten Orten in Verbindung gesetzt werden, um die räumliche Komponente der Sturmschadenanfälligkeit zu bewerten.

V-25-03

Die Ultra-Früherkennung von Waldbränden mit SILVANET

Jürgen Müller, Carsten Brinkschulte

Dryad Networks GmbH, Eberswalde, Deutschland

Hintergrund

Die zukünftige Entwicklung der Waldbrandsituation in der Welt, Europa, Deutschland hängt maßgeblich von der regionalen jahreszeitlichen Entwicklung des Klimas als Folge des globalen Klimawandels ab. Die Brände verursachen schwere Schäden: Es gibt Menschenopfer und Schäden an Flora und Fauna.

Unsere Mission

Entwicklung eines Sensorsystems zur Waldbrandfrüherkennung, das Waldbrände bereits während der Schwelphase erkennt. In der Anfangsphase eines Waldbrandes sind die Temperaturen noch so niedrig, dass es nur zu einer unvollständigen Verbrennung kommt, einem Schwelbrand. Ein Netzwerk von Sensoren soll eingesetzt werden, um den Brand möglichst früh, bereits in der Schwelphase, zu detektieren. Diese ermitteln Änderungen der Gaskonzentration im ppm-Bereich und können so Brände erkennen, bevor ein offenes Feuer entsteht. Die Entwicklung des Verfahrens umfasst eine Früherkennung durch Sensoren und ein Alarmmanagement, das die Reaktionszeit im Katastrophenfall drastisch verkürzt. Dies ermöglicht eine schnelle und kostengünstige Brandbekämpfung und verhindert die Ausbreitung eines Waldbrandes und die teilweise erheblichen Folgeschäden.

Dryad Silvanet - die Komponenten

Das geplante System besteht aus Brandgassensoren (Netzwerkknoten), den Gateways (Netzwerkinfrastruktur), dem Netzwerkservers und einer Online-Cloud-Plattform. Zur Weiterleitung der Alarmmeldung kommunizieren die Sensorknoten drahtlos mit den Basisstationen des Netzwerks (Gateways), die wiederum die Meldung ins Internet übertragen. Im Internet wird die Kommunikation im Netzwerkservers gebündelt und schließlich zur Verarbeitung an die zentrale Online-Plattform weitergeleitet. Die Online-Plattform wertet die von verschiedenen Sensoren empfangenen Informationen aus und sendet Alarmmeldungen, wenn die Analyse der korrelierten Daten auf einen Waldbrand hinweist. Ein speziell für diese Anwendung angepasstes Mobilfunknetz wurde entwickelt und bereitgestellt, das großflächig eine zuverlässige und ausfallsichere Kommunikationsinfrastruktur bietet. Dazu wurden bereits am Markt verfügbare Sensortechnologien weiterentwickelt und in ein entwickeltes Mesh-Gateway-System integriert und über eine entsprechende Cloud verarbeitet. Der konsequente Einsatz stromsparender, langzeitstabiler Technologien gewährleistet einen wartungsarmen Betrieb der Sensornetzwerke mit langer Lebensdauer.

V-25-04

Waldbrände in Deutschland – Bedeutung, Stand und Perspektiven

Michael G. Müller

TU Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Ausgehend vom Wesen und von der Entstehung von Waldbränden in Deutschland werden im Beitrag der aktuelle Stand zu Waldbränden und insbesondere aktuelle Sondersituationen mit größeren Waldbränden bei einer insgesamt abnehmenden Waldbrandlage abgeleitet. Im Zuge des Klimawandels werden oft ansteigende Waldbrandereignisse vermutet, weil die Waldbrandgefahrenstufen öfter höher wären oder länger hoch bleiben. Die Waldbrandstatistiken zeigen aber genau das Gegenteil – abnehmende Waldbrandzahlen und Waldbrandflächen. Der Beitrag wird zeigen, warum ist das so ist und welche Entwicklungen zu erwarten sind. Es werden Wege aufgezeigt, wie es weiterhin gelingen kann, das aktuell relativ geringe Waldbrandniveau zu halten und wie die Sondersituationen gemeistert werden können.

V-25-05

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/006H

V-26 | Bodenkunde I

Stephan Raspe

V-26-01

Einfluss von liegendem Totholz auf die C-Sequestrierung in Waldböden Baden - Württembergs *Quantität und Qualität des organischen Kohlenstoffs und deren Standortabhängigkeit*

Peter R. Stiasny¹, Lisa Rubin ², Heike Puhlmann ², Friederike Lang ¹

¹ Universität Freiburg, Professur für Bodenökologie, Freiburg, Deutschland; ² Forstliche Versuchsanstalt Baden - Württemberg, Abteilung Boden und Umwelt, Freiburg, Deutschland

Totholz kann einen Beitrag zur Anreicherung von organischem Kohlenstoff in Böden leisten. Wenig untersucht ist die Standortabhängigkeit dieser Speicherfunktion. Hierbei meint der Standortbegriff jene Faktoren, die Einfluss auf das Zer – und Freisetzungsgeschehen des Totholzes bzw. des Verbleibs des Kohlenstoffes nehmen. Neben bodenkundlichen Faktoren (pH, Wärmehaushalt etc.) werden zusätzlich biotische Faktoren erhoben, die erstgenannte modifizieren (Baumarten, Bestandesdichte etc.). Letztere sind auch als mögliche anthropogene Steuerungsgrößen von Belang. Auf Grundlage eines Datensatzes von 20 Messplots (mit je 3 bis 4 Totholzstämmen) wird die Anreicherung von organischem Kohlenstoff und deren Abhängigkeit von oben genannten Faktoren betrachtet. Hierzu werden volumengetreue Bodenproben (Stamm/Kontrolle) bis 30 bzw. 60 cm Tiefe entnommen. Es wird der Gehalt an organischem Kohlenstoff analysiert und hieraus der Vorrat bestimmt. Die Analyse erfolgt quantitativ (Stamm – Kontrolle) und qualitativ (Dichtefraktionierung-> Stabilität/Vulnerabilität). Ergänzend werden weitere bodenchemische Parameter (BS, KAK etc.) betrachtet. Die bisherigen Auswertungen zeigen erhöhte C - Gehalte am Stamm, insbesondere oberhalb von hangparallel liegendem Totholz. Dies lässt neben der Freisetzung aus der Holzbiomasse auch auf eine erosionsmindernde/streuakkumulierende Wirkung schließen. Aus Untersuchungen des Projektpartners FVA – BW sind erhöhte Konzentrationen von gelöstem organischem Kohlenstoff im Sickerwasser unter Totholz bekannt. Beide Sachverhalte passen mit einer Erhöhung der leichten Fraktion im Ober- und der schweren Fraktion im Unterboden zusammen. Abnehmende Strahlungsintensität, als Produkt aus Exposition, Hangneigung und Kronenschlussgrad hat einen positiven Effekt auf den Gesamt-Boden-C-Speicher. Gleichzeitig scheint eine dichtere Bestockung, vermutlich durch höhere Streumengen den Totholzeffekt anteilig zu vermindern. Auf Grundlage der Ergebnisse sollen Vorrangflächen, auf denen das Belassen von Totholz einen positiven Effekt auf die Mitigation der Treibhausgasbelastung haben kann identifiziert werden. Die Untersuchung der Kohlenstoffpools kann die Bilanzierung des Ökosystemspeichers gegenüber anderen Nutzungsketten schärfen.

V-26-02

Carbon dynamics in a near-natural beech forest along a moisture gradient – the BENEATH project

Robin Schäfferling¹, Lilli Zeh¹, Patrick Wordell-Dietrich¹, Kenton P. Stutz², Karl-Heinz Feger¹, Karsten Kalbitz¹

¹ Technische Universität Dresden, Institut für Bodenkunden und Standortslehre, Tharandt, Deutschland; ² Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Bodenökologie, Freiburg, Deutschland

Deadwood has important functions in forest ecosystems. It is a biodiversity hot spot, serves as a storage of water and stores 8% of the world's forest carbon. Its influence on soil organic matter and its contribution to the forest soils carbon sink is still uncertain. Our research investigates the extend to which downed beech deadwood influences the stable C pool in the soil of temperate beech forests and how that relationship depends on soil moisture.

The research was conducted in a near natural beech forest near Leipzig and is part of the BENEATH-Project. We sampled three subsites representing a soil moisture gradient. Undisturbed soil cores were taken in three depth up to 30 cm beneath coarse woody debris (CWD) at an advanced stage of decay. Reference soils were sampled at a distance of 2 m. The samples were separated into the free light fraction (F-LF), the occluded light fraction (O-LF) and the heavy fraction (HF) via density fractionation.

We expect significantly higher C stocks in the topsoil under CWD compared to the reference sites. These differences should especially occur in the F-LF and in the O-LF fraction because of a high input of particulate organic matter (i.e. F-LF) by deadwood and a high (micro)biological activity promoting aggregation (i.e. O-LF). We also expect higher amounts of C in the HF under deadwood due to its high input of dissolved organic matter that gets stabilized at the mineral phase of the soil on the long term. That process should be particularly relevant in the subsoil and under wet conditions.

Our results should sharpen the picture of the deadwood's role for long term C stabilization in forest soils and how this process is affected by differences in the soil moisture status. They will give implications for climate mitigation through forest management.

V-26-03

Controls of soil respiration in mixed forests

Julian Brzozon, Helmer Schack-Kirchner, Friederike Lang

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Bodenökologie, Freiburg, Deutschland

Introduction: Soil Respiration (R_{soil}) reflects the second largest CO_2 flux in ecosystems next to photosynthesis. It can account for 60-90% of the total ecosystem respiration. Extreme weather conditions such as drought or heavy rain are expected to occur more frequently under climate change and might mediate temporal and spatial hotspots for the CO_2 production within forest soils. Within the framework of the SFB 1537 "ECOSENSE" our aim is to quantify and explain rarely investigated spatio-temporal patterns of small scale heterogeneity of soil CO_2 fluxes in a mixed forest stand.

Material and Methods: Our forest site is located in southwest of Germany (Ettenheim) and consists dominantly of European beech (*Fagus sylvatica*) and Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) growing on acid soils. For our soil respiration measurements, we are using a new mobile open-bottom chamber with a solid-state CO_2 sensor which is controlled by a Raspberry microcomputer that is started using a smartphone or tablet. Our mobile system can be applied at many places providing a much higher spatial resolution than usually achieved. Spatio-temporal patterns are assessed by repeated sampling of 30-40 plots. The temporal pattern is then analysed using a multiple-mixed regression model that considers not only tree distribution, soil properties but also weather and phenological parameters.

Results: We measured bi-weekly throughout the wintertime (December 2022 – March 2023). Initial analyses showed a positive correlation between R_{soil} and air- and soil temperatures throughout the whole area, with soil temperature as the main controlling factor. A distinct spatial pattern in our model during the winter time is caused by *Pseudotsuga menziesii* and the amount of deadwood.

Outlook: Our results confirm that temporal patterns are crucial for R_{soil} . We will continue our measurements throughout the next year to enhance our model with more information on the impact of extreme events and of seasonality.

V-26-04

Folgen aufeinanderfolgender Trockenjahre für die Wasserverfügbarkeit in Wäldern

Bernd Ahrends¹, Wendelin Weis², Raphael Habel³, Wolfgang Falk², Henning Meesenburg¹, Axel Wellpott²

¹ NW-FVA, Umweltkontrolle, Göttingen, Deutschland; ² LWF, Boden und Klima, Freising, Deutschland; ³ FVA-BW, Boden & Umwelt, Freiburg, Deutschland

Drei aufeinanderfolgende Trockenjahre (2018, 2019, 2020) in Deutschland und weiten Teilen Mitteleuropas führten landnutzungsübergreifend zu gravierenden Einschränkungen hinsichtlich der Wasserverfügbarkeit und unterstreichen die Notwendigkeit von forstlichen Anpassungsmaßnahmen. Während in der Vergangenheit Trockenstressereignisse häufig auf ein Jahr beschränkt waren, zeigte sich für den Zeitraum von 2018-2020 für große Teile Europas eine Häufung an Trockenperioden, die für die letzten Jahrhunderte beispiellos ist. Entsprechend liegen aktuell nur wenige Studien über die Merkmale und Auswirkungen von wiederholten Trockenjahren vor.

Wir haben die jüngsten Trockenjahre (2018-2020) aus einer langfristigen Perspektive der Klimanormalperioden verglichen und dabei lokale Besonderheiten wie Bodenwasserspeicherkapazität und Topographie berücksichtigt. Unsere Trockenstressanalyse basiert auf dem mit dem Wasserhaushaltsmodell LWF-Brook90 ermittelten Transpirationsindex, der als Indikator für Wassermangel durch die Einbeziehung der Bodenwasservorräte sowohl die gegenwärtigen hydro-meteorologischen Bedingungen als auch eine nicht vollständige Auffüllung des Bodenwasserspeichers nach Trockenjahren berücksichtigt. Für Bayern konnte das Jahr 2020 als erstes Jahr in der jüngeren Vergangenheit identifiziert werden, für das trockene Verhältnisse im Vorjahr und eine unzureichende Wiederauffüllung des Bodenwasserspeichers im Winter den Wasserstress im Sommer auf vielen Standorten verstärkte. Vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaänderung muss auch davon ausgegangen werden, dass Dürreereignisse, wie hier für Bayern belegt, in Zukunft häufiger und deutlicher auftreten werden: Die Wahrscheinlichkeit für eine Häufung aufeinanderfolgender Trockenjahre durch höhere Temperaturen und die Zunahme von niederschlagsarmen Perioden wird im Zuge des Klimawandels ansteigen.

V-26-05

Identifizierung organischer Einmischungen und Mineralisierung durch Thermogravimetrie in Waldböden

Ina Krah¹, Kelechi Onuchukwu³, Karsten Kalbitz², Christian Siewert¹

¹ HTW Dresden, Landschaft, Umwelt, Chemie, Dresden, Deutschland; ² TU Dresden, Bodenkunde und Standortslehre, Dresden, Deutschland; ³ HTW Dresden, Bauingenieurswesen, Dresden, Deutschland

Böden sind ein wichtiger Speicher für organischen Kohlenstoff. Diese Bodenfunktion wird durch Umweltfaktoren und Landnutzung beeinflusst. Ein neuer Ansatz betrachtet die Wasserbindung als eine Eigenschaft des organischen Bodenkohlenstoff (Corg) mit potenzieller funktioneller Bedeutung, die durch thermogravimetrischen Fingerabdruck (TF) untersucht werden kann. Die vorliegende Studie zielt darauf ab, die von der TF abgeleiteten Indikatoren für naturnahe Böden zu validieren, indem sie mit Böden unter forstwirtschaftlicher Nutzung verglichen werden. Der Probensatz besteht aus Sandböden aus Kiefern- und Buchenwäldern in Brandenburg und aus landwirtschaftlich genutzten Böden aus Langzeit-Feldversuchen in Bad Lauchstädt. Frische organische Streu und Holzpartikel wurden hinzugefügt, um die Nachweisbarkeit von Veränderungen in der Corg-Zusammensetzung durch thermogravimetrische Analyse, Elementaranalyse und Bodenatmung in Labor-Inkubationsexperimenten zu untersuchen. Der biologische Abbau von holzigen Zusätzen war feuchtigkeits- und temperaturabhängig. Die Zusammenhänge mit und die Veränderungen bei den TF-Indikatoren bestätigten die potenzielle Anwendbarkeit für die Vorhersage der Kohlenstoffmineralisierung unabhängig von der Landnutzung (Land- oder Forstwirtschaft). Wir kommen zu dem Schluss, dass die Thermogravimetrie für die schnelle Quantifizierung des organischen Kohlenstoffs im Boden und seines Umsatzes in Waldböden nützlich ist, auch wenn Informationen über kausale Faktoren für die verwendeten Beziehungen fehlen.

Referenzen

- [1] Krah, I., Kalbitz, K., and Siewert, C.: Influence of organic amendments, moisture content and temperature on carbon mineralization of forest soils, EGU General Assembly 2023, Vienna, Austria, 24–28 Apr 2023, EGU23-16129, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-16129>, 2023.
- [2] Kučerík, J., Demyan, M. S. & Siewert, C., 2016. Practical application of thermogravimetry in soil science: Part 4. Relationship between clay, organic carbon and organic matter contents. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 123(3), pp. 2441-2450.

V-26-06

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/051H

V-27 | Fernerkundung III

Melanie Kirchhöfer

V-27-01

Künstliche Intelligenz für hochaufgelöste Baumartenerkennung (Projekt „KIHBA“)

Steffen Günster¹, Adelheid Wallner¹, Peter Schauer², Nicole Schmeitzner², Bettina Felten²

¹ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Abteilung 1 Informationstechnologie, Freising, Deutschland; ² Industriefanlagen-Betriebsgesellschaft mbH (IABG), Environment Geodata Service, Dresden, Deutschland

Die als Folgen des Klimawandels zunehmend auftretenden klimatischen Veränderungen und sich häufenden Schadereignisse biotischer und abiotischer Art betreffen auch die etwa 2.6 Mio. Hektar bayerischer Wälder direkt. Die Kenntnis verschiedenster Waldparameter ist unerlässlich für die Erfassung und das Monitoring von Veränderungen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Zukunftsfähigkeit und Erhalt der Ökosystemdienstleistungen. Insbesondere die flächendeckende Kenntnis der Baumartenverteilung ist für alle diese Anwendungen von höchster Bedeutung. Aktuell sind diese Informationen jedoch nur für ca. 34% der bayerischen Wälder verfügbar, in weiten Teilen Bayerns stehen dabei nur stichprobenhafte Informationen zur Verfügung.

Um diese Lücke zu schließen, soll im Projekt KIHBA eine auf künstlicher Intelligenz (KI) basierende Methodik zur bayernweiten, automatisierten Klassifikation der Hauptbaumarten (Eiche, Buche, Fichte, Kiefer) auf Basis sehr hochaufgelöster Fernerkundungsdaten entwickelt werden. Zuverlässige, lagegenaue und räumliche hochaufgelöste Referenz- und Trainingsdaten für eine solche Anwendung sind bislang kaum verfügbar. Ein zentraler Punkt des Projekts ist die Erzeugung eines entsprechenden Datensatzes. In einem mehrstufigen Prozess wurden innerhalb von ~800 über Bayern verteilten Untersuchungsgebieten (je 50x50m) durch Luftbildinterpretation ca. 80.000 Baumpositionen in Form von Punkten und zugehörigen Kronen als Polygone manuell erfasst. Dabei wurde die Relevanz von unterstützenden Informationen aus Inventuren wie der Bundeswaldinventur und der Waldzustandserhebung sowie von hochaufgelösten Drohnenbildern deutlich.

Da insbesondere großräumige, sehr hochaufgelöste Fernerkundungsdatensätze zeitliche und radiometrische Inhomogenitäten aufweisen, wurden Deep-Learning Modelle aus dem Bereich der semantischen Segmentierung genutzt. Diese wurden speziell zur Erkennung räumlicher Muster und Strukturen in Bilddaten entwickelt, sodass neben der (inhomogenen) Spektralinformation auch artspezifische Kronen- und Standstrukturen zur Klassifizierung

genutzt

werden

können.

Die bisherigen Ergebnisse zeigen die Komplexität der Baumartenklassifizierung speziell für sehr hochaufgelöste Daten in teils sehr heterogenen Waldstrukturen auf. Zukünftig soll zur Überprüfung der Modellstabilität das KI-Modell auf eine weitere Testregion übertragen werden.

V-27-02

Detektion und Quantifizierung von windgeworfenen Baumstämmen auf UAV-Orthomosaiken

Stefan Reder, Jan-Peter Mund, Nicole Albert

Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Fachbereich Wald und Umwelt, Eberswalde, Deutschland

Sturmereignisse sind für die größten Biomasseverluste in europäischen Wäldern verantwortlich und ihre Zahl wird Prognosen zufolge weiter zunehmen [1]. Auf Primärschäden, die direkt durch die Stürme verursacht werden, folgen Sekundärschäden wie Borkenkäferausbrüche und Bodenverdichtung bei der Beräumung. Aus ökonomischer Sicht entstehen zusätzlich tertiäre Schäden, verursacht durch fallende Marktpreise [2]. Diese sekundären und tertiären Schäden können durch ein optimiertes Krisenmanagement minimiert werden, wenn die Anzahl, räumliche Verteilung und die Dimensionen der geworfenen Bäume bekannt sind und für die Planung der Aufarbeitung und Vermarktung verwendet werden können [3].

Das vorgestellte Verfahren liefert diese Informationen, indem die windgeworfenen Bäume auf UAV-Orthomosaiken automatisch erkannt und quantifiziert werden. Dafür wurde die U-Net-Architektur [4] angepasst, um semantisch segmentierte Stammkarten der Windwurfflächen zu erstellen [5]. Anschließend werden die einzelnen Stämme detektiert, indem die semantischen Stammkarten skelettiert und vektorisiert werden. Dabei werden Heuristiken verwendet, um zusammengehörige Stammsegmente zu verbinden und verdeckte Stammsegmente zu rekonstruieren. Für die Quantifizierung der Stämme werden Durchmessermessungen im Abstand von 25 cm durchgeführt und das Stammvolumen als Summe von Kegelstumpfvolumina berechnet.

Die Trainings- und Referenzdaten wurden in Nordostdeutschland während der Sturmereignissen im Februar 2022 erhoben. Insgesamt wurden 17 geschädigte Fichtenbestände mit UAVs befliegen und Orthomosaiken mit einer Ground Sampling Distance (GSD) < 2 cm erzeugt. Für das Training des U-Net wurden 2.867 Baumstämmen manuell mit Polygonen markiert. Die Validierung der Objekterkennung und -quantifizierung erfolgte durch Stichproben von digital vermessenen Stämmen.

Die semantische Klassifikation des U-Net erreichte einen F1-Score von 91,1% (Präzision: 89,6%, Recall: 92,7%). In der Objekterkennung konnte eine Detektionsrate von 93,7%, bzw. 98,5% erreicht werden, bei einer Detektionsschwelle von 50%, bzw. 25% der Stammlänge. Im Durchschnitt wurde die Länge der Stämme um 17,9% und das Volumen um 3,4% unterschätzt. Aufgrund der hohen Detektionsrate, auch für Einzelwürfe, und der schnellen Verfügbarkeit der Ergebnisse,

stellt die Methode einen entscheidenden Baustein zur Verbesserung des Krisenmanagements dar.

Referenzen

- [1] Forzieri, Giovanni; Girardello, Marco; Ceccherini, Guido; Spinoni, Jonathan; Feyen, Luc; Hartmann, Henrik et al. (2021): Emergent vulnerability to climate-driven disturbances in European forests. In: *Nat Commun* 12 (1), S. 1081. DOI: 10.1038/s41467-021-21399-7.
- [2] Gardiner, Barry; Blennow, Kristina; Carnus, Jean-Michel; Fleischer, Peter; Ingemarson, Frederik; Landmann, Guy et al. (2010): Destructive storms in European forests: past and forthcoming impacts: DG Environment. DOI:10.13140/RG.2.1.1420.4006
- [3] Kühmaier, Martin; Gollob, Christoph; Nothdurft, Arne; Lackner, Maximilian; Stampfer, Karl (2022): Capacity Planning of Timber Harvesting in Windthrow Areas. In: *Forests* 13 (2), S. 350. DOI:10.3390/f13020350.
- [4] Ronneberger, Olaf; Fischer, Philipp; Brox, Thomas (2015): U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation. Online verfügbar unter <https://arxiv.org/pdf/1505.04597>.
- [5] Reder, Stefan; Mund, Jan-Peter; Albert, Nicole; Waßermann, Lilli; Miranda, Luis (2022): Detection of Windthrown Tree Stems on UAV-Orthomosaics Using U-Net Convolutional Networks. In: *Remote Sensing* 14 (1), S. 75. DOI: 10.3390/rs14010075.

V-27-03

Stellschrauben und Potentiale zur Reduktion der Waldbrandvulnerabilität - Ergebnisse aus dem FNR-Projekt "ErWiN"

Anne Gnilke^{1,2}, Tanja Sanders¹

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² University of Bayreuth, Department of Disturbance Ecology and Vegetation Dynamics, Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research BayCEER, Bayreuth, Deutschland

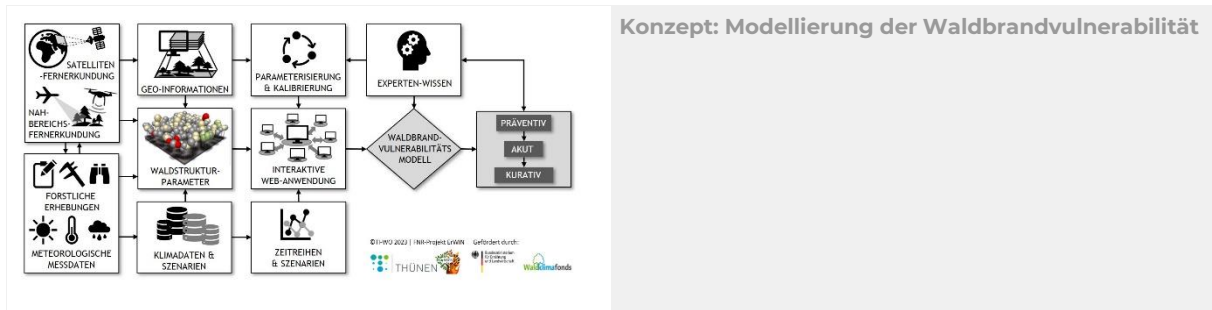
Langanhaltende Hitze und Trockenheit führten in den vergangenen Jahren immer wieder zu einer verschärften Waldbrandgefahr in Deutschland. Wobei Witterung und Topografie großen Einfluss auf die Entwicklung eines Waldbrandes haben, jedoch als gegeben hingenommen werden müssen. Die Vegetation hingegen ist durch die Bewirtschaftung direkt beeinflussbar. Die Waldbewirtschaftung bestimmt die Baumartenzusammensetzung und Struktur der Bestände wodurch die Masse und Feuchtigkeit in der Bodenstreu, der Krautvegetation und des Totholzvorrates beeinflussbar ist.

Es gibt eine Vielzahl von Geodaten und Fernerkundungsprodukten mit Relevanz für die Waldbrandprävention und -bekämpfung, die jedoch in der Regel für sich alleinstehen oder nur eingeschränkt und in unzureichender Auflösung und Qualität verfügbar sind.

So steht der digitale Waldbrandatlas des Bundesamtes für Kartografie und Geodäsie in erster Linie berechtigten Behörden und Organisationen aus dem Bereich des Katastrophenschutzes, der Brandbekämpfung zur Verfügung. Der Deutsche Wetterdienst stellt während der Waldbrandsaison täglich aktualisierte Waldbrandgefahrenprognosen in Form des Waldbrandgefahren-Index (WBI) zur Verfügung, der sich an dem ursprünglich für kanadische Nadelwaldbestände entwickelten, witterungsbasierten Feuer-Wetter-Index (FWI) orientiert.

In dem FNR-Verbundprojekt zur Erweiterung des ökologischen, waldbaulichen und technischen Wissens zu Waldbränden (ErWiN) werden wichtige Grundlagen für den wissenschaftlichen Umgang mit Waldbränden in den Bereichen Waldbau und Waldbrandprävention geschaffen. Am Thünen Institut für Waldökosysteme werden kleinräumige, dynamische Vulnerabilitätskarten entwickelt, welche neben den witterungsbasierten Gefahrenindizes auch lokale Waldstruktur-parameter berücksichtigen. Aus Waldbrandberichten, Fernerkundungsdaten und Feldaufnahmen wurden Informationen zu den Waldbränden der letzten 20 Jahre in Brandenburg systematisch erfasst und unter der Fragestellung, welchen Einfluss Waldstruktur und -zusammensetzung auf die Entwicklung und das Schadausmaß von Waldbränden haben, untersucht. Für Untersuchungen zum Einfluss der Bestockung auf die relative Brennstofffeuchte wurden auf der Intensivmonitoringfläche Britz Holzfeuchtesensoren

an 3 Standorten (Buche, Kiefer, Freifläche) installiert und die Messreihen von März 2021 bis Dezember 2022 ausgewertet. In Anlehnung an das vom Copernicus Emergency Management Service verwendete Konzept zur Klassifizierung der Waldbrandvulnerabilität wurde ein Expert-Knowledge basiertes Vulnerabilitätsmodell entwickelt.



V-27-04

Luftbildbasierte Erfassung der historischen und aktuellen Vitalitätsentwicklung von Eschen – Kronenzustandserfassung in Zeiten des Eschentriebsterbens

Philip Beckschäfer¹, Melanie Kirchhöfer², Petra Adler², Kai Jütte³, **Facundo Ponce de Leon**¹

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldschutz, Sachgebiet Fernerkundung & GIS, Göttingen, Deutschland; ² Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland; ³ Landesforst Mecklenburg-Vorpommern - Anstalt des öffentlichen Rechts- (LFOA), Forstplanung, Versuchswesen, Forstliche Informationssysteme, Schwerin, Deutschland

Die Symptome, die das Eschentriebsterben (ETS) an Eschen verursacht, manifestieren sich u. a. in den strukturellen Eigenschaften der Krone. Die Belaubung nimmt ab, die Krone erscheint transparenter, der Kronenrand löst sich auf und der Totastanteil erhöht sich (Abb. 1). Diese strukturellen Eigenschaften lassen sich mittels Luftbilddaten erfassen, sodass anhand historischer und aktueller Luftbilder die Dynamik der Ausbreitung der ETS-Symptome nachvollzogen, sowie die akute Entwicklung überwacht werden kann. Insbesondere die stereoskopische Luftbilddatenauswertung ermöglicht ein detailliertes Kronenzustandsmonitoring. Ein solches Monitoring muss jedoch nach einem standardisierten Verfahren erfolgen und die Eigenschaften der Luftbilddaten berücksichtigen, um qualitativ hochwertige und vergleichbare Daten zu erzeugen. Auf Grundlage zweier neuerarbeiteter Luftbildinterpretationsschlüssel zur Identifikation von Eschen (a) und zur Ansprache des Kronenzustands (b) wurde ein Verfahren entwickelt, das eine Erfassung der ETS-Symptome ermöglicht. Dieses standardisierte Verfahren wurde genutzt, um anhand historischer, digitaler Luftbilddaten Zeitreihen zu erstellen und die Entwicklung des Kronenzustands in Raum und Zeit zu analysieren. Idealerweise werden Luftbilddaten verwendet, die zum Höhepunkt der Vegetationszeit (Mitte Juni – Mitte August) aufgenommen wurden. Die geometrische Auflösung sollte mindestens 20 cm betragen. Besser auswertbar sind jedoch höher aufgelöste Daten mit 10 bis 4 cm Auflösung. Auch hat sich gezeigt, dass die Interpretationsergebnisse robuster sind, wenn Luftbilddaten mehrerer Jahre zur Verfügung stehen, sodass die Entwicklung verschiedener Aspekte der Kronenstruktur berücksichtigt werden kann. Vergleiche zwischen terrestrischen und luftbildbasierten Kronenansprachen zeigen mitunter Abweichungen bei der Einstufung der Kronenzustände. Dieses ist in der unterschiedlichen Beobachtungsperspektive, den unterschiedlichen Interpretationsschlüsseln und den Merkmalen die angesprochen werden können begründet. Trotz der Abweichungen zwischen terrestrischem und luftbildbasiertem Kronenzustandsmonitoring empfiehlt sich das Luftbildverfahren aufgrund seiner hohen

Flächenleistung zur schnellen und großräumigen Erfassung eines solch rapiden Fortschreitens des ETS, wie wir es derzeit beobachten.



V-27-05

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/112H

V-28 | Forsttechnik, Verfahrenstechnik III

Thomas Purfürst

V-28-01

Einführung

V-28-02

Ressourceneffizienz und Zeitaufwand bei der vollmechanisierten Buchenholzernte mit Harvesteraggregat mit Top-Säge

Benjamin Engler, Gwendolin Hartmann , Hans-Ulrich Dietz , Thomas Purfürst

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Professur für Forstliche Verfahrenstechnik, Freiburg, Deutschland

Im Einklang mit der EU-Forststrategie, die darauf abzielt, die biologische Vielfalt der Wälder zu vergrößern und gleichzeitig erneuerbare Ressourcen wie Holz stärker zu nutzen, kommt der Ressourceneffizienz eine immer größere Bedeutung zu. Die Aufarbeitung des Stammes von Laubbäumen mit herkömmlichen Cut-to-Length Harvesteraggregaten wird oft durch große Äste oder Gabeln eingeschränkt, die eine Vorwärtsbewegung des behindern. Während der Entastung und Sortimentierung mit herkömmliche Harvesteraggregaten mit nur einer Bottom-Säge, bleibt aufgrund der Höhe des Harvesteraggregats ein Teil des wertvollen Stammholzes ungenutzt. Die vorgestellte Studie in Hessen, Deutschland, analysiert die Arbeitszeit und das Produktionsvolumen bei der Ernte von Buchenholz mit einem Harvester. Das Aggregat des Waratah H415 ist mit einer speziell angefertigten zusätzlichen Top-Säge ausgestattet, um kurz unterhalb von Ästen oder Gabeln den Trennschnitt ansetzen zu können. Eine Zeitstudie wurde durchgeführt, um zeitaufwendige Arbeitselemente zu ermitteln. Parallel wurden die Daten des Harvester-Bordcomputers analysiert, um die Ressourceneffizienz, das Volumen und die Wertschöpfung pro Arbeitszeit zu bewerten.

V-28-03

Entwicklung und Erprobung eines Fällkopfes für eine leicht Forstraupe

Joern Erler, **Christian Knobloch**

TU Dresden, Prof. f. Forsttechnik, Tharandt, Deutschland

Bei der motormanuellen Holzernte (durch einen Waldarbeiter mit einer Kettensäge) kommt es jedes Jahr zu tödlichen Unfällen; durch den fallenden Baum selbst, aber auch durch herunterfallende Kronenteile. Die Alternative ist das mechanisierte Fällen von Bäumen mit einem Holzernteaggregat eines Harvesters, das jedoch mit dem meist 10 Meter langen Kran an den zu fällenden Baum positioniert werden muß. Aus der Kranreichweite schlußfolgert das Befahrungssystem aus parallelen Rückegassen im Abstand von 20 Metern. Zudem benötigt der Harvester eine Eigenmasse von etwa 20 Tonnen, mit der er den Waldboden verdichtet. Die Anforderung, Bäume mechanisiert zu fällen und den Abstand zwischen den Rückegassen zu vergrößern, erfordert eine Lösung zum Fällen von Bäumen mit einer kleinen, leichten Maschine. Gemeinsam haben die Pfanzelt Maschinenbau GmbH und die Professur für Forsttechnik der Technischen Universität Dresden ein Projekt durchgeführt, bei dem ein kompakter, neuartiger Fällkopf entwickelt wurde, der mittels eines Manipulationsarmes an der bestehenden Forstraupe „Moritz FR70/75“ befestigt ist. Dieser Fällkopf imitiert mit einem hohen Automatisierungsgrad die klassische motormanuelle Fälltechnik auf mechanische Weise. Auch wenn diese Maschine mit höheren Systemkosten arbeitet, ist sie deutlich schneller und präziser als die motormanuelle Variante. Das Funktionsprinzip des Fällkopfes wurde mit Hilfe von Prototypen und Einzelversuchen an der TU Dresden, Professur für Forsttechnik, entwickelt, patentiert, konzipiert und optimiert. Danach wurde sie von der Firma Pfanzelt konstruiert, gefertigt und steuerungstechnisch automatisiert. Mit dem Prototyp wurden mehr als 100 Nadelbäume mit einem Fälldurchmesser bis 50 cm sicher und problemlos gefällt. Eine Vergrößerung des Fälldurchmessers bis 80 cm ist ohne relevante Eigenmassenzunahme möglich. Die Einbindung in Ernteprozesse sowie die Auswirkungen auf die Nutzung in den Waldbeständen wurden eingehend analysiert. Das Projekt hat gezeigt, dass es möglich ist, Bäume mit einer Maschine vollmechanisiert und sicher zu fällen, die etwa ein Zehntel des Eigengewichts eines konventionellen Harvesters aufweist.



Fällraupe Pfanzelt - TU Dresden

Referenzen

- [1] Bade, C., 2022 "Produktivitätsstudie eines neuartigen Fällaggregates an einer Forstraupen", Bachelor-thesis, Technische Universität Dresden, Tharandt
- [2] Michels, L., 2017, "Die Ermittlung von Unfallschwerpunkten in der Forstwirtschaft", Promotion, Technische Universität Dresden, Tharandt
- [3] Mederski, P.S., Schweier, J., Āuka, A., Tsioras, P., Bont, L.G., Bembenek, M., 2022, "Mechanised Harvesting of Broadleaved Tree Species in Europe", Curr Forestry Rep. <https://doi.org/10.1007/s40725-021-00154-7>
- [4] Berendt, F., Fortin, M., Suchomel, C., Schweier, J., 2018, "Productivity, costs, and selected environmental impacts of remote-controlled mini forestry crawlers", Forests, 9(10), 591. <https://doi.org/10.3390/f9100591>

V-28-04

EXOSKELETTE BEI DER REICHHÖHENÄSTUNG – ERGEBNISSE EINER PILOT STUDIE

Marius Kopetzky, Henrik Brokmeier, Dirk Jaeger

Georg-August-Universität Göttingen, Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie, Göttingen, Deutschland

Die manuelle Waldarbeit ist körperlich anstrengend und birgt Risiken für Muskel-Skelett-Erkrankungen. Als Mittel zur Unterstützung von Forstwirten bei manuellen Tätigkeiten, werden an der Universität Göttingen bisher industrieorientierte passive Exoskelette auf ihre Eignung untersucht. Es hat sich gezeigt, dass sie das Potenzial haben, die Muskelbelastung bei verschiedenen Aufgaben in Labor- und Industrieumgebungen zu reduzieren. Daher wurde eine Pilotstudie durchgeführt, um das Potenzial eines schulterunterstützenden passiven Exoskeletts bei Wertästungen an Douglasien (*Pseudotsuga menziesii* Franco) zu untersuchen.

Drei Forstwirte führten mit einer elektrischen Astschere F3015 von INFACO Wertästungen bis zur Reichhöhe in einem 20-jährigen Douglasien-Bestand durch. Die Forstwirte wurden abwechselnd mit und ohne ein schulterstützendes passives Exoskelett ausgestattet. Um die Wirkung des Exoskeletts auf die Teilnehmer zu untersuchen, kam die Ergospirometrie zum Einsatz, bei der Atemvolumen, Sauerstoffverbrauch und Kohlenstoffdioxidabgabe je Zeiteinheit sowie die Herzfrequenz mit einem Polar-Brustgurt gemessen wurden. Darüber hinaus wurden die elektromyografischen (EMG) Signale von drei Schultermuskeln (vorderer Deltoideus (AD), mittlerer Deltoideus (MD) und oberer Trapezius (UT)) erfasst.

Der Zeitbedarf pro Baum lag zwischen 1,4 und 3,6 Minuten, jedoch ohne signifikante Unterschiede bei Durchläufen mit oder ohne Exoskelett. Auch die kardiovaskuläre Belastung scheint durch die Verwendung des Schulterexoskeletts nicht beeinflusst worden zu sein. Obwohl Unterschiede in der Herzfrequenz und im Sauerstoffverbrauch festgestellt wurden, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Durchläufen mit und ohne Exoskelett.

Die EMG-Signale zeigten signifikante Unterschiede bei Verwendung des Exoskeletts im Vergleich zur Referenz, obwohl nicht alle eine Verringerung der Muskelbelastung anzeigten. Bei AD und MD wurden reduzierte Muskelaktivitäten festgestellt, die bei allen Teilnehmern zwischen 3 und 42 % bei AD und 12 und 32 % bei MD lagen. Bei zwei Teilnehmern wurde auch eine geringere Muskelanspannung bei UT festgestellt (9 % und 16 %). Ein Forstwirt schien jedoch durch die Verwendung des passiven Exoskeletts eine zusätzliche Belastung des UT erfahren zu haben.

V-28-05

Entwicklung eines optisch basierten Systems zur qualitativen und quantitativen Zustandserfassung von Waldwegen (CONTURA)

Nils Fischer

Fachhochschule Erfurt, FR Forstwirtschaft, Erfurt, Deutschland

Der Klimawandel und seine Folgen beeinflussen unsere Wälder maßgeblich. Großschadereignisse, wie sie in den letzten Jahren häufig vorzufinden sind, prägen vielerorts nicht nur das Landschaftsbild, sondern auch die Bewirtschaftung unserer Wälder. Wo bisher planmäßig Holzernte betrieben wurde, verursachen Kalamitäten den Anfall großer Mengen Schadholz, die schnellstmöglich aufgearbeitet und aus dem Wald transportiert werden müssen. Diese temporär hohen Befahrungsintensitäten erfordern eine gut ausgebaute Infrastruktur und regelmäßige Instandhaltung. Dem voraus gehen eine turnusmäßige Wegezustandserfassung und Maßnahmenplanung, welche in den Forstbetrieben hierzulande meist durch Forstfachpersonal bewerkstelligt wird. Insbesondere die Wegezustandserfassung bindet Personalkosten und Arbeitsstunden und ist menschlich bedingt subjektiv gefärbt. Die fortschreitende Digitalisierung bringt in allen Bereichen der Forstwirtschaft neue Innovationen hervor, die ein effizienteres Arbeiten ermöglichen, so auch im forstlichen Wegebau. Die Fachhochschule Erfurt entwickelt zusammen mit der TU Ilmenau und fünf Praxispartnern ein multimodales Sensor- und Kamerasystem, welches in der Lage ist, Körper, Gräben und Lichtraumprofil eines Waldweges ganzheitlich und georeferenziert aufzunehmen. Auf Basis von KI werden die generierten Daten prozessiert, ausgewertet und in Wegezustandsklassen ausgegeben. Der Anwender bekommt sein Wegenetz den Zuständen entsprechend kartografisch dargestellt und gewinnt einen Überblick über die Qualität seiner Infrastruktur. Lösungsansätze zum bestmöglichen Erhalt des Wegenetzes sowie Mengen- und Kostenkalkulation unterstützen ihn bei der Planung von Instandhaltungsmaßnahmen. Herausforderungen des Projektverbundes sind dabei unter anderem die Etablierung eines allgemeingültigen Bewertungsstandards, die vollständige Erfassung des Weges bei unterschiedlichsten äußeren Einflüssen, die kontinuierliche Gewährleistung der Georeferenzierung, die Verarbeitung der gewonnenen Daten und das Training des künstlich neuronalen Netzes. Ziel des von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe geförderten Projektes CONTURA ist der Aufbau eines voll funktionsfähigen Demonstrators.

V-28-06

NUTZUNG DIGITALER WALDWEGEZUSTANDSDATEN FÜR EIN EFFIZIENTES WALDWEGEMANAGEMENT

Ferréol Berendt¹, Felipe de Miguel Diez¹, Ina Ehrhardt², Tobias Cremer¹

¹ Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), Forstnutzung und Holzmarkt, Eberswalde, Deutschland; ² Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, Logistik und Fabriksysteme, Magdeburg, Deutschland

Eine kontinuierliche Instandhaltung ist essentiell, um die ganzjährige Befahrbarkeit von Waldwegen als Voraussetzung für die Holzbereitstellung zu gewährleisten. Bislang erfolgt die Planung und Umsetzung von Wegeunterhaltungsmaßnahmen überwiegend auf Basis von gutachterlichen visuellen, und damit subjektiven, Schadensklassifizierungen. Deshalb werden Anstrengungen unternommen, innovative Technologien (Sensortechnik) einzuführen. Die daraus abgeleiteten objektiven Schadensklassifizierungen können anschließend mit wenig Aufwand für z. B. das Waldwegemanagement, Routing oder Waldbrandmanagement genutzt werden. Projektziel von IntelliWay ist es deshalb, Möglichkeiten und Ansätze zur Nutzung digitaler Waldwegezustandsdaten zu entwickeln und in die Praxis umzusetzen.

Die Nutzung der Waldwege beschränkt sich nicht auf die Akteur*innen der Holzbereitstellungskette; stattdessen werden Waldwege auch z. B. von Erholungssuchenden frequentiert. Aus diesem Grund ist es wichtig, möglichst alle Interessensgruppen an der Entwicklung neuartiger Nutzungsmöglichkeiten von digitalen Waldwegezustandsdaten zu beteiligen. Daher wurden 30 semi-strukturierte, qualitative Interviews mit einem breiten Spektrum von Interessensgruppen (Waldbesitz, Fuhrunternehmen, Jagdverband, Wanderverein, Naturschutzorganisationen...) geführt.

Die Befragten wurden zu i) ihren Anforderungen an Waldwege und deren Instandhaltung, ii) digitalen Zustandsdaten von Waldwegen und iii) möglichen Anwendungen dieser Daten befragt. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf den Qualitätsanforderungen solcher Waldwegezustandsdaten. Von Interesse für die Entwicklung potenzieller Geschäftsmodelle waren Antworten bezüglich der Bereitschaft, die Waldwegezustandsdaten selbst zu erheben bzw. zu erwerben sowie die dazugehörigen Rahmenbedingungen und Zahlungsbereitschaften. Die Auswertung der Interviews zeigte, dass es sinnvoll und nützlich sein kann, alle Nutzergruppen, die bisher selten in das Waldwegemanagement eingebunden sind, einzubeziehen. Das große Interesse an digitalen Waldwegezustandsdaten dieser Nutzergruppen könnte zur Schaffung neuer Einnahmequelle für Waldbesitzer*innen genutzt werden. Als relevante Voraussetzungen für eine Beteiligung an der Datenerhebung wurde insbesondere eine Datenerhebung mit geringem Aufwand und robusten Geräten genannt. Als Haupthindernisse für die Umsetzung solcher Nutzungsmodelle wurden v.a. fehlendes Fachpersonal, mangelnde

Zahlungsbereitschaft einzelner Beteiligter und rechtliche Fragestellungen genannt. Abschließend zeigte sich, dass eine grundsätzliche Zahlungsbereitschaft zu erkennen ist, diese jedoch stark schwankt und vom gewählten Abrechnungsmodus abhängig ist.

V-28-07

Diskussion

10:30 – 12:30

POT/151H

V-29 | Forstökonomie I: Ökonomie des Kleinprivatwaldes

Markus Dög

V-29-01

Begrüßung

Markus Dög

Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Deutschland

V-29-02

Anwendung des typischen Betriebsansatzes in der Forstwirtschaft: eine Pilotstudie zur Erfassung wirtschaftlicher Kennzahlen im Kleinprivatwald in fünf europäischen Ländern

Mario Peters, Lydia Rosenkranz, Björn Seintsch

Thünen-Institut, für Waldwirtschaft, Bergedorf, Deutschland

In der EU ist die Forstwirtschaft als Lieferant von Holz und anderen Ökosystemleistungen eine wichtige Beschäftigungs- und Einkommensquelle und hat eine hohe ökologische, soziale und kulturelle Bedeutung. Etwa 50 % der europäischen Waldfläche wird von privaten Waldbesitzern bewirtschaftet. Kleinprivatwaldbesitzer mit weniger als 20 ha Wald machen hierbei etwa 33 % der gesamten Waldfläche im Privatbesitz aus (Hirsch et al. 2007). In Folge des Bedarfs zur Anpassung der Waldbewirtschaftung an den Klimawandel sowie steigender gesellschaftlicher Ansprüche steht der europäische (Klein-)Privatwald vor großen Herausforderungen.

Für evidenzbasierte politische Entscheidungen kommt Kenntnissen zur wirtschaftlichen Situation der Kleinprivatwaldbetriebe eine hohe Bedeutung zu. Bislang liegen in vielen EU-Mitgliedsländern jedoch keine oder nur wenige Betriebskennzahlen zur Waldbewirtschaftung im Kleinprivatwald vor. Des Weiteren sind die wenigen existierenden Kennzahlen kaum international vergleichbar. Vor diesem Hintergrund ist die Erhebung und vergleichende Analyse von ökonomischen Kennzahlen der forstwirtschaftlichen Produktion im Kleinprivatwald von großer Bedeutung. Hierfür ist ein EU-weit harmonisierter Ansatz zur Datenerhebung im Kleinprivatwald notwendig, der bislang noch nicht existiert.

In einer Pilotstudie wurden daher im Verbundforschungsprojekt „Valorising small scale forestry for a bio-based economy (ValoFor)“ erstmalig Produktionskennzahlen zu Kleinprivatwaldbetrieben in Deutschland, Finnland, Österreich, Schweden und Slowenien mit einem modifizierten „typischen Betriebsansatz“ erfasst. Für jedes Land wurde ein typischer Kleinprivatwaldbetriebe mit typischen Bewirtschaftungsmaßnahmen und typischen wirtschaftlichen Kennzahlen durch eine eingehende Literaturanalyse und vertiefte Experteninterviews abgebildet. Auf dieser Basis wurden erstmals vergleichbare Kennzahlen für die Waldbewirtschaftung im Kleinprivatwald in den fünf Partnerländern abgeleitet. Es konnte festgestellt werden, dass im Jahr 2021 die höchsten Holzerlöse im typischen KPW-Betrieb in Österreich erzielt wurden (66 €/m³). Dahinter folgte Deutschland mit 57 €/m³. Für die typischen Betriebe in Finnland, Schweden und Slowenien wurden Holzerlöse von 41 - 42 €/m³ errechnet. Mit dem Ansatz des „typischen Forstbetriebes“ könnten forstökonomische Folgenabschätzungen für EU-Politikprozesse mit vergleichsweise geringem Aufwand realisiert werden.

Referenzen

- [1] Hirsch, H.; Krotkov, A.; Wilnhammer, M. 2007, 'Private forest ownership in Europe', Unasylva (FAO) 228 (Vol.58), S.23-25

V-29-03

Wie aufwendig ist es Wald in Deutschland zu besitzen und zu bewirtschaften? – eine empirische Studie zu Transaktionskosten von Kleinprivatwald aus Perspektive des Waldeigentums

Gundula von Arnim, Amelie von Behren , Bernhard Möhring

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Forstökonomie, Göttingen, Deutschland

Waldnutzungspotenziale im Kleinprivatwald werden häufig nicht ausgeschöpft was oft auf unterschiedliche Zielsetzungen der neuen urbanen Waldbesitzenden und dem nicht-bäuerlichen Kleinprivatwald zurückgeführt wird. Dieses Verhalten könnte auch mit Transaktionskosten erklärt werden. Transaktionskosten entstehen für Information, Planung, Organisation und Kontrolle bei der Waldbewirtschaftung und dem Holzverkauf und gehören zu jeder wirtschaftlichen Tätigkeit. Sie sind jedoch spezifisch, individuell und schwer zu ermitteln - insbesondere für den Kleinprivatwald. Die Anwendung der Transaktionskostentheorie auf die Kleinprivatwaldbewirtschaftung kann neue Erklärung und damit ggf. auch Lösungen für die Mobilisierung der Waldbesitzenden eröffnen. Ziel der im Rahmen des FNR-geförderten Projektes „Institutionenökonomische Analyse und Ansätze zur Verbesserung der Organisation und Bewirtschaftung im Kleinprivatwald (InA-PW)“ durchgeführten Untersuchung, ist es, Transaktionskosten für den Privatwald zu definieren, ihre Auswirkungen auf die Entscheidungsfindung bei der Waldbewirtschaftung zu bewerten und sie empirisch zu schätzen. Zunächst wurde mittels Literaturrecherche und Expertenbefragungen ein Konzept zur Abschätzung der Transaktionskosten im Kleinprivat entwickelt. Anschließend wurde ein Modell für Ernteentscheidungen erstellt, um die Auswirkungen und den Zusammenhang zwischen Transaktionskosten und dem Verhalten von Waldbesitzenden abzuschätzen. Schließlich wurde eine Online-Befragung durchgeführt, um empirische Daten zu Transaktionskosten bei Privatwaldbesitzenden in Deutschland zu erheben.

Die Literaturanalyse zeigt den Bedarf an empirischen Daten zu Transaktionskosten. Die Implementierung von Transaktionskosten in das Entscheidungsmodell führt zu einem erkennbaren Effekt auf die ökonomisch optimale Lösung. Steigende Transaktionskosten reduzieren die Eingriffshäufigkeit und können im Extremfall einen Nutzungsverzicht begründen. Die Interviews deuten darauf hin, dass eine geordnete und regelmäßige Routine bei der Bewirtschaftung, eine größere Waldfläche pro Waldbesitzenden und Maßnahme und die Auslagerung an externes Fachpersonal insgesamt zu geringeren Transaktionskosten für die Waldbesitzenden führen. Im Gegensatz dazu führen Faktoren wie kleinere Waldflächen, eine geringe forstliche Ausbildung und eine Do-it-yourself-Mentalität zu höheren Transaktionskosten.

Diese Studie unterstreicht die Bedeutung der Senkung von Transaktionskosten und die Verbesserung der forstlichen Infrastruktur und Vernetzung als Anreiz zur Aktivierung der Potentiale des Kleinprivatwaldes.

V-29-04

Auf der Suche nach effizienten überbetrieblichen Kooperationen im deutschen Kleinprivatwald - Eine vergleichende Institutionenanalyse

Johanna Heinemann, Markus Dög , Bernhard Möhring

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Forstökonomie, Göttingen, Deutschland

Die Relevanz der Holzbereitstellung im Kleinprivatwald (< 20 ha Waldbesitz) nimmt aufgrund der steigenden Holznachfrage zu. Da diese Wälder einen Anteil von 24 % der Gesamtwaldfläche in Deutschland besitzen, besteht hier ein hohes Nutzungspotenzial. Zudem verstärkt sich die Relevanz von Aspekten des Waldschutzes und der Klimaanpassung in Zeiten des Klimawandels. Für diese Aufgaben ist ein forstliches Management nötig. Die Bewirtschaftung von Kleinprivatwald ist jedoch häufig mit Herausforderungen verbunden, wie Schwierigkeiten aufgrund von Kleinflächigkeit, Zersplitterung und nicht vorhandenen Fachwissens. Für die Überwindung dieser Probleme werden Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse als ein Lösungsansatz gesehen.

Auch diese Organisationen stehen vor Herausforderungen: Hohe Kosten der Bewirtschaftung durch Kleinflächigkeit, Personalmangel und Generationswechsel im Ehrenamt erschweren beispielsweise die gemeinsame Bewirtschaftung. Solche Organisationsformen sind daher als nachhaltige Geschäftsmodelle in Frage zu stellen, da diese sich oftmals nicht allein durch ihr wirtschaftliches Handeln finanzieren können.

Es stellt sich somit die Frage, wie effiziente Strukturen in Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen aussehen, die die Kosten der Organisation bei der Bewirtschaftung minimieren.

Mittels Ansätzen der Neuen Institutionenökonomik – Transaktionskostentheorie werden anhand von Aufbau und Abläufen effiziente institutionelle Arrangements identifiziert. In einer vergleichenden Institutionenanalyse werden in der Realwelt existierende institutionelle Arrangements anhand ihrer Transaktions- und Produktionskosten unter anderem für den Prozess der Holzbereitstellung miteinander verglichen und Rückschlüsse auf die Effizienz der Organisationen gezogen. Dazu werden qualitative Interviews mit einem halbstrukturierten Leitfaden mit Entscheidern in Forstbetriebsgemeinschaften geführt und durch Prozessanalysen hinsichtlich ihrer Transaktions- sowie Produktionskosten ausgewertet.

Erste Ergebnisse aus qualitativen Experteninterviews in Forstbetriebsgemeinschaften zur Entwicklung der Methodik zeigen, dass durch die Veränderung des institutionellen Arrangements Transaktionskosten beeinflusst und Prozesse und Institutionen effizienter gestaltet werden können.

Besondere Stärke ist der neuartige Ansatz durch Kombination der Analyse von Transaktions- und Produktionskosten und deren Wechselspiel anhand der Betrachtung gesamter Prozessketten.

Die gewonnenen Erkenntnisse bieten Ansatzpunkte zur effizienten Gestaltung von Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen zur Holzbereitstellung im Kleinprivatwald.

V-29-05

Die Auswahl von Beratungsdienstleistern durch Kleinprivatwaldeigentümer: Eine deutsche Fallstudie

Johannes Stockmann, Kristin Franz, Björn Seintsch

Johann Heinrich von Thünen Institut, Institut für Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland

In Europa sind fast 90% der Privatwälder kleiner als 10 ha [4]. In Deutschland machen die Kleinprivatwaldeigentümer mit einer Eigentumsgröße < 20 ha etwa 95 % aller Privatwaldbesitzer aus [3]. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass diese Personengruppe nicht als homogen angesprochen werden kann und in ihren Zielen und Lebensstilen vielfältig ist [5]. Der gesellschaftliche Strukturwandel hat dazu geführt, dass es den Waldbesitzern zunehmend an Zeit, Kompetenz und Ausstattung für die Waldbewirtschaftung fehlt. Insbesondere Waldeigentümer besonders kleiner Flächen verfügen oft über weniger Fachwissen und keine forstliche Ausbildung zur Durchführung waldbaulicher Tätigkeiten, was zu einer eingeschränkten oder fehlenden Waldbewirtschaftung führt [5]. Dies gefährdet nicht nur die individuellen Ziele der Waldbesitzer, sondern auch gesellschaftliche Ziele wie die Nachfrage nach verschiedenen Ökosystemleistungen des Waldes. Forstliche Beratungsdienste spielen eine wichtige Rolle bei der Unterstützung der Waldbesitzer in ihren Bewirtschaftungsentscheidungen [1]. Während zahlreiche Studien den positiven Einfluss von Beratungsdiensten auf die Waldbewirtschaftung belegen, gibt es vor allem in Europa nur wenige Erkenntnisse über die Faktoren, die die Entscheidung von Kleinprivatwaldbesitzern zur Nutzung von Beratungsdiensten beeinflussen [2]. Im Rahmen einer empirischen Studie sollen zum einen relevante Einflussfaktoren auf die Bereitschaft zur Inanspruchnahme von Beratungsleistungen im Allgemeinen identifiziert werden. Zum anderen werden die Entscheidungsfaktoren für die Wahl zwischen öffentlichen und privaten Anbietern analysiert. Die Ergebnisse zeigen, dass die generelle Entscheidung für eine zukünftige Beratung vor allem von ökonomischen und ökologischen Merkmalen des Forstbetriebes abhängt. Dagegen sind soziodemographische Merkmale der Waldbesitzer sowie institutionelle Rahmenbedingungen bestimmende Faktoren für die Wahl zwischen einem öffentlichen oder privaten Dienstleister. In beiden Analysen lässt sich zudem feststellen, dass indirekte und direkte Kommunikationsstrukturen sowie Werte und Normen der Waldbesitzer deren Bereitschaft zur Beratung beeinflussen.

Referenzen

- [1] Lawrence, A., Deuffic, P., Hujala, T., Nichiforel, L., Feliciano, D., Jodlowski, K., Lind, T., Marchal, D., Talkkari, A., Teder, M., Vilkriste, L., Wilhelmsson, E., 2020. Extension, advice and knowledge systems for private forestry: Understanding diversity and change across Europe. *Land Use Policy* 94, 104522. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104522>
- [2] Matilainen, A., Andersson, E., Lähdesmäki, M., Lidestav, G., Kurki, S., 2023. Services for What and for Whom? A Literature Review of Private Forest Owners' Decision-Making in Relation to Forest-Based Services. *Small-scale Forestry*. <https://doi.org/10.1007/s11842-023-09541-3>

- [3] Stockmann, J., Franz, K., Seintsch, B., Dieter, M., 2023. Wie erreicht man zukünftig den Kleinprivatwald? AFZ-DerWald 78, 38–41.
- [4] UNECE, FAO, 2020. Who Owns our Forests? Forest Ownership in the ECE Region. United Nations.
<https://doi.org/10.18356/7dc640e2-en>
- [5] Weiß, G., Lawrence, A., Lidestav, G., Feliciano, D., Hujala, T., Sarvašová, Z., Dobšínská, Z., Živojinović, I., 2019. Research trends: Forest ownership in multiple perspectives. Forest Policy and Economics 99, 1–8.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.10.006>

V-29-06

Struktur und Entwicklung der forstlichen Dienstleistungsmärkte im Bundesgebiet: Erhebungen im Rahmen der Berichtspflicht nach § 46 Abs. 3 BWaldG gegenüber dem Deutschen Bundestag

Björn Seintsch, Kristin Franz

Thünen-Institut, Thünen-Institut für Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland

Mit der Novellierung des Bundeswaldgesetzes im Jahr 2017 wurde im § 46 BWaldG für sechs der Rohholzvermarktung vorgelagerte forstwirtschaftliche Tätigkeiten eine wettbewerbsrechtliche Freistellung erwirkt. Ziel der waldgesetzlichen Regelung war, für alle Waldbesitzer 1.) ein flächendeckendes Angebot von forstlichen Dienstleistungen 2.) zu angemessenen Bedingungen und 3.) den diskriminierungsfreien Zugang zu diesen forstlichen Dienstleistungen sicherzustellen. Um dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz für ihre Berichtspflicht gegenüber dem Deutschen Bundestag zum § 46 BWaldG Informationen bereitzustellen, wurde eine Studie zur Struktur und zur Entwicklung der forstlichen Dienstleistungsmärkte im Bundesgebiet durchgeführt. Hierfür wurde ein dreistufiges Evaluationskonzept entwickelt, um Informationen zu den drei waldgesetzlichen Prüfkriterien: 1.) flächendeckendes Angebot, 2.) angemessene Bedingungen und 3.) diskriminierungsfreien Zugang zu erheben. Von den Verbänden der Waldbesitzer und forstlichen Dienstleister wurde überwiegend ein flächendeckendes Angebot forstlicher Dienstleistungen zu angemessenen Bedingungen und mit diskriminierungsfreiem Zugang für Waldbesitzer wahrgenommen. Bei den „Revierleitertätigkeiten“ als forstliche Dienstleistung wurde teilweise auf eine Dominanz staatlicher Anbieter hingewiesen. Ebenso berichten einige Verbände von einem erschwerten Marktzugang privater Dienstleister. Als Ergebnisse einer online-Befragung von Forstbetrieben und forstlichen Dienstleister kann festgehalten werden, dass grundsätzlich für alle Waldbesitzer ein flächendeckendes Angebot für alle forstlichen Dienstleistungen besteht. Lediglich im Kleinprivatwald waren kleinere Lücken in der Bedarfsdeckung zu erkennen. Indizien für eine regelmäßige Diskriminierung einzelner Waldbesitzergruppen oder nicht angemessene Angebote an einzelne Waldbesitzergruppen wurden nicht gefunden. Die u. U. starke Marktposition einzelner Anbieter scheint nicht dazu zu führen, dass Forstbetriebe oder einzelne Gruppen von Forstbetrieben regelmäßig diskriminiert werden oder Leistungen zu nicht angemessenen Bedingungen beziehen müssen.

V-29-07

Abschlussdiskussion

Markus Dög

Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Deutschland

10:30 – 12:30

POT/251H

V-30 | Bioökonomie

V-30-01

Einführung

V-30-02

Dynamische Altholzsystem-Simulation als Entscheidungshilfe für eine nachhaltige stoffliche Altholznutzung auf regionaler Ebene

Mika Hayashi¹, Michael Risse², **Gabriele Weber-Blaschke**³

¹ Technische Universität München, TUM School of Life Sciences, Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Forschungsgruppe Stoffstrommanagement, Freising, Deutschland; ² Technische Universität München, TUM School of Life Sciences, Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Forschungsgruppe Stoffstrommanagement, München, Deutschland; ³ Technische Universität München, TUM School of Life Sciences, Lehrstuhl für Holzwissenschaft, Forschungsgruppe Stoffstrommanagement, Freising, Deutschland

Die nötige Transformation von einer fossil-basierten zur bio-basierten Wirtschaft lässt eine erhöhte Nutzung von Holz mit neuen Marktakteuren erwarten. Dabei ist eine Kreislaufführung zur effizienten Ressourcennutzung und langfristigen Kohlenstoffbindung unerlässlich. Aktuell werden die in Deutschland anfallenden Altholzmengen aber zu ca. 80 % energetisch und nur zu ca. 20 % stofflich genutzt.

Das Projekt „ISAR“, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb der Regionalen Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft (REGULUS)“ im Rahmen der Strategie zur Forschung für Nachhaltigkeit (FONA) gefördert wird, hat zum Ziel, ein nachhaltiges Innovationskonzept zur stofflichen Nutzung von Altholz (Forschungsphase) zu entwickeln und dieses in Reallaboren (Umsetzungsphase) für die Region Bayern beispielhaft zu validieren. Zentrale Arbeitsinhalte sind die Modellierung des (zukünftigen) Altholzaufkommens, die Optimierung der Altholz-Wertschöpfungskette, die Entwicklung von Produkt-Innovationspfaden und Geschäftsmodellen einschließlich deren ökologischer Bewertung und der Ermittlung der Markt- und Verbraucherakzeptanz.

Zudem wird eine gesamtheitliche dynamische Altholzsystem-Simulation und deren Bewertung erfolgen. Dafür wird ein agenten-basiertes regionales Altholz-Marktmodell entwickelt, mit dem Veränderungen simuliert und die unterschiedlichen im Projekt entwickelten Innovationspfade für Altholz bewertet werden können. Dazu werden quantitative und qualitative Einflussfaktoren auf den Altholzmarkt bzw. die Kaskadennutzung analysiert und in einem dynamischen System modelliert. In Szenarien sollen z. B. regulative bzw. Anreiz setzende Ansätze, Nutzungskonkurrenzen, Versorgungsrisiken und Rückkopplungen auf das Waldholzaufkommen analysiert sowie Empfehlungen für politische und industrielle Entscheidungen abgeleitet werden.

Bei diesem Vortrag sollen die Inhalte des Verbundprojektes, erste Ansätze zur Modellierung des Altholzsystems sowie erste identifizierte Einflussfaktoren aus den Kategorien Politik, Markt, technische Umsetzung, Umweltauswirkungen und Stakeholder-Einbindung und deren (mögliche) Kausalzusammenhänge präsentiert und zur Diskussion gestellt werden.

V-30-03

How to define and measure substitution effects in bioeconomy: A scoping review

Fernando Gordillo, Susanne Iost, Holger Weimar

Thünen Institut für Waldwirtschaft, Holzmärkte, Bergedorf, Deutschland

The substitution of bio-based resources instead of fossil-based ones is an important goal of the bioeconomy. Reviews and methodological approaches already exist on this topic; however, such existing scientific basis encompasses a wide diversity of definitions and quantification methods. Identifying how substitution effects are defined and what methods are used for their quantification will serve as the basis for the development of a framework concept for the evaluation of bio-based resources usage. This review, following the PRISMA extension for scoping reviews, documents the working definitions and quantification methods of substitution effects within bioeconomy. Appropriate peer-reviewed literature was searched for using databases from SCOPUS and Web of Science. Following an iterative identification process, selected articles for review included a mention of the term “substitution effect”, the type of biomass (agricultural, woody, fish), and the type of substitution (for material use or energy conversion). The resulting selection of articles was limited to publications in which a definition for substitution effects has been provided and a corresponding quantification method has been explained. From the selected articles we extracted information on methods applied for quantification of substitution effects, biomass types used for substituting fossil-based products, as well as on bio-based products and sectors. Preliminary results show that life cycle assessment methods are predominantly used and that a significant number of articles focused on the substitution of wood-related products for non-wood products. The findings of the full review will be used to develop an assessment of substitution effects within the German Bioeconomy Monitoring in order to identify more efficient and sustainable uses of bio-based resources.

References

- [1] Arksey, Hilary; O'Malley, Lisa (2005): Scoping studies: towards a methodological framework. In *International Journal of Social Research Methodology* 8 (1), pp. 19–32. DOI: 10.1080/1364557032000119616.
- [2] Tricco, Andrea C.; Lillie, Erin; Zarin, Wasifa; O'Brien, Kelly K.; Colquhoun, Heather; Levac, Danielle et al. (2018): PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. In *Annals of internal medicine* 169 (7), pp. 467–473. DOI: 10.7326/M18-0850.
- [3] Iost, Susanne; Geng, Natalia; Schweinle, Jörg; Banse, Martin; Brüning, Simone; Jochem, Dominik et al. (2020): Setting up a bioeconomy monitoring: Resource base and sustainability. *Thünen Institute of International Forestry and Forest Economics* (Thünen Working Paper 149).

V-30-04

Moderne Prozesstechnologien als strategisches Element in der Transformation hin zur Bioökonomie

Veronika Auer¹, Adrian Wojaczek¹, Peter Werndl¹, Matthias Zscheile^{2,1}

¹ Technische Hochschule Rosenheim, Zentrum für Forschung, Entwicklung und Transfer, Rosenheim, Deutschland; ² Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät Holztechnik und Bau, Rosenheim, Deutschland

Effiziente Prozesse, die die Dekarbonisierung und Defossilisierung vorantreiben, bilden die zentralen Herausforderungen auf dem Weg zur Transformation unserer Lebens- und Wirtschaftsweise. Das komplementäre Wirken beider Ansätze ist entscheidend für die Reduktion negativer Umweltwirkungen, Ressourcen- und Energieverbräuche. Daher ist eine integrative Betrachtung der verfahrenstechnischen Optimierung aus der Perspektive der Bioökonomie und der Kreislaufwirtschaft unerlässlich.

Eine bioökonomische, kreislaforientierte Wirtschaftsweise beinhaltet die Abkehr von der Nutzung fossiler hin zur nachhaltigen Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Das beinhaltet zugleich eine Transformation hin zur effizienten Verwendung von Primär- und Sekundärmaterialien. Ressourcenschonende Produktprogramme, der Einsatz nachwachsender und kreislauffähiger Materialien sind unabdingbar. Moderne Prozesstechnologien spielen dabei eine entscheidende Rolle. Die stetige Reduktion negativer Umweltwirkungen, des Energieeintrags sowie des Ressourcenverbrauchs erfordert ein konsequentes Monitoring der Prozessparameter in der Produktion. Dies ist die Basis für eine intelligente Beeinflussung der Produktionsparameter. Ziel ist es, mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) Prozesse unter Berücksichtigung verschiedener Randbedingungen (Constraints) technisch und technologisch zu optimieren (Constraint-Satisfaction-Problem).

Durch die voranschreitende Digitalisierung in allen Bereichen der industriellen Produktion und den Einsatz moderner KI-Verfahren – auch im Bereich der Holzbe- und -verarbeitung – wird es möglich, verbesserungswürdige Prozessschritte zu identifizieren, an den Prozessen selbst intelligent zu lernen und schließlich produktspezifisch optimierte Prozesskenn- und Prozessregelgrößen zu generieren und bereitzustellen. Maßnahmen zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz müssen dabei im Vordergrund stehen.

Biogene Rohstoffe sind zwar erneuerbar, aber in ihrer Verfügbarkeit, z. B. durch Wachstumsraten und Anbauflächen, begrenzt. Neue Prozesstechnologien bilden wesentliche Grundlagen, um erhebliche Potenziale zur effizienten Ressourcennutzung, zur gezielten Beeinflussung unvermeidbarer Umweltwirkungen und zur Kreislauffähigkeit biobasierter Produkte zu schließen. Der Vortrag gibt einen Überblick, inwieweit die Belange der Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft in den aktuellen Prozesstechnologien der Holzindustrie bereits umgesetzt sind. Darauf aufbauend werden die notwendigen Schritte zur Entwicklung angepasster

Prozesstechnologien als strategische Elemente der notwendigen Transformation hin zu einer bioökonomischen Wirtschaftsweise im Bereich der Holzindustrie abgeleitet.

V-30-05

Multikriterielle Entscheidungsunterstützung für die Forstwirtschaft unter Berücksichtigung räumlicher Wechselwirkungen

Maria Beranek¹, Martin Scheffler¹, Michael Hölscher¹, Udo Buscher¹, Kai Husmann², Leona Ottens²

¹ Technische Universität Dresden, Professur für BWL, insb. Industrielles Management, Dresden, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung Forstökonomie und nachhaltige Landnutzungsplanung, Göttingen, Deutschland

In den letzten Jahrzehnten führten die veränderten klimatischen Bedingungen zunehmend zu lokalen und großflächigen Schadereignissen wie Dürren, Käferkalamitäten oder Stürmen. Der voranschreitende Klimawandel erfordert waldbauliche Bewirtschaftungskonzepte, die die Widerstandsfähigkeit der Wälder erhöhen und gleichzeitig die nachhaltige Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen sicherstellen können. Welches Behandlungskonzept wo angewendet werden sollte, um den multiplen Anforderungen an den Wald zu gerecht zu werden, ist eine der drängendsten Fragen unserer Zeit. In diesem Beitrag wird ein multikriterielles Optimierungsmodell vorgestellt, welches im Rahmen des EU-Projektes ONEforest entwickelt wird. Im Sinne einer Kompromissoptimierung können Stakeholder das Modell verwenden, um gemäß individueller Zielsetzungen und unter im Projekt zu definierenden ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen optimale mittelfristige Waldentwicklungskonzepte zu errechnen.

Das Modell integriert die Anforderungen der Stakeholder als 16 Indikatoren anhand von Daten aus vier europäischen Fallstudienregionen aus Estland, Deutschland, der Schweiz und Spanien. Es gilt für unterschiedliche Teilregionen die Kombination aus Behandlungsoptionen zu bestimmen, die alle ökonomischen, ökologischen und sozialen Ziele bestmöglich erfüllt. Mittels des Weighted-Sum Lösungsalgorithmus werden die normierten Ausprägungen der Indikatoren gemäß ihrer Priorität individuell gewichtet und zu einer gemeinsamen Zielfunktion zusammengeführt. Ein weiterer Fokus liegt auf der Berücksichtigung von räumlichen Wechselwirkungen zwischen den Beständen (Zellen). Das Modell erlaubt es, die Einflüsse von Handlungsoptionen einer Zelle auf die Indikatorenausprägung von Nachbarzellen zu berücksichtigen und damit bspw. räumlich korrelierte Ausfallrisiken zu simulieren. Am Ende der Projektlaufzeit wird den Entscheidern aus der Praxis und der Politik sowie Wissenschaftlern ein Prototyp als ausführbares Tool bereitgestellt. Damit können Stakeholder konkrete Planungsprobleme definieren, Präferenzen abbilden und die Waldentwicklung unter unterschiedlichen Zielsetzungen vergleichen.

V-30-06

Diskussion

14:00 – 15:00

POT/081H

YS-01 | Young Speakers

YS-01-01

Wie wir Wissen aus dem Wald ins Web bringen

Jan-Lucas Hüsing, Lea Merschformann

Forst erklärt, Göttingen, Deutschland; Forst erklärt, Göttingen, Deutschland

Mit ihrem Digital-Projekt „Forst erklärt“ wollen Jan, Felix und ihr Team Menschen für den Wald begeistern und sie dazu anregen, umweltfreundlicher zu leben. Wissenschaftlich und unterhaltsam zeigen sie in Social-Media Beiträgen, Videos, ihrem Podcast und auf ihrem Blog alles aus dem Wald, auch die Folgen des Klimawandels. 2022 wurden sie für ihr Projekt mit dem »Smart Hero Award« der Stiftung Digitale Chancen und Meta ausgezeichnet. In ihrem Multimedialen Vortrag berichten Jan und Felix von Herausforderungen und Schwierigkeiten der forstlichen Öffentlichkeitsarbeit und teilen gute und schlechte Erfahrungen aus 3 Jahren Forst erklärt mit den Zuhörenden. Dabei wird stets mit einem zwinkernden Auge auf die Eigene Arbeit, aber auch auf die weitere Landschaft der forstlichen Öffentlichkeitsarbeit geschaut.

14:00 – 15:00

POT/006H

YS-02 | Young Speakers

YS-02-01

Workshop: Herausforderungen im Klimawandel – was sagen junge Forstleute?

Florian Born, Maximilian Axer

Geschäftsführer - Junges Netzwerk Forst (JNF), Deutschland; Sprecher - Junges Netzwerk Forst (JNF), Deutschland

14:00 – 15:00

POT/051H

YS-03 | Young Speakers

YS-03-01

Unterm Radar: die Welt der Förster außerhalb der öffentlichen Verwaltung

Richard Georgi, Michael Wehnert-Kohlenbrenner

*Ostdeutsche Gesellschaft für Forstplanung mbH (OGF), Deutschland;
Landesgruppenvorsitzender Freie Förster + Niederlassungsleiter Kesselsdorf der Ostdeutschen
Gesellschaft für Forstplanung mbH (OGF), Deutschland*

14:00 – 15:00

POT/112H

YS-04 | Young Speakers

YS-04-01

Wozu brauchen wir ökologische Schlüsselattribute und was sind gute Indikatoren? Ein kurzer Workshop zum konsensorientierten Reflektieren.

Fedane De Carlo

International Forestry Students Association, Eberswalde, Deutschland

14:00 – 15:00

POT/151H

YS-05 | Young Speakers

YS-05-01

**Mikroplastik in Böden - Untersuchungen zu vertikaler
Verteilung & möglicher Verlagerung**

Pauline Seidel

TU Dresden, Deutschland

14:00 – 15:00

POT/251H

YS-06 | Young Speakers

15:00 – 16:00

POT/081H

V-31 | Waldschutz VI

V-31-01

Entwicklung einer digitalen Pheromonfalle zur Überwachung der wichtigsten forstschädlichen Schmetterlingsarten

Robert G. Fritz¹, Ina Ehrhardt², Der Beitrag bezieht sich auf das Verbundprojekt DiMoTrap. Die Präsentation ist zweiteilig angedacht: Herr Fritz wird zunächst die forstlichen und biologischen Projektinhalte darstellen, Frau Dr. Ehrhardt wird in der Folge die verfahrenstechnischen Aspekte des Projektes beleuchten.

¹ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldschutz / Schmetterlinge und Mäuse, Göttingen, Deutschland; ² Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung, Logistik und Fabriksysteme, Magdeburg, Deutschland

Die aktuell zu beobachtenden Klimaveränderungen begünstigen die massenhafte Vermehrung von forstlichen Schadinsekten, wobei in betroffenen Wäldern enorme Schäden entstehen können. Die ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen solcher Schadereignisse hängen von verschiedenen Randbedingungen, wie beispielsweise der Ausgangsvitalität der Bestände, Art und Umfang der auftretenden Fraßbilder und Witterungsbedingungen ab [1].

Zeitnahe Reaktionen durch geeignete forstliche Managementmaßnahmen erfordern eine rechtzeitige Bereitstellung von Informationen zur Populationsentwicklung für betroffene Waldgebiete [2]. Die Überwachung der wichtigsten Schaderreger in Kiefern- und Eichenwäldern mit Hilfe von Pheromonfallen ist ein Kernbestandteil des integrierten Pflanzenschutzes bzw. der guten fachlichen Praxis nach Pflanzenschutzgesetz (PflSchG vom 06.02.2012). In etablierten Monitoringverfahren bisher eingesetzte Fallensysteme, wie die VARIOTRAP-Trichterfalle, weisen ein hohes Optimierungspotenzial hinsichtlich des notwendigen Arbeitsaufwands innerhalb der Kontrollzeiträume auf.

Das System wird seit Jahrzehnten nahezu unverändert eingesetzt und ist mit diversen Problemen behaftet [3]. Die Ermittlung der Fangzahlen durch Automatisierung und Digitalisierung unter Beibehaltung der Datenqualität ist das Ziel des FNR-geförderten Verbundvorhabens DiMoTrap. Im Rahmen dieses Projektes sollen konventionelle Fallensysteme durch innovative technische Lösungen modernisiert werden.

Im Fokus der Entwicklungen stehen Fallensysteme zur Überwachung der forstschädlichen Schmetterlingsarten, die aktuell zu den häufigsten Schaderregern in Kiefern- und Eichenbeständen zählen. Die »digitale« Falle wurde modular konzipiert, so dass gewünschte Funktionen später individuell zusammengestellt und artspezifisch konfiguriert werden können. Im ersten Schritt wurden folgende relevante Funktionen der automatischen Falle festgelegt:

- Gezielte, artspezifische Abgabe von Pheromonen an die Umwelt,
- Detektion und Zählung der Fänge bzw. Zielorganismen,

- Daten-(vor-)verarbeitung und automatisierte Datenweitergabe an zuständige Stellen zur Auswertung sowie Energieversorgung der Systeme im Freiland.

Im Anschluss wurden einzelne Module zunächst entworfen, technisch umgesetzt und in Labor-, Semi-Freiland- und Freilandversuchen mit den Spezies Nonne (*Lymantria monacha*) und Schwammspinner (*Lymantria dispar*) erfolgreich erprobt. Der Beitrag stellt den aktuellen Stand der Entwicklungen im Projekt vor und geht auf wesentliche Ergebnisse ein. Dabei wird sowohl auf forstliche als auch auf (informations-)technische Herausforderungen und Erkenntnisse eingegangen.



Referenzen

- [1] **Lemme, H., Lobinger, G., Müller-Kroehling S., 2019:** Schwammspinner-Massenvermehrung in Franken. Prognose, Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Naturschutzaspekte, Bavarian State Institute of Forestry, LWF-Aktuell 2/2019, p. 37-43.
- [2] **Jahant-Miller, C. & M., Russell & Parry, D., 2021:** Size-dependent flight capacity and propensity in a range-expanding invasive insect. *Insect Science*. 29. doi: 10.1111/1744-7917.12950.
- [3] **Cardé, R. T., Bau, J., Elkinton, J. S., 2017:** Comparison of Attraction and Trapping Capabilities of Bucket- and Delta-Style Traps With Different Pheromone Emission Rates for Gypsy Moths (Lepidoptera: Erebidæ): Implications for Understanding Range of Attraction and Utility in Surveillance, *Environmental Entomology* 47(1), doi: 10.1093/ee/nvx185.

V-31-02

PHENTHAUproc: Eichenprozessionsspinner-Frühwarnsystem

Paula Halbig^{1,3}, Anne-Sophie Stelzer², Josef Pennerstorfer³, Peter Baier³, Thomas Leppelt⁴, Rafael Posada⁴, Horst Delb¹, Axel Schopf³

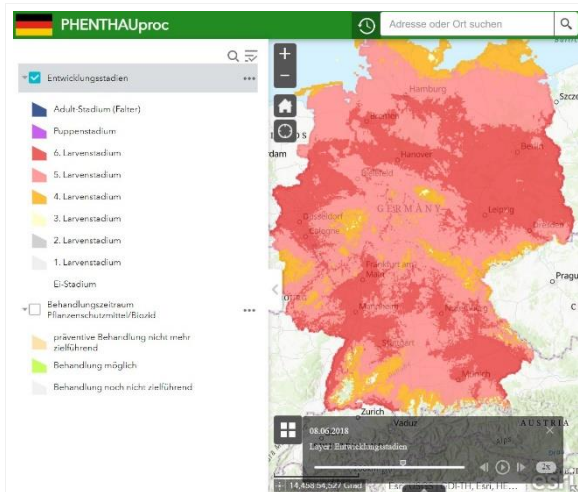
¹ Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Waldschutz, Freiburg, Deutschland; ² Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Abteilung Biometrie und Informatik, Freiburg, Deutschland; ³ Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Forstentomologie, Forstpathologie und Forstschutz, Wien, Österreich; ⁴ Deutscher Wetterdienst, Abteilung Agrarmeteorologie, Offenbach, Deutschland

Durch Massenvermehrungen des Eichenprozessionsspinners (EPS), *Thaumetopoea processionea* L., mit wiederholtem Kahlfraß und anschließendem Befall durch Sekundärschaderreger können Eichen absterben. Darüber hinaus stellen die Brenngaare der Raupen ein hohes Gesundheitsrisiko für Mensch und Tier dar. Die Forstwirtschaft in EPS-befallenen Eichenwäldern ist besonders von den erhöhten Anforderungen im Arbeitsschutz und Erkrankungen des Forstpersonals sowie von Einschränkungen im Eichenbrennholzverkauf betroffen. Zudem ist die Erholungsfunktion der Wälder stark vermindert. Das zunehmende Auftreten des EPS in Mitteleuropa seit den 1990er Jahren erfordert somit konkrete Handlungsempfehlungen und Lösungsansätze.

Zur Gefährdungsabschätzung und Entscheidungsunterstützung bei der Planung zeitgerechter, effektiver Maßnahmen zum Schutz von Wald und Menschen wurde das Online-Frühwarnsystem „PHENTHAUproc – Phenology modelling of *Thaumetopoea processionea*“ entwickelt (Abb.). Dieses System besteht aus mehreren Phänologiemodellen für die EPS-Entwicklungsstadien und den Eichenaustrieb. Die Modelle der temperaturabhängigen EPS-Larven- und Puppenentwicklung und des Eichenknospenschwellens wurden neu entwickelt und können durch das Phänologie-Sofortmelder-Programm des Deutschen Wetterdiensts (DWD) für Beobachtungen des Knospenschwellens der Stieleiche erweitert werden. Grundsätzlich sind die Modelle für das gesamte Verbreitungsgebiet des EPS in Mitteleuropa anwendbar.

Neben Anleitungen zum fachgerechten EPS-Monitoring bietet das Frühwarnsystem Empfehlungen für adäquate präventive und kurative EPS-Regulierungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der phänologischen Entwicklung des EPS und seines Wirtsbaums im Jahresverlauf. Nach erfolgreicher Validierung der Phänologiemodelle und Erstellung eines Systemprototyps (Abb.) wird das Frühwarnsystem für den Dauerbetrieb als kostenfreier, freizugänglicher Online-Kartenservice des DWD bereitgestellt. Dieses beinhaltet eine Gefährdungskarte für ganz Deutschland im 1 km x 1 km-Raster mit tagesaktuellen Phänologiedaten und -prognosen anhand der Mess- und Vorhersagedaten des DWD. Zusätzlich sind Detailinformationen zum Entwicklungsverlauf von EPS und Eichenaustrieb für jedes Pixel abrufbar. Infolge der Klimaänderung gilt der EPS im Wald sowie auf eichenbewachsenen Grünflächen im ländlichen und urbanen Raum als Dauerschädling mit wechselnder Abundanz.

Mit PHENTHAUproc wird ein digitales Informationssystem für die praktische Anwendung im Pflanzen- und Gesundheitsschutz angeboten, das eine vorausschauende Gefährdungsabschätzung und zeitgerechte Maßnahmenplanung ermöglicht.



Online-Frühwarnsystem „PHENTHAUproc“

Screenshot des Prototyps des Online-Frühwarnsystems „PHENTHAUproc“ zur Gefährdungsabschätzung des Eichenprozessionsspinners und Entscheidungshilfe bei der Planung von Maßnahmen zum Schutz von Wald und Menschen (Beispiel: Stand der phänologischen Entwicklung des EPS am 08.06.2018)

V-31-03

Renaissance des Verjüngungsschädlings *Hylobius abietis*- Massenfang als neue Option? -

Tobias Heber¹, Sören Osmer¹, Michael G. Müller¹

¹ TU Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland; ² TU Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland; ³ TU Dresden, Professur für Waldschutz, Tharandt, Deutschland

Der Große Braune Rüsselkäfer (*Hylobius abietis*) zählt zu den bedeutendsten potenziellen Schadorganismen an Verjüngungen von Nadelbaumarten. Besonders in den letzten Jahren rückte die Art ins Zentrum der Aufmerksamkeit, nachdem sie im mitteleuropäischen Raum an Bedeutung verloren hatte. *Hylobius abietis* vollzieht seine Larvalentwicklung in Wurzeln frischer Nadelholzstubben, weshalb infolge der mehrjährigen Massenvermehrung von *Ips typographus* die Entwicklung lokal hoher Populationsdichten von *Hylobius abietis* begünstigt wurde. Die oftmals unmittelbar nach den Sanitärhiebsen initiierte Bepflanzung der neu entstandenen Freiflächen führt regelmäßig zu hohen Ausfällen der Verjüngungspflanzen durch den Fraß der Käfer. Die begrenzende Ressource des Brutraums, die in naturnahen Wäldern die Populationsdichte von *Hylobius abietis* bestimmt, stellt als Folge der Schadereignisse keine effektive Regulation mehr dar. Diese verstärkt auftretende Problematik geht einher mit zunehmenden Beschränkungen in der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln durch EU-Regulationen, Zertifizierungsbestimmungen oder der öffentlichen Meinung, die nicht selten einen kompletten Verzicht von Insektiziden in Wäldern fordert. Forschung nach alternativen Managementverfahren ist deshalb von großer Bedeutung und wurde im Rahmen des Projektes ReBek für die Zielart *Hylobius abietis* an der Professur für Waldschutz der Technischen Universität Dresden durchgeführt. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung eines insektizidfreien Massenfangverfahrens, das in der Lage ist, die lokale Populationsdichte von *Hylobius abietis* hinreichend abzusenken, um den Schaden an der gepflanzten Verjüngung zu minimieren. Hierfür wurde eine Falle nach Nordlander (1987) modifiziert und konstruktiv an die Ansprüche eines Massenfangs angepasst. effektiv und selektiv fangende Falle weist ein hohes Maß ökologischer Verträglichkeit auf und wurde in fortführende Massenfangversuche im Freiland integriert. Vorbereitend für eine Implementierung in Managementstrategien wurde die Schutzwirkung der Fallen auf gepflanzte Verjüngung anhand von Verjüngungsbonituren beurteilt. Hierbei zeigt sich sowohl die beständige Effektivität der neuen Bodenfalle im Fang der Zielart als auch der weitere notwendige Forschungsbedarf, um die Anwendbarkeit dieser Methode in Extremsituationen zu verbessern.

15:00 – 16:00

POT/006H

V-32 | Bodenkunde II

Stephan Raspe

V-32-01

Der Zusammenhang zwischen Verfügbarkeit im Boden und Pflanzenernährung ist bei Schwefel komplizierter als bei Phosphor

Michelangelo Olleck, Axel Göttlein

Technische Universität München, Fachgebiet für Waldernährung und Wasserhaushalt, Freising, Deutschland

Schwefel (S) ist als Makronährelement eines der mengenmäßig wichtigen Nährelemente und wird von den Bäumen, bezogen auf 100 Stickstoffatome, in derselben Größenordnung wie Phosphor (P) und Magnesium (Mg) benötigt [1]. Eine zur P-Ernährung analoge Bestimmung des pflanzenverfügbaren S im Boden wäre eine wichtige Hilfestellung zur Beurteilung der S-Versorgung am Waldstandort und damit für die Nährstoffnachhaltigkeit der Waldbewirtschaftung. Das von der FNR geförderte Projekt „Entwicklung der Schwefel-Versorgung in Deutschlands Wäldern – eine neue Herausforderung für eine nachhaltige Waldwirtschaft“ beschäftigt sich daher unter anderem mit dem Zusammenhang der aktuellen S-Ausstattung im Boden und der S-Ernährung im Waldbestand in Abhängigkeit von Standort und Baumart. Anhand von länderübergreifenden Rückstellproben der Bodenzustandserhebungen (BZE I & II) wurden in den Tiefenstufen bis 90 cm diverse Extrakte (Wasser, Zitronensäure, Ammoniumchlorid und Calciumdihydrogenphosphat) getestet und mit der S-Ernährung der Waldbäume (Buche, Eiche, Fichte, Kiefer) korreliert, was jedoch in keinem Fall zu einem befriedigenden Resultat führte. Eine isolierte Betrachtung des extrahierbaren S im Boden kann daher die S-Ernährung nicht ausreichend widerspiegeln. In einem multivariaten Ansatz konnte durch die Hinzunahme des Stickstoffgehaltes in den Assimilationsorganen die Beziehung zwischen dem wasserextrahierbaren Boden-S und dem Pflanzen-S deutlich verbessert werden (R^2 0.47-0.71). Eine enge pflanzenernährungsspezifische Beziehung von S zum N ist bereits in einigen Studien belegt worden und wird durch diese Ergebnisse bestätigt. Es wurden Nomogramme entwickelt, die es erlauben aus dem wasserextrahierbaren Boden-Schwefel und dem N-Ernährungszustand die S-Versorgung der Bäume näherungsweise abzuschätzen.

Referenzen

- [1] Göttlein, Axel, Mellert, Karl H. 2019, Ableitung von Schwefel-Stickstoff-Relationen für wichtige mitteleuropäische Baumarten aus dem Wertebereich normaler Ernährung und deren Veränderung von BZE I nach BZE II, Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 189 (11/12), 221–229

V-32-02

INNOVATIVE BODENSCHUTZTECHNIK BEI BERGAUF- UND BERGABFAHRT AUF RÜCKEGASSEN - OBERBODENVERFORMUNG, -BEWEGUNG UND -VERDICHTUNG IM FOKUS

Ingo Siebert^{1,2}, Raimund Schneider²

¹ Landesforsten Rheinland-Pfalz, Produktion und Vertrieb, Neustadt an der Weinstraße, Deutschland; ² Universität Trier, Fachbereich VI, Bodenkunde, Trier, Deutschland

Die Klimaveränderung führt zu tendenziell trockeneren und wärmeren Sommern sowie milderem regenreicheren Wintern. Daraus resultiert eine länger andauernde und höhere Bodenfeuchte außerhalb der Vegetationszeit. In der vergangenen Winterperiode 2022/2023 zeigte sich, dass die feuchtebedingt zunehmend ungünstigeren Bodenbedingungen die Befahrung der Rückegassen bei der mechanisierten Holzernte erschwerte bzw. unmöglich machte.

Im Südosten der USA werden bei der Befahrung bewaldeter Feuchtgebiete u.a. sog. *logging mats* (portable Waldstraßen- und Bodenschutzsysteme (PBSS)) eingesetzt, um Beeinträchtigungen auf Nassstandorten zu minimieren (Aust et al., 2018). In wie fern die Anwendung von PBSS in Nässeperioden des Winters auf Rückegassen einen Beitrag zum Bodenschutz in der Waldbewirtschaftung Deutschlands leisten kann, wurde bisher noch nicht untersucht. Basierend auf bisherigen Studien der Autoren zu einem PBSS aus HDPE-Kunststoffplatten besteht die Annahme, dass PBSS die traktiven Einwirkungen der Räder auf den Boden mildern und somit Oberbodenbewegung und -verdichtung reduzieren. Um dies zu überprüfen, wurde ein Waldstandort im Rheinischen Schiefergebirge von Rheinland-Pfalz mit geneigtem Relief ausgewählt und nach mehrwöchiger Niederschlagsphase im Januar 2023 wurden die Effekte des PBSS im Vergleich zu ungeschützten Rückegassenfahrspuren untersucht. Mit einem beladenen Forwarder wurden eine und fünf Überfahrten, bergauf und bergab sowie mit und ohne PBSS (insgesamt acht Varianten) durchgeführt. Am Maschinen- und Rungenwagen des Forwarders wurde der Radschlupf über die tatsächliche Strecke und die vom Rad zurückgelegte Strecke ermittelt. Die Veränderung der Trockenrohdichte wurde an Stechzylinderproben (100 cm³) bestimmt. Oberbodenverformungen und -bewegungen konnten mit 7,5 cm langen Knetstangen bzw. Metalltracern (vgl. Haas et al., 2018) bestimmt werden. Weiterhin wurde die Spurtiefenveränderung ermittelt. Bei allen Varianten zeigte sich ein geringerer Radschlupf bei dem PBSS im Vergleich zum ungeschützten Waldboden. Die Deformationen der Stangenknete zeigen, dass unter dem PBSS weniger plastische Bodenverformung stattfindet als ohne PBSS. Tendenziell wird bei allen Varianten der Oberboden

bergab bewegt. Gleichzeitig sind die mittleren Spurtiefenveränderungen bei den „Rad“-Varianten größer als bei dem PBSS.

Referenzen

- [1] Aust, WM, Bolding, MC, Barrett, SM 2018, Silviculture in Forested Wetlands: Summary of Current Forestry Operations, Potential Effects, and Long-Term Experiments, *Wetlands*, 40, 21-36. <https://doi.org/10.1007/s13157-019-01191-6>
- [2] Haas, J, Fenner, PT, Schack-Kirchner, H, Lang, F 2018, Quantifying soil movement by forest vehicles with corpuscular metal tracers. *Soil & Tillage Research*, 181, 19-28. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.012>

V-32-03

BEFAHRUNGSEFFEKTE VON FORSTRAUPEN AUF UNBEFAHRENEM, NATÜRLICH GELAGERTEM WALDBODEN

Ingo Siebert^{1,2}, Philip Klauck², Raimund Schneider²

¹ Landesforsten Rheinland-Pfalz, Produktion und Vertrieb, Neustadt an der Weinstraße, Deutschland; ² Universität Trier, Fachbereich VI, Bodenkunde, Trier, Deutschland

Die Klimaschäden an mitteleuropäischen Wäldern haben zu großflächigen Rodungen geführt, die zeitnah wieder bewaldet werden müssen. Allerdings ist die Abarbeitung der schon vorhandenen Klimaschäden aufgrund des Fachkräftemangels ohne zunehmende Mechanisierung außerhalb der Holzernte nicht mehr leistbar. In der forstlichen Praxis zeichnet sich ein Trend ab, dass u.a. zur Aufforstung vermehrt technische Hilfsmittel, wie z.B. sog. Forstraupen, zum Einsatz kommen. Die Anwendungsbereiche der Forstraupen (u.a. Pflanzung (Gabriel, 2022) und Transportarbeiten (Gabriel, 2021)) bedingen auch eine Befahrung bisher unbefahrener, natürlich gelagerter, für Druckbelastungen sensibler Waldböden.

Die meisten Forstraupen sind mit Gummikettenlaufwerken ausgestattet (Hartkopf 2020), die gegenüber den Radlaufwerken eine bodenschützende Wirkung besitzen sollen. Allerdings sind lediglich Informationen über den statischen Zustand (z.B. Kontaktflächendrücke) vorhanden, mit denen die bodenschonende Wirkung der Forstraupen beworben wird (Hartkopf 2020). Studien über Großmaschineneinsätze zeigen hingegen, dass die dynamischen Lasteinträge bei der Befahrung deutlich größere und negativere Effekte auf die Waldböden verursachen. Um die bisher unbekannten dynamischen Befahrungseffekte von Forstraupen zu untersuchen, wurde im Rheinischen Schiefergebirge ein Befahrungsversuch mit einer Forstraupe auf natürlich gelagertem, unbefahrenem Waldboden angelegt. Einfach- und Fünffachbefahrungen wurden durchgeführt, um eine Vergleichbarkeit mit bestehenden Dauerbeobachtungsflächen zur natürlichen Bodenregeneration sicherzustellen (Klaes et al., 2016). Im Wald wurde der maximale Bodendruck während der Befahrung gemessen. Nach der Befahrung wurden der Eindringwiderstand und die Fahrspurtiefen gemessen sowie die Kontaktfläche der Forstraupe ermittelt und Oberbodendeformationen mittels Stangenknete bestimmt. Im Labor wurden an Stechringen die Vorbelastung sowie weitere bodenphysikalische Eigenschaften bestimmt. Ein Vergleich der Fahrspurtiefen zeigt, dass diese mit steigenden Überfahrten tiefer werden. Gleichzeitig verringert sich die Kontaktfläche des Kettenlaufwerks um etwa 0,2 m². Der maximale Bodendruck erreicht in 10 cm Tiefe 50 kPa und in 20 cm 35 kPa. Basierend auf gemessenen Vorbelastungswerten vergleichbarer Flächen ist in 10 cm Tiefe von einer mechanischen Überlastung auszugehen. Die deformierten Knetstangen weisen zudem auf eine plastische Verformung des Oberbodens hin.

Referenzen

- [1] Gabriel, O 2021, Der SmartSkidder, Online verfügbar unter: <https://www.forstpraxis.de/der-smartskidder-19601> (zuletzt abgerufen am 02.04.2023)
- [2] Gabriel, O 2022, Eine Pflanzmaschine für den Moritz, Online verfügbar unter: https://www.pfanzelt.com/fileadmin/redaktion/Presse/Pfanzelt-in-der-Presse/2022/220110_fut_moritz_pflanzmaschine_1.pdf (zuletzt abgerufen am 02.04.2023)
- [3] Hartkopf, A 2020, Marktübersicht Forstraupen, Online verfügbar unter: <https://www.forstpraxis.de/marktuebersicht-forstraupen-20199> (zuletzt abgerufen am 02.04.2023)
- [4] Klaes, B, Struck, J, Schneider, R, Schüler, G 2016, Middle-term effects after timber harvesting with heavy machinery on a fine-textured forest soil, European Journal of Forest Research, 135, 1083-1095, DOI: 10.1007/s10342-016-0995-2

15:00 – 16:00

POT/051H

V-33 | Fernerkundung IV

Philip Beckschäfer

V-33-01

Integration von ALS-Daten für ein verbessertes Waldschadensmonitoring

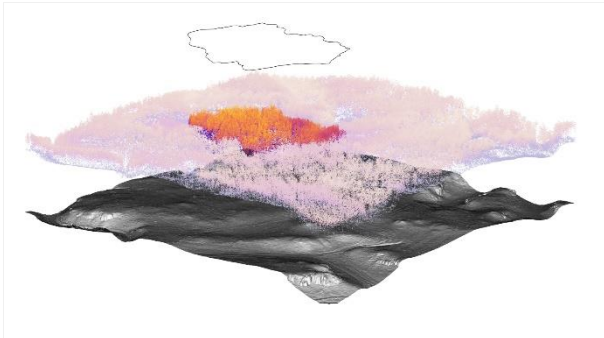
Jens Wiesehahn, Florian Franz , Philip Beckschäfer

*Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Sachgebiet
Fernerkundung & GIS, Göttingen, Deutschland*

Waldschäden haben in Deutschland in den letzten Jahren massiv an Häufigkeit, Ausmaß und Intensität zugenommen. Die beobachteten Schäden sind hauptsächlich auf Trockenheit und Windwurf, sowie einem damit zusammenhängenden Anstieg des Borkenkäferbefalls zurückzuführen. Infolgedessen besteht ein wachsender Bedarf, Waldstörungen zu kartieren, diese zu analysieren und zu bewerten. In einer Vielzahl von Projekten werden daher aktuell fernerkundungsbasierte Systeme für das Monitoring von Waldschäden in Deutschland entwickelt. Die meisten dieser Systeme verwenden regelmäßig verfügbare optische Satellitenbilder (z. B. Sentinel-2) in einer Veränderungsanalyse, um Waldschäden zu detektieren. Sie zielen darauf ab, zeitnah und regelmäßig Informationen darüber zu gewinnen, wo der Wald geschädigt ist. Für ein effizientes Management ist es darüber hinaus aber auch wichtig, weitere Attribute der betroffenen Waldschadensflächen zu erfassen. Hier ist besonders die Integration von Airborne Laser Scanning (ALS)-Daten von Vorteil, welche hochaufgelöste, dreidimensionale Informationen über die betroffenen Waldbestände liefern können.

Wir geben einen Überblick über den Status der ALS-Datenverfügbarkeit in Deutschland und stellen Anwendungsmöglichkeiten der Integration von ALS-Daten vor, um Informationen für Schadflächen abzuleiten, welche durch bestehende Monitoringverfahren detektiert wurden. ALS-Daten, aufgenommen nach einem Schadereignis, können detaillierte Informationen zum Zustand der Waldschadensflächen liefern, wie beispielsweise zum verbliebenen Baumbestand oder zu liegendem und stehendem Totholz. Ebenso relevant für die forstliche Praxis sind aber auch Informationen basierend auf ALS-Daten, welche vor Schadereignis aufgenommen wurden. Diese Daten können einerseits verwendet werden, um retrospektiv Informationen zum betroffenen Baumbestand abzuleiten, beispielsweise die geschätzte Schadholzmenge, andererseits können daraus Informationen für Planungszwecke bereitgestellt werden. So können eine Kartierung bestehender Rückegassen bei der Aufarbeitung genutzt oder detaillierte geomorphologische Eigenschaften bei der Wiederaufforstung berücksichtigt werden.

Die Integration von ALS-Daten in bestehende Waldmonitoring-Systeme bietet großes Potenzial ein nachhaltiges Management geschädigter Waldbestände zu unterstützen.



Verschneidung von Waldschadensflächen mit ALS-Daten

Schematische Darstellung der Integration von ALS-Daten zur Ableitung planungsrelevanter Parameter von Schadflächen.

V-33-02

Möglichkeiten der Anwendung von ALS-LiDAR basierten Metriken zur Risikobewertung von fichtendominierten Beständen gegenüber dem Buchdrucker

Jakob Wernicke¹, Birgitta Putzenlechner², Markus Löw³, Philip Mundhenk⁴, Philipp Koal⁴, Tatjana Koukal³, Nico Frischbier¹

¹ ThüringenForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum / Klimafolgen, Forschung und Versuchswesen, Gotha, Deutschland; ² Georg-August Universität Göttingen, Geographisches Institut / Kartographie, GIS & Fernerkundung, Göttingen, Deutschland; ³ Bundesforschungszentrum für Wald, Waldinventur / Inventurdesign und Auswertung, Wien, Österreich; ⁴ ThüringenForst AöR, Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum / Waldschutz, Standortskunde und Umweltmonitoring, Gotha, Deutschland

Die fichtendominierten Wälder Mitteleuropas sind von den negativen Auswirkungen der extremen Witterung der vergangenen Jahre besonders stark betroffen. Die maßgeblich durch den Buchdrucker hervorgerufenen Großkalamitäten führten zu flächenhaften Störungen unterschiedlicher Waldfunktionen. Eine planbare Forstwirtschaft ist unter diesen Umständen mittelfristig nahezu unmöglich geworden.

Die Ausweisung von Risikobeständen kann zu einer besseren Planbarkeit und Priorisierung klimaangepasster Waldbaumaßnahmen beitragen. Unter einer endemischen Buchdrucker-Populationsdynamik kommen dabei standörtlichen und bestandesbedingten Prädispositionsfaktoren eine Schlüsselrolle zu. Während die Standortsfaktoren nicht unmittelbar beeinflusst werden können, bilden waldbauliche Eingriffe eine gute Möglichkeit der Vitalitäts- und damit Resilienzerhöhung der Bestände. Konkrete Handlungsempfehlungen münden häufig in der Frage, ob "die Bestände zugunsten eines für das Fichtenwachstum günstigen Bestandesinnenklimas geschlossen bleiben oder stärker aufgelichtet werden sollen, um die Ressourcenverfügbarkeit des Einzelbaumes und damit die Einzelbaumvitalität zu erhöhen."

Zur Beantwortung dieser Frage wurde zunächst die Störungsdynamik für fichtendominierte Reviere im südlichen Thüringer Wald, fernerkundungsbasierte (Sentinel-2), berechnet. Die Berechnungen beruhen auf einem Zeitreihenmodell, welches die graduelle Veränderung der Fichtenvitalität beschreibt. Die Ergebnisse dieses Modells wurden genutzt, um Fichtenpixel in „lebend“ und „abgestorben“ einzuteilen. Anschließend wurden für jedes Pixel des Datensatzes ALS-LiDAR-basierte Metriken der Baumhöhe, vertikale Heterogenität und Heterogenität des Kronenraums berechnet. Die Daten wurden zunächst in einer deskriptiven Analyse betrachtet und anschließend in einem logistischen Modell zusammengeführt. Die Waldstruktur der betrachteten Pixel (Altersklassenwald) führten zu stark ungleichverteilten Prädiktoren, sodass der Erklärungsanteil des logistischen Regressionsmodells eingeschränkt interpretierbar ist. Die Trends der deskriptiven Analysen deuten jedoch darauf hin, dass insbesondere niedrigere Bestände (Mittelhöhe < 20 m), die vertikal strukturiert sind und eine hohe Anzahl an Laser-

Returns zwischen 2-10 m Höhe aufweisen (Hinweis auf Mehrschichtigkeit), einen geringeren relativen Flächenausfall aufweisen.

Aus den Analysen kann geschlossen werden, dass die ALS-LiDAR basierten Metriken zu einer flächenhaften und eigentumsübergreifenden Risikobewertung von Fichtenbeständen genutzt werden können. Die Analysen legen nahe, dass insbesondere Altersklassenwälder mit homogener Struktur prioritär umgebaut werden sollten.

V-33-03

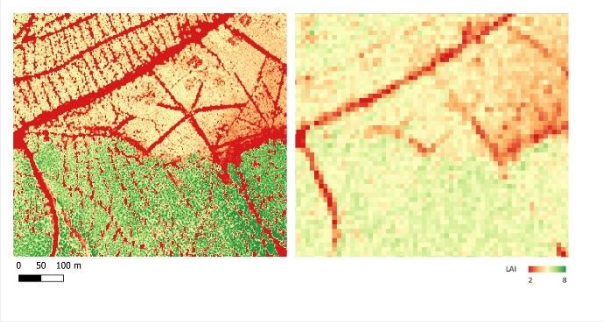
Modellierung des Blattflächenindex (LAI) mit Fernerkundungsdaten

Jonathan F. Wolf, Philip Beckschäfer

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Waldschutz, Sachgebiet Fernerkundung & GIS, Göttingen, Deutschland

In dem Projekt AUWADI (Auswirkungen großflächiger abiotischer und biotischer Waldschäden auf Wasserdienstleistungen) werden die Auswirkungen von großflächigen Kalamitäten auf die Qualität von Wasserdienstleistungen untersucht. Um ein Wasserhaushaltsmodell für das Einzugsgebiet der Langen Bramke (Harz) zu entwickeln, werden flächendeckend Daten über den Blattflächenindex (Leaf Area Index, LAI), einem wichtigen Parameter des Modells, benötigt. Der LAI ist das Verhältnis zwischen Blatt- bzw. Nadelfläche und Grundfläche des Bodens und dient u.a. als Indikator für die Waldproduktivität. Auch bedingt der LAI die Interzeption und Evapotranspiration des Waldes und spielt daher eine wichtige Rolle für den Wasserhaushalt von Wäldern.

Als Datengrundlage für die Modellierung und Darstellung der zeitlichen Entwicklung des LAI dienen multispektrale Sentinel-2-Satellitendaten und daraus abgeleitete Vegetationsindizes und Texturmetriken sowie lidar- bzw. luftbildbasierte Punktwolken und daraus abgeleitete Strukturmetriken. Für die Kalibrierung und Validierung der Modelle wurden terrestrische Erhebungen des LAI verwendet, die im Untersuchungsgebiet und auf Flächen des intensiven Umweltmonitorings durchgeführt wurden. Die Modellierung erfolgte indem zunächst ein lidarbasiertes Modell auf Basis der terrestrischen Erhebungen trainiert und der LAI flächendeckend für unterschiedliche Waldtypen im Harz modelliert wurde. Anschließend wurden die lidarbasierten LAI-Werte und die Sentinel-2-Daten in Beziehung gesetzt und ein Sentinel-2-basiertes LAI-Modell generiert. Die Modellgenauigkeit des Sentinel-2-basierten LAI-Modells lag im moderaten Bereich und hatte einen mittleren quadratischen Fehler (RMSE) von 0,9. Besonders bei hohen LAI-Werten stößt das Modell an seine Grenzen. Im Vergleich dazu lieferte die LAI-Modellierung auf Basis von Punktwolken trotz ebenfalls nur moderater Modellgenauigkeiten auch für Bäume mit hohem LAI ein visuell realistischeres Bild (siehe Abb. 1). Das zentrale Problem bei der punktwolkenbasierten LAI-Modellierung ist jedoch die vergleichsweise seltene Verfügbarkeit der Daten. Um eine kontinuierliche Zeitreihe mit vergleichbaren realistischen LAI-Werten zu produzieren, erscheint eine Kombination von Punktwolkendaten mit Sentinel-2-Satellitendaten erfolgversprechend.



lidar- vs. Sentinel-2-basierte LAI Modellierung
Abb. 1: Vergleich von modellierten LAI Werten für Fichtenbestände im Untersuchungsgebiet Lange Bramke (links: lidarbasiert & rechts: Sentinel-2-basiert)

15:00 – 16:00

POT/112H

V-34 | Forsttechnik, Verfahrenstechnik IV

Thomas Purfürst

V-34-01

Einführung

V-34-02

Wassermanagement entlang von Waldwegen: Internationale (Vor-)Bilder

Christopher Pohle, Dirk Jaeger

*Georg-August-Universität, Abteilung Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnologie,
Göttingen, Deutschland*

Der Zugang zu bewirtschafteten Wäldern wird in vielen Regionen der Welt mit ganzjährig LKW-befahrbaren Wegen gewährleistet. Auch in Deutschland erstreckt sich das nationale Fahrwegenetz auf etwa 512.000 km, was im Mittel ca. 45 Laufmeter/ha entspricht. Diese Fahrwege werden üblicherweise bindemittelfrei aufgebaut, was sie anfällig für Erosion machen kann. Aufgrund dessen werden zahlreiche Maßnahmen bei Planung, Bau und Instandhaltung von Waldwegen ergriffen, um das Niederschlagswasser möglichst zügig abzuleiten und so ebenfalls die Tragfähigkeit für eine ganzjährige Befahrung zu sichern.

Traditionell wird dieses Ziel durch den Grundsatz „Das Wasser ist der Feind des Weges“ ausgedrückt, dem u.a. durch Querprofilierung, Längsneigung, Gräben und Durchlässe Rechnung getragen wird. Das Wasser wird durch entsprechende Entwässerungseinrichtungen allerdings üblicherweise nicht nur von der Fahrbahn abgeleitet, sondern auch schnell dem Vorfluter zugeführt und damit dem Wald unwiederbringlich entzogen. Angesichts des sich verändernden globalen Klimas und der damit verbundenen Auswirkungen auf die Ressource Süßwasser sollte es jedoch Ziel sein, die bisher langjährig erprobten Strategien des Wassermanagements unter den sich verändernden Bedingungen neu zu bewerten und ggf. anzupassen. Gleiches gilt für das Wassermanagement entlang von Fahrwegen. Auf diese Weise soll ein Beitrag zur gemeinsamen Lösung zweier Probleme geleistet werden: Zum einen die drohende Verknappung der Wasserverfügbarkeit in Waldökosystemen und zum anderen die Notwendigkeit, die Versorgung einer wachsenden Weltbevölkerung mit dem begrenzten, nachwachsenden Rohstoff Holz zu sichern, indem die hierfür notwendige Infrastruktur bereitgestellt wird.

Hinweise auf verbessertes Wassermanagement entlang von Waldwegen können höchstwahrscheinlich auch internationale Standards und Best-Practices liefern. Besonders vielversprechend sind dabei diejenigen Strategien, welche sich in sogenannten Analog-Regionen entwickelten, also denjenigen Regionen, in denen heute klimatische Bedingungen herrschen, die in Deutschland zukünftig zu erwarten sind. Potenzielle Vorbilder als erste Ergebnisse eines Reviews internationaler Literatur werden visuell aufbereitet und auf der FowiTa vorgestellt.

V-34-03

Perspektiven des forstlichen Expertenurteils

Reinhard Pausch

*Staatliche Führungsakademie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Landshut,
Deutschland*

Ganz offensichtlich werden durch die dynamische Weiterentwicklung der künstlichen Intelligenz grundsätzliche Fragen an die Zukunft auch des forstlichen Expertenurteils gestellt. Es zeichnet sich ab, dass über Vorstufen immer genauerer Erfassung forstlicher Daten etwa mittels Fernerkundung und Laser Scanning, durch leistungsfähige Rechner, raffinierte Auswertungsmethoden und Simulationstechniken Futter für die tiefgreifende Anwendung künstlicher Intelligenz im Wald zur Verfügung steht. Damit ist es an der Zeit, den Gedanken durchzuspielen, dass auf die mechanisch-technische Revolution der Waldarbeit nun eine digitale „Mechanisierung“ des forstfachlichen Planens und Urteilens folgen könnte: Das wäre eine Anwendung von KI, welche die Funktion eines unterstützenden Werkzeugs deutlich überschreitet, indem automatisierte Urteile über die Waldbehandlung erstellt würden. Hieraus ergibt sich die Frage, ob das forstliche Expertenurteil von Menschen vor Ort im Wald zu einem Auslaufmodell geworden ist. Welche Rolle wird der forstlich gebildeten Menschen im Wald künftig haben?

Diese Ausgangssituation wird zum Anlass genommen, die Voraussetzungen für qualifizierte Urteile im Wald grundsätzlich zu untersuchen. Dazu sind die Ebenen forstfachlicher Urteile und auch der Sprachgebrauch im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz begrifflich unter die Lupe zu nehmen. Die nähere Analyse zeigt nicht zuletzt, dass hier fundamentale philosophische Fragen berührt werden, welche die aktuelle Diskussion bislang wenig thematisiert.

Einem eher skeptischen Szenario folgend könnte eine passiv getriebene, systemisch aufgezwungenen Entwicklung zu nicht mehr wahrgenommenen oder nicht mehr als relevant erkannten Fehlentwicklungen führen. In einem optimistischeren Szenario gelänge es, Kriterien für ein konstruktives Zusammenwirken von Mensch und Technik nicht nur zu formulieren, sondern effektiv in die Prozesse zu implementieren.

V-34-04

Diskussion

15:00 – 16:00

POT/151H

V-35 | Forstökonomie II: Landnutzung und Forsteinrichtung

Peter Deegen

V-35-01

Einführung

V-35-02

Die globale Waldflächendynamik im Fokus: Determinanten entlang der Environmental Kuznets Curve und der Forest Transition Hypothesis

Julia Tandetzki^{1,2}, Margret Köthke¹, Franziska Schier¹, Holger Weimar¹

¹ Thünen-Institut für Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Göttingen, Deutschland

Die globale Waldflächendynamik als Funktion von sozioökonomischen Einflüssen kann mit den Konzepten der Environmental Kuznets Curve for deforestation (EKCD) und der Forest Transition Hypothesis (FTH) dargestellt werden. In den vergangenen 30 Jahren sind in der Forschungslandschaft zahlreiche quantitative Schätzungen veröffentlicht worden, welche den Einfluss von Determinanten auf die Waldflächenentwicklung untersuchen.

Um die Auswahl und die Bedeutung relevanter Determinanten zu verstehen, nutzen wir eine systematische Literaturanalyse. Dabei extrahieren wir aus den heterogenen Studien Muster, indem die betrachteten unabhängigen Variablen von 85 Schätzmodellen in Bezug auf (i.) Basisstudien, (ii.) den geografischen Anwendungsbereich, (iii.) die Spezifikation der abhängigen Variable, (iv.) die Verteilung über die Konzepte von EKCD und FTH und (v.) die statische Schätzmethode synthetisiert werden.

Über alle Studien werden 150 verschiedene Variablen getestet, die wir inhaltlich 12 Kategorien zuordnen. Neben dem ökonomischen Einkommen sind das beispielsweise demografische Faktoren, Handelsfaktoren, Faktoren, welche die Landflächenentwicklung direkt beschreiben und institutionelle Faktoren. Am häufigsten werden die Variablen Bruttoinlandsprodukt und Populationsdichte in den Kategorien ökonomisches Einkommen und demografische Faktoren verwendet. Determinanten des ökonomischen Einkommens haben in circa 70% und demografische Faktoren in 60% der getesteten Fälle einen signifikanten Einfluss auf die Walddynamiken. Unterschiede in der Höhe des signifikanten Einflusses auf die Waldentwicklung ergeben sich insbesondere in der Wahl der geografischen Daten zwischen den Kontinenten Asien, Afrika und Latein Amerika, der Wahl der abhängigen Variable (z.B. „rate of deforestation“ und „forest cover“) sowie des untersuchten Konzeptes (EKCD und FTH).

Forschungslücken treten in der Schätzung von Walddynamiken in Industrieländern, sowie in der differenzierten Betrachtung von Waldflächentypen (z.B. natürlich verjüngter Waldfläche („primary forest“) und gepflanzten Waldflächen und Plantagen („planted forest and plantations“) nach der Definition des Global Forest Resources Assessment 2020) auf. Über eine Erweiterung der Konzepte sowie eine Anpassung des Kurvenverlaufes lässt sich diese Differenzierung umsetzen.

Referenzen

- [1] Tandetzki J, Schier F, Köthke M, Weimar H (2022) An evidence and gap map of the environmental Kuznets curve and the forest transition hypothesis for estimating forest area development. Environ Res Lett 17(12):123005, DOI:10.1088/1748-9326/aca781.

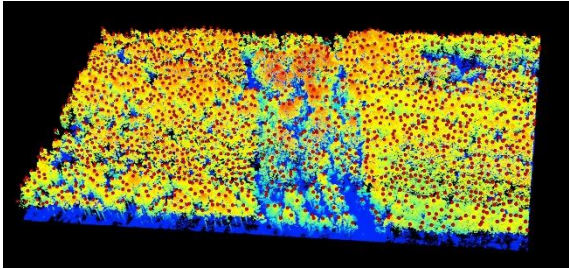
V-35-03

Der digitale Zwilling des Waldes – aktuelle Möglichkeiten und Perspektiven bei Waldinventuren

Richard Georgi, Michael Wehnert-Kohlenbrenner

Ostdeutsche Gesellschaft für Forstplanung mbH, Wilsdruff, Deutschland

Die periodische Waldinventur stellt noch immer ein wesentliches Instrument in der Steuerung und Ausgestaltung der zukünftigen Bewirtschaftung unserer Wälder dar. Üblicherweise werden derartige bestandesweisen oder stichprobenbasierten Inventurverfahren meist in einem 10-jährigen Turnus durchgeführt. Die klimabedingten Waldschäden der vergangenen Jahre sowie die nachwachsenden strukturreichen Bestände bringen klassische Inventurverfahren dabei zunehmend an ihre Grenzen – zeitlich wie methodisch. Abhilfe können moderne digitale Inventurverfahren schaffen. In den vergangenen Jahren haben sich die Möglichkeiten bei der Erfassung eines digitalen Zwillings des Waldes stark vereinfacht. Durch die Verfügbarkeit geeigneter Algorithmen funktioniert auch der Ableitung vieler relevanter Inventurparameter aus dem digitalen Abbild immer einfacher und zuverlässiger. Am Beispiel von hochaufgelösten Drohnendaten wird vorgestellt, welche Parameter sich bereits heute bei der Durchführung von Waldinventuren in der Praxis mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit aus den digitalen Daten ableiten lassen und wie diese in der forstlichen Inventurpraxis genutzt werden können. Insbesondere die Höhe der Einzelbäume inkl. der Ableitung relevanter Berechnungen (Oberhöhe, Mittelhöhe) funktioniert sehr zuverlässig. Es existieren derzeit aber auch noch Hürden, welche die Ableitung weiterer wesentlicher Parameter aus den Daten erschweren oder verhindern. Ein entscheidender Parameter ist dabei die zuverlässige Erkennung der Baumart. Diese muss weitgehend unabhängig von der Jahreszeit sowie weiteren Einflussfaktoren funktionieren, um in der Praxis standardmäßig zu Einsatz kommen zu können. Eine große Herausforderung sind auch sehr strukturreiche Bestände. Hier müssen die Algorithmen in den kommenden Jahren weiterentwickelt und optimiert werden, um eine ausreichend exakte Einzelbaumerkennung zu ermöglichen. Ungeachtet dessen bietet der Einsatz des digitalen Zwillings schon heute enorme Rationalisierungseffekte und kann gleichzeitig die Qualität der erhobenen Daten erhöhen.



Digitaler Zwilling des Waldes inkl.
Einzelbaumerkennung

V-35-04

Diskussion

15:00 – 16:00

POT/251H

V-36 | Wissenschaftskommunikation I

V-36-01

Einführung

V-36-03

Wälder und Waldbewirtschaftung in der Wissenschaftskommunikation – Eine akteurszentrierte Analyse des Status quo

Sandra Liebal

Technische Universität Dresden, Institut für Forstökonomie und Forsteinrichtung, Professur für Forstpolitik und Forstliche Ressourcenökonomie, Tharandt, Deutschland

In den letzten Jahrzehnten hat sich die Art, wie wir über Wälder kommunizieren, stark verändert. In der Vergangenheit war fundiertes Wissen über den Wald, seine Funktionen und seine Bewirtschaftung oft nur ausgebildeten Forstarbeitern oder studierten Förstern zugänglich. Aufgrund entscheidender Veränderungen in der Gesellschaft und der Umwelt (z. B. Industrialisierung, Urbanisierung, Klimawandel) hat das Interesse der Öffentlichkeit an Wäldern zugenommen und die gesellschaftliche Wahrnehmung von Wäldern hat sich gewandelt (Rametsteiner et al. 2009, Farcy et al. 2019). Stand vor 50 Jahren noch die Holzproduktion in Wäldern im Vordergrund, betrachtet die Mehrheit der deutschen Bevölkerung mittlerweile die ökologischen, kohlenstoffbindenden und Erholungsfunktionen der Wälder als ihre wichtigsten Ökosystemleistungen (Eisele & Juschka 2022, Farcy et al. 2019). Diese Entwicklung resultiert in einer rückläufigen Akzeptanz für die Forstwirtschaft und ihrer Akteure und eröffnet die Fragen, wie unsere Wälder zukünftig behandelt werden sollen und wer dafür verantwortlich sein soll. Diskussionen und Entscheidungen hierüber verlangen jedoch nach fundiertem Wissen über das komplexe Ökosystem Wald. Neben einer intensiven Behandlung dieser Themen in der schulischen Ausbildung ist daher eine stetige, umfassende und zielgerichtete Kommunikation im Alltag über Wälder und Waldbewirtschaftung erforderlich. Viele Akteure, die sich mit Wäldern beschäftigen, haben dies erkannt. Der Beitrag fokussiert die Diversifizierung der Kommunikationsaktivitäten (z. B. Nutzung digitaler und webbasierter Kanäle, Produktion audiovisueller Formate) durch verschiedene Stakeholder des Waldes (z. B. staatliche Organisationen, Vereine und Verbände, Unternehmen). Dabei wird nicht nur der Frage nachgegangen, welche Medien von den verschiedenen Akteuren genutzt werden. Es wird auch analysiert, ob die Art der Mediennutzung dem aktuellen Forschungsstand der Wissenschaftskommunikation genügt. Dabei wird Bezug genommen auf verschiedene Modelle (z. B. Defizit-, Dialog- und Partizipationsmodell) und Konzepte aus den Public Relations (z. B. multi-channel and omni-channel approach). Der Beitrag zielt somit nicht nur auf die Analyse des Status quo, sondern soll auch ungenutzte Potenziale und Optimierungsmöglichkeiten offenlegen.

Referenzen

Eisele H. & Juschka J. (2022): Wald bewirtschaften? Ja? Nein? – Und wie? In: LWF aktuell 1/2022, 4-7

Farcy C., Nail S., Matagne J., Granet A.-M., Baudry O. & Rametsteiner E. (2019): Towards a Social Representation of Forests by Western Urbanized Societies. In: Farcy C., De Arano I.M., Rojas-Briales E. (Eds.): Forestry in the Midst of Global Change. CRC Press: Boca Raton, London, New York. 77 - 99

Rametsteiner E., Eichler L., Berg J. (2009): Shaping forest communication in the European Union: public perceptions of forests and forestry. Final Report for the European Commission – DG Agriculture and Rural Development. Rotterdam

V-36-04

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/081H

V-37 | Agroforstsysteme

V-37-01

Agroforstpotenziale in Nordostdeutschland - Perspektiven und Wahrnehmungen von Schlüsselakteuren

Tobias Cremer¹, **Ferréol Berendt**¹, Johannes Litschel^{2,1}, Martin Welp²

¹ Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Professur für Forstnutzung und Holzmarkt, Eberswalde, Deutschland; ² Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde, Professur für Sozioökonomie und Kommunikation, Eberswalde, Deutschland

Als Landnutzungssystem hat Agroforstwirtschaft vielfältige Vorteile gegenüber der konventionellen Land- und Forstwirtschaft. Dazu gehören insbesondere eine höhere Artenvielfalt durch vielfältigere Lebensräume, die Kontrolle von Abfluss und Bodenerosion, die Verbesserung der Wasserverfügbarkeit des Bodens, die Schaffung von Mikroklimata, die Kohlenstoffbindung und die Bereitstellung einer vielfältigeren Agrarwirtschaft.

Im Zuge des Klimawandels wird Nordostdeutschland in Zukunft besonders anfällig für Dürren und Winderosion sein. Dennoch macht die agroforstliche Anbaufläche bislang <2 % der landwirtschaftlichen Fläche Deutschlands aus. In dieser Studie wurden deshalb mittels eines Fallstudienansatzes und anhand qualitativer Interviews mit Schlüsselakteuren der Agroforstbranche die Vorteile, Potenziale und Hemmnisse für die Umsetzung von Agroforstsystemen im Land Brandenburg analysiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass Agroforstsysteme ein erhebliches Potenzial in Bezug auf die genannten Faktoren haben. Als besonders vorteilhaft wurden insbesondere die Verringerung der Bodenerosion und die Stabilisierung des Mikroklimas immer wieder genannt. Darüber hinaus hat die Agroforstwirtschaft nach Ansicht der Akteure ein hohes Potenzial, Holz für die Energieerzeugung oder die stoffliche Nutzung zu liefern. Grundsätzlich stellt sich die Agroforst-Community als eine kleine, aber hochinnovative und stark vernetzte Gemeinschaft dar, die in der Lage ist, Neuerungen rasch und effektiv in die Praxis zu bringen. Als wichtigste Faktoren, die eine Umsetzung von Agroforstsystemen in die Breite behindern, werden von den Akteuren vor allem administrative Hindernisse sowie die hohen Etablierungskosten für Agroforstsysteme genannt. Es besteht ein großer Bedarf an einer Überarbeitung der politischen Unterstützung, verbunden mit Änderungen in der finanziellen Unterstützung zur Etablierung von Agroforstsystemen. Daraus resultierende künftige Forschungsarbeiten sollten sich nach Meinung der Interviewpartner*innen unter Einbindung der Hauptakteure auf die weitere Erforschung der Wertschöpfungskette von Agroforstprodukten konzentrieren, genauso wie auf die Analyse von Marktstrukturen. Runde Tische oder transdisziplinäre Stakeholder-Workshops, die neben Praktikern und politischen Akteuren auch Vertreter*innen der Holzverarbeitenden Industrie, der Architektur und des Bausektors zusammenbringen, könnten weitere Synergien schaffen und die Anlage von Agroforstsystemen weiter unterstützen.

Referenzen

- [1] Litschel, J, Berendt, F, Wagner, H, Heidenreich, S, Bauer, D, Welp, M, Cremer, T. (2023) Key Actors' Perspectives on Agroforestry's Potential in North Eastern Germany. *Land*, 12, 458. <https://doi.org/10.3390/land12020458>

V-37-02

Die Klonverteilung der Baumart Pappel in Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen in Deutschland

Lea Schmeil, Dirk Landgraf

Fachhochschule Erfurt, Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst, Erfurt, Deutschland

Die Wald- und Holzforschung steht vor der Herausforderung, Lösungen für die Auswirkungen des Klimawandels und gesellschaftlicher Umbrüche zu finden, während sie gleichzeitig eine nachhaltige Bioökonomie fordert. Insbesondere die Ölpreisabhängigkeit stellt sich mit dem Ukrainekrieg als kein nachhaltiges Energieversorgungskonzept für die deutsche Wirtschaft dar. Kurzumtriebsplantagen (KUP) und Agroforstsysteme (AFS) können zu einer dezentralen Energieversorgung beitragen oder den Rohstoff Holz für eine stoffliche Nutzung zur Verfügung stellen [1]. In Deutschland ist jedoch bisher nicht bekannt, welche Sorten bzw. Klone von welchen schnellwachsenden Baumarten in welchen Anbausystemen (Umtriebszeiten) in KUPs und AFS angebaut wurden.

Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Fachhochschule Erfurt, Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst, wurde die Sortenverteilung der Baumart Pappel auf etablierten KUPs, Pappelmutterquartieren und AFS in Deutschland mittels Befragung in Wissenschaft, Wirtschaft und Behörden untersucht [2].

Bei der Studie wurden insgesamt 3.913 ha an mit Pappeln bestockten KUPs und AFS im Zeitraum zwischen 2004-2019 erfasst. Auf Flächen zwischen 0,02-30 ha stocken in Deutschland 35 verschiedene Pappelsorten. Anbauschwerpunkt der schnellwachsenden Pappeln in Deutschland ist mit 1.729 ha das Bundesland Brandenburg. Neu angelegte Flächen sind vor allem zwischen 2010-2015 angebaut worden. Ab 2016 ist ein deutlicher Einbruch der Neupflanzungen von Pappeln sichtbar, vermutlich begründet, durch die Novellierung des Erneuerbaren-Energie-Gesetzes. Insgesamt weisen die Landnutzungssysteme mit Pappeln sehr heterogene Pflanzabstände und -zahlen auf, wobei die Flächennutzer*innen sowohl auf das sogenannte Doppelreihensystem, als auch auf das Einzelreihensystem setzen. Bezüglich der erfassten Rotationszyklen liegt der Schwerpunkt auf der sogenannten Midi-Rotation (1.253 ha) mit Umtriebszeiten zwischen 6-10 Jahren.

Die Datenerhebung zeigt, dass insgesamt eine hohe Heterogenität von Anbaukonzepten vorliegt. Die Resultate ermöglichen zahlreiche nachgelagerte Studien, die sowohl Naturschutzaspekte auf Ackerlandflächen untersuchen oder den effizienteren Pappelanbau für

die energetische und stoffliche Verwertung. Somit können die Ergebnisse als ein wichtiger Baustein für eine nachhaltige Bioökonomie erachtet werden, die in der Wissenschaft und Praxis vertiefend berücksichtigt werden muss.

Referenzen

- [1] Landgraf, D.: 2017, *Schnellwachsende Baumarten- Etablierung, Management und Verwertung*. In: 1. Erfurter Tagung. Landgraf, D., 2017 (Tagungsband: schnellwachsende Baumarten. Kapitel 1. *Begrüßung und Einführung in die Tagung Schnellwachsende Baumarten*, 1. Erfurt, Fachhochschule Erfurt, Fakultät Landschaftsarchitektur, Gartenbau und Forst (Hrsg.)

- [2] Schmeil, L.: 2019, *Die Sortenverteilung der Baumart Pappel auf etablierten Kurzumtriebsplantagen und Agroforstsystemen in Deutschland*, Bachelorarbeit, Fachhochschule Erfurt, Erfurt

V-37-03

Abschluss

16:30 – 18:30

POT/051H

V-39 | Waldwachstum

V-39-01

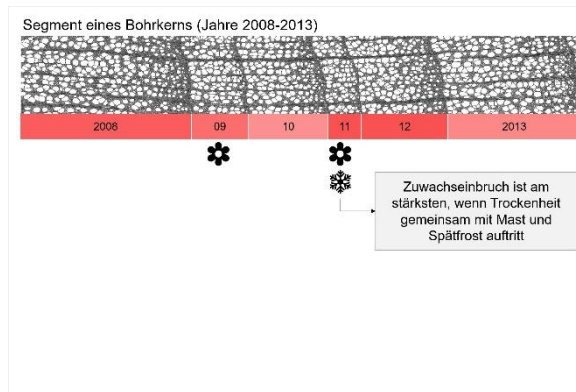
Wie beeinflussen Mast und Spätfrost die Reaktion des Stammdickenwachstums der Buche auf Trockenheit?

Mareike Hirsch, Thomas Seifert

Universität Freiburg, Professur für Waldwachstum und Dendroökologie, Freiburg, Deutschland

Jüngste Beobachtungen und Studien zeigen, dass die Buche zunehmend sensibel auf Trockenheit reagiert (Obladen et al. 2021). Zudem weist die Buche ein ausgeprägtes Mastverhalten auf und starke Fruktifizierung geht, vor allem in Kombination mit Trockenheit, mit einem Einbruch des Stammdickenzuwachses einher (Hacket-Pain et al. 2017). Auch Spätfroste können bei der Buche zu Wachstumseinbußen führen (Dittmar et al. 2006). Bislang ist jedoch wenig darüber bekannt, wie Mast und Spätfrost auf die Holzanatomie und damit auf das hydraulische System und die Kohlenstoffsequestrierung wirken.

Um diese Zusammenhänge besser zu verstehen, wurden an 195 Buchen in Baden-Württemberg Jahrringanalysen durchgeführt. Für den Zeitraum 1962-2014 wurden die Jahrringbreite und verschiedene holzanatomische Variablen bestimmt. Mit diesen wurden gemeinsam mit Witterungsvariablen und Daten zu Mast- und Spätfrostereignissen als Prädiktoren Regressionsmodelle erstellt. Diese ergaben, dass die Jahrringbreite in Jahren mit Mast und Spätfrost besonders gering ist (s. Abbildung). Darüber hinaus wirkten ein höheres Temperaturmaximum sowie eine geringere Wasserverfügbarkeit in der Vegetationsperiode in einem Jahr mit Mast und Spätfrost stärker limitierend auf die Jahrringbreite als in einem Jahr ohne. Die Buche reagiert also in diesen Jahren besonders sensibel auf Trockenheit und Hitze. Eine geringere Jahrringbreite ging zudem mit einem höheren prozentualen Anteil der Gefäßfläche einher. Obwohl Mast und Spätfrost hier keinen signifikanten Effekt hatten, beeinflussen diese Faktoren so indirekt die Holzdichte. Dies traf auch auf die hydraulische Leitfähigkeit zu, die eng und positiv mit der Jahrringbreite korreliert war und zudem vor allem in Jahren ohne Spätfrost positiv von der Wasserverfügbarkeit nach dem Blattaustrieb beeinflusst wurde. Letztere wirkte in Mastjahren zudem positiv auf die maximale Gefäßfläche. Dadurch wird deutlich, dass insbesondere in Mastjahren die Wasserverfügbarkeit einen direkten Einfluss auf die Jahrringbildung hat und Trade-Off-Effekte auftreten. Diese ersten Ergebnisse zeigen, dass die Reaktion des Stammdickenwachstums auf Trockenheit bei der Buche deutlich differenzierter als bislang betrachtet werden muss.



Dünnschnitt eines Buchen-Bohrkerns

Dargestellt sind die Jahre 2008-2013. Je intensiver ein Jahr rot eingefärbt ist, desto geringer war die relative Wasserverfügbarkeit in der jeweiligen Vegetationsperiode. Mast- und Spätfrostereignisse sind mit Blume bzw. Eiskristall gekennzeichnet. Das Jahr 2011, in dem Mast, Spätfrost und Trockenheit auftraten, zeichnet sich durch eine besonders geringe Jahrringbreite, eine vergleichsweise geringe durchschnittliche Gefäßfläche, eine hohe Gefäßdichte und einen hohen prozentualen Anteil der kumulierten Gefäßfläche an der Jahrringfläche aus.

Referenzen

- [1] Dittmar, C., Fricke, W., & Elling, W. 2006, 'Impact of late frost events on radial growth of common beech (*Fagus sylvatica* L.) in Southern Germany', *European Journal of Forest Research*, 125(3), 249–259.
- [2] Hacket-Pain, A. J., Lageard, J. G. A., & Thomas, P. A. 2017, 'Drought and reproductive effort interact to control growth of a temperate broadleaved tree species (*Fagus sylvatica*)', *Tree Physiology*, 37(6), 744–754.
- [3] Obladen, N., Dechering, P., Skiadaresis, G., Tegel, W., Keßler, J., Höllerl, S., Kaps, S., Hertel, M., Dulamsuren, C., Seifert, T., Hirsch, M., & Seim, A. 2021, 'Tree mortality of European beech and Norway spruce induced by 2018-2019 hot droughts in central Germany', *Agricultural and Forest Meteorology*, 307, 108482.

V-39-02

Vergleich der Trockenstressreaktion zwischen Bäumen an Waldlücken und Bäumen im Bestand unter Verwendung von LiDAR und Jahrringen

Luke D. Bohnhorst¹, Peter Biber¹, Torben Hilmers¹, Enno Uhl^{1,2}, Hans Pretzsch¹

¹ Technische Universität München, Waldwachstumskunde, Freising, Deutschland; ² Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Freising, Deutschland

In Mitteleuropa werden die Wälder zunehmend von Störungen verschiedenster Art geprägt, die sich in einer zunehmenden Lückigkeit des Kronendachs niederschlagen. Parallel verstärkt ein auf strukturreiche Bestände ausgerichteter Waldbau diese Tendenz hin zu temporären Waldinnenrändern. Dabei ist jedoch unklar, wie sich die temporäre Randsituation auf das Baumwachstum, den Baumhabitus und die Trockenstressreaktion des Einzelbaums auswirken. Um diese Effekte zu untersuchen, wurden Bäume an temporären Lückenrändern und im Bestand auf langfristig beobachteten Versuchsflächen in Süddeutschland verwendet. Untersucht wird das Jahrringmuster sowie die dreidimensionale Kronenstruktur von fünf Baumarten, Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Fichte (*Picea abies*), Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), Eiche (*Quercus spec.*) und Weiß-Tanne (*Abies alba*). Die Kronenstruktur wurde durch hochauflösende terrestrische Laserscans der Bäume erfasst. Es wird untersucht, inwieweit sich Lückenrand- und Bestandsbäume in ihrem Wachstum unterscheiden und welche Kovariablen, wie z.B. die Zeit seit der Lückenbildung, darauf Einfluss haben. Dabei ist die Trockenstressreaktion der Randbäume im Vergleich zu den Bestandsbäumen von besonderem Interesse.

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Wachstumsreaktion, Kronenstruktur und Trockenstressreaktion von Randbäumen signifikant unterschiedlich sind und ausgeprägte Unterschiede zwischen den untersuchten Arten vorliegen. Im Detail bedeutet das, dass (a) die Wachstumsreaktion auf die Lückenbildung von der Baumgröße abhängt; (b) die untersuchten Laubbaumarten im Hinblick auf die Kronenstruktur vielfältiger auf die Randlage reagieren; (c) Randbäume mit ihrem Zuwachs stärker auf Trockenstress reagieren als Bäume im Bestand. Großflächigere Öffnungen des Kronendachs führen zu einer kurzfristigen positiven Wachstumsreaktion für Randbäume, erhöhen jedoch das Risiko von Zuwachseinbußen bei Trockenstress. Eine weitere Öffnung des Kronendachs können diese Effekte negativ verstärken. Diese Arbeit wurde im Rahmen des Projektes „Anpassungsfähigkeit von Bäumen und Beständen im Hinblick auf Trockenstress“ (klifW006) erstellt und vom Bayerischem Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

V-39-03

Ein Modellansatz zur Abschätzung der natürlichen Verjüngung in Hessen auf der Grundlage von Forsteinrichtung, Betriebsinventur und Standortkartierung

Andreas Sommerfeld, Matthias Schmidt

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung A, Göttingen, Deutschland

Wälder sind eines der wichtigsten Ökosysteme und daher unerlässlich für die Gesellschaft. Im Unterschied zu vielen anderen Pflanzen zeichnen sich Bäume besonders durch eine hohe Lebenserwartung aus und einzelne Waldentwicklungsphasen können oft Jahrzehnte andauern. Dies führt zu einer hohen Vulnerabilität von Wäldern, da sich die Umweltbedingungen im globalen Wandel im selben Zeitraum stark verändern können. Daher ist die Phase der Waldverjüngung, welche die Entwicklungsphase mit der höchsten Anpassungsfähigkeit von Waldökosystemen darstellt, von entscheidender Bedeutung. Dennoch ist unser Verständnis vom Zusammenwirken der Umweltbedingungen und die Quantifizierung der Effektstärken, welche zu einer erfolgreichen natürlichen Waldverjüngung führen, weiterhin ungenügend.

In dieser Studie entwickeln wir ein Modell zur Abschätzung der natürlichen Verjüngung, welches mit Hilfe von Daten parametrisiert wird, die in größeren Forstbetrieben allgemein vorhanden sind. Der hier vorgestellte Modellansatz nutzt dabei Daten des Landesbetriebes HessenForst, welche von Standortparametern, wie der Bodenfeuchte und der Nährstoffversorgung zu Bestandesparametern, wie dem Grundflächenmittendurchmesser, der Bestandesgrundfläche und Kronenprojektionsfläche reichen.

Wir nutzen ein Generalisiertes Additives Modell (GAM), um das Auftreten und die Dichte der natürlichen Verjüngung zu analysieren. Das GAM ermöglicht es, auch etwaige nicht-lineare Zusammenhänge in den Daten zu modellieren. Insbesondere nutzen wir eine Implementierung eines GAMs, welche in der Lage ist, sogenannte "Compositional Data" zu modellieren und somit das Auftreten verschiedener Verjüngungsbaumarten simultan zu modellieren. Der Ansatz ermöglicht es damit, die Abhängigkeiten zwischen dem Auftreten mehrerer Baumarten in der Verjüngung zu berücksichtigen.

Ein allgemeingültiges Verjüngungsmodell besitzt den Vorteil, dass die Forstwirtschaft bei der großräumlichen Planung von Naturverjüngung unterstützt werden kann. Im forstwissenschaftlichen Bereich bietet ein Verjüngungsmodell mögliche Schnittstellen zu Waldwachstums- und Biomassemodellen, um mit relativ einfach zu erfassenden Parametern ein zukünftiges Verjüngungspotenzial und mögliche Waldentwicklungspfade abzuschätzen. Für die Wahl der Baumartenzusammensetzungen liefert ein Verjüngungsmodell entscheidende Informationen um klima-angepasst und ressourcen-effizient die zukünftige Waldentwicklung zu gestalten.

Referenzen

- [1] Hamkens, H, Nagel, R-V, Spellmann, H 2022, Baumartenwahl im Klimawandel. In: Nagel, R-V, Schmidt, M (Hrsg.), Tagungsband zur Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 12.-14.09.2022 in Rendsburg/Schleswig-Holstein. S. 121-125.
- [2] Rudolph, J, Schmidt, M, 2017, Vorhersage der Verjüngungsetablierung von Fichte und Buche. In: Klädtke, J., Kohnle, U. (Hrsg.), Tagungsband zur Jahrestagung der Sektion Ertragskunde im DVFFA vom 29.-31.05.2017, Untermarchtal. S. 129-144.
- [3] Rogers, R, Johnson, P, 1998, 'Approaches to modeling natural regeneration in oak-dominated forests', Forest Ecology and Management, Volume 106, Issue 1, S. 45-54
- [4] Miina, J, Eerikäinen, K, Hasenauer, H, 2006. 'Modeling Forest Regeneration', In: Hasenauer, H (Hrsg.) Sustainable Forest Management, Berlin, Heidelberg.

V-39-04

Ein neuer Ansatz zur Modellierung der Bestandeshöhenentwicklung

Jan Schick, Matthias Albert, Matthias Schmidt

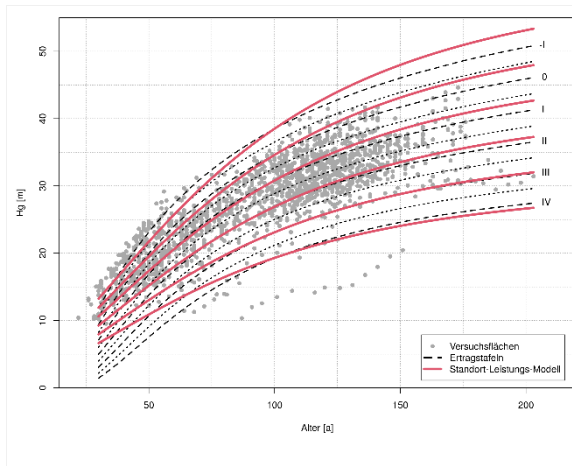
Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldwachstum, Göttingen, Deutschland

Der Klimawandel stellt die Forstwirtschaft vor erhebliche Herausforderungen. Änderungen im Temperatur- und Niederschlagsregime führen zum Verlust der Standortskonstanz und beeinflussen unter anderem die Wuchseleistungen bisher etablierter Baumarten. Hierdurch ergeben sich, je nach Zielsetzung, neue Optima hinsichtlich der Baumartenzusammensetzung. Bei der Bestimmung dieses Optimums spielt die Bonität meist eine zentrale Rolle, da sie einerseits essentieller Bestandteil ökonomischer Analysen ist, andererseits auch die Ableitung weiterer Kennziffern erlaubt, wie bspw. die potentielle Kohlenstoffspeicherung oder das Windwurfisiko.

Durch den Verlust der Standortskonstanz kann auch die Bonität nicht mehr als konstant angesehen werden und es werden Modelle benötigt, welche deren Schätzung unter veränderten Umweltbedingungen ermöglichen. Basierend auf existierenden Modellen dieses Standort-Leistungs-Bezuges [2], wurden in einem neu entwickelten Ansatz aus state-space Daten abgeleitete Wachstumsgänge mit dem breiten standörtlichen Gradienten von space-for-time Daten kombiniert. Hierzu wurde die Dendrometrie von Versuchsflächen und mehreren, großflächigen Waldinventuren in einem einzigartigen deutschlandweiten Datensatz kombiniert. Somit wurde zeitlich und räumlich eine hohe Abdeckung der Amplituden aller wichtigen Wachstumsfaktoren erreicht. Zur Erfassung der Umwelteinflüsse wurden sowohl umfassende Daten der Standortskartierung aus mehreren Bundesländern, als auch atmosphärische Größen, sprich Temperatur, Niederschlag und Stickstoffdeposition, mit einbezogen. Die atmosphärischen Größen gehen hierbei als dynamisch über das Bestandesleben gebildete, mit Zuwachsfunktionen gewichtete Mittelwerte ein.

Zur Parametrisierung der für das Modell genutzten Wachstumsfunktion [1] wurde ein zweistufiger Ansatz genutzt: Zunächst wurde die grundlegende Form aus den langen Zeitreihen der Versuchsflächen abgeleitet. Diese Form wurde anschließend mit dem durch den vollen Datensatz abgedeckten Gradienten an Umweltbedingungen in einem Standort-Leistungs-Modell kombiniert. Als Modellformulierung wurde ein generalisiertes, additives Modell (GAM) gewählt. Alle Effekte zeigen biologisch plausible Verläufe mit relevanten Effektgrößen. Somit sind Schätzungen der Höhenwuchseleistung unter verschiedensten rezenten und künftigen, standörtlichen und klimatischen Bedingungen ohne die Notwendigkeit von Baumhöhenmessungen möglich, wobei gleichzeitig plausible longitudinale Verläufe gewährleistet bleiben.

Im Vortrag werden Datensatz und Datenaufbereitung, das Modell selbst sowie Sensitivitätsanalysen vorgestellt.



Modellvorhersage unter konstanten Bedingungen

Zu sehen ist die Schätzung des Standort-Leistungs-Modells für die Entwicklung der Hg über dem Alter (rote Linien) bei verschiedenen Bonitäten. Hierbei wurden über das Bestandesleben konstante Bedingungen unterstellt. Zum Vergleich der Bestandeshöhenentwicklung sind Ertragstafelfächer (schwarze Linien) hinterlegt. Weiterhin zeigen die grauen Punkte Hg-Werte auf den Versuchsfächen der NW-FVA.

Referenzen

- [1] Lappi, J, 1997, „A Longitudinal Analysis of Height/Diameter Curves“, *Forest Science*, 43, 555 - 570
- [2] Schmidt, M, 2020, „Standortsensitive und kalibrierbare Bonitätsfächer: Wachstumspotenziale wichtiger Baumarten unter Klimawandel“, *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 190(5/6), 136–160

V-39-05

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/112H

V-40 | Bioklimatologie und Meteorologie

V-40-01

Sommerliche Starkregenereignisse bewirken verstärkte Tiefenversickerung unter Wald im nordostdeutschen Tiefland – Ein Ausgleich zur Dürre?

Marco Natkhin, Maximilian Strer, Tobias Schad, Kai Schwärzel, Tanja Sanders

Thünen-Institut, Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland

In Mitteleuropa werden nach Ende der Vegetationsperiode die von Wurzeln aufgenommenen Bodenwassermengen durch die Niederschläge allmählich wieder aufgefüllt. Bei Erreichen der Feldkapazität und ausreichendem Niederschlagsangebot kommt es in den Wintermonaten zur Tiefenversickerung und später zur Grundwasserneubildung. Unsere Beobachtungen und Analysen zeigen jedoch, dass diese für Mitteleuropa typischen Tiefenversickerungsprozesse durch das gehäufte Auftreten extremer Witterungsereignisse wie Dürre und Starkregen massiv beeinflusst werden. Klimaprojektionen zeigen, dass sich dieser Trend verstärken könnte.

Die hier vorgestellten Ergebnisse der Waldökosystemforschung in Britz (Brandenburg) basieren auf insgesamt neun Großlysimetern, die mit jeweils einer bewaldeten Grundfläche von 100 m² in 5 m Tiefe langjährig die Tiefenversickerung messen und mit verschiedenen Baumarten und Bestandes-Strukturen bestockt sind und so einen Vergleich erlauben. Über die Jahre zeigte sich, dass die Buche die Grundwasserneubildung fördert, während unter der Kiefer geringe oder keine jährliche Neubildung beobachtet werden konnte. Während der 2018 beginnenden Dürre kommt es jedoch erstmals auch unter der Buche zu einem Ausbleiben der jährlichen Tiefenversickerung. Sommerliche Extremniederschläge, die seitdem auch während der Dürreperiode wiederholt auftraten, tragen hingegen substantiell zur Tiefenversickerung bei. Dabei sind die Wirkungen der Ereignisse konsistent aus den Monitoringdaten ableitbar.

Hier präsentieren wir, dass die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt, zum Beispiel bei Starkregenereignissen, differenziert betrachtet werden müssen.

V-40-02

Trockenheitsrisiken im Wald unter Klimawandel (TroWaK)

Katharina Kuhlmei¹, Marco Natkhin¹, Cathleen Frühauf², Gitta Langer³, Mathias Herbst², Henning Meesenburg³, Michael Köhler³, Steffen Bien³, Tobias Hohenbrink², Paul Schmidt-Walter², Anne Schmidt⁴, Anto R. Dominic⁴, Gisbert Hetkamp²

¹ Thünen Institut, Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung, Braunschweig, Deutschland; ³ Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Waldschutz, Göttingen, Deutschland; ⁴ Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung, Kleinmachnow, Deutschland

„Wie trocken ist es im Wald und welche Risiken einer Schädigung ergeben sich durch die aktuelle Wetterlage? Welche Baumarten und Regionen in Deutschland sind gerade besonders gefährdet? Und welche Art von Schaden ist zu erwarten? Warum sind manche Waldbestände deutlich durch Trockenstress gekennzeichnet, teilweise sogar abgestorben?“ Diese oder ähnliche Fragen dürften sich alle, die sich mit Wald beschäftigen, bereits regelmäßig stellen. Ein Verlust von 450.000 Hektar Waldfläche und 245 Mio. Festmeter Kalamitätsholz können der extremen Hitze und den großen Niederschlagsdefiziten in den Jahren 2018, 2019 und 2022 zugeschrieben werden[i]. Weitere 40 % der Bäume weisen deutliche Vitalitätsminderungen auf. Die Ausprägungen der Schäden sind vielfältig. Während Borkenkäferkalamitäten vor allem Fichtenbestände bedrohen, sind Buchen zunehmend von pilzlichen oder Komplexerkrankungen betroffen und auch Eichen und Kiefern zeigen deutliche Einschränkungen in ihrer Vitalität und eine erhöhte Absterberate[ii].

Die regionale Analyse und Bewertung sowohl biotischer als auch abiotischer Trockenheitsrisiken stehen im Fokus des TroWaK Projekts. Auf der Grundlage regional hoch aufgelöster Klima- und Standortparameter soll mit Hilfe eines dynamischen Wasserhaushaltsmodells die Wasserverfügbarkeit und aktuelle Gefährdungssituation von Waldflächen einschließlich der potentiellen Folgeschäden in Form von Risikokarten in Echtzeit deutschlandweit auf einem 1 km x 1 km Raster dargestellt werden. Auch die Betrachtung kurzfristiger Wettervorhersagen oder - der Klimaprojektionen (RCP-Szenarien) soll ermöglicht werden. Das erfordert die Weiterentwicklung des Wasserhaushaltsmodells LWF-Brook90, eine verbesserte Modellierung des Bestandsklimas von Wäldern, sowie die Entwicklung von Methoden zur Analyse und Bewertung des Risikos für abiotische und biotische Folgeschäden und Komplexerkrankungen in trockenheitsbeeinflussten Wäldern. Die Umsetzung erfolgt im Projekt von 2022 bis 2027 unter der Beteiligung des Deutschen Wetterdienstes, des Thünen-Instituts, des Julius-Kühn-Instituts und der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt.

Referenzen

[1] [i] <https://www.dwd.de/DE/leistungen/zeitreihen/zeitreihen.html>

[ii] https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/waldzustandserhebung-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=5

V-40-03

«Integration von Wetterextremen in Empfehlungen für klimaangepasste Baumarten und Entwicklung von Waldtypen: Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Dürreereignissen»

Alexander Ney

Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt, Abteilung Umweltkontrolle (Sachgebiet Intensives Umweltmonitoring), Göttingen, Deutschland

Das Projekt "Klimaplastischer Bundeswald" an der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt hat das Ziel, ein Entscheidungsunterstützungssystem für Bundesforst zu entwickeln, das den Schutz und die Entwicklung klimaresilienter Wälder unterstützt. Dies soll erreicht werden, indem klima- und standortgerechte Empfehlungen für die Auswahl von Baumarten und die Entwicklung von Waldbeständen bereitgestellt werden.

Bisherige Methoden zur Empfehlung von Baumarten und Waldentwicklungstypen sind in Deutschland ein eher statisches System, in dem alle eingehenden Größen, einschließlich der Klimadaten und v.a. hinsichtlich der Beschreibung des Wasserhaushaltes, über einen langen Zeitraum gemittelt werden. Diese statischen Ansätze können jedoch die dynamische Natur von Wetterextremen und deren Auswirkungen auf Waldbestände nicht erfassen, da diese in den Durchschnittsberechnungen verloren gehen. In den letzten Jahren haben Dürren jedoch zu großen Waldschäden geführt, was zeigt, dass eine Berücksichtigung von Wetterextremen in den Entscheidungsprozessen für den Forstbereich notwendig wird.

Im Rahmen des Projekts wird daher die Integration von Wetterextremen, insbesondere Dürren, für die klimaangepasste Baumartenwahl und die Ableitung von Waldentwicklungstypen untersucht. Hierbei werden hydro-meteorologische und bodenfeuchtebasierte Dürreindikatoren evaluiert, um ihre Erklärungskraft für Vitalitätsveränderungen von Baumarten zu bewerten. Diese Evaluierung wird retrospektiv beginnend ab 1950 und unter Einbindung des ReKliEs-DE-Kernensembles mit Klimaläufen bis 2100 durchgeführt.

Mit diesem Projekt soll eine wichtige Innovation in der Forstwissenschaft geschaffen werden, indem Wetterextreme in die Empfehlungen für klimaangepasste Baumartenwahl und die Ableitung von Waldentwicklungstypen integriert werden. Hierdurch wird ein wichtiger Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel und zum Schutz der Wälder geleistet.

V-40-04

Die DWD-Witterungsvorhersage als Antrieb für die Modellierung der Bodenfeuchte der kommenden 6 Wochen im Wald - Modellgrundlagen, Vorhersagegüte, Tendenzen

Paul Schmidt-Walter¹, Thomas Leppelt ²

¹ Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Agrarmeteorologische Forschung, Braunschweig, Deutschland; ² Deutscher Wetterdienst, Agrarmeteorologie, Offenbach, Deutschland

Extreme Hitze und große Niederschlagsdefizite in den Jahren 2018, 2019 und 2022 verursachten Waldschäden auf einer Fläche 450.000 Hektar und ein Aufkommen von 245 Mio. Festmeter Schadholz. Besonders betroffen war die Fichte, jedoch auch bei der Buche stieg die Mortalität und viele Bestände zeigten und zeigen deutliche Zeichen der Vitalitätsminderung aufgrund der Trockenheit der vergangenen Jahre. Zudem kam es zu massiven Ausfällen bei den Neuanpflanzung zur Wiederbewaldung der Schadflächen, da die jungen Bäume noch kein tiefreichendes Wurzelwerk besitzen und in Dürreperioden entsprechend anfällig für Trockenstress sind.

Die Trendprognose des Deutschen Wetterdiensts (DWD) zeigt auch für den Sommer 2023 deutlich wärmere und trockenere Bedingungen (Stand Juni 2023) als im langjährigen Klimamittel, wodurch im aktuellen Jahr wieder mit großen Schwierigkeiten in der Forstwirtschaft aufgrund von Dürre zu rechnen ist. Um künftig frühzeitig auf Dürreperioden vorbereitet zu sein und gegebenenfalls Maßnahmen zur Abmilderung der Folgen von Trockenstress (z.B. Kulturbewässerung, verstärktes Käfermonitoring) gezielt planen und durchführen zu können, sind flächenhafte Informationen zur Entwicklung der Bodenfeuchte der nächsten Wochen und Monate entscheidend.

Um diese Informationen künftig anbieten zu können, wird die DWD Witterungsvorhersage (basierend auf dem ECWMF-IFS extended range Modellensemble) mit dem forsthydrologischen Modell LWF-Brook90 gekoppelt, die Bodenfeuchte der nächsten 6 Wochen in einer Auflösung von 5 x 5 km deutschlandweit berechnet und das wöchentliche Ensemblemittel dargestellt. Die Vorhersagegüte wird anhand der Nachhersage des Modellensembles der vergangenen 20 Jahre bestimmt. Eine systematische Rückschau auf die wöchentlichen Vorhersagen des vergangenen Jahres erlaubt Rückschlüsse über den Jahresverlauf der Prognosezeiträume (1-6 Wochen), in denen mit einer hohen Vorhersagegüte gerechnet werden kann. Erste Simulationen zeigten vor allem für den Sommer eine hohe Vorhersagegüte über den kompletten Vorhersagezeitraum, während im Frühling die Vorhersagequalität der Bodenfeuchte bereits nach der zweiten Woche deutlich abnahm.

V-40-05

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/151H

V-41 | Forstökonomie III: Klimawandel und Waldschäden

V-41-01

Einführung

V-41-02

Ökonomische Bewertung von Waldschäden im Rahmen eines kontinuierlichen nationalen Waldschadensmonitoring: Bewertungskonzeption und -system

Kristin Franz¹, Simon Fleckenstein², Björn Seintsch¹, Matthias Dieter¹, Bernhard Möhring³

¹ Thünen Institut, Institut für Waldwirtschaft, Hamburg, Deutschland; ² Universität Freiburg, Lehrstuhl für Forst- und Umweltpolitik, Freiburg, Deutschland; ³ Universität Göttingen, Abteilung Forstökonomie, Göttingen, Deutschland

Die Waldschadensereignisse der letzten Jahre haben für die betroffenen Forstbetriebe weitreichende ökonomische Folgen. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist zukünftig mit häufiger auftretenden großräumigen Waldschadensereignissen zu rechnen. Zur Unterstützung politischer Entscheidungsprozesse, wie z.B. im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Finanzhilfen für betroffene Waldbesitzer, sind belastbare Informationen über die Höhe der ökonomischen Schäden hilfreich. Die ökonomischen Auswirkungen von Waldstörungen wurden in Deutschland bisher überwiegend ad hoc (d.h. nach dem Auftreten schwerer Störungseignisse) und mit unterschiedlichen räumlichen, zeitlichen und sektoralen Bewertungsschwerpunkten und Datengrundlagen abgeschätzt. Dies hat zur Folge, dass die ökonomischen Auswirkungen unterschiedlicher Schadereignisse nur bedingt miteinander vergleichbar und deshalb nur eingeschränkt für bundespolitische Einschätzungen geeignet sind. Das noch laufende Verbundprojekt "Fernerkundungsbasiertes Nationales Erfassungssystem für Waldschäden" (FNEWs) soll die Grundlagen für die Implementierung eines dauerhaften und einheitlichen fernerkundungsbasierten Monitoringsystems für Waldschäden in Deutschland schaffen. Im Rahmen dieses Monitoringsystems werden jährlich physische Waldschäden fernerkundungsbasiert erfasst und anschließend ökonomisch bewertet. Für die ökonomische Bewertung wurde basierend auf internationaler und nationaler Literatur ein Bewertungsrahmen entwickelt. Der Rahmen basiert auf einzelnen ökonomischen Schadenskomponenten, mit denen Waldbesitzer nach einem Störungseignis konfrontiert sein können. Außerdem wurden entsprechende Bewertungsmethoden identifiziert und auf ihre Anwendbarkeit in einem nationalen Monitoringsystem auf der Grundlage zentraler Datenverfügbarkeit untersucht. Eine bundesweite Bewertung kommt nicht ohne Annahmen aus. Diese sind im Rahmen eines kontinuierlichen Monitorings ständig zu überprüfen und zu aktualisieren. Der Beitrag stellt das Bewertungskonzept, zentrale Methoden und Annahmen sowie erste Ergebnisse vor.

V-41-03

Ökonomische Betroffenheit von Privatforstbetrieben in Nordrhein-Westfalen durch die Extremwetterereignisse der Jahre 2018 bis 2021

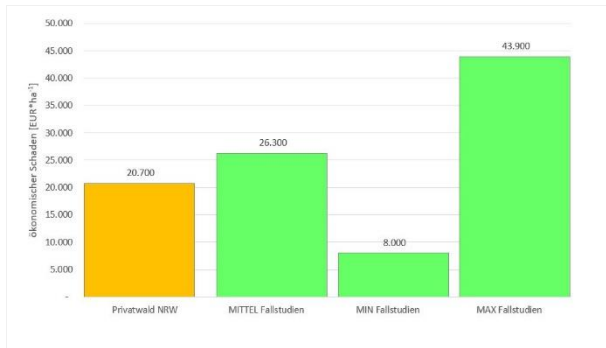
Friedrich Reichert^{1,2}, Markus Dög², Bernhard Möhring²

¹ Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Privat- und Kommunalwald, Münster, Deutschland; ² Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung für Forstökonomie, Göttingen, Deutschland

In der Vergangenheit erzielte der Privatwald, die größte Waldbesitzart in Nordrhein-Westfalen (NRW), seine Erträge vorrangig durch die Produktion von Nadelstammholz. Dieses Geschäftsmodell ist durch den Verlust großer Teile der Nadelholzbestände in NRW für viele private Forstbetriebe künftig nicht mehr aufrechtzuerhalten. Nordrhein-Westfalen gilt als eines der Hauptschadensgebiete der 2018 einsetzenden und bis heute andauernden Dürre- und Borkenkäferkalamität in Deutschland [1]. Bis September 2022 sind ca. 15 % der Waldfläche des Bundeslandes abgestorben [2]. Ein Großteil des hauptsächlich betroffenen Nadelwaldes liegt im Privatwald, was ihn zu einer von der Kalamität besonders stark betroffenen Waldbesitzart macht [3].

Während die naturalen Schäden des andauernden Schadereignisses in NRW dokumentiert werden, sind die ökonomischen Folgen für die betroffenen Forstbetriebe bisher weitestgehend unerforscht. Zur Abschätzung dieser ökonomischen Betroffenheit werden mehrere Schadenskomponenten berechnet, die wesentliche kalamitätsbedingte Schäden und Folgekosten berücksichtigen [4]. Sie werden zum einen für den Privatwald in NRW als Gesamtheit und zum anderen für sieben einzelbetriebliche Fallbeispiele aus Nordrhein-Westfalen für den Untersuchungszeitraum von 2018 bis 2021 hergeleitet. Datengrundlage für die Berechnungen sind im wesentlichen Luftbilddauswertungen der Kalamitätsflächen im Privatwald, Interviews mit betroffenen Forstbetrieben, Forsteinrichtungsdaten sowie Holzeinschlags- und Verkaufsdaten. Insgesamt zeichnet sich eine schwere Betroffenheit der privaten Forstbetriebe in Nordrhein-Westfalen ab (s. Abbildung). Dabei sind vor allem diejenigen Betriebe betroffen, die einen hohen Fichtenanteil zu Kalamitätsbeginn hatten und angefallenes Schadholz im Zeitraum von 2019 bis Anfang 2021 zu ungünstigen Marktbedingungen verkauft haben. Solche stark getroffenen Betriebe können die anstehenden Investitionskosten zumeist nicht über die Schadholzeinnahmen decken. Zudem werden die Einnahmen aus Holzverkäufen des verbleibenden Bestandes in naher Zukunft entsprechend ihres erlittenen Vorratsverlustes reduziert sein. Durch die kalamitätsbedingten Mindererlöse, Kostensteigerungen und Substanzverluste sind die Forstbetriebe existenziell betroffen. Die geschätzten

Mindereinnahmen und Schäden haben Einfluss auf die Wiederbewaldungsstrategien der Betriebe, da viele Waldeigentümer einer fremdfinanzierten Wiederbewaldung ablehnend gegenüber stehen und Wiederaufforstungsmaßnahmen bevorzugen, die aus eigenen Mitteln finanzierbar sind [5].



Abschätzung der ökonomischen Kalamitätsbetroffenheit des Privatwaldes in Nordrhein-Westfalen

Abbildung: Ökonomische Betroffenheit des Privatwaldes in Nordrhein-Westfalen und dortiger privater Forstbetriebe unter Berücksichtigung mehrerer Schadenskomponenten (Privatwald NRW: Schadfläche Privatwald NRW; Fallstudien: sieben untersuchte Forstbetriebe). Der ermittelte Schaden bezieht sich auf den Hektar Schadfläche.

Referenzen

- [1] Thonfeld, F, Gessner, U, Holzwarth, S, Kriese, J, da Ponte, E, Huth, J, Kuenzer, C 2022, 'A First Assessment of Canopy Cover Loss in Germany's Forests after the 2018–2020 Drought Years', *Remote Sensing*, 14, S. 562, Basel: MDPI
- [2] MLV NRW 2022 'Waldzustandsbericht 2022: Bericht über den ökologischen Zustand des Waldes in Nordrhein-Westfalen - Langfassung', S. 54 - 63, Düsseldorf: Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
- [3] Thünen-Institut 2014, 'Zweite Landeswaldinventur Nordrhein-Westfalen - Ergebnisdatenbank', Thünen-Institut. Online verfügbar unter <https://bwi.info>, zuletzt geprüft am 30.11.2022
- [4] Möhring, B, Bitter, A, Bub, G, Dieter, M, Dög, M, Hanewinkel, M et al 2021, 'Schadenssumme insgesamt 12,7 Mrd. Euro. Abschätzung der ökonomischen Schäden der Extremwetterereignisse der Jahre 2018 bis 2020 in der Forstwirtschaft', *Holz-Zentralblatt*, 147 (9), S. 155 - 158, Leinfelden-Echterdingen: DRW-Verlag Weinbrenner
- [5] Arnim v., G, Möhring, B, Paul, C 2021, 'Liquiditätsengpässe während Kalamitäten: Eine explorative Studie zur Anpassung in privaten Forstbetrieben in Deutschland', *Austrian Journal of Forest Science*, 138, S. 395 - 412, Wien: Österreichischer Agrarverlag

V-41-04

Multi-objective optimal management of forests modeled with canopy layers

Hanna Schenk^{1,2}, Markus Schorn¹, Martin Quaas^{1,2}, Christian Wirth^{1,2}, Nadja Rüger¹

¹ German Centre for Integrative Biodiversity Research (iDiv) Halle-Jena-Leipzig, Leipzig, Deutschland; ² Leipzig University, Leipzig, Deutschland

Next to providing timber, forests are gaining an increasing role in carbon storage and as a biodiversity habitat. Balancing the objectives of biodiversity conservation and economic objectives requires ecological-economics models that are detailed enough to accurately describe the biology of forest dynamics and simple enough to find the optimal management. Here, we use a size-structured forest model with dynamic canopy layers that can be applied to different forests using just a few demographic rates of the tree species to optimise forest management for timber yield under constraints in the minimum number of habitat trees retained as a biodiversity conservation goal. Even though the model only accounts for height-structured competition for light, it can accurately predict the dynamics of unmanaged forests. The economic part includes price and cost structure of timber harvest and the possibility of continuous cover or clear-cut management. We apply the model to the beech-dominated forest in the Hainich national park, Germany, and validate it against recent data of size distributions. Depending on the mortality rates of the tree species, there can be damped oscillations towards the long-term equilibrium of forest structure. We also show that several economic steady states of continuous cover management exist. The states differ with respect to the minimum diameter, above which the trees are harvested. We further show how discounting future yields impacts the optimal harvest and quantify the trade-off between timber harvest and standing habitat trees, as a proxy for biodiversity conservation. Our generic ecological-economic modeling framework can be extended to mixed-species forests and further management objectives such as carbon storage.

V-41-05

Potenzieller Klimaschutzbeitrag des globalen Forstsektors zu 1.5°C-kompatiblen Entwicklungspfade und resultierende Auswirkungen auf die Forst- und Holzwirtschaft

Tomke Honkomp, Franziska Schier

Thünen-Institut für Waldwirtschaft, Holzmärkte, Hamburg, Deutschland

Der Forstsektor wird als wesentlicher Bestandteil von globalen Klimaschutzpolitiken anerkannt. Die Auswirkungen der wachsenden Einbindung des Forstsektors zur Erreichung globaler Klimaschutzziele auf den Forstsektor selbst sind bislang jedoch weitgehend unbekannt. Dies kann auf die mangelnde Spezifizierung der Zielvorgaben für den Forstsektor in globalen Klimaschutzpolitiken (u. a. in den nationally determined contributions (NDCs), national festgelegten Beiträgen) zurückgeführt werden.

Vor diesem Hintergrund werden mittels einer szenariobasierten Untersuchung die Auswirkungen auf den Forstsektor analysiert, die sich aus einer Erhöhung der forst- und holzwirtschaftlichen Kohlenstoffsenken ergeben, die zur Angleichung der landesspezifischen CO₂-Emissionsniveaus zwischen den sozioökonomischen Entwicklungspfaden SSP2-4.5 (Referenz-Pfad) und SSP1-1.9 (1.5°C-kompatibler Pfad) führt. Zur Berechnung der Szenarien wird das um die Quantifizierung der Wald- und Holzproduktspeicher erweiterte Global Forest Products Model (GFPM), ein partielles Gleichgewichtsmodell des globalen Forstsektors, verwendet. Im Rahmen der Szenarien werden die Differenz der landesspezifischen CO₂-Emissionsniveaus stufenweise reduziert sowie unterschiedliche Systemgrenzen forst- und holzwirtschaftlicher Kohlenstoffsenken berücksichtigt (Waldspeicher, Holzproduktspeicher, Substitutionseffekte).

Die Ergebnisse der szenariobasierten Analyse sollen dazu beitragen, zeitgleich den möglichen Klimaschutzbeitrag des Forstsektors und die Auswirkungen auf die Forst- und Holzwirtschaft zu beleuchten. Hierdurch soll die politische Entscheidungsfindung bei der Spezifizierung von Klimaschutzzielen für den Forstsektor unterstützt werden.

V-41-06

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/251H

V-42 | Wissenschaftskommunikation II

V-42-01

Den Baumarten beim Klettern zusehen: ein erfolgreiches Citizen Science-Projekt in den Bayerischen Alpen

Sabine Rösler¹, Michelangelo Olleck¹, Jörg Ewald²

¹ Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Ökologie und Landschaft, Freising, Deutschland; ² Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Wald und Forstwirtschaft, Freising, Deutschland

Obwohl Höhenstufen in Gebirgen ein Klassiker der Bioklimatologie sind, ist das Höhersteigen der Baumarten mit der rezenten Erwärmung nicht leicht nachzuweisen. So lassen sich mit Fernerkundung lediglich strukturelle Veränderungen nachweisen, während Forstinventuren im Bereich der Waldgrenze mit ausgedünnten Rastern arbeiten [1]. Im Citizen Science-Projekt BAYSICS [2] wurden seit 2018 Bergwanderer animiert mit dem Smartphone besonders hochgelegene Vorkommen von 23 Baum- und Straucharten mit Fotos zu belegen (Rösler et al. 2020). Bei der Mobilisierung von Bürgerwissenschaftler:innen erwies sich die Kombination von Massenmedien des Deutschen Alpenvereins [3] mit Multiplikator:innen aus Forstwirtschaft und Naturschutz als erfolgreich. Die Funde wurden in einem Webportal (portal.baysics.de) kuratiert und können dort mit historischen, am Ende der Kleinen Eiszeit (1854) erhobenen Daten des Botanikers Otto Sendtner, eines Zeitgenossen Alexander von Humboldts, verglichen werden. Für neun von 10 Baumarten mit ausreichender Anzahl an historischen und aktuellen Beobachtungen lässt sich ein Ansteigen der Baumgrenzen nachweisen, das jedoch deutlich hinter dem aufgrund des thermischen Höhengradienten erwarteten Betrag von ca. 400m zurückbleibt. So wurden baumförmige Vogelbeeren 234m, strauchförmige Vorposten von Stechpalme [4], Fichte und Lärche bis zu 294m oberhalb der historischen Rekorde nachgewiesen. Mit der Shinyapp "TreelinePredict" (natureexplorer.baysics.de) können die Bürgerwissenschaftler:innen an Hand ihrer eigenen Beobachtungen das Ausbreitungspotenzial der Zielbaumarten in der Gebirgslandschaft detailliert visualisieren und an Hand von Klimaszenarien projizieren. Die Ergebnisse rufen reges Interesse in der Öffentlichkeit hervor. Während das Projekt bewusst auf normative Interpretationen verzichtet, neigen Zuhörer und Medien zu gegensätzlichen Wertungen der Ergebnisse: Die einen sehen im "Zuwachsen" ein Symptom der Klimakatastrophe, die anderen begrüßen das "Greening" der Alpen als Beitrag zur Resilienz.



TreelinePredict

Dieses Simulationswerkzeug nutzt
Baumbeobachtungen an der Waldgrenze als
Klimaindikatoren und visualisiert die Flächen,
die unter heutigem und zukünftigem (+1 Grad
Celsius und +2 Grad Celsius) Klima von einer
Baumart besiedelt werden könnten in einer
interaktiven Karte.

[zur APP](#)

NatureExplorer

Zugang zu TreelinePredict auf
natureexplorer.baysics.de.

Referenzen

- [1] Rösler, S, Olleck, M, Ewald, J 2020 Klimaforschung auf Otto Sendtners Spuren - mit Citizen Science die Baumgrenzen in den Bayerischen Alpen untersuchen, *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 85, 159–72, München.
- [2] Offenberger, M 2021 Climate Change in Your Backyard. Interview with Annette Menzel about her expectations on the citizen science project. *Faszination Forschung* 26/21, 36–41, TU München.
- [3] Rösler, S 2022 'Baumgrenzen selbst erkunden, Citizen-Science-Projekt zur Klimaforschung', *DAV Panorama* 3/2022, München.
- [4] Rösler, S, Olleck, M, Ewald, J 2022 'Entspricht das ‚Höherwandern‘ der Stechpalme (*Ilex aquifolium* L.) in den Bayerischen Alpen seit Sendtner (1854) der Erwärmung in diesem Zeitraum?' *Forstliche Forschungsberichte München* 223, 47–64, Freising.

V-42-02

Wissenschaftskommunikation in der Fernerkundung – das Copernicus Netzwerkbüro Wald

Anne Gnilke^{1,2}, Marietheres Hensch¹, Katja Oemichen¹, [Tanja Sanders](#)¹

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Waldökosysteme, Eberswalde, Deutschland; ² University of Bayreuth, University of Bayreuth, Department of Disturbance Ecology and Vegetation Dynamics, Bayreuth Center of Ecology and Environmental Research BayCEER, Bayreuth, Deutschland

Die Erdbeobachtung birgt im Bereich Wald nicht nur großes wissenschaftliches Potential, auch in der praktischen Forstwirtschaft, wenn es um den Schutz und die Bewirtschaftung des Waldes geht, sind die Potentiale noch nicht ausgeschöpft. Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Fernerkundungsdaten können in verschiedenen Anwendungsgebieten einen Überblick zu neu auftretenden, bestehenden oder vergangenen Schäden liefern und sind so eine wichtige Ergänzung zur bodengestützten Erfassung. Im Bereich Wald finden Satellitendaten beispielsweise Anwendung im Waldmonitoring, bei Vitalitäts- und Waldstrukturanalysen, in der Schad- und Baumartenerkennung.

Als Schnittstelle zwischen Fernerkundungsexpertinnen und -experten und forstlichen Akteuren, Waldbesitzenden, Forstbehörden und -betrieben, Forschungseinrichtungen und Firmen unterstützt, berät und vernetzt das Copernicus Netzwerkbüro Wald seit August 2021 alle Akteure, die Fernerkundungsdaten und -dienste nutzen bzw. nutzen möchten. Wie ist der aktuelle Stand bei der Nutzung von Fernerkundungsdaten und -produkten im Bereich Wald und Forst? Wie können wir die Verwendung von Satellitendaten fördern und welchen Bedarf haben Nutzende? Diesen Fragen ging das Copernicus Netzwerkbüro Wald zunächst in einer Online-Umfrage zu Projektbeginn nach. Herausgekommen ist unter anderem: Aktive Nutzerinnen und Nutzer von Fernerkundungsdaten und Diensten wünschen sich für ihre Arbeit vor allem mehr Austausch mit anderen. Nur knapp die Hälfte dieser Befragten verwendet Copernicus-Dienste. Wer (noch) nicht oder nur selten mit Fernerkundungsdaten arbeitet, wünscht sich eine Übersicht zu Anwendungsmöglichkeiten und konkrete Praxisbeispiele. Um ein Angebot für beide Zielgruppen zu bieten, Lücken zu schließen und den Austausch zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Anwenderinnen und Anwendern anzuregen, hat das Netzwerkbüro einerseits Übersichten zu aktuellen und abgeschlossenen Projekten, Produkten, Diensten und Dienstleistern auf seiner Webseite gesammelt. Andererseits ist mit den Online-Seminaren eine Veranstaltungsreihe gestartet, die sich mit der Vorstellung von Anwendungsmöglichkeiten und Projekten forstlicher Fernerkundung an potenzielle neue Nutzende richtet, als auch Forschenden die Möglichkeit bietet, eigene Projekte, Methoden und Ideen vorzustellen und damit den fachlichen Austausch und Diskurs voranzutreiben.

V-42-03

Wissenstransfer durch Machtstrategien – am Beispiel zweier EU-INTERREG Alpenraum Projekte zum ökosystembasierten und klimaadaptiven Naturgefahrenschutz

Michael Kirchner, Max Krott, Tabea V. Schaefers

Georg-August-Universität Göttingen, Abteilung für Forst- und Naturschutzpolitik, Göttingen, Deutschland

In den Bemühungen die Schutzwirkung der alpinen Bergwälder vor Naturgefahrenrisiken für Menschen und Objekte aufrecht zu erhalten und zu verbessern, können aktuelle Forschungsergebnisse einen entscheidenden Beitrag für ein risiko-basiertes und klimaadaptives Schutzwaldmanagement leisten. Die Förderung und Erarbeitung von Innovationen durch angewandte Forschungsprogramme, wie dem EU-Interreg Alpenraumprogramm, stellt aber noch kein Garant für eine erfolgreiche Umsetzung in ein ökosystem-basiertes, integrales und klimaadaptives Risikomanagement von Naturgefahren in der Praxis dar. Vielmehr ist die Praxiswirkung bei solchen EU-Projekten gering, da die Umsetzung von Forschungsergebnissen durch Politik und Praxis an den Interessen der Akteure scheitert. Um solche Ergebnisse erfolgreicher in die Praxis zu integrieren, zielt die Studie darauf ab, zusätzliche Faktoren des Wissenstransfers zu identifizieren, die jenseits der Partizipation und der Kommunikation von wissenschaftlichen Informationen stehen, die der transdisziplinäre Ansatz der EU-Forschungsprogramme in den Mittelpunkt seines Auswahlverfahrens und der Projektdurchführung stellt. In der Untersuchung wird das „Research-Integration-Utilization“ (RIU)-Modell des Wissenstransfers auf die EU-Interreg Alpenraumprojekte „GreenRisk4Alps“ und „MOSAIC“ angewandt, die innovative ökosystembasierte und klimaadaptive Naturgefahrenmanagementstrategien erarbeiteten. Das RIU-Modell geht davon aus, dass wissenschaftliche Informationen aktiv von Praktikern oder politischen Akteuren aufgenommen und in deren Praxis integriert werden müssen, was in "Integrationsforen" durch interessengeleitete Akteure innerhalb von Machtnetzwerken geschieht. In der Studie wird überprüft, ob der im EU-Interreg Alpenraumprogramm formulierte Projektantrag Anknüpfungspunkte an die Interessen und die Macht der Akteure enthält, die die wissenschaftlichen Erkenntnisse in der Praxis anwenden könnten. Unsere Ergebnisse zeigen, dass das transdisziplinäre Modell des Wissenstransfers im Rahmen des Alpenraumprogramms die Selektionsprozesse wissenschaftlicher Ergebnisse durch mächtige Akteure ignoriert und damit hochrelevante Faktoren für den Transfer wissenschaftlichen Wissens außer Acht lässt. Die effektive Nutzung dieser Faktoren ist in den identifizierten und beschriebenen Integrationsforen möglich. Diese bieten anhand belastbarer Daten eine solide Grundlage für die Gestaltung von Wissenstransferprozessen durch Selektion der vielversprechendsten Integrationsforen. Die

Anwendungswahrscheinlichkeit von Forschungsergebnissen aus EU-Forschungsförderungen könnte dadurch deutlich gesteigert werden.

Referenzen

- [1] Kirchner, M.; Krott, M. (2020): Integrating forest science into natural hazard management praxis: An international case study based on the innovative RIU approach. In: *int. forest. rev.* 22 (4), S. 449–465.
- [2] Kirchner, M.; Stevanov, M.; Krott, M. (2021): How to Use Scientific Information: Road Map for Tailoring Your Own Natural Hazard Risk Management Solution. In: D. J. Beguš und F. D. Berger (Hg.): *Protective forests as Ecosystem-based solution for Disaster Risk Reduction (ECO-DRR)*: IntechOpen. DOI: 10.5772/intechopen.99518
- [3] Kirchner, M.; Krott, M. (2022): Making science-based natural hazard risk management work within power networks – from co-production models of knowledge transfer to the Research-Integration-Utilization (RIU) model. In: *International Journal of Disaster Risk Reduction*, S. 10103362. DOI-Nummer: 10.1016/j.ijdr.2022.103362
- [4] Böcher, M., Krott, M. (2016): *Science Makes the World Go Round –Successful Scientific Knowledge Transfer for the Environment*. Springer.

V-42-04

Diskussion

16:30 – 18:30

POT/006H

V-43 | Ökologie, Biodiversität, Naturschutz III

V-43-01

Einfluss von Baumart und Waldstruktur auf Insektengemeinschaften in Totholz

Sebastian Seibold

TU Dresden, Forstzoologie, Tharandt, Deutschland

Totholzbewohnende Insektengemeinschaften hängen sowohl von der Baumart des Totholzes, als auch der Baumartenzusammensetzung und Struktur des umgebenden Bestandes ab. Da sich während des Abbauprozesses die Holzeigenschaften stark verändern, wird erwartet, dass sich die Zusammensetzung der Insektengemeinschaften verschiedener Baumarten mit der Zeit annähert. Im Rahmen der Biodiversitäts-Exploratorien wurden Totholzkäfer in 13 Baumarten über einen Zeitraum von 8 Jahren beobachtet. Die Betadiversität der Käfergemeinschaften nahm entgegen der Erwartung nicht mit der Zeit ab, jedoch konnte zunehmend weniger der Unterschiede in den Artengemeinschaften durch die Baumartenunterschiede erklärt werden. Der Einfluss der umgebenden Waldstruktur und der räumlichen Distanz blieb über die Zeit konstant. Die Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von Baumart und Waldstruktur für Totholzinsektengemeinschaften, zeigen jedoch auch, dass weitere Faktoren, wie beispielsweise biotische Interaktionen und Unterschiede in den Abbauraten, eine Rolle spielen.

Referenzen

- [1] **Seibold, S.**, Weisser, W., Gossner, M. M., Mori, A., Cadotte, M. W., Hagge, J., & Thorn, S. (2023). Drivers of community assembly change during succession in wood-decomposing insect communities. *Journal of Animal Ecology*, <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13843>

Register

Moderatorenindex

B

Beckschäfer, Philip V-33

Bolte, Andreas..... V-08

D

Deegen, Peter V-35

Dög, Markus..... V-29

G

Grüner, Jörg V-11

K

Kirchhöfer, Melanie V-27

M

Meyer, Matthias..... V-10

Mund, Jan-Peter..... V-15, V-21

P

Purfürst, Thomas..... V-28, V-34

R

Raspe, Stephan V-26, V-32

T

Tiebel, Katharina..... V-12

Autorenindex

A

Abreu, Ilka N..... V-10-04, 41
 Acuna, Mauricio..... V-22-02
 Adler, Petra. V-09-02, V-15-01, V-21-02, 20,
 V-27-04
 Ahrends, Bernd.....26, 29, 31, 36, V-26-04
 Al Kubrusli, Rim..... V-11-02, V-11-03, 22
 Albert, Matthias..... V-39-04
 Albert, Nicole V-27-02
 Albrecht, Axel. V-05-05, V-08-01, V-08-03,
 V-08-05
 Ali, Syed Tuhin V-12-01
 Ammer, Christian..... V-03-02
 Andreas, Fichtner19
 Annighöfer, Peter ..V-12-01, V-12-02, 42, K-
 03-01
 Ardao Rivera, Eva V-10-04, 21
 Assaad, Farhah F..... V-12-01
 Auer, Veronika V-30-04
 Axer, Maximilian V-12-05, YS-02-01
 Azekenova, Alina32, 43

B

Bachinger, Monika..... V-24-02
 Bachmann, Markus.....17
 Backa, Julian.....21, V-15-01
 Baier, Peter V-31-02
 Balducci, Lorenzo V-09-01
 Bandte, Martina..... V-11-02
 Bässler, Claus.....13
 Bäucker, Cornelia..... 18
 Bauerhansl, Christoph..... V-07-02
 Bauhus, Jürgen..... V-02-02, V-12-03, 32
 Baumann, Martin.....27
 Becker, Frank V-10-04, 21
 Becker, Wieland V-23-02
 Beckschäfer, Philip V-21-02, V-21-04, V-
 27-04, V-33-01, V-33-03
 Beckschäfer, Philipp..... V-15-01
 Beitzen-Heineke, Elisa..... 34
 Beldman, Irina V-05-04
 Bendix, Jörg 1

Bentele, Maja..... V-01-03
 Beranek, Maria..... V-30-05
 Berendt, Ferréol.... 4, V-23-04, V-28-06, V-
 37-01
 Berger, Uta V-05-02, V-05-03, V-09-06, 29
 Bernauer, Torsten.....32
 Bernhardt-Römermann, Markus.....13
 Bialais, Léo..... 20
 Biber, Peter 49, V-39-02
 Bien, Steffen..... V-40-02
 Bienert, Anne..... 19
 Bilela-Eckert, Silvija..... V-10-04, 21
 Birk, Sönke32
 Blardoni, Francesco.....30, 16
 Blasko, Lubomir4
 Blattert, Clemens..... V-20-02, 12
 Blume, Lajos.....35
 Bödeker, Kai V-19-03
 Bögner, Eike M. V-17-02
 Böhm, Jan W..... V-11-03, 22, V-21-03
 Böhner, Jürgen 36
 Bohnhorst, Luke D..... V-39-02
 Bolle, Cordelia V-12-01
 Bolte, Andreas..... V-03-02, V-20-03
 Borchert, Herbert.....14
 Born, Florian..... YS-02-01
 Boyce, Jack V-09-04
 Brand, Christina8
 Braun, Alexander V-10-04, 21
 Braunisch, Veronika..... 7, 20
 Breitfeld, Michael33
 Briechele, Markus.....8
 Bringmann, Linda 1
 Brinkschulte, Carsten..... V-25-03
 Brock, Marie13
 Brokmeier, Henrik..... V-28-04
 Brüchert, Franka V-23-02
 Brückner, Marie..... V-10-04, 21
 Brüggmann, Tobias..... V-04-01, 50
 Brunk, Ingo 19
 Brunkau, Moritz V-01-05
 Brzozon, Julian V-26-03
 Bubner, Ben V-04-03

Buchner, Lisa.....	V-11-03, 22, V-21-03
Budde, Katharina B.....	V-11-06
Buelbuel, Ramazan	40
Bues, Claus-Thomas	V-23-01
Bui, Hung M.	30, 16
Bülbül, Ramazan.....	4
Burgas, Daniel	V-20-02
Burgdorf, Nicole	V-13-02, 50
Burger, Frank	44
Burggraef, Levent.....	V-02-03
Burghard, Valentin	20
Burkardt, Katharina.....	34
Burrascano, Sabina.....	V-09-01
Burzlauff, Tim	V-07-04, 24
Buscher, Udo	V-30-05
Buse, Jörn	32
Büttner, Carmen.....	V-11-02, V-11-03, 22, V-21-03

C

Cao, Hieu	V-10-04
Cao, Hieu X.....	41
Chianucci, Francesco	V-09-01
Clark, Adam	V-09-04
Coppes, Joy.....	20
Cremer, Tobias...4, V-22-02, V-23-04, 4, V-28-06, V-37-01	

D

Das Projekt wurde gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit aufgrund eines Beschlusses des Bundestages..... V-23-02

Das Team des Projektkonsortiums besteht aus, Petra Adler b, Julian Backa c, Philipp Beckschäfer a, Philipp Eisnecker b, , Kristin Franz h, Christian Ginzler e, Lea Henning d, Karina Hoffmann c, Niklas Langner d, Katja Oehmichen d, Martin Puhm f, Eike Reinosch g, Marius Rüetschi e, Mathias Schardt f, David Schicketanz h, Rudolf Seitz g, Christoph Straub g, , Lars Waser e, Jens Wieseahn a, Andreas Wimmer f. (a Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt; b Forstliche

Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg; c Staatsbetrieb Sachsenforst; d Thünen-Institut für Waldökosysteme; e Eidgenössische Forschungsanstalt WSL; f Joanneum Research; g Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft	21
Daur, Naomi.....	V-03-02
de Avila, Angela.....	V-08-01
De Carlo, Fedane.....	YS-04-01
de Miguel Díez, Felipe.....	V-28-06
de Miguel Díez, Felipe.....	V-16-03
de Miguel-Díez, Felipe.....	V-22-02
del Val Alfaro, Esther	32
Delb, Horst	V-07-04, V-31-02
Dempewolf, Jan.....	49
Der Beitrag bezieht sich auf das Verbundprojekt DiMoTrap. Die Präsentation ist zweiteilig angedacht Herr Fritz wird zunächst die forstlichen und biologischen Projektinhalte darstellen, Frau Dr. Ehrhardt wird in der Folge die verfahrenstechnischen Aspekte des Projektes beleuchten.....	V-31-01
Der Beitrag entstand im Rahmen des Projektes.....	V-20-02
Deutsch, Mathias	3
Deutscher, Janik.....	V-15-01
Diaci, Jurij.....	12
Die hier vorgestellten Arbeiten wurden im Verbundprojekt FraxGen durchgeführt, welches Teil des Demonstrationsvorhaben FraxForFuture ist.....	V-04-03
Die Studie ist Teil des Projektes	1
Diers, Marco.....	1
Dieter, Matthias.....	11, V-41-02
Dietmayer, Katrin.....	6
Dietrich, Viktoria.....	V-02-04
Dietz, Elke	23, 25
Dietz, Hans-Ulrich.....	V-22-03, V-22-04, V-28-02
Dittrich, Sebastian.....	V-03-01, 27
Dög, Markus.....	V-29-01, V-29-04, V-29-07, V-41-03
Dohrmann, Matthias	20
Doktor, Daniel.....	47, 48, V-15-02
Döller, Jürgen.....	5

Dominic, Anto R. V-40-02
 Dreiser, Christoph.....32
 Dreist, Martin..... V-04-03
 Drew, David 47
 Droessler, Lars..... 10
 Du, Baoguo..... V-07-04
 Duflot, Rémi V-09-01

E

Eder, Michaela V-23-04
 Ehrhardt, Ina..... V-28-06, V-31-01
 Eisen, Anna K..... V-11-03, 22
 Eisen, Anna-Katharina..... V-11-07, 25, V-21-03
 Eisnecker, Philipp..... 21, V-15-01
 Eisold, Anne-Mareen E. 18
 Elles, Lucian..... V-09-04
 Elmer, Michael..... V-03-03
 Elsasser, Peter..... V-17-03
 Emrich, Alexander..... V-12-01
 Endres, Ewald 49
 Engler, Benjamin..... 37, V-28-02
 Erbacher, Jörn..... V-10-04, 21
 Erler, Joern V-28-03
 Ertle, Christoph V-36-02
 Ewald, Jörg V-42-01
 Eyvindson, Kyle V-20-02

F

Falk, Wolfgang 36, V-26-04
 Faunistische Daten wurden von
 Vertragspartnern im Projekt erhoben
 Dr. Jörg Lorenz, Löthain /
 Naturschutz-Institut (NSI)
 Freiberg. Das Projekt wird
 teilfinanziert mit Steuermitteln im
 Rahmen des Förderprogramms..... V-03-01
 Feger, Karl-Heinz 32, 43, V-26-02
 Fei, Jakob V-08-05
 Feldmann, Eike V-06-04, V-20-04
 Felten, Bettina V-27-01
 Fendel, Alexander..... V-04-01, 50
 Fernández Colino, Hector L..... V-11-03
 Feußner, Ivo V-10-04, 41
 Feußner, Kirstin V-10-04, 41
 Fey, Christina V-04-03
 Fichtner, Andreas V-09-03

Fichtner, Thomas..... 36, 3, 39
 Fidej, Gal..... 12
 Fischer, Christoph..... V-21-04
 Fischer, Holger..... 24
 Fischer, Nils..... V-28-05
 Fladung, Matthias V-04-01, 50
 Fleck, Stefan..... 36
 Fleckenstein, Simon..... V-41-02
 Fomin, Alina V-04-01
 Fornfeist, Max..... V-03-03
 Förchler, Marc..... 32
 Forstreuter, Manfred..... V-04-01
 Foullois, Nicole..... 7
 Franz, Florian V-21-04, V-33-01
 Franz, Kristin V-29-05, V-29-06, V-41-02
 Freitag, Martin V-03-02
 Freudiger, Daphné..... 29
 Frey, Linda 22
 Friedrich, Robert 48
 Frischbier, Nico..... V-33-02
 Fritz, Robert G. V-31-01
 Fröhlich, Katrin V-06-02
 Frühauf, Cathleen..... V-40-02
 Frühbrodt, Tobias V-07-04
 Fuchs, Jasper M. 43
 Füger, Frieder..... V-18-03
 Fussi, Barbara... V-04-03, V-10-02, V-11-03,
 V-11-07, 22, 25, V-21-03, 22

G

Gaber, Johanna..... V-06-02
 Gaggermeier, Anika V-24-01
 Gailing, Oliver V-10-04, V-11-06, 41
 Gang, Benjamin T..... 5
 Ganz, Selina V-09-02, 20
 Gärtner, Stefanie V-03-02, 32
 Gehlhar, Uwe 19
 George, Simon 35
 Georgi, Louis 19
 Georgi, Richard..... 48, YS-03-01, V-35-03
 Gerdes, Heiko 45
 Gershenzon, Jonathan V-01-04
 Giessen, Lukas 13, V-14-02
 Ginzler, Christian V-15-01
 Glasenapp, Sebastian..... 9
 Gnilke, Anne V-27-03, V-42-02
 Göbel, Martin V-01-04
 Gordillo, Fernando..... V-30-03

Gorges, Jonas V-22-05
 Gossner, Martin V-03-02
 Göttlein, Axel..... V-08-02, 33, 35, 2, V-32-01
 Gralher, Benjamin36
 Groschke, Maximilian V-19-02
 Grottian, LineV-25-01, V-25-02
 Grüner, Jörg V-11-05
 Gunkel, Lukas.....V-05-04
 Günster, Steffen..... V-27-01
 Günther, Björn V-23-01

H

Habel, Raphael 36, V-26-04
 Haberstroh, Simon39
 Hafner, Manuel..... V-24-02
 Hagge, Jonas V-07-05
 Hahn, Andreas.....V-13-02, 50
 Halbig, Paula..... V-31-02
 Hallas, Till..... V-07-02
 Hamberger, Joachim25
 Hamer, Ute..... V-03-03
 Hamkens, Hans F..... V-08-04
 Hansen, Peter..... 38
 Harbusch, Marco V-36-02
 Harms, Laura 7
 Harprecht, Patricia..... V-24-02
 Hars, Britta V-24-03
 Hartmann, Andreas..... 36, 3, 39
 Hartmann, Gwendolin37, V-28-02
 Hartmann, HenrikV-01-04
 Haß, Sebastian.....V-04-01
 Hauck, Markus.....V-02-04
 Häuser, Henriette V-11-06, 20
 Hausknecht, Britta..... 50
 Hayashi, Mika 14, V-30-02
 Hayat, Faisal39
 Heber, Tobias..... V-31-03
 Heine, Verena..... 34
 Heinemann geb. Spindler, Johanna..... V-29-04
 Heinen, Henry V-08-01
 Heineremann, Janosch.....29
 Heinrichs, Steffi V-09-01
 Hendel, Anna-Lena 20
 Henkel, Andreas 45
 Henkel, Stefanie..... V-09-04
 Henning, Lea V-15-01
 Henrich, Maik V-19-03
 Hensch, Marietheres..... V-42-02
 Herbst, Mathias.....V-40-02

Hetkamp, Gisbert V-40-02
 Heurich, Marco V-19-03
 Hillenmeyer, Katharina 41
 Hilmers, Torben..... V-39-02
 Hintz, Kendisha S..... V-14-02
 Hirsch, Mareike..... V-39-01
 Hoch, Gernot..... V-07-02
 Hoffmann, Karina..... V-15-01
 Hofmann, Martin..... V-10-04, 21
 Hofmann, Nicolas V-23-02
 Hofmann, Sven..... V-07-01
 Hofmeister, Jeňýk..... V-09-01
 Hohenbrink, Tobias V-40-02
 Höhn, Franziska 18, V-19-02
 Hölscher, Michael V-30-05
 Holzapfel, Korbinian..... 6
 Hölzel, Norbert..... V-03-03
 Honkomp, Tomke..... V-41-05
 Hörnel-Metzger, Beate V-23-02
 Höwler, Kirsten V-21-01
 Huang, Jianbei..... V-01-04
 Hurling, Rainer..... 34
 Hüsing, Jan-Lucas YS-01-01
 Husmann, Kai..... 43, V-30-05
 Huth, Franka 3, 13, 29
 Hyde, William F. K-02-01

I

Iost, Susanne.....15, V-30-03

J

Jaeger, Dirk..... V-28-04, V-34-02
 James Bowen, Hannah V-05-03
 Jarisch, Isabelle S. V-18-02
 Jelkmann, Susanne 50
 Jochem, Dominik..... 9
 Jochner-Oette, Susanne.. V-11-03, V-11-07,
 22, 25, V-21-03
 Julich, Stefan.....32, 43
 Jung, Christopher..... V-02-03
 Jütte, Kai..... V-21-02, V-27-04

K

Kahlenberg, Georgia..... 20
 Kalbitz, Karsten ... 32, 43, V-26-02, V-26-05
 Kaluzny, Jacek..... V-12-01
 Karel, Susanne V-07-02
 Karfik, Vitalina 18
 Karge, Antje..... V-06-01
 Kasperidus, Hans V-09-04

Kätzel, Ralf...	V-03-02, V-10-04, V-11-06, 20, 21
Kaulen, Alexander	11
Kautz, Markus.....	V-07-01
Kavaliauskas, Darius.....	V-10-02, 22
Kelly, Amelie.....	41
Kelly, Amélie A.	V-10-04
Kirchhöfer, Melanie	V-21-02, V-27-04
Kirchner, Michael.....	V-42-03
Klapprott, Josephine M.....	31
Klauck, Philip.....	V-32-03
Klein-Raufhake, Theresa	V-03-03
Kleinschmit, Daniela.....	K-01-01
Kleinschmit, Jörg	V-03-02, V-10-04, 21
Kleinschmit, Jörg R.G.....	V-04-03
Klemmt, Hans-Joachim.....	49
Klosterhalfen, Anne.....	V-20-05
Knapp, Nikolai.....	V-22-02
Knauf, Luisa	V-11-05
Kniesel, Britt.....	43
Knobloch, Christian.....	V-28-03
Knoche, Dirk	24, V-36-02
Knohl, Alexander	V-20-05
Knoke, Thomas.....	5, V-19-03
Koal, Philipp	13, 35, V-33-02
Köbölkuti, Zoltan.....	V-11-03, 22, V-21-03
Koch, Olef.....	V-08-01
Koebsch, Franziska	V-20-05
Köhler, Angela	V-11-06
Köhler, Josephine	V-24-04
Köhler, Michael.....	45, V-40-02
Köhler, Raul	V-36-02
Kohnle, Ulrich.....	V-12-03
Kolb, Eckart	V-08-02
Koller, Alexandra	43, 17
König, Nadine	32
Königer, Lennart	6
Kopetzky, Marius.....	V-28-04
Köpke, Kira.....	V-11-02, 22
Kormann, Jonathan	41
Kormann, Jonathan M.....	V-10-04
Körner, Michael	24, 37
Körtels, Elena.....	V-04-03
Köthke, Margret.....	V-35-02
Koukal, Tatjana.....	V-33-02
Kováč, Barnabáš.....	V-04-02
Krabel, Doris.....	V-04-02, 16

Krafft, Malte J.....	8
Krahl, Ina.....	15, V-26-05
Kramm, Doris	4
Kratzer, Raffael	32
Kreuzwieser, Jürgen	V-07-04
Kroiher, Franz.....	V-03-02, V-20-03
Krott, Max.....	V-42-03
Kube, Michael.....	V-11-03, 22, V-21-03
Küchenmeister, Hans.....	24
Kühl, Norbert.....	V-08-03
Kuhlmey, Katharina.....	V-40-02
Kühn, Ingolf.....	48
Kunkowski, Tim.....	8
Kunneke, Anton.....	47
Kunz, Linda-Sophie.....	49
Kunz, Matthias.....	19
Kurowski, Laura.....	V-03-03
Kutschera, Johannes.....	6

L

Landgraf, Dirk	31, 35, V-37-02
Landgraf, Maria	V-11-02
Lang, Friederike	V-26-01, V-26-03
Lang, Lea	46
Lange, Maximilian	47, V-15-02
Langer, Gitta	V-40-02
Langer, Gitta J.	V-13-01
Langner, Niklas	V-15-01
Laniewski, Roman	2
Lanzrein, Isabelle	42
Last, Catherine	V-22-06
Lawall, Anna	V-07-03
Leemhuis, Svenja	33
Lehmanski, Linda M.A.	V-01-04
Leinemann, Ludger	45
Leipnitz, Matthias	6
Leppelt, Thomas	V-31-02, V-40-04
Lieb, Manuela	20
Liebal, Sandra	V-36-03
Liebe, Katharina J.	V-10-01, V-10-04, 40
Liesebach, Heike	V-10-01, 18
Liesebach, Mirko	V-10-01, V-10-04, 41, 40
Ligocki, Andreas	V-16-02
Lindner, Antje	V-03-01
Link, Roman M.	V-05-04
Linnemann, Britta	V-03-03
Litschel, Johannes	V-37-01
Löcken, Helge	V-07-04

Lode, Charleen M.....	16
Löffler, Sonja	V-10-04, 21
López-Portillo, Jorge.....	V-05-03
Löw, Markus.....	V-07-02, V-33-02

M

Maas, Hans-Gerd.....	19
Mack, Philipp.....	V-24-03
Mager, Enno.....	V-13-02
Maier, Martin.....	36, 3, 39
Marinovic, Anna.....	7
Markwitz, Christian.....	V-20-05
Marx, Kilian.....	V-12-04
Mathes, Thomas.....	V-12-02
Matschulla, Franz.....	1, 17, 33
Meesenburg, Henning ...	26, 29, 45, 31, 36, V-26-04, V-40-02
Meinhold, Anne.....	33, 35
Mellert, Karl-Heinz.....	22
Menge, Joscha H.....	V-21-01
Merbitz, Lina	38
Merschformann, Lea.....	YS-01-01
Meurer, Armin K.	V-23-01
Meyer, Matthias.....	V-04-02, 21, 34, 38
Meyer, Michael.....	V-03-03
Meyer, Peter ...	V-03-02, V-06-04, V-20-04
Michler, Berit	V-03-02
Miranda, Luis	4
Modrow, Tobias.....	V-12-03
Möhring, Bernhard ...	V-29-03, V-29-04, V- 41-02, V-41-03
Mölder, Andreas.....	38
Mombo, Felister.....	V-14-02
Mönkkönen, Mikko.....	V-20-02
Morgenstern, Kristin.....	V-04-02, 16
Morland, Christian.....	10
Müller, Jörg.....	V-07-05
Müller, Jürgen.....	V-25-03
Müller, Michael	V-01-03
Müller, Michael G....	V-19-01, V-25-04, V-31- 03
Müller-Kroehling, Stefan	V-03-02
Mund, Jan-Peter.....	40, 4, 5, V-27-02
Mund, Martina	V-20-05
Münder, Kristian.....	26
Mundhenk, Philip.....	V-33-02
Mutterer, Simon	9, 12

N

Nadezhdina, Nadezhda	V-05-03
----------------------------	---------

Nagel, Ralf	24
Nagel, Rouven.....	V-06-04, V-20-04
Nasibullina, Alina.....	V-06-03
Näthe, Kerstin	15
Natkhin, Marco V-25-01, V-25-02, V-40-01, V-40-02	
Nehls, Henrike.....	V-11-06
Neophytou, Charalambos	V-10-04, 21
Netherer, Sigrid.....	V-07-02
Neubert, Tarek.....	V-01-02
Neumann, Jörg	7
Ney, Alexander.....	V-40-03
Nguyen, Van Anh T.....	30, 16
Niederberger, Jörg.....	V-02-04
Nouri, Sahar.....	V-11-02
Nourinejhad Zarghani, Shaheen...	V-11-02
Novotná, Kateřina.....	V-04-02

O

Oehmichen, Katja.....	V-15-01
Oemichen, Katja.....	V-42-02
Olleck, Michelangelo	V-32-01, V-42-01
Onuchukwu, Kelechi	V-26-05
Osewold, Johannes.....	24
Osmers, Sören.....	V-31-03
Ostrowski, Lea.....	8
Ottens, Leona.....	V-30-05
Otto, Lutz-Florian.....	1, 18, 27, 33
Overbeck, Matthias.....	6

P

Paczkowski, Sebastian.....	V-01-02
Paillet, Yoan.....	V-09-01
Pałubicki, Wojciech	V-12-01
Panagoulis, Melina	V-05-04
Parsons, Alec.....	28
Past, Franziska.....	V-04-03
Paul, Carola.....	43
Pausch, Reinhard.....	V-34-03
Pecenka, Ralf.....	5
Pennerstorfer, Josef.....	V-07-02, V-31-02
Peters, Alexander	37
Peters, Mario	V-29-02
Peters, Ronny	V-05-02
Peters, Sandra.....	V-11-04
Plieninger, Tobias	38
Poeppel, Susanne.....	19
Pohle, Christopher	V-34-02
Polster, Jens-Ulrich.....	16
Ponce de Leon, Facundo	V-27-04

Ponce de León, Facundo V-21-02
 Popa, Flavius.....32
 Poppenborg, SarahV-04-03
 Posada, Rafael..... V-31-02
 Post, Senja..... K-04-01
 Preidl, Sebastian..... 47, V-15-02
 Pretzsch, Hans..... V-39-02
 Profft, Ingolf 3, 13, 45
 Projekt36
 Pucker, Boas.....V-04-01
 Puhlmann, Heike.....36, V-26-01
 Puhm, Martin V-15-01
 Purfürst, Thomas..37, V-16-03, V-22-02, V-22-03, V-22-04, 11, V-28-02
 Putzenlechner, Birgitta.....13, 35, V-33-02

Q

Quaas, Martin.....V-09-04, V-41-04
 Quegwer, Jakob..... 38

R

Rachow, Christine V-01-03
 Raspe, Stephan 7, 36, V-20-06, 3, 39
 Rauch, Andreas..... 14
 Reder, Stefan 4, 5, V-27-02
 Reeh, Tobias..... 3
 Reeves, Georgia E..... V-21-04
 Regelman, Cornelius.....11
 Rehanek, Marius V-11-02, V-11-03, 22, V-21-03
 Reiche, BirgitV-04-02
 Reichert, Friedrich..... V-41-03
 Reichmuth, Anne..... 47, 48, V-15-02
 Reinosch, Eike.....21, V-15-01
 Remmele, Sabine V-11-05
 Rentschler, FelixV-04-03
 Richter, Rico 5
 Ridley, Maia.....V-04-03
 Riebler, Markus 23, 25
 Rieckmann, Christoph.....V-10-01
 Riedel, Dorit..... V-10-04, 21
 Riedel, VincentV-05-04
 Riedel, Vincent P..... V-02-05
 Rimmele, Stephan 36, 3, 39
 Risse, Michael..... V-30-02
 Ritter, Susanne 50
 Rock, Joachim..... V-20-03
 Rohde, Martin 34

Römer, Nele.....4
 Rommerskirchen, Andreas..... 34
 Rosenkranz, Lydia.....11, V-29-02
 Rösler, Sabine..... V-42-01
 Rubin, Lisa V-26-01
 Rüetschi, Marius..... V-15-01
 Rüger, NadjaV-09-04, V-41-04
 Rüggeberg, Markus..... V-23-01
 Rühr, Nadine.....V-06-02

S

Saha, Somidh.....V-05-05, V-06-02
 Sanders, Tanja V-03-02, V-27-03, V-40-01, V-42-02
 Santora, Lea..... V-03-03
 Sauter, Leonard.....12
 Sauter, Udo H. V-22-05, V-22-06, V-23-02, 6
 Scarpa, Fabio 39
 Schack-Kirchner, Helmer..... 28, V-26-03
 Schad, Tobias..... V-40-01
 Schadauer, Klemens.....V-07-02
 Schadauer, TobiasV-07-02
 Schaefer, Tabea V. V-42-03
 Schäfferling, Robin..... V-26-02
 Schall, Peter.....V-09-01
 Schaper, Jens Jakob.....V-03-03
 Schatz, Jonas4
 Schauer, Peter V-27-01
 Schebeck, Martin V-07-01
 Scheffler, Martin.....V-30-05
 Scheler, Birte..... 29
 Schenk, Hanna V-41-04
 Schick, Jan.....V-39-04
 Schier, Franziska..... V-35-02, V-41-05
 Schildbach, Marek..... V-04-02
 Schindler, Dirk V-02-03
 Schirrmeister, Ferdinand 26, 31
 Schlicht, Robert.... V-09-06, V-12-05, 30, 16
 Schmeil, Lea V-37-02
 Schmeitzner, Nicole V-27-01
 Schmidt, Anne V-40-02
 Schmidt, Matthias V-02-03, V-39-03, V-39-04
 Schmidtlein, SebastianV-06-02
 Schmidt-Walter, Paul... V-40-02, V-40-04
 Schmitz, Friedrich V-03-02
 Schnaitmann, Maria..... 6

Schneck, Volker	V-10-01, 18
Schneider, Raimund	23, 14, V-32-02, V-32-03
Schober, Kay-Uwe	V-23-02
Scholz, Mathias	V-09-04
Schopf, Axel	V-31-02
Schorn, Markus	V-09-04, V-41-04
Schreckenberger, Yannik	V-12-01
Schrewe, Falk	V-12-06, 24
Schröder, Jens	4, 37, 45
Schroeder, Jens	40
Schuldt, Bernhard	V-05-04
Schulz, Christoph	8
Schwarz, Julia	V-02-02
Schwärzel, Kai	V-40-01
Schwarzer, Friderieke	V-04-01
Schweier, Janine	12
Seebach, Lucia	7
Seeger, Stefan	36, 3, 39
Seho, Muhidin	V-10-02
Šeho, Muhidin	25, 22
Seibold, Sebastian	V-43-01
Seidel, Dominik	V-12-02, 42
Seidel, Hannes	V-04-03, 25
Seidel, Pauline	YS-05-01
Seifert, Erich	47
Seifert, Stefan	47
Seifert, Thomas	9, 47, V-39-01
Seintsch, Björn	11, V-29-02, V-29-05, V-29-06, V-41-02
Selter, Andy	V-24-03, 8
Semizer-Cuming, Devrim	V-11-07, 22
Shrestha, Karuna	V-11-06
Sickert, Andreas	V-09-04
Siebert, Ingo	23, 14, V-32-02, V-32-03
Siebke, Peter	V-23-03
Siemokat, Patrick	V-04-03, 34
Sievers, Alice-Jeannine	50
Siewert, Christian	15, V-26-05
Silwal, Anupa	39
Skibbe, Katja	V-10-03
Smaltschinski, Thomas	V-22-04
Smekal, Isabella	42
Smigielski, Jan	4
Sobczyk, Thomas	17
Sommerfeld, Andreas	V-39-03
Sonnemann, Sven	27, 33
Spann, Elisabeth	28
Spiecker, Heinrich	41

Stadelmann, Catrin	V-25-01, V-25-02
Stampfer, Theresia	19
Starke, Nicole	V-23-01
Staudenmaier, Jörg	V-22-05
Stein, Philipp	V-16-02
Steinebach, Stefanie	12
Steiner, Wilfried	V-10-04, 21
Steinhart, Feray	24
Steinigen, Tino	34
Stelzer, Anne-Sophie	V-31-02
Stiasny, Peter R.	V-26-01
Štochlová, Petra	V-04-02
Stockmann, Johannes	V-29-05
Stoll, Friederike	V-05-05
Stolz, Juliane	45
Stopfer, Lukas	V-22-03
Storch, Sabine	3
Straßer, Ludwig	V-13-02, 50
Straub, Christoph	V-15-01
Strer, Maximilian	V-40-01
Stroszeck, Wanja	V-05-04
Stutz, Kenton	28, 46
Stutz, Kenton P.	V-26-02

T

Talkner, Ulrike	29
Tandetzki, Julia	10, V-35-02
Tham, La T.	V-14-02
This work draws on data collected, compiled and provided by COST Action BOTTOMS-UP (CA18207)..	V-09-01
Thorn, Simon	13
Thrippleton, Timothy	12
Thurm, Eric A.	45
Tiebel, Katharina	V-06-01
Tiebel, Malin	38
Tiedemann, Frank	V-20-05
Tischer, Alexander	13, 15
Töppe, Martha	V-10-04, 21
Toraño Caicoya, Astor	V-20-02
Traiser, Christopher	V-08-03
Tröber, Ute	V-04-02, V-10-04, 21
Tropf, Jan	V-13-01, V-21-01

U

Uhl, Enno	V-39-02
Ulrich, Andreas	20

Universität Trento (Italien) Technische
Hochschule Rosenheim CTFC
(Spanien)37

V

van Aardt, Jan 47
van der Maaten, Ernst..... 24, 40, 45
van der Maaten-Theunissen, Marieke 24,
40, 45
Velling, Marc V-19-03
Vieweg, Michael..... V-09-04
Vogt, Holger 47
Volz, Hans-Albert V-03-02
von Arnim, Gundula V-29-03
von Bargaen, Susanne . V-11-02, V-11-03, 22,
V-21-03
von Behren, Amelie..... V-29-03
von der Wense, Wolf-Henning 4
von Oheimb, Goddert....V-03-01, V-09-03,
43, 17, 19, 27
Voth, Wolfgang..... 45
Vovides, Alejandra G. V-05-03
Vu, Giang T..... 41

W

Wagner, Leonie..... V-24-01
Wagner, Sven... V-06-01, V-06-03, V-12-05,
V-12-06, 30, 46, 16, 29
Waite, Pierre-Andre.....V-05-04
Wallner, Adelheid V-27-01
Wallor, Evelyn..... 4
Wambsganß, Janna..... 46
Waser, Lars..... V-15-01
Watermeier, Miriam..... V-10-04, 21
Weber, Jens..... V-03-01
Weber-Blaschke, Gabriele 14, V-30-02
Wehberg, Jan-Axel36
Wehnert, Alexandra.....3, 29

Wehnert-Kohlenbrenner, Michael.....48,
YS-03-01, V-35-03
Weidig, Johannes..... 1
Weimar, Holger 9, 10, 15, V-30-03, V-35-02
Weis, Wendelin 36, V-26-04
Wellpott, Axel 36, V-26-04
Welp, Martin..... V-37-01
Wendel, Katharina 23, 25
Wenig, Charlett..... V-23-04
Werndl, Peter V-30-04
Wernicke, Jakob..... V-33-02
Westhauser, Aaron 24
Widmann, Bettina..... 44
Wieseahn, Jens 21, V-15-01, V-33-01
Wilkens, Jan F. 46
Willig, Julius..... V-02-02
Wimmer, Andreas..... V-15-01
Wimmeler, Marie-Christin V-05-03
Wirth, Christian....V-03-02, V-09-04, V-41-
04

Wohlert, Jan..... V-07-05
Woith, Maike..... V-04-01
Wojaczek, Adrian V-30-04
Wolf, Heino V-10-04, 21, 34, 38
Wolf, Jonathan F. V-33-03
Wöllecke, Jens..... V-03-03
Wordell-Dietrich, Patrick 43, V-26-02
Wudel, Chris.....V-09-06
Wüstefeld, Britta 34

Z

Zahn, Virginia 50
Zarges, Sebastian..... V-07-05
Zeh, Lilli 43, V-26-02
Zeppenfeld, Thorsten V-02-03
Zhou, Xinying 39
Zimmermann, Lothar 6, 7, V-20-06
Zscheile, Matthias..... V-30-04
Zwanzig, Martin 39, 13

Schlagwortindex

3

3D point cloud 40

4

4 Fallstudienregionen in Europa V-30-05

5

5G..... V-16-02

A

Adaptation V-05-02

Agroforstsysteme V-37-02

Agroforstwirtschaft V-37-01

Ahorn..... 50

Airborne Laser Scanning (ALS) V-33-01

Allometrie 24

ALS-LiDAR..... V-33-02

Alte Bäume..... V-03-01

Alternativbaumarten..... V-08-01

Anpassungsfähigkeit V-10-02

Artverbreitungsmodell 40

Artverbreitungsmodellierung V-08-01

Augmented-Reality..... V-16-03

Automatisierung..... V-31-01

B

Bahntransport V-22-04

Bark beetle regulation V-07-05

Baumarten..... 48, V-15-02, V-27-01

Baumartendiversifikation 43

Baumarteneignung V-08-03

Baumarteneignungsbeurteilung ... V-08-05

Baumartenmischungen V-09-03, 29

Baumartenwahl V-02-04, 5, V-20-06

Baumgrenze..... V-42-01

Baumvitalität..... 45

Bavaria..... V-13-02

Bayern..... 6

Befallserfassung 33

Befallsprophylaxe V-07-04

Befragung..... V-18-03, V-24-01

BENEATH Project 32

Beratungsdienste..... V-29-05

Besucherbefragung..... V-24-02

Bewässerung..... 45

bilateral trade..... 10

bildbasierte Höhenmodelle V-09-02

Bildrekonstruktion 47

Biodiversität V-03-03, 27, V-43-01

Biodiversität im Wald V-03-02

Biodiversitätsmonitoring V-09-02, 32

biodiversity..... V-07-05

Biodiversity V-09-01, 19

Bioeconomy V-30-03

biologische Kontrolle V-07-03

Biologisches Bekämpfungsverfahren. 34

biomarkers..... V-11-06

biomass allocation 17

Biomassefunktionen 24

Bioökonomie 14, V-23-04, V-30-04

Bioökonomiemonitoring 15

Birke V-36-02

Blattflächenindex 24, V-33-03

Blattsymptome..... 22

Blockchain-Technologie V-22-03

BMBF..... 8

Bodendruck V-32-03

Bodenfeuchte..... 7

Bodenfunktionen V-32-03

Bodenkunde..... 35

Bodenschutz..... V-32-02, V-32-03

Bodenstabilität..... 23, 14

Bodenverdichtung 23, 14

Bodenwasserspeicher V-26-04

Borkenkäfer..... V-01-04, V-07-01, 29

Borkenkäfer-App 33

Borkenkäfermanagement..... V-07-04, 33

Buchdrucker V-01-03, 27, V-33-02

Buche V-06-04, V-12-02

Buchenvitalitätsschwäche .. V-13-01, V-21-01

Buchenwälder V-20-03

Bürgerforschung V-36-02

C

Canopy space occupation..... 19

Carbon storage 49

CarboRegio..... 8

chemisches Element..... K-03-01

Choice Experiment..... V-18-02
 Chronosequenz V-06-03
 Circular Economy V-30-02
 Citizen Science V-42-01
 climate change V-26-03
 Clusteranalyse 15
 CO2 11
 coarse woody debris..... 28, V-26-02
 Copernicus Netzbüro Wald V-42-02

D

datengetriebene Modellierung 36
 dead wood retention..... V-07-05
 deadwood 43
 deep learning..... V-27-01
 Deep Learning..... V-27-02
 demographic forest model V-09-04
 Dendrochronologie..... V-02-05, V-12-04
 Dendroökologie..... V-39-01
 density fractionation V-26-02
 development..... K-02-01
 Development Stage Index..... V-06-04
 Diagnostik..... V-11-03
 Digitale Lehre..... 4
 Digitale Standortskartierung 26, 31
 digitale Waldwegezustandserfassung V-
 28-05
 Digitaler Zwilling..... 5, V-35-03
 Digitalisierung. V-16-03, V-22-02, V-22-03,
 V-28-06
 Diplodia-Triebsterben..... 16
 disease..... V-13-02
 Douglasie..... V-02-05
 Drohnen 48, V-35-03
 Drought and Heat..... V-12-01
 Drought stress tolerance..... 50
 Dryad V-25-03
 Duftstoffe..... V-01-04
 Durchforstung..... V-02-02
 Dürre..... V-02-05, 45, 26
 Dürre- & Borkenkäferkalamität ... V-41-03
 DWD V-40-04
 dynamische Modellierung V-30-02

E

early warning system..... V-07-02
 econometrics 10
 economics..... V-41-04

effektiver Pollentransport V-11-07
 Eiche V-10-03
 Eichenprozessionsspinner 17
 Eichenschwachholz V-23-02
 Einflussfaktoren..... V-03-02
 Eingeführte Baumarten..... V-12-04
 Einzelbaumanalyse V-01-02
 Elektromyografie V-28-04
 Elternschaftsanalyse..... 18
 Endophyten V-13-01
 Energieholz..... 9
 Erhaltung und Nutzung forstlicher
 Genressourcen..... V-10-02
 Erhaltungsprogramm 25
 Erholung..... V-18-02, V-18-03
 Erntemethoden 44
 Eschentriebsterben... V-04-03, V-11-04, V-
 11-05, V-12-06, 24, V-21-02, V-21-03, 34,
 V-27-04
 EU-Biodiversitätsstrategie 2030..... 11
 Eutypella-Stammkrebs..... 50
 Evaluation..... V-29-06
 Extremwetterereignisse..... 43

F

Fallen-Monitoring..... 27
 Fällkopf..... V-28-03
 farm forestry V-14-02
 Feldforschung 10
 Fernerkundung ... V-12-05, 21, 47, V-15-02,
 V-21-01, V-21-03, 20, V-33-03, V-42-02
 fernerkundungsbasiertes
 Monitoringsystem V-21-02
 Feuer..... V-25-04
 Feuerresistenz 9
 Flechten..... V-03-01
 floodplain forest..... V-09-04
 Flugparameter 47
 Förderung V-05-03
 forest conservation planning V-09-04
 forest ecosystem V-09-06
 Forest inventory 49
 forest landscape restoration..... V-14-02
 forest regeneration..... V-31-03
 forest science K-02-01
 forest sector modelling..... 10
 ForestGALES..... V-25-01, V-25-02
 Forschungsvorhaben 8

Forst	V-34-03
Forstakteure	V-24-04, V-42-02
forstbetriebliche Kennzahlen	V-29-02
Forsteinrichtung	V-21-04
Forstgehölze	V-11-02
Forstgeschichte	3
Forst-Holz-Sektor	8
forstliche Dienstleistungsmärkte	V-29-06
forstliche Fernerkundung	V-09-02
forstliche Herkunftsgebiete	V-08-02
forstlicher Wegebau	V-28-05
Forstlicher Wegebau	V-34-02
Forstliches Intensivmonitoring	39
forstliches Umwelt Monitoring	36
Forstliches Umweltmonitoring	3
Forstlieferkette	V-22-03
Forstpflanzenzüchtung	34
Forstplanung	V-33-01, V-39-03
Forstpolitik	13
Forstschädlinge	V-31-01
Forstsektor	V-41-05
Forstwirtschaft	V-41-02
Forstwirtschaft 4.0	V-16-03
Forstwirtschaftliche Zusammenschlüsse	V-29-04
Forstwissenschaften	10
FraxForFuture	V-04-03, V-11-05
Fraxinus excelsior	V-11-06, V-12-06, 20
FraxVir	V-11-03, 22
Freilandexperimente	V-01-05
Frühwarnsignale	45
Fruchtifikation	V-39-01

G

GAM	V-39-03
Gefährdungsabschätzung	V-31-02
Generhaltung	V-04-02
genetische Variabilität	21
Genetische Vielfalt und Diversität	V-10-02
Genfluss	V-11-07
Genome Editing	50
Georgien	10
German Science	K-02-01
Gesundheitswirkmechanismen	V-24-01
Grenzen	K-04-01
Grundwasser	7
Grundwasserneubildung	36, V-20-06

H

Handlungsempfehlung	24
Harvester	V-28-02
Harvester/Forwarder	11
Harvestermesssystem	V-16-02
Hessisches Ried	45
hochaufgelöste multispektrale Vitalitätsanalyse	V-01-02
Holzabbau	15
Holzanatomie	V-39-01
Holzasche	33
holzbasiert	15
Holzbau	V-23-02
Holzbereistellungskette	4
Holzbereitstellung	V-22-05, V-29-04
Holzeigenschaften	15
Holzhackschnitzel-Reststoffe	23, 25
Holzlogistik	V-22-04, V-22-05
Holzmarktmodellierung	14
Holznutzung	4, V-37-01
Holzrohstoffe	9
Holzvermessung	V-22-05
Hotspots der Biodiversität	38
Human Health	V-24-01
hydraulische Architektur	V-05-02
Hydrogel	37
Hydrologische Modellierung	V-40-03
hydrology	28
Hymenoscyphus fraxineus	V-04-03, V-12-06, 25

I

Identitäten	K-01-01
In vitro cultivation	50
Individuen-basierte Modelle	39
Innovation	V-24-03
Input-Output-Bilanzierung	14
Insekten	V-43-01
Insektennahrungsnetze	49
Insektenzucht	V-07-03, 28
InsHabNet	19
Institutionen	K-01-01
intensives forstliches Umweltmonitoring	V-20-06
internationale Beziehungen	13
Internationale Standards	V-34-02
Interpretationsschlüssel	V-27-04
Introgression	V-04-02
Invasive Insekten	V-01-05

Inventur V-19-03
 In-vitro-Vermehrung 18
 Ionenmobilitätsspektrometrie..... V-01-03
 Ips typographus V-07-02, V-07-03, 28

J

Jahrringanalyse 26, 37

K

Kalamität.....29
 Kalamitätsflächen35
 Kalamitätsmanagement V-01-02
 Kalkung..... 33, 27
 Kaltluft 1
 Keywords
 Pheromonfallen V-31-01
 spatio-temporal heterogeneity.... V-26-03
 KI V-34-03
 Kiefernspinner 34
 Kleingebietsschätzer V-21-04
 Kleinprivatwald ... 38, V-24-03, V-29-02, V-29-03
 Klima..... 3
 klimaadaptierte Waldbewirtschaftung12
 Klimaangepasste Baumartenwahl V-40-03
 Klimaanpassung 41
 Klimaeinfluss 50
 Klimakrise..... K-03-01
 Klimamodelle..... 42
 Klimaschutz V-20-03
 Klimaschutzbeitrag..... V-41-05
 klimasensitiv..... V-02-03
 Klimawandel... V-04-01, V-05-05, V-08-01, V-08-03, V-08-04, V-08-05, V-12-04, 1, V-20-05, V-24-04, 20, 22, 36, 40, 46, V-32-02, V-39-04, V-40-01, V-42-01
 Kohlenstoff..... V-20-04
 Kohlenstoffaufnahme..... V-20-05
 Kohlenstoffbindung..... 41
 Kohlenstoffspeicher..... V-26-01
 Kohlenstoffspeicherung..... V-03-03, 46
 Kommunikation12
 Kommunikationsmodell..... V-36-03
 Komplexerkrankungen V-13-01
 Konflikt..... V-24-02
 Konfliktfaktoren..... V-24-02

Kooperation..... V-24-03
 kostenallokation..... V-17-03
 künstliche Intelligenz..... 5
 Künstliche Intelligenz V-30-04
 Kupferstecher27
 Kurzumtriebsplantage V-23-01
 Kurzumtriebsplantagen..... 44, V-37-02

L

Lagerung..... V-23-01
 landeswaldgesetze V-17-03
 Landscape composition V-09-01
 Langzeitstatistik 1
 Laubbaumarten 38
 Leichtbau V-23-03
 LiDAR..... V-39-02
 LiDAR-Daten..... V-22-02
 light detection and ranging 40
 logistische Regression..... V-29-05
 Loop-Mediated Isothermal
 Amplification..... 16
 Lücken 46
 Luftbilddauswertung V-27-04
 Lysimeter V-40-01

M

Mageninhaltsanalyse V-19-02
 mark correlation function V-09-06
 markerfrei..... V-22-06
 marks..... V-09-06
 Maschinelles Lernen 26, 31
 mass trapping..... V-31-03
 Mäuse..... 18
 Mechanisierung der motormanuellen
 Ernte..... V-28-03
 Mediennutzung V-36-03
 Microtinae V-19-02
 mikrobielle Ökologie 20
 Mikrobiom..... 20
 Mikroklima35
 Mikrosatelliten-Marker21
 Mineralisierung V-26-05
 Mischwälder..... 42, 46
 mittelfristige
 Waldentwicklungskonzepte.... V-30-05
 Mittlerer Umtrieb.....31
 Mobile laser scanning 19
 model V-41-04

Modellierung..V-05-02, V-07-01, 48, V-33-03, V-39-04, V-41-05	
Modellierung der BodenfeuchteV-40-04	
monitoring.....	28
Monitoring.. V-01-05, V-03-02, 9, 17, 47, V-21-03, 5	
Mono and Mixture.....	V-12-01
Moose.....	V-03-01
Mortalität	V-02-02
Multi-Channel-Kommunikation.. V-36-03	
Multi-criteria Decision Analysis.....	12
Multikriterielle Optimierung	V-30-05
Multikriterielles EntscheidungsmodellV-08-04	
Multi-objektive Optimierung	V-20-02

N

Nachbarschaftseffekte.....	42
Nachhaltigkeitsanalyse	V-22-06
Nadelanalyse	25
Nährstoffnachhaltigkeit	33, V-32-01
Nährstoffrecycling.....	23, 25
Nährstoffverlust.....	2
National	V-15-01
Nationalpark Schwarzwald	32
Natura 2000	48
Naturfahrenmanagement.....	V-42-03
natürliche Regulation.....	49
natürliche Waldentwicklung	V-20-05
Naturschutzakteure.....	V-24-04
Naturverjüngung.....	V-12-05, 46, 29
Naturwaldreservate	V-20-04, 7
near-natural beech forests	17
net carbon storage	11
Nutzungseinschränkung.....	V-20-03
Nutzungsintensität	V-03-03

O

Oberflächenmodell	V-21-04
Object detection	V-27-02
öffentliche und private Anbieter V-29-05	
öffentlichen Auseinandersetzungen K-04-01	
ökonomische Bewertung	V-41-02
ökonomische Schadensabschätzung.. V-41-03	
Ökophysiologie	V-05-04
Ökosystemleistung	V-18-02
Ökosystemleistungen	V-18-03, 13
Operation Research	V-22-04

Opportunitätskosten.....	11
optimal management.....	V-41-04
org. Bodensubstanz.....	V-26-05
Ostdeutschland	V-10-01

P

Pappel.....	31
Pappelholz	V-23-01
Pappelsortenverteilung.....	V-37-02
Parametrisierung.....	V-25-01
parasitoide Erzwespe	34
parasitoide Hymenoptera	28
Parcel Index of Conservation Attributes (PICA)	38
Pareto-Effizienzkurven.....	5
Partikelgrößenanalyse	23
Passives Exoskelett.....	V-28-04
PCR	V-13-02
personal laser scanner.....	40
Pflanzenschutz.....	V-07-04
Pflanzversuch.....	37
Phänologiemodellierung	V-31-02
Pheromone.....	V-01-03
Photosynthesis Yield and NDVI....	V-12-01
Pilze	V-11-04
pine weevil.....	V-31-03
Pionierpflanzen.....	35
Plusbaumauswahl	V-10-01
Politikfolgenabschätzung	11
population genetic structure.....	V-11-06
Portfoliooptimierung	43
Positionierung	6
Präzisionsforstwirtschaft.....	47
Privatwald.....	V-17-02, V-29-03
Privatwald Nordrhein-Westfalen.V-41-03	
Prozesstechnologie	V-30-04

Q

qualitative Interviews.....	V-28-06
Quercus robur (L.).....	V-06-03
Querschnittsvorhaben	8

R

Random Forrest.....	26, 31
Reallabor	4, 4
regeneration	30, 16
Regionalität.....	8
Reinertrag	41
Renaturierung	27
Ressourceneffizienz	V-28-02

Riegelahorn.....	18
Rinde	V-23-04
Rindenisolation.....	9
Rindenstärke	V-23-04
Risiko	V-19-01
Risikokarte	V-40-02
risk assessment.....	V-07-02
RIU-Modell	V-42-03
Robuste Optimierung	5
Rollenverständnis.....	12
root	
shoot ratio.....	17
Rotbuche	V-04-01
Roteiche	V-10-04, 41, 21
Rückverfolgung.....	V-22-06
Rundholzcharakterisierung	V-23-02
Rundholzvermessung	V-22-02

S

Saat.....	35
Saatgut.....	V-10-03
Saatguterntebestand.....	22
Saatgut-Screening.....	16
Saftfluss.....	V-05-03
Saftflussmessungen	3
Samenplantage.....	V-10-04
Samenplantagen.....	V-10-01, 38
Schadflächenmanagement.....	13
Schadvermeidung	18
Schnellwachsende Baumarten	31
Schwärmverhalten	V-07-01
Schwarz-Pappel.....	V-04-02
Schwefelversorgung.....	V-32-01
Scoping Review	V-30-03
sehr hochaufgelöste	
Fernerkundungsdaten.....	V-27-01
Selbstformung	V-23-03
Senkenleistung	V-20-04
Sentinel-2.....	V-15-01
Sentinel-2 Zeitreihen.....	V-33-02
Sickerwasser	2
SILVANET	V-25-03
soil carbon dynamics	43
soil moisture dynamics.....	32
soil organic matter.....	V-26-02
soil respiration	V-26-03
soil water	43
soil water monitoring.....	32

sozioökonomische Treiber	V-35-02
Spätfrostisiko	42
spatial point pattern	30, 16
Spurtiefe.....	23, 14
Stadtbaumartenwahl.....	V-05-05
Stadtklima.....	1
Stammfußnekrosen.....	V-11-04, V-11-05
Stammwasserpotenzial	39
Standort.....	36
Standort-Leistung	V-39-04
Standortskartierung	V-08-05
Standortsqualität.....	V-08-02
Stereo-Luftbildinterpretation	V-21-02
Stickstoffdeposition	V-02-04
Stieleiche.....	42
stoffliche Altholznutzung	V-30-02
Störungsflächen	35
Störungsökologie	7
Strahlungsverhältnisse	V-12-03
Strukturanreicherungsexperiment.....	32
Strukturerhebung	V-29-06
Strukturkomplexität	V-09-03
Sturmschaden.....	V-27-02
Sturmschadensanfälligkeit	V-25-02
Sturmschadensrisiko.....	V-25-01
Submeter-Genauigkeit.....	6
Substitution Effect.....	V-30-03
südeuropäische Analogregionen....	V-08-02
Sukzession.....	V-06-01, V-06-02, V-06-03
Symptomatik.....	V-11-02
Systematic Literature Review	V-35-02

T

Teilung.....	V-10-03
Thaumetopoea processionea L.	17
Thermogravimetrie	15, V-26-05
Toleranz.....	25, 34
Top-Säge	V-28-02
Totholz	13, V-26-01, V-43-01
Totholzmanagement	39
Transaktionskosten	V-29-03, V-29-04
Transfer	24
Transpiration.....	39
Traubeneiche	V-12-03
Trend.....	6
Triad.....	V-09-01
Trockenheit.....	V-02-04

Trockenjahre..... V-26-04
 Trockenstress..V-04-01, V-05-04, V-06-01,
 V-12-02, 42, 37, V-39-02, V-40-02
 Trockenstressresistenz..... V-02-02
 Trockenstresstoleranz V-10-04, 41, 45
 tropical forest governance.....13
 Typischer Betrieb..... V-29-02

U

UAV..... 49
 Überlebenszeitanalyse..... V-02-03
 Umweltmonitoring 7
 Unfallvermeidung..... V-28-03
 universal response function.....40
 Urban Forestry..... V-05-05

V

Validierung21
 Value chain governance V-14-02
 Vaterschaftsanalysen..... V-11-07
 Vatica odorata30, 16
 Verjüngung V-19-03
 Verjüngungsmodell..... V-39-03
 Verjüngungsverfahren..... V-12-03
 Verkehrssicherungspflicht V-17-02
 Viren..... V-11-02, V-11-03, 22
 Virtual Reality..... 4
 Volumenzuwachs..... 41

W

Wachstumsstabilität V-09-03
 Wald..... 6, V-34-03
 Waldbau..... V-08-03, 46, V-21-01, 1, 29
 Waldbauplanung V-08-04
 Waldbehandlung 3
 Waldbewirtschaftung... V-17-02, V-20-02,
 V-32-02
 Waldbrand..... V-06-02, 1, 6, 2, 9, V-25-04
 Waldbrandprävention..... V-27-03
 Waldbrandsituation..... V-25-03
 Waldbrandvulnerabilität V-27-03
 Waldernährung..... V-32-01
 Walderschließung..... V-28-05
 Waldflächenentwicklung..... V-35-02
 Waldinnenränder V-39-02
 Waldinseln19
 Waldinventur V-35-03
 Waldmanagement..... V-26-01
 Waldplaner V-25-02

Waldpolitik.....K-01-01
 Waldschaden21
 Waldschäden V-41-02
 Waldschadensmonitoring.. V-15-01, V-33-
 01
 waldschutz..... V-17-03
 Waldschutz..... V-19-01, V-19-02, V-25-04
 Waldsensorik..... V-16-02
 Waldstruktur V-06-04, V-12-02
 Waldstrukturen 7
 Waldstruktur-Monitoring..... 20
 Waldstrukturparameter V-27-03
 Waldumbau V-12-05, 18, V-19-01, 37, 38
 Waldwachstumssimulation... V-20-02, 12
 Waldwandel..... V-36-02
 Waldwassermanagement V-34-02
 Waldwege V-28-06
 Waldzustand 47, V-15-02
 Wärmebildkamera 48
 Wasseraustausch..... V-05-03
 Wasserhaushalt. V-05-04, 36, V-26-04, V-
 40-01
 Wasserhaushaltsmodellierung... 3, V-40-
 02
 Wasserqualität 29
 Webanwendung..... V-31-02
 Weißtanne22
 Wertästung V-28-04
 Werte.....12
 Wertschöpfungskette V-37-01
 Wiederaufforstung V-06-02
 Wiederbewaldung..... V-06-01, 19, 39
 Wiederherstellung und
 Bewirtschaftung von Wäldern.K-03-01
 Wildeinfluss..... 49
 Wildtiermonitoring..... 48
 Wildverbiss V-19-03
 Wirtssuche..... V-01-04
 wissenschaftlicher Aussagen..... K-04-01
 Wissenstransfer V-42-03
 Witterungsextreme und
 Dürreereignisse..... V-40-03
 witterungssensitiv..... V-02-03
 Witterungsvorhersage V-40-04

Z

Zeitstudie..... 37, 44
 Zuwachs..... 26
 zylindrische Holzbauteile..... V-23-03

