

Posterbeiträge

zur REGULUS-Statuskonferenz 2026

„REGULUS im Dialog – Forschungsergebnisse im Praxistransfer“



Gefördert durch:



Impressum

WaHo_boost – Wissenschaftliches Querschnittsvorhaben

Ansprechpartner:

Thünen-Institut für Holzforschung

Tim Kunkowski

Leuschnerstraße 91, 21031 Hamburg

tim.kunkowski@thuenen.de

Herausgeber: Projektteam Querschnittsvorhaben WaHo_boost

Bildquellen: Projektteam Querschnittsvorhaben WaHo_boost

Stand: Juni 2026

Förderung:

Mit der Fördermaßnahme „REGULUS - Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft“, greift das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Rahmen der Strategie zur Forschung für Nachhaltigkeit (FONA) Herausforderungen in den deutschen Wäldern auf, die durch zunehmende Stürme, extreme Dürren, steigende Temperaturen und Schädlingsbefall bedroht sind. Gefördert werden aktuell zehn überregionale Innovationsgruppen, die durch ein wissenschaftliches Querschnittsvorhaben begleitet werden.

[DOI: 10.3220/253-2026-148](https://doi.org/10.3220/253-2026-148)

Inhaltsverzeichnis

<u>Einleitung</u>	<u>3</u>
<u>Fernerkundung</u>	<u>4</u>
<u>Modellierung</u>	<u>8</u>
<u>Forschungsdaten</u>	<u>12</u>
<u>Waldwahrnehmung</u>	<u>15</u>
<u>Reallabore</u>	<u>19</u>
<u>Alles rund ums Holz</u>	<u>24</u>
<u>Waldmanagement I</u>	<u>29</u>
<u>Waldmanagement II</u>	<u>38</u>
<u>Posterpreis und Dank</u>	<u>47</u>

Einleitung

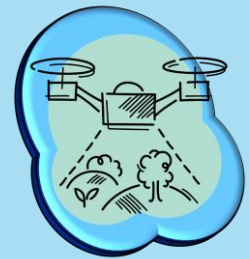
Unter dem Motto **„REGULUS im Dialog – Forschungsergebnisse im Praxistransfer“** kamen die Akteur*innen des Verbunds im März 2026 in München zusammen. Dieser Sammelband fasst die präsentierten Poster zusammen und dokumentiert einen wesentlichen Ausschnitt des aktuellen Stands innerhalb der REGULUS-Forschung.

Die 35 Poster dienten auf der Konferenz als zentrale Ankerpunkte für den direkten Austausch zwischen Wissenschaft, Praxis und Politik. Sie waren Instrumente eines Dialogs, der darauf abzielt, theoretische Erkenntnisse in den forst- und holzwirtschaftlichen Alltag zu überführen.

Ein herzlicher Dank gilt allen Autor*innen für ihre ansprechenden Beiträge.

Zur Verleihung des REGULUS-Posterawards prämierte das Fachpublikum drei Arbeiten, die in besonderer Weise Wissenschaftlichkeit, Klarheit und Kommunikationsstärke vereinen. Damit würdigt der Preis die wissenschaftliche Kommunikation als eigenständige Kompetenz und als notwendigen Brückenbau zwischen Forschung und Praxis. Die Preisträger*innen finden Sie am Ende dieses Sammelbands.

Fernerkundung



Fernerkundungsmethoden ermöglichen die großflächige und kosteneffiziente Erfassung von Waldzuständen. Die in diesem Abschnitt vorgestellten Poster nutzen Satellitendaten, LiDAR und den UAV-Bildflug, um Baumartenzusammensetzung, Struktur und Vitalität von Wäldern sichtbar zu machen und zu analysieren. Die Posterbeiträge zeigen, wie modernes maschinelles Lernen und Deep-Learning-Ansätze die Auswertung von Fernerkundungsdaten ermöglichen und vorantreiben.

Posterverzeichnis:

LabForest: Employing Remote Sensing for an Integrated Forest Management Transition | P. Eisenschink, W. Obermeier et al. 5

Automatisierte Erkennung von Baumarten mit Hilfe von hochaufgelösten UAV-Bildern und Deep Learning | J. Burmeister, S. Reder Koithahn et al. 6

treeX: Unüberwachte Segmentierung von Bauminstanzen in hochaufgelösten Waldpunktwolken | J. Burmeister, A. Tockner et al. 7



LabForest: Employing Remote Sensing for an Integrated Forest Management Transition

Paul Eisenschink¹, Wolfgang Obermeier¹, Vinzenz Zerres¹, Lukas Lehnert¹

¹Department of Geography, Ludwig-Maximilians-Universität, Munich

A Remote Sensing & LabForest

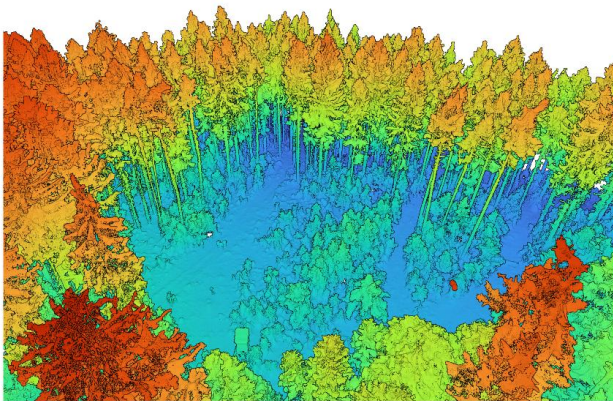
- UAV remote Sensing as only viable choice
- Fast data acquisition
- Very high resolution
- Creation of 3D structure data



C LiDAR Remote Sensing

Active system for the generation of three-dimensional point cloud data

- Individual Stem Segmentation
- Stem Diameter at Breast Height
- Stem Curvature

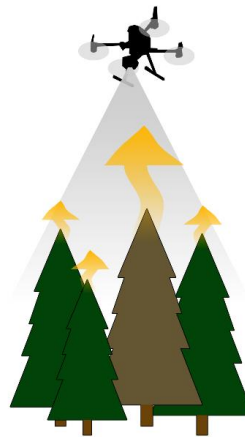


Example of LiDAR point cloud of the university forest close to Landshut, Germany, showing a recent disturbance

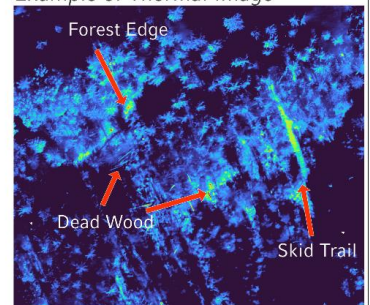
B Thermal Remote Sensing

Passive remote sensing of infra-red radiation due to thermal radiation.

- Heat Stress
 - Water Stress
 - Herbivorous Infestation
 - Diseases
- Synergies with SURVEY Project



Example of Thermal Image

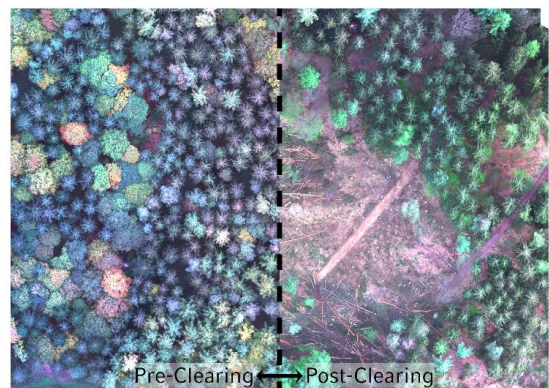


Lack of Water Causes Temp. Increase

D Multispectral Remote Sensing

Passive remote sensing to capture spectral reflectance in different wavelengths

- Tree Species Information



Example of multispectral images, showing experimental clearing on one of the LabForest sites

E Data Synthesis

Combined data allows for a holistic image of many forest parameters giving insight into forest heterogeneity, tree value, or forest vulnerability.

- Tree Wood Volume
- Economic Tree Value
- Forest Species Heterogeneity
- Tree Vulnerability



Related Publications:

Eisenschink, P. M., Obermeier, W. A., Zerres, V. H., Suerbaum, A. M., & Lehnert, L. W. (2025). Forest variables from LiDAR: Drone flight parameters impact the detection of tree stems and diameter estimates. *Ecological Informatics*, 88, 103127. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2025.103127>

Eisenschink, P., Knoke, T., Obermeier, W., & Lehnert, L. (2026). Towards operational tree-level timber quality and volume estimation using UAV multi-sensor remote sensing (in review).

Classification of Forest Tree Species Using High-Resolution UAV Imagery and Deep Learning

Josafat-Mattias Burmeister¹ Stefan Reder Koithahn² David Kuska³ Rico Richter¹ Jan-Peter Mund² Jürgen Döllner^{1,3}

¹University of Potsdam, Digital Engineering Faculty, Potsdam, Germany

²Eberswalde University for Sustainable Development, Faculty of Forest and Environment, Eberswalde, Germany

³Hasso Plattner Institute, Potsdam, Germany

Context and Research Objective

- UAV imagery with RGB information is well-suited for automated tree species mapping because it is cost-efficient to acquire and depicts species-specific details of the canopy structure
- This study develops a deep learning approach for tree species mapping in high-resolution UAV RGB imagery (spatial resolution < 5cm) of temperate mixed forests in Germany
- Image-based tree species mapping is modeled as a semantic segmentation task
- To obtain a tree-level species map, the semantic segmentation results are combined with point-cloud-based tree instance segmentation

Datasets

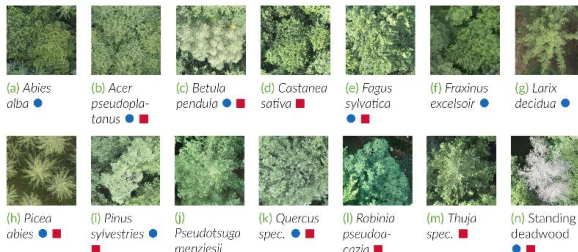
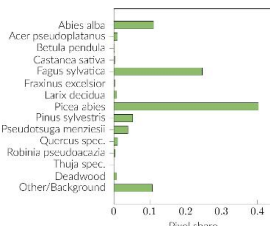


Figure 1. Examples of the species categories included in the datasets used in this study. ● indicates that a species is included in the FORTRESS dataset and ■ that it is included in the Brandenburg dataset.

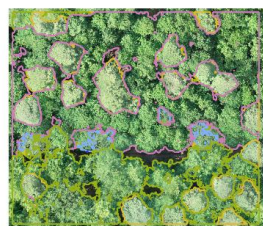
- Two datasets were combined in this study:
 - FORTRESS dataset: [4, 3]
 - Publicly available dataset collected in the Southern Black Forest, Germany
 - Covers approx. 59 ha of different forest types (mixed, deciduous, and coniferous)
 - Imagery was collected between April and October, with pixel sizes of 0.7 cm to 1.9 cm
 - Brandenburg dataset
 - Custom dataset collected in Brandenburg, Germany
 - Covers approx. 5 ha of mixed forest sites
 - Imagery was collected between May and August, with pixel sizes of 1.3 cm to 1.9 cm
 - Field inventories were conducted for selected plots and used as a reference for labelling
- The labels of both datasets were harmonized and rare classes (*Aesculus spec.*, *Carpinus betulus*, *Fallopia spec.*, *Ilex spec.*) were aggregated into the class "Other/Background"
- For model training and evaluation, the images were split into non-overlapping tiles (256 pixels wide), and the plots were split into training, validation, and test areas

Model Architecture and Training Settings

- Three model architectures were tested: U-Net++ [6], DeepLabv3 [2], SegFormer [5]
- Each model was trained for 50 epochs, using a class-weighted cross-entropy loss function with label smoothing of 0.1
- The training dataset was augmented using random rotations and vertical and horizontal flips



(a) Class distribution of the training data after combining the FORTRESS and the Brandenburg dataset.



(b) Example predictions of the U-Net++ model (purple = *Castanea sativa*, green = *Fagus sylvatica*, yellow = *Pinus sylvestris*, blue = *Quercus spec.*)

Model Accuracy

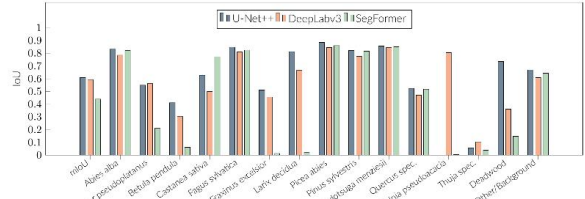


Figure 3. Intersection over Union (IoU) scores of the evaluated model architectures on the test set.

Fusion with 3D Point Cloud-Based Instance Segmentation

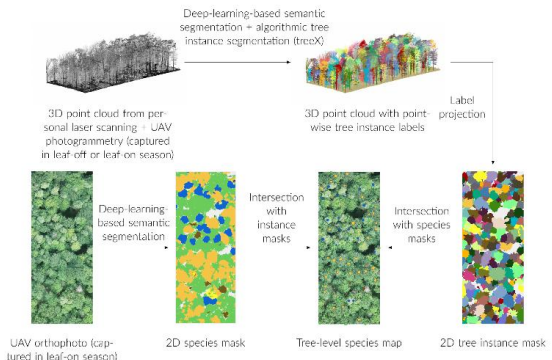


Figure 4. Approach for deriving a tree-level species map by combining image-based semantic segmentation of tree species with 3D point cloud-based tree instance segmentation. The intersection of species masks and instance masks is done using a majority voting approach.

Main Findings and Outlook

- Pixel-wise tree species maps can be automatically derived from high-resolution RGB UAV imagery
- The U-Net++ architecture outperforms the DeepLabv3 and SegFormer architectures, especially for rare classes
- Additional training data (more species, sites, and acquisition times) are required to improve generalizability
- Combining pixel-wise species masks with instance masks from 3D point clouds enables tree-level species mapping → this requires a co-registration of 3D point clouds and UAV imagery, and accurate tree instance segmentation labels
- Instance masks derived from 3D point clouds could also be used for semi-automatic generation of additional tree species labels in the future

References

- Josafat-Mattias Burmeister, Andreas Töschner, Stefan Reder, Markus Engel, Rico Richter, Jan-Peter Mund, and Jürgen Döllner. tree: Unsupervised tree instance segmentation in dense forest point clouds. *arXiv preprint*, 2509.03633, 2025. doi: 10.48550/arXiv.2509.03633.
- Liang-Chen Chen, Yikun Zhu, George Papandreou, Florian Schroff, and Hsin-Ying Adam. Encoder-decoder with atrous separable convolution for semantic image segmentation. In *Computer Vision – ICCV 2018*, pages 833–851. Springer, 2018. doi: 10.1007/978-3-030-01234-2_49.
- Felix Schaefer, Tja Kottenkorn, Annett Frick, Julian Frey, Peter Schall, Barbara Koch, and Sebastian Schmidtmann. Mapping forest tree species in high-resolution UAV-based RGB imagery by means of convolutional neural networks. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 170: 205–215, 2020. doi: 10.1016/j.isprsjprs.2020.10.015.
- Felix Schaefer, Julian Frey, and Tja Kottenkorn. FORTRESS dataset. Karlsruhe Institute of Technology, 2022. doi: 10.35007/538.
- Guo Xie, Wernan Wang, Zhiding Yu, Anirudh Anandkumar, Jose M. Alvarez, and Ping Luo. SegFormer: Simple and efficient design for semantic segmentation with transformers. In *Advances in Neural Information Processing Systems*, volume 34, pages 13077–13090. Curran Associates, Inc., 2021. URL: <https://proceedings.neurips.cc/paper/2021/file/831a8f727bf1b6ac22924f60ac8556c258-Paper.pdf>.
- Zongwei Zhou, Md Mahfuzur Rahman Siddiquee, Nima Tajbakhsh, and Jianming Liang. UNet++: A nested U-Net architecture for medical image segmentation. In *Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support*, pages 3–11. Springer, 2018.

With funding from the:



treeX: Unsupervised Tree Instance Segmentation in Dense Forest Point Clouds

Josafat-Mattias Burmeister¹ Andreas Tockner² Stefan Reder Koithahn³ Markus Engel⁴ Rico Richter¹
Jan-Peter Mund³ Jürgen Döllner^{1,5}

¹University of Potsdam, Digital Engineering Faculty, Potsdam, Germany

²BOKU University, Department of Ecosystem Management, Climate and Biodiversity, Institute of Forest Growth, Wien, Austria

³Eberswalde University for Sustainable Development, Faculty of Forest and Environment, Eberswalde, Germany

⁴State Forestry Research Centre, Eberswalde, Germany

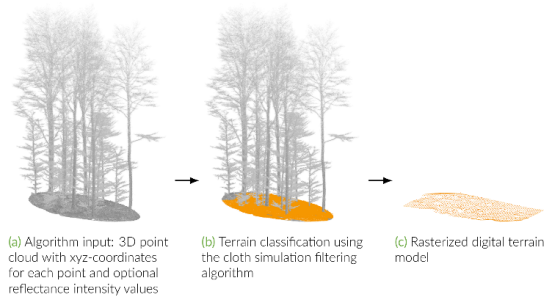
⁵Hasso Plattner Institute, Potsdam, Germany

Context and Research Contributions

- Dense forest point clouds captured with terrestrial, personal, and UAV-borne laser scanning require efficient methods for tree instance segmentation
- We propose treeX, an unsupervised, resource-efficient algorithm, which combines clustering-based stem detection with region-growing-based crown delineation
- Parameter presets for ground-based (TLS / PLS), and UAV-borne laser scanning (ULS) point clouds facilitate the application of treeX in varying forest scenarios

Algorithm Overview

(1) Construction of a Digital Terrain Model



(2) Detection of Tree Stems

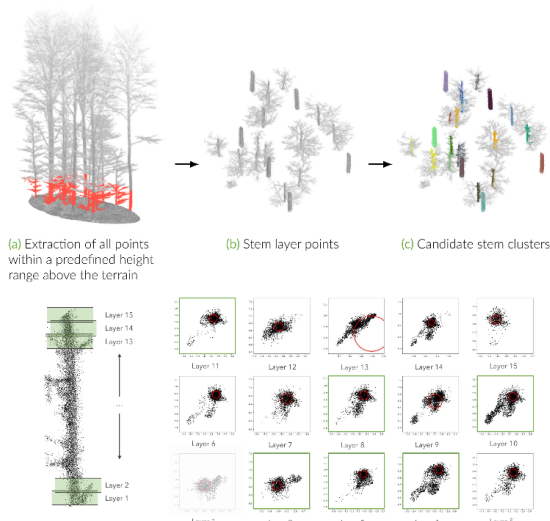


Figure 3. The candidate stem clusters are divided into 15 overlapping layers, and a circle is fitted to each layer. The subset of six layers with the lowest variance in circle diameters is selected (highlighted in green). If the variance of these layers falls below a predefined threshold, the cluster is retained as a valid stem detection, and the six layers are used to estimate the stem position and diameter.

(3) Delineation of Tree Crowns

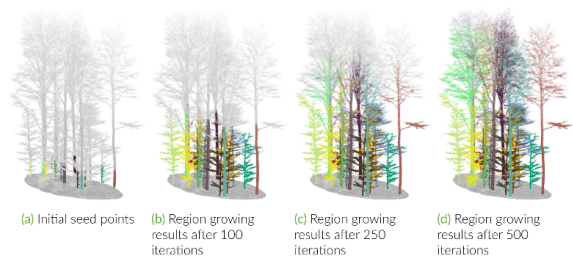


Figure 4. An iterative region growing procedure is used to delineate the tree crowns.

Evaluation Results

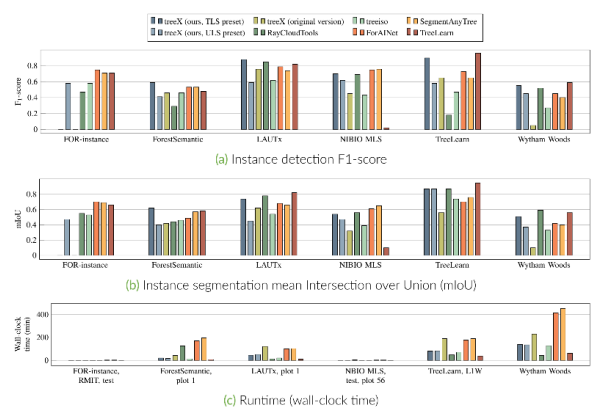


Figure 5. The algorithm was evaluated on six publicly available datasets and compared with six open-source methods. Without relying on annotated training data, treeX achieved comparable or superior accuracy, especially on dense terrestrial point clouds. Its runtime is also comparatively low, despite not using a GPU.

Main Findings

- Our method is particularly effective when applied to dense TLS and PLS point clouds of stands with good stem visibility
- For ULS data, the sparser representation of below-canopy areas increases the likelihood of stem detection errors and thus limits the broader applicability of our method to ULS data
- We see two main areas of application for our method:
 - It can be used as a computationally efficient and interpretable alternative to deep learning approaches when the characteristics of the input data are well-known and align with the strengths of our method
 - It can serve as a tool for the automatic or semi-automatic generation of labeled training data, supporting the development of more generalizable deep learning methods

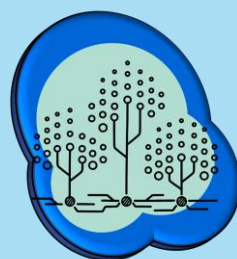
- We provide a well-tested and well-documented implementation of our method in the pointtree Python package



With funding from the:



Modellierung



Modelle sind zentrale Werkzeuge, um Waldentwicklungen unter veränderten Klimabedingungen vorherzusagen. Die hier präsentierten Beiträge reichen von Grundwassermodellen über Vitalitätsmodelle bis zu ökonomischen Simulationen der Waldwirtschaft. Sie sind Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis und wenn es darum geht, Managemententscheidungen unter Unsicherheit zu treffen, befördern sie einen evidenzbasierten Dialog.

Posterverzeichnis:

Betriebsstrukturen und unternehmerische Orientierung von Waldbesitzenden in Südwestfalen | B. Schulze-Edinghausen, W. Lorleberg 9

Modellierung der Verjüngungsetablierung im Westharz | J. Kauth, M. Schmidt et al. 10

Grundwassermodellierung und Analyse der Grundwasserstände entlang der Isar | K. Höbenreich, M. Disse 11

Betriebsstrukturen, wirtschaftliche Situation und Risikowahrnehmung von Waldbesitzenden in Südwestfalen - Erste Ergebnisse einer laufenden quantitativen Befragung

Beate Schulze-Edinghausen und Wolf Lorleberg
Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft



Hintergrund

- Klimawandel, Extremwetter und Schädlingsbefall erhöhen Risiken für Waldbesitzende.
- Markt- und regulatorische Unsicherheiten beeinflussen die wirtschaftliche Situation.
- Ziel: Analyse von Betriebsstrukturen, wirtschaftlicher Lage und Risikowahrnehmung.

Daten & Methode

- Standardisierte Online-Befragung von Waldbesitzenden in Südwestfalen
- 53 vollständig ausgefüllte Fragebögen
- Datenauswertung: deskriptive statistische Analyse (Median, IQR)

Zentrale Ergebnisse

- überwiegend familiengeführte Betriebe
- 78 % Nebenerwerb
- Median Waldfläche: 45 ha
- Durchschnitt Waldfläche: 117 ha
- Spannweite Waldfläche: 1 bis 652 ha
- hohe Risikowahrnehmung bei Extremwetter, Schädlingsbefall
- aktuelle Situation wird überwiegend negativ wahrgenommen

Betriebsstruktur der Betriebe



Hauptbaumarten



Einfluss aktueller Herausforderungen auf die Antworten der Betriebe



Risikobewertung der Betriebe



Wirtschaftliche Einschätzung und unternehmerische Orientierung der Betriebe

Medianwerte ausgewählter Aussagen (Likert-Skala 1-5)



Diskussion & Ausblick

- Stichprobe geprägt durch **kleinstrukturierte Familienbetriebe**
- Klimatische Risiken als besonders relevant wahrgenommen
- **hohe Streuung der Deckungsbeiträge** (Median: 126 €/ha für 2008–2017; 100 €/ha für 2018–2022).
- Die Ergebnisse deuten auf **unterschiedliche wirtschaftliche Ausgangsbedingungen** zwischen den Betrieben hin.
- Rund 80 % der Befragten berichten einen **negativen Einfluss der aktuellen Situation** → weist auf hohe wahrgenommene Belastung der Betriebe durch gegenwärtige Rahmenbedingungen hin
- **Weitere Analysen sollen Zusammenhänge zwischen Betriebsstruktur, Risiko und wirtschaftlicher Situation untersuchen**

Quellen: Schwartz (1992, 2001); Kubeck & Rametsteiner (2002); Forest Sector Entrepreneurship in Europe – COST Action E30 (2005); Kirner (2018); von Dettm et al. (2013); Graskemper et al. (2021); Burgi (2023).

Modellierung der Verjüngungsetablierung von Buche

Jannik Kauth – Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA)

Hintergrund

- umfangreicher Wiederbewaldungs- bzw. Verjüngungsbedarf durch Kalamitäten und planmäßigen Waldumbau
- begrenzte Kapazitäten investiver Verjüngung
- generelle Bestrebung nach stärkerer Nutzung natürlicher Potenziale
- Forschungsprojekt REHA („Regionalstudie Harz“) betrachtet insbesondere die Modellregion Harz

Ziele

- quantitative Schätzung des natürlichen Wiederbewaldungspotenzials auf großer Fläche
- Darstellung von Einflussfaktoren und Etablierungshürden bei verschiedenen Baumarten (Komponente der Baumartenwahl)
- Simulation des Generationswechsels

Methodik

Datengrundlage

- Niedersächsische Betriebsinventur (n = 102.164)
- Verjüngungstransect Westharz (n = 1.575)

Kovariablen

- jeweils am Probepunkt & im Bestand
 - Mitteldurchmesser der Buche
 - Grundflächenanteil der Buche
 - Grundfläche (Dichte)
- Vorkommen von Buchenbeständen in Pufferbereichen
- Nährstoffversorgung
- Standortwasserbilanz
- räumlicher Effekt

Modellansatz

- Response: Stammzahl (Höhenklassen: 0-50 und 50-130 cm)
- Multivariates Hurdle-Negativ-Binomial-GAMM

Für Beobachtung $i = 1, \dots, n$ und Höhenklasse $k \in \{1 \text{ (hk1)}, 2 \text{ (hk2)}\}$:

$$\log(\mu_{ik}) = X_{ik}^{(n)} \beta^{(n)} + b_{pk[i],k}^{(n)}$$

$$\logit(\pi_{ik}) = X_{ik}^{(p)} \beta^{(p)} + b_{pk[i],k}^{(p)}$$

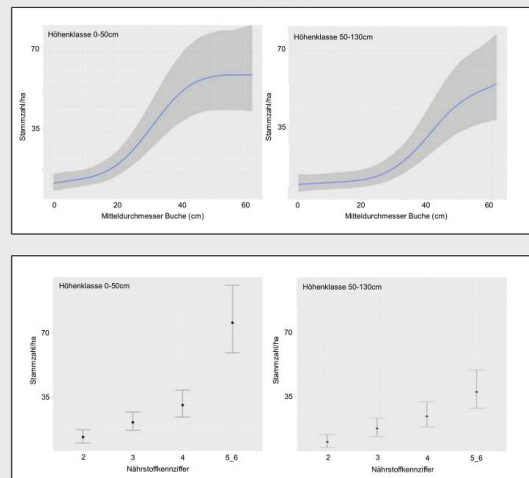
$$P(Y_{ik} = 0) = \pi_{ik}$$

$$P(Y_{ik} = y) = (1 - \pi_{ik}) \cdot f_{NB}(y | \mu_{ik}, \theta_k), \quad y = 1, 2, 3, \dots$$

$$b_{pk} \sim \mathcal{N}(0, \Sigma_{pk})$$

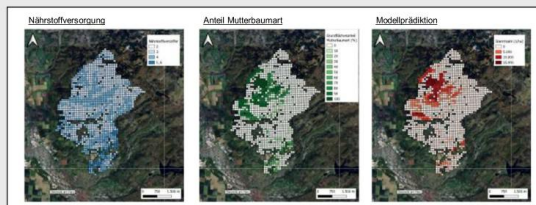
Zwischenergebnisse

Effekte



- der Grundflächenanteil der Buche zeigt einen stark positiven Effekt
- bei einer Grundfläche von ca. 20 m²/ha liegt das Optimum des Verjüngungspotenzials
- das Vorkommen von Buchenbeständen in einem Radius von 100 m hat einen stark positiven Effekt auf die Dichte von Buchennaturverjüngung
- die Standortwasserbilanz zeigt einen negativen Effekt
- es zeigen sich lokale, nicht durch Kovariablen erklärbare Effekte

Prädiktion



Fazit

- Das Modell zeigt insbesondere hinsichtlich des Ausgangsbestandes und der Nährstoffversorgung plausible Effekte.
- Die Prädiktion zeigt hinsichtlich des Auftretens und der Dichte von Buchennaturverjüngung in verschiedenen Höhenklassen eine gute Differenzierung.
- Die Vorhersagequalität kann durch weitere Variablenselektion verbessert werden.

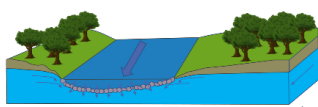
Grundwassermodellierung und Analyse der Grundwasserstände entlang der Isar zwischen München und Landshut

Klara Höhenreich^{1,2} | Markus Disse¹ | Gabriele Chiogna²

¹Technische Universität München, Lehrstuhl für Hydrologie und Flussgebietsmanagement, ²Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Angewandte Geologie

Grundprinzip

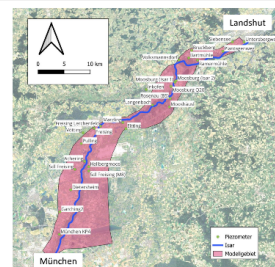
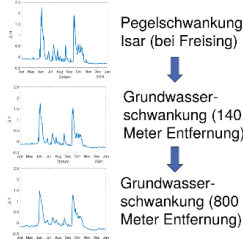
A-DUR: Revitalisierte Auwälder: Dynamik und Resilienz im Zeichen der Multifunktionalität



Isar und Grundwasserspiegel sind voneinander abhängig

Pflanzenwachstum und -gesundheit hängen von der Wasserverfügbarkeit ab

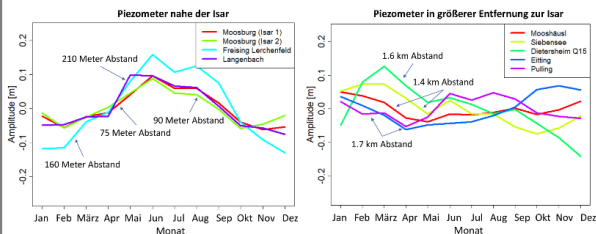
Das Gelände und der Grundwasserstand bestimmen den Grundwasserflurabstand



Zeitreihenanalyse

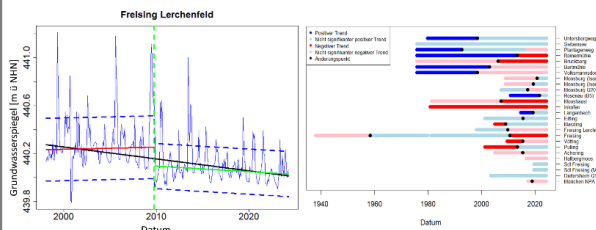
- 25 Piezometer mit aktuellen Daten im Untersuchungsgebiet⁽¹⁾
- Saisonalität, Änderungspunktanalyse und Trendanalyse
- Basierend auf dem monatlichen Mittelwert

Monatlicher Mittelwert, gruppiert nach Distanz zur Isar



- Durchschnittlich höhere Grundwasserstände im Sommer
- Weniger starke Ausprägung oder sogar niedrigere Grundwasserstände im Sommer

Trendanalyse



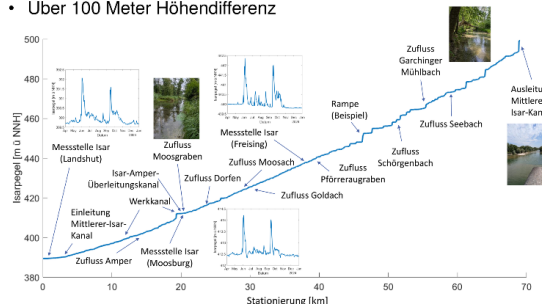
- Durchschnittlich 20cm tieferer Grundwasserspiegel nach 2010 (lokal)
- Derzeit tendenziell stationäre oder leicht sinkende Grundwasserspiegel

Modellierung

- Starke Interaktion zwischen Isar und Grundwasser
- Modellierung der Isarpegel mit **HEC-RAS**
- Modellierung der absoluten Grundwasserstände mit **MODFLOW-2005**

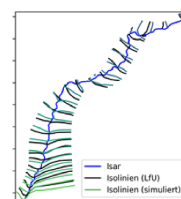
Modellierung der Isar

- Anthropogen beeinflusster Abfluss
- Deutlich reduzierter Abfluss durch den Mittleren-Isar-Kanal
- Anthropogen veränderter Flusslauf und Rampen
- Viele Zuflüsse
- Grundwassereinfluss
- Ca. 70km Fließlänge zwischen München und Landshut
- Über 100 Meter Höhendifferenz



Modellierung des Grundwasserstands mit MODFLOW-2005

- Gitterbasiertes, numerisches Modell für dreidimensionale, heterogene, poröse Aquifere
- Isar als Modellinput
- Starke Abhängigkeit der Grundwasserpegel von der Isar
- Kalibrierung mit Hilfe der Messungen noch ausstehend

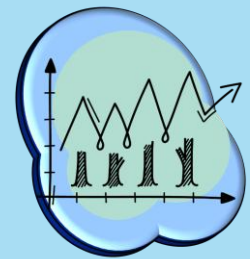


Projektpartner

Referenzen

[1] Datenquelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Oberes Grundwasser-Stockwerk Bayern. <https://www.gkd.bayern.de/de/grundwasser/oberesstockwerk/>

Forschungsdaten



Forschungsdaten bilden die Grundlage jeder wissenschaftlichen Arbeit. Ihre Qualität, Verfügbarkeit und Nachnutzbarkeit entscheiden über die Langzeitwirkung von Forschungsergebnissen. Die Poster in diesem Abschnitt zeigen, wie REGULUS-Projekte Dateninfrastrukturen aufbauen, Large Language Models für die Waldinformationssysteme nutzbar machen und digitale Datenbanken für Geodaten und Langzeitmonitoring entwickeln.

Posterverzeichnis:

A methodological framework to align Large Language Models for forest systems information retrieval | S. Playfair, F. Berendt et al. 13

Auwaldforschung digital: Zentrale Datenbank für Geodaten, Messwerte und Langzeitmonitoring | A. Eisen, R. Toma, P. Annighöfer et al. 14

A methodological framework to align Large Language Models for forest systems information retrieval

Stephan Playfair; Dr. Ferreol Berendt; Prof. Dr. Tobias Cremer; Prof. Dr. Gunnar Lischeid

Introduction

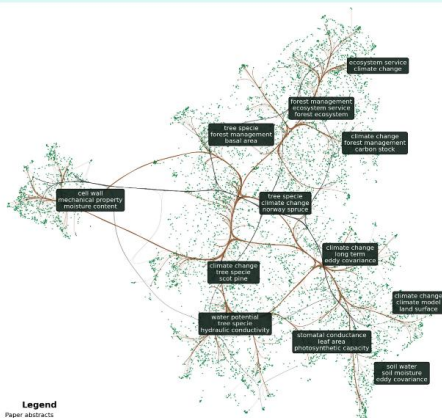
In ecological disciplines, relying on accurate, concise, and relevant information is crucial for solving complex problems and making data-driven decisions that affect real-world systems, policies, or public perception.

Large Language Models (LLMs) can provide support. However, this may:

- Introduce hallucinations (Huang et al., 2025).
- Have no access to real-world data (Zuzu'arregui et al., 2025).

A custom framework that ensures the curation of a qualitatively robust knowledge base minimizes these shortcomings.

We propose a framework to allow AI systems to source information from a reliable knowledge base prior to inference.



Spatial relationship of 8,948 research papers

Results

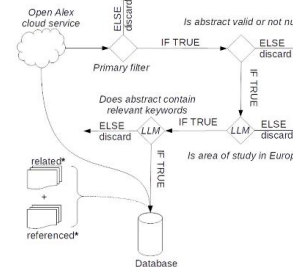
Closely examining the visualization of the knowledge base, we can infer the following:

- Each dot in Figure 2 represents a research paper. Its position is based on its semantic meaning.
- We gain insight into which information may be over- or underrepresented in the knowledge graph based on the density of the scatterplot.
- We can understand the relationship between the various clusters based on the connections between the clusters.

References

Huang, et al., (2025). <https://doi.org/10.1145/3703155>

Zuzu'arregui, et al., (2025). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2506.10106>.



Framework's workflow: from ontology to knowledge graph ingestion

Methods

Populating the knowledge base through systematic curation:

- Sourcing papers from a reliable ontology using human selection criteria
- 2-stage LLM-based automatic filtration processes before
- Inserting research papers into a hierarchical, navigable, directed knowledge graph.
- Visualize the knowledge base with Natural Language Processing tools and methods.

Discussion

This framework's flexibility allows for:

- Amend settings to restrict or relax rules in the workflow to either increase or decrease the size of the knowledge base
- Possible adoption in other domains or fields.
- Allows any LLM model to be used based on design preference.

Next steps

- Users can consult an interactive platform with queries to get a more coherent response.
- Fine-tune the model and optimize the architecture based on user interaction.



Visit
chat.scifor.de
To try it out

Auwaldforschung digital:

Zentrale Datenbank für Geodaten, Messwerte und Langzeitmonitoring



Anna-Katharina Eisen^{1,3}, Rami Ayob Toma², Peter Annighöfer³

¹Zentrum Wald Forst Holz Weihenstephan, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forst; ²Atos Information Technology GmbH; ³Professur für Wald- und Agroforstsysteme, TUM School of Life Science, Technische Universität München
Kontakt: anna-katharina.eisen@lwf.bayern.de

Motivation

Auwälder gehören zu den dynamischsten Waldökosystemen Mitteleuropas.

Das Forschungsprojekt A-DUR untersucht Prozesse entlang der mittleren Isar in einem inter- und transdisziplinären Forschungsverbund. Dabei entstehen **umfangreiche, heterogene Datensätze**.

Eine **zentrale Herausforderung** besteht darin, diese Daten konsistent zu erfassen, zu integrieren und räumlich analysierbar zu machen.

Ziel war die Entwicklung einer zentralen relationalen **Geodatenbank**, die multidisziplinäre Forschungsdaten integriert und für räumliche Analysen sowie Langzeitstudien nutzbar macht.

Datengrundlage



Abb. 1: A-DUR Teilprojekte

Die Datenbank integriert Daten aus 122 Probeflächen entlang der mittleren Isar.

Erfasste Datentypen umfassen:

- Standort- und Metadaten
- Vegetations- und Verjüngungsdaten
- Baumstruktur- und Waldinventurdaten
- Boden- und Klimamessungen
- Fernerkundungs- und GIS-Daten
- Biodiversitätsmonitoring
- Sozialwissenschaftliche Erhebungen

Datenbankarchitektur und technische Umsetzung

Die A-DUR Geodatenbank integriert Monitoringdaten in einer **Open-Source-Infrastruktur** und ermöglicht **konsistente räumlich-zeitliche Analysen**.



Abb. 2: Work-Flow der A-DUR Datenbank.

Eingesetzte Technologien

- **PostgreSQL**
Relationales Open-Source-Datenbanksystem zur strukturierten Speicherung multidisziplinärer Forschungsdaten.
- **PostGIS**
Erweiterung für die Speicherung und Analyse georeferenzierter Daten sowie für räumliche Abfragen direkt in der Datenbank.
- **NocoDB**
Webbasierte Oberfläche für eine standardisierte, tabellenbasierte Dateneingabe im Excel-ähnlichen Format.
- **pgAdmin**
Administrationstool für Datenbankmanagement und Abfragen.
- **QGIS**
Geographisches Informationssystem zur räumlichen Analyse und Visualisierung der Daten über eine direkte PostGIS-Anbindung.

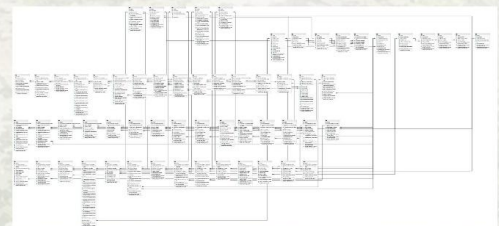


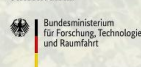
Abb. 3: Schematische Darstellung des relationalen Datenmodells der A-DUR Datenbank zur Veranschaulichung.

Ausblick

Die Datenbank ermöglicht:

- konsistente Speicherung heterogener Datentypen
- standardisierte Zeit- und Raumreferenzierung
- reproduzierbare Datenanalysen
- langfristige Nutzung der Daten im Projektverbund.

Gefördert durch:



Weitere Infos unter:



Waldwahrnehmung



Wie nehmen Menschen den Wald wahr: Als Erholungsraum, als Schutzgut oder als Wirtschaftsfläche? Dieser Abschnitt beleuchtet die gesellschaftliche Dimension des Waldes. Die vorgestellten Forschungsarbeiten untersuchen Besucher*innenwahrnehmungen, Präferenzen für Waldbilder und die psychologischen Wirkungen urbaner Grünräume – mit dem Ziel, das Management stärker an gesellschaftlichen Bedürfnissen auszurichten und eine Kommunikation zu fördern, die sich an den Zielgruppen orientiert.

Posterverzeichnis:

Wahrnehmung von Waldlandschaften aus Sicht der Besuchenden |

R. Göhler, M. Peitzmeier et al. 16

Gesellschaftliche Ansprüche an revitalisierte Auwälder |

K. Kappler, B. Angerer et al. 17

Structural diversity of urban green space and its impact on affective well-being and brain function |

A. Benedyk, M. Reichert et al. 18

WAHRNEHMUNG VON WALDLANDSCHAFTEN AUS SICHT DER BESUCHENDEN

EINSATZ IM HARZ (PROJEKT REHA)

Der Harz, ein bedeutendes Mittelgebirge im Norden Deutschlands, zeichnet sich durch einen hohen Waldanteil sowie kulturelle und touristische Relevanz aus. Die Themenstrecke „Liebesbankweg“ wurde als Untersuchungsobjekt ausgewählt, um die Erholungsfunktionen in der Region zu analysieren. Diese Strecke bietet vielfältige Erholungsmöglichkeiten und zieht sowohl Einheimische als auch Touristen an.



Karte: Stern markiert Untersuchungsstandort

Erholung als wichtiger Aspekt in der Waldgestaltung

VISITOR-EMPLOYED-PHOTOGRAPHY

Eine Methode der interdisziplinären Waldforschung

Untersuchungsgebiet "ReForm-regioWald"



Untersuchungsregion Südwestfalen in Nordrhein-Westfalen

EINSATZ IN SÜDWESTFALEN (PROJEKT REFORM-REGIOWALD)

Südwestfalen mit dem Sauer- und Siegerland zählt zu den waldreichsten Regionen in Deutschland. Großflächige Waldgebiete und eine lange Tradition forstwirtschaftlicher Nutzung prägen das Landschaftsbild. Zugleich besitzen die Wälder eine hohe Bedeutung für Naherholung, Tourismus und Naturerleben. Damit stellen Waldlandschaften zentrale kulturelle Ökosystemleistungen bereit, insbesondere in Bezug auf Erholungsfunktionen und landschaftsästhetische Wahrnehmung.

UMSETZUNG DER METHODE



Im Rahmen der Untersuchung wurde eine Besucherbefragung unter Einsatz von Digitalkameras durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte im April/Mai sowie im Oktober 2025 und umfasste 115 Teilnehmer. Die Befragung fand an verschiedenen Wochentagen sowie am Wochenende statt. Bis zu 10 Fotos konnten von positiven oder negativen Aspekten im Wald auf der Strecke gemacht werden. Die Teilnehmenden waren angehalten eine Beschreibung und Bewertung der Bilder hinzuzufügen. Am Ende der Erhebung füllten die Teilnehmenden zudem einen Fragebogen aus.

Von Besuchenden erstellte Fotos werden zur Sammlung subjektiver Eindrücke genutzt. Zwei Projekte zeigen unterschiedliche Vorgehensweisen innerhalb der Methodik.

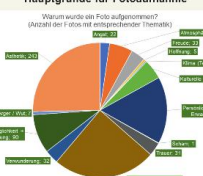
UMSETZUNG DER METHODE



Die Datenerhebung erfolgt im Rahmen einer orts- und zeitflexiblen Online-Umfrage zur Bewertung kultureller Ökosystemleistungen. Im Verlauf der Umfrage fotografieren Teilnehmende einen für sie relevanten Landschaftsausschnitt und laden das Bild hoch. Der dargestellte Landschaftsausschnitt wird anschließend anhand zentraler Bewertungskriterien visueller Landschaftswahrnehmung bewertet. Die Datenerhebung läuft seit Ende 2025 und ist auf eine mindestens einjährige Laufzeit angelegt, um mögliche saisonale Unterschiede in der Wahrnehmung zu erfassen.

ERGEBNISSE IM HARZ

Hauptgründe für Fotoaufnahme



- Key-Fakten:**
- 115 Durchläufe mit jeweils einer Kamera (Zusammensetzung der Teilnehmenden divers - Gruppen, Familien, Singles, etc.)
- 823 Fotos insgesamt (max. 10 p. Teiln.)
- Beweggründe und Motive für Fotos in Kategorien eingeteilt
- standortspezifische Analysen der Bilder und Bewertungen möglich

Durchschnittsbewertungen der Motive (Bewertung nach Attraktivität / 10 = höchster Wert)

Motiv	Bewertung	Standardabweichung	Standardabweichung
Fotografie	5,50	4	3%
Wald	5,50	8	7%
Waldweg	5,33	16	14%
Waldhaus	5,25	4	3%
Waldweg	5,13	8	7%
Waldweg	5,13	9	8%
Waldweg	5,00	22	19%
Waldweg	4,83	31	27%
Waldweg	4,75	4	3%
Waldweg	4,50	29	25%
Waldweg	4,50	76	66%
Waldweg	4,33	45	39%
Waldweg	4,25	31	27%
Waldweg	4,25	2	1%
Waldweg	4,25	30	26%
Waldweg	4,25	4	3%
Waldweg	4,25	8	7%
Waldweg	4,25	12	10%
Waldweg	4,25	13	11%
Waldweg	4,25	4	3%
Waldweg	4,25	18	16%
Waldweg	4,25	35	30%
Waldweg	4,25	43	37%
Waldweg	4,25	8	7%
Waldweg	4,25	14	12%
Waldweg	4,25	25	22%
Waldweg	4,25	11	10%
Waldweg	4,25	22	19%
Waldweg	4,25	2	1%
Waldweg	4,25	17	15%
Waldweg	4,25	8	7%
Waldweg	4,25	77	67%
Waldweg	4,25	24	21%
Waldweg	4,25	1	1%

ERGEBNISSE IN SÜDWESTFALEN

Motivkategorien der hochgeladenen Landschaftsausschnitte



Offene Begründungen der Teilnehmenden für die Bewertung der Landschaftsausschnitte



Hintergrund:

- Teilnehmende können bis zu zwei Fotos von einem Standort hochladen
- Standortangaben der Bildaufnahme ermöglichen spätere Interpretation mit externen Daten (z.B. Wetterdaten, Nutzungskarten)
- 6 Personen bewerten Landschaft ohne Bild-Upload
- hohe Umfrage-Abbruchquote vor Bild-Upload
- Umfrage ist weiterhin aktiv

Durchschnittsbewertung der Motivkategorien nach vier Bildbewertungskriterien (n = 26 Bilder)

Motivkategorie	Schönheit	Vielfalt	Naturnähe	Charakter
Fichtenwald	6	7	5	6
Buchenwald	8	4,5	9	6,5
Mischwald	7,8	7	7,2	5,8
Wald-Offenland	7,3	6,6	7	4
Dürränder	6,5	5,5	8	4
Kalamität mit Einzelbäumen	8	6,3	8,3	5,7
Kalamität mit nat. Substrat	7,3	6,6	6,7	3
See, Teich	6	6	5,5	7
Gerölle	7	4	4	5

INHALTLICHE ERKENNTNISSE

- neue Weitblicke durch lichte Landschaften oft als positive Nennung
- Kontrast zwischen Empörung über Kahlschläge/Kalamitäten vs. Freude über Aussichten ohne Sichtbehinderung
- Laubwald und vor allem Laubbäume sind Motive mit sehr positiver Bewertung
- in der Harz-Untersuchung ist Mischwald meist der gewünschte Waldtyp ohne konkrete Baumarten-Nennung durch Besuchende
- Fichten bzw. Fichten-Monokulturen wurden ambivalent bewertet
- Wetter spielt große Rolle bei der Bewertung von Bildinhalten (bspw. Sonnenlicht, Lichteinfall)
- regionale Hintergründe haben Einfluss auf die Bewertungen
- Harz-Untersuchung: anthropogene Einflüsse oft negativ bewertet & Wald- und Forstwissen oft kaum vorhanden

GEMEINSAME ERKENNTNISSE

Harz-Untersuchung fokussiert alle negativen und positiven Aspekte im Waldbild

Untersuchung in Südwestfalen betrachtet konkretere relevante Landschaftsausschnitte, eher positiv konnotiert

METHODISCHE ERKENNTNISSE

- Methodik der nicht-stationären Befragung kann über längere Zeiträume Ergebnisse liefern (verschiedene Jahreszeiten, wetterbedingte Einflüsse)
- Befragung mit Forschenden vor Ort führt zu stärkerer Beteiligung in kurzer Zeit und geringer Abbruchquote
- "Analoge" Erhebung ist ressourcenintensiv und ortsgebunden vs. Online-Tool mit dezentralem Untersuchungsgebiet
- Vergleichbarkeit der ausgewählten Motive der Teilnehmenden bei festem Standort einfacher
- Abdeckung und Übertragbarkeit auf andere Orte bei Online-Umfrage stärker ausgeprägt
- Verschnitt von qualitativen und quantitativen Daten führt in der Auswertung zu erhöhten Zeiterfordernissen

WISSENSCHAFT

- Auswahl der Methode ist nutzergruppenspezifisch & bedarf der Anpassung an lokale Gegebenheiten
- Methodik-Auswahl richtet sich nach Forschungsfrage und Themenschwerpunkt
- Online-Umfragen sind zeitlich flexibler und nicht ortsgebunden
- Vor-Ort-Erhebungen mit Kameras bieten mehr Kontrolle bei der Durchführung der Untersuchung
- Visitor-Employed-Photography als wichtige Methode der Erholungsforschung im Wald

ERSTE HINWEISE FÜR WISSENSCHAFT & PRAXIS

PRAXIS

- spezifisches Einbringen von Laubbäumen für den Aspekt der Laubbäume
- Anstreben von abwechslungsreicher Vegetation im Waldbild
- systematisches Freihalten von Blickschneisen auf ehemaligen Kalamitätsflächen
- Aufklärung über forstliche Maßnahmen in Form von gezielter Informationsverbreitung (z.B. mit Info-Tafeln)
- Vermeidung von Rückständen der Forstarbeit nach abgeschlossener Arbeit (bspw. zeitnahe Rückbau von Verbißschutzzäunen nach Zielerreichung)

Korinna Kappler¹, Barbara Angerer², Nicola Maier², Rainer Lampl², Anna-Katharina Eisen³, Gerd Lupp⁴, Monika Egerer¹

¹ Lehrstuhl für Urbane Produktive Ökosysteme, TUM-School of Life Sciences, Technische Universität München ² green-solutions GmbH & Co. KG, Murnau ³ Bayerische Landesanstalt für Wald und Forsten, Freising ⁴ Lehrstuhl für Strategie und Management der Landschaftsentwicklung, TUM-School of Life Sciences, Technische Universität München

Einleitung:

Die Auwälder entlang der Mittleren Isar zwischen München und Landshut verbinden eine Vielzahl artenreicher Lebensräume und erfüllen vielfältige Funktionen^[1]. Neben ihrer Bedeutung für Biodiversität und Hochwasserschutz sind sie ein wichtiger Erholungsraum für die Bevölkerung. Große Teile des Auwalds werden seit 2020 als Naturwald „Auwälder an der mittleren Isar“ nicht mehr forstlich genutzt und entwickeln sich natürlich. Das Teilprojekt 5 des Verbundprojekts A-DUR untersucht in drei Bausteinen den gesellschaftlichen Wert dieser Auwälder:

1. Datengestützte Analyse der Erholungs- und Freizeitnutzung in den Auwäldern zwischen München und Landshut
2. Analyse der gesellschaftlichen Ansprüche an stadtnahe Wälder unter besonderer Berücksichtigung von soziokulturellen Aspekten und der Wahrnehmung von Wald als dynamisches Ökosystem
3. Erfassen des gesellschaftlichen Werts von Wald am Beispiel des Auwalds mit speziellem Augenmerk auf verschiedene Sichtweisen unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen



Abb. 1: Zähler (Sensmax, Eco-Counter) zur Besucherzählung im Projektgebiet

Methoden:

1. **Datengestützte Analyse der Erholungs- und Freizeitnutzung:**
Quantifizierung durch frei verfügbare Daten, Befragungen und Citizen Science-Ansätze, Anwendung und Erprobung verschiedener technischer Verfahren zur Erfassung von Besucherzahlen (Abb. 1)
2. **Ansprüche an und Wahrnehmung von Wald als dynamisches Ökosystem:** Photovoice-Spaziergänge, Befragungen und Interviews mit verschiedenen soziodemografischen Gruppen, Analyse sich ändernder Waldbilder (Abb. 2)
3. **Gesellschaftlicher Wert von Wald:**
Workshops und partizipative Ansätze mit verschiedenen soziodemografischen Gruppen, Analysen und gemeinsame Bewertungen mit Stakeholdern z. B. aus Forstverwaltung, Verbänden und Bevölkerung

Kontakt: Korinna Kappler
Lehrstuhl für Urbane Produktive Ökosysteme
Technische Universität München
Korinna.Kappler@tum.de

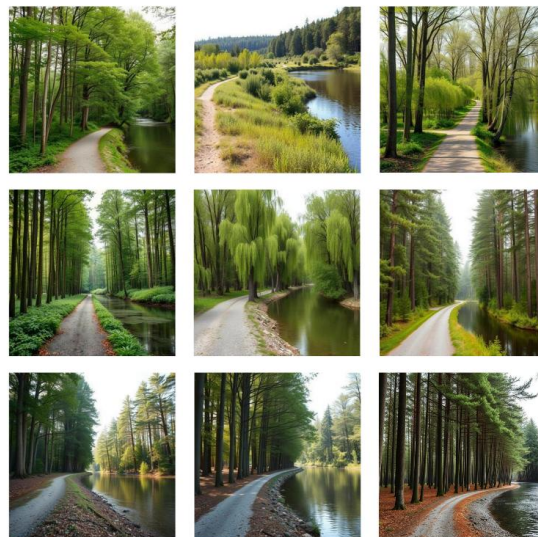


Abb. 2: KI-generierte Waldbilder zur Bewertung der ästhetischen Wirkung, aus Frömbling A. (2025): *Erwartungshaltung von Waldbesuchenden an das Waldbild im Erholungswald der Isaraue*. Bachelorarbeit im Rahmen des Studiengangs Forstwissenschaft und Ressourcenmanagement an der Technischen Universität München. Dargestellte Waldbilder von oben links nach unten rechts: Hartholz_{ms}, Strauch_{ms}, Weichholz_{ms}, Hartholz_{es}, Weichholz_{es}, Nadelholz_{ms}, Mischwald_{ms}, Mischwald_{es}, Nadelholz_{es} (ms = mehrschichtig, es = einschichtig).

Ergebnisse aus vorherigen Projekten:

- Zeitreihe mit Vergleichen zu Studien aus den Jahren 1979, 1995 und 2013 zu Waldbild-Präferenzen in den Isar-Auen^[2]
- 2025: Präferenz für Naturnähe, strukturell vielfältig, artenreich, Totholz wird überwiegend positiv gesehen^[3] (Vgl. Abb. 2)
- Absterben einzelner Bäume, insbesondere Eschentriebsterben, wird negativ gesehen, auch aufgrund zahlreicher Medienberichte^[4]
- Menschen mit größerem Waldwissen bevorzugen natürlichere und ökologisch wertvollere Waldbilder^[5]

Ausblick: Was ist in den nächsten Monaten geplant?

- Erfassung von Besuchszahlen im Jahresverlauf, Testen von Verfahren
- Vertiefende Analysen von Waldbildpräferenzen und Veränderungen mittels qualitativer und partizipativer Ansätze wie Citizen Science

Sie sind gefragt:

Wo sehen Sie als ExpertInnen gesellschaftliche Herausforderungen und Entwicklungen für stadtnahe Wälder?



[1] Naturwaldentwicklungskonzept „Naturwald Auwälder an der mittleren Isar“, AELF Ebersberg (2025), [2] Lupp, G., Förster, B., Kantelberg, V., Weber, G., & Pauleit, S. (2017): *Stadtwald 2050* [Endbericht]. [3, 4, 5] Frömbling A. (2025): *Erwartungshaltung von Waldbesuchenden an das Waldbild im Erholungswald der Isaraue*. Bachelorarbeit, TU München.

STRUCTURAL DIVERSITY OF URBAN GREEN SPACE AND ITS IMPACT ON AFFECTIVE WELL-BEING AND BRAIN FUNCTION

Anastasia Benedyk^{1,5*}, Markus Reichert^{1,2,3*}, Nina Krasovec⁴, Sven Lautenbach⁴, Nir Fulman⁴, Iris Reinhard¹, Oksana Berhe^{1,5}, Somidh Saha³, Ulrich Ebner-Priemer^{1,3,5}, Alexander Zipf⁴, Andreas Meyer-Lindenberg^{1,5*}, Heike Tost^{1,5*}

¹ Central Institute of Mental Health, Medical Faculty Mannheim/Heidelberg University

³ Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

⁵ German Center for Mental Health (DZPG), Mannheim

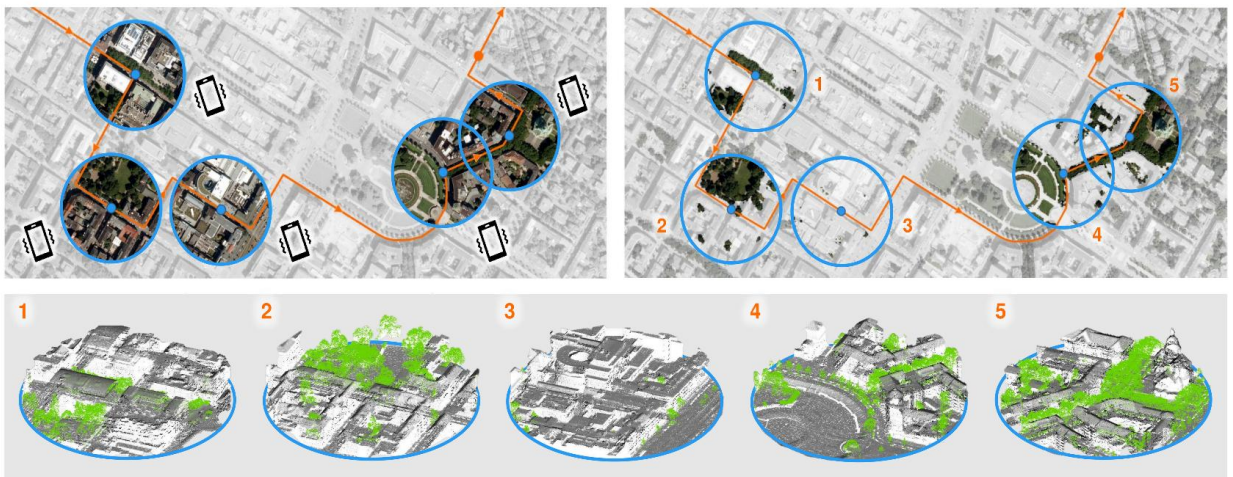
² Department for Sport and Exercise Science, University Salzburg, Austria

⁴ Institute of Geography, University of Heidelberg

Relevance of urban green spaces for daily-life well-being

Urban green spaces are widely recognized as protective factors for mental health, yet most research treats green space as a uniform category^{1,2}. Structural diversity, particularly the distinction between vegetation greenness³ and height⁴, has received little attention, especially in relation to momentary well-being and underlying neural mechanisms. We combined Ecological Momentary Assessment (EMA) with high-resolution geospatial mapping and functional MRI to investigate how vegetation greenness and height exposure influences affective valence in everyday life.

Methods



Ambulatory Assessment



Participants: 184 young adults

Duration: 7 days

E-diary: affective valence

Mobile sensing: GPS tracking (NDVI)

Neuroimaging



fMRI: emotional faces vs. shapes task (Hariri et al.⁵)

Results

- **Vegetation greenness** positively predicted momentary affective valence ($p=0.023$) while **vegetation height** explained additional variance beyond horizontal green ($p=0.004$)
- Negative associations between **vegetation height slopes** and activity in **DLPFC** ($P_{FWE}=0.038$) and **pgACC** ($P_{FWE}=0.027$).

Conclusion

Vegetation greenness appears to offer broadly uniform benefits, whereas vegetation height elicits heterogeneous affective responses linked to regulatory brain systems. Together, the findings underscore the importance of considering structural diversity in urban greening strategies and highlight interindividual differences as a key factor in shaping mental health benefits of nature exposure.

References

- [1] Twohig-Bennett & Jones. (2018). The health benefits of the great outdoors: A systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes. *Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.06.030>
- [2] van den Bosch, & Ode Sang (2027). Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – A systematic review of reviews. *Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.05.040>
- [3] Astell-Burt & Feng (2019). Association of Urban Green Space With Mental Health and General Health Among Adults in Australia. *JAMA Network Open*. <https://doi.org/10.1003/jamanetworkopen.2019.8209>
- [4] Zhang, et. al (2022). Effects of tree canopy on psychological distress: A repeated cross-sectional study before and during the COVID-19 epidemic. *Environmental Research*. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111795>
- [5] Hariri, et. al (2002). Serotonin Transporter Genetic Variation and the Response of the Human Amygdala. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1071829>



Reallabore



Reallabore schaffen Orte, an denen Wissenschaft und Praxis gemeinsam lernen. Die in diesem Abschnitt präsentierten Projekte erproben naturbasierte Lösungen für den Waldumbau, entwickeln regionale Klimaanpassungsstrategien und binden lokale Akteure in die Forschungsprozesse ein. Sie schaffen Räume, in denen Erkenntnisse unmittelbar erprobt und weitergegeben werden.

Posterverzeichnis:

„ADAPT-Wald-Holz“-Das Waldreallabor und seine Satellitenflächen |

D. Clerc, J. Kaplick, J. Schröder et al. 20

Entwicklung, Vernetzung und Ziele der Regionalstudie Harz |

M. Hille, H. Döbbeler 21

SURVEY - Waldreallabore - Experimente, Synthese und Governance zur Optimierung des natürlichen Klimaschutzes in Waldökosystemen |

M. Bolte, B. Ahrens, D. Doktor et al. 22

(Zwischen-)ergebnisse aus der Forschungs- und Entwicklungsphase | R. Rhodius, A. Bindewald, D. Sperlich

23



„ADAPT-Wald-Holz“

Das Waldreallabor und seine Satellitenflächen

ADAPT-Wald-Holz

Im Projekt ADAPT-Wald-Holz wird ein adaptives Managementsystem für die Region Brandenburg-Berlin am Beispiel der Wald-Kiefer entwickelt.

Dabei wird im 27 ha großen Waldreallabor in der Schorfheide mittels verschiedener Maßnahmen und Messungen der Frage nachgegangen:

„Haben die unterschiedlichen Waldbewirtschaftungsstrategien Einfluss auf die zentralen Ökosystemleistungen?“

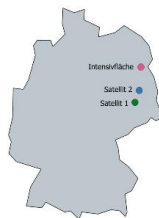
- Holzproduktion, -ernteverfahren und -qualität (Nutzung)
- Kohlenstoffspeicherung (Klimaschutz)
- Grund- und Trinkwasserbereitstellung (Wasserhaushalt)
- Erhalt der Biodiversität

Die Versuchsfläche wird Teil der langfristigen Forschungsinfrastruktur der beteiligten Institutionen und bietet Raum für zahlreiche weitere Forschungsfragen (z. B. Abschlussarbeiten, Projekte).

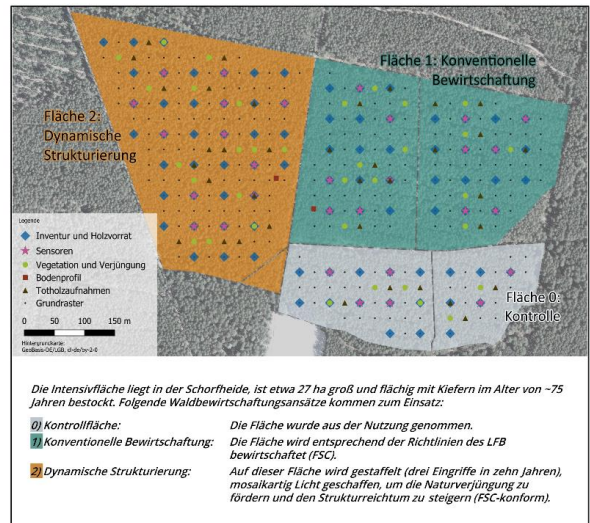
Weitere Aktivitäten im Projekt:

- Im Rahmen des Projekts finden mehrere Workshops mit der Forstpraxis zum Austausch von Ideen und Wissen statt.

- Zusätzlich zur Waldreallaborfläche im Landeswald entstehen weitere Satellitenflächen im Privatwald, auf denen Bewirtschaftungsansätze unter anderen Bedingungen erprobt werden.



Waldreallabor-Intensivfläche Kienhorst



Satellit 1: FBG Elsteraue

Die Märkische Walddienstleistungen GmbH bewirtschaftet verschiedene Privatwaldgrundstücke vorrangig im Süden Brandenburgs. Als Versuchsfläche wurde ein stark vergraster Kiefernreinbestand gewählt. Diese Herausforderung führte zur zentralen Fragestellung:

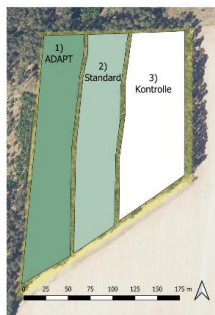
- „Wie kann (Natur-)Verjüngung auf stark vergrasten Flächen gefördert werden?“

Eckdaten der Fläche:

- insg. ~3 ha Versuchsfläche nahe Herzberg
- Kiefern-Altersklassenwald ~75 Jahre
- Starke Randeinflüsse durch Felder

Maßnahmen:

- Auflichtung auf B° 0,6
- Einteilung in drei Teilflächen zu je ~1 ha:
 - 1) ADAPT:
 - Bodenbearbeitung mit Kleinraupe „Moritz“ plus anschließender Pflanzung
 - 2) Standard:
 - Bodenbearbeitung mit Pflug plus anschließender Pflanzung
 - 3) Kontrolle:
 - nur Bodenbearbeitung mit Pflug
- Pflanzung von insgesamt ~2.500 Rot-Eichen, 3.200 Wald-Kiefern
- Kein Zaun, jedoch Schutz aller REI mit „Trico“ (auf Basis von Schaffett)



Satellit 2: Revier Massow

Das Revier Massow gehört seit 2001 zum Waldeigentum der Familie Hatzfeld-Wildenburg. Hier werden seitdem gezielte Strategien zum Waldumbau eingesetzt. Für die Versuchsfläche wurde ein noch wenig beeinflusstes, reines Kiefern-Waldstück auf einem ärmeren Standort gewählt, mit der Fragestellung:

- „Welchen Effekt hat die Lichtsteuerung auf Laubbaumverjüngung?“

Eckdaten der Fläche:

- insg. ~1 ha Versuchsfläche nahe Groß Körös
- ärmerer Standort
- Kiefern-Altersklassenwald ~75 Jahre

Maßnahmen:

- Einrichtung von 8 runden Plots
 - mit je 4x 25 m bzw. 50 m Durchmesser
 - davon je 2 Plots gezäunt bzw. ungezäunt

Merkmale	Fläche	Mitt. Zaun	Ohne Zaun
25 m Ø	ca. 500 m²	2	2
50 m Ø	ca. 2.000 m²	2	2
Reinverjüngungsplots		4	4

- Auf allen Plots wurde streifenweise mittels Pflanzstock gesät: Rot-Eiche, Traubeneiche, Edel-Kastanie
- Im Anschluss werden alle Plots vollständig aufgelichtet, nur Z-Bäume bleiben erhalten. Dadurch entstehen unterschiedlich große Lichtkegel (einfache vs. doppelte Baumlänge).
- Das Kronenmaterial wird auf der Versuchsfläche als natürlicher Schutz belassen.



Danica Clerc, Dr. Julia Kaplick, Prof. Jens Schröder

Landeskompetenzzentrum Forst Eberswalde
FB 41 Waldressourcenmanagement
Alfred-Möller-Straße 1 (Haus 31), 16225 Eberswalde



Gefördert durch:





ENTWICKLUNG, VERNETZUNG UND ZIELE DER REGIONALSTUDIE HARZ

IMPLEMENTIERUNGSPHASE

2027 - 2029

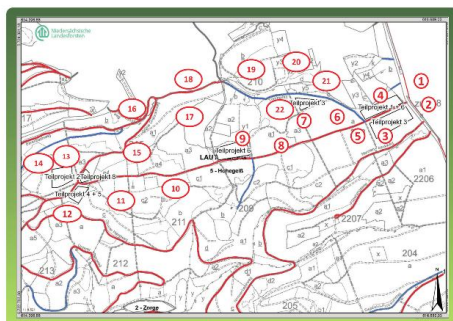


Abb.: Alina Kellz

Mit Hilfe der bereits erfolgten Auswahl von Reallaboren sollen die Ergebnisse sowohl in der forstlichen Praxis getestet (Praxispartner Niedersächsische Landesforsten) als auch der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Zu adressierende Stakeholder:

- Waldbesitzende
- Holzverarbeitende Betriebe
- Tourismus / Öffentlichkeit

Geplante Maßnahmen:

- zielgruppenorientierte Workshops & Lehrgänge (u.a. die Entscheidungsunterstützung für die forstbetriebliche Planung, Lehrgänge zur Kultur- und Waldpflege mit Abschlusszertifikat, ein Online-Tool für das Monitoring im Wildtiermanagement)
- die Bereitstellung von Bildungsmaterialien für Schulen sowie Lehrkräftefortbildung
- die Projektpresenz in den Social Media Kanälen des HTV und die Einrichtung eines Outdoor-Science-Centers.

30.06.2025 & 23.10.2025

Veröffentlichung zweier Podcastfolgen zum ReHa-Projekt

21.06.2025

Nacht des Wissens an der Uni Göttingen



03.06.2025

Regulus-Innovationsgruppentreffen in Ilfeld und Hohegeiß



5.-6.03.2025

Präsenztreffen der Teilprojekte an der Uni Göttingen



03.02.2025

Exkursion nach Braunlage/Hohegeiß zur Festlegung der Reallabore



04.09.2024

Exkursion ins Revier Braunlage zur Bestimmung von Versuchsflächen



13.08.2024

Exkursion ins Revier Rehagen bei Osterode a. H.



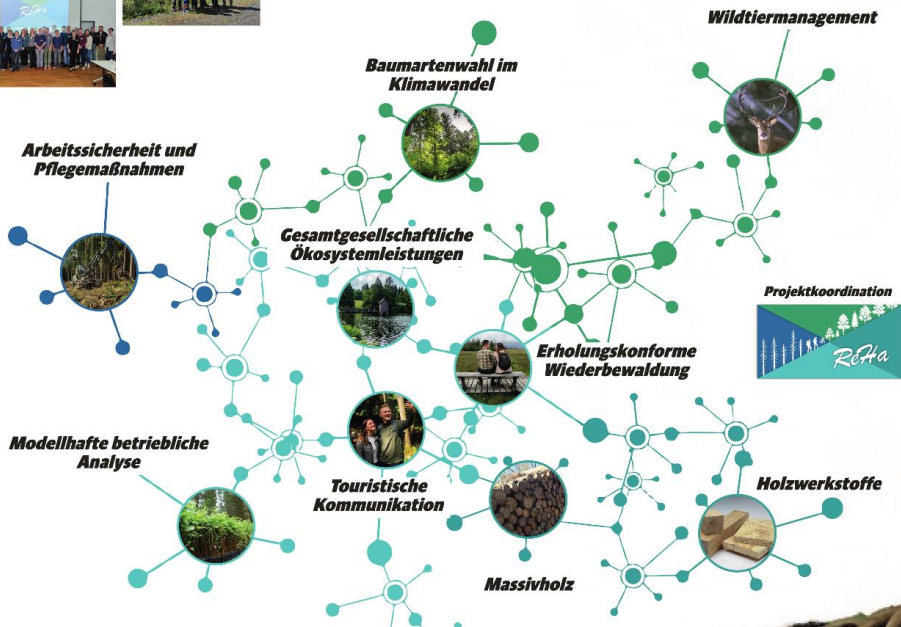
14.06.2024

Erstes Kick-Off Meeting in Göttingen



FORSCHUNGSPHASE

2024 - 2026



SURVEY Waldreallabore - Experimente, Synthese und Governance zur Optimierung des natürlichen Klimaschutzes in Waldökosystemen

Andreas Bolte • Bernd Ahrends • Daniel Doktor • Sophie Ehrhardt • Thomas Knoke • Lukas Lehnert
Ingolf Profft • Bernhard Schuldt • Tanja Sanders • Marion Simon

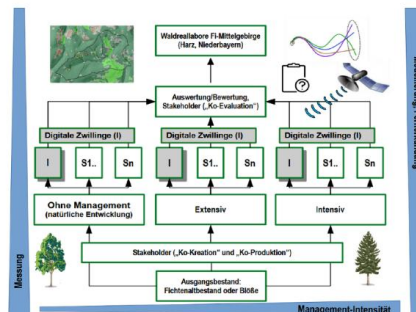


Stark geschädigte Wälder brauchen neue Management-Ansätze. Das Verbundvorhaben SURVEY hat das Ziel, diese zu entwickeln. Dafür entstehen im Harz und in Niederbayern unterschiedliche Waldreallabore. Auf diesen Flächen werden neue Vorgehensweisen für den Umgang mit geschädigten und anfälligen Fichtenwäldern entwickelt. Langfristig soll so der natürliche Klimaschutz in Waldökosystemen optimiert werden.



Die einzurichtenden Waldreallabore stehen unter einer sogenannten Forschungskuppel. Diese besteht aus zahlreichen Einzelkomponenten zur Erlangung neuer Informationen sowie zur Vernetzung von Stakeholdern im Wald- und Holzbereich.

Unterschiedliche Managementvarianten werden sowohl auf den Intensivflächen (I) im Harz und in Niederbayern getestet, als auch auf Satellitenflächen (S1-Sn) in anderen Fichtenbeständen Deutschlands; eigene Darstellung



Grafik: NW-EVA/ Bernd Ahrends

Impressionen eines Sturmschadens in Bremerhagen

Fotos: Thünen-Institut/ Catrin Stadelmann



Verbundpartner:



Gefördert durch:



Alles rund ums Holz



Die Transformation des Waldes endet nicht bei der Bewirtschaftung, sondern setzt sich in der stofflichen Nutzung fort. Holz als nachwachsender Rohstoff steht im Mittelpunkt dieses Abschnitts. Die Poster beleuchten technologische Potenziale der Holzverwendung, von Verbundwerkstoffen auf Myzelbasis über Gebrauchsholz aus Paletten bis hin zu Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz holzbasierter Produkte. Die Beiträge verdeutlichen, wie Forst- und Holzwirtschaft zusammenwachsen müssen, um eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft zu gestalten.

Posterverzeichnis:

- Tree bark: a promising substrate for mycelium-bound composite biomaterials |
T. Felle, F. Berendt, J. P. Benz et al. 25
- Technische Potenziale der dimensionserhaltenden Nutzung von Gebrauchtholz aus Paletten | T. Lang, D. Hüttemann, M. Zscheile et al. 26
- Akzeptanz von Holz-Myzel-basierten Produkten in Deutschland |
J. Krauß, K. Menrad, T. Decker et al. 27
- Zum Einfluss des Klimawandels der dendromechanischen Eigenschaften der märkischer Waldkiefer | T. Bender, F. Berendt, T. Cremer et al. 28

Tree bark: a promising substrate for mycelium-bound composite biomaterials

Tim K. Felle¹, Ferréol Berendt², J. Philipp Benz¹

¹ Professorship of Fungal Biotechnology in Wood Science, Holzforschung München, TUM School of Life Sciences, Technische Universität München, Freising, Germany

² Professorship of Forest Utilization and Timber Markets, Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany

Abstract

Bark is currently considered a by-product of the wood industry and is mainly incinerated for energy, left in forests, or used as mulch in gardens, parks, and forests to prevent soil drying. Given that bark constitutes about 10–20 % of tree volume, it represents a substantial underutilized resource that should be examined within a resource-efficient bioeconomy. One promising approach to increase both its economic value and carbon storage potential is its use as a substrate in mycelium-bound composite materials. However, as bark naturally inhibits microbial infestation, its suitability for fungal growth remained unclear. Therefore, this study investigates the feasibility of producing mycelium-bound composites by evaluating different bark–fungus combinations. Three bark types (Douglas fir (*Pm*), Scots pine (*Ps*), and European birch (*Bp*)) and two fungal species (*Ganoderma adspersum* and *Ganoderma resinaceum*) were selected. Mycelium growth rates were assessed using a newly developed method based on fungal growth tubes. In addition, composites were produced from pure bark and from a 1:1 mixture of bark and European beech (*Fs*) wood sawdust for performance testing. Composites containing mixed bark and wood were generally well overgrown with dense surface mycelium, resulting in higher compression strength. In contrast, bark-only composites exhibited thinner mycelium layers and lower strength. Water absorption strongly depended on surface mycelium thickness, which showed pronounced hydrophobic properties. Although incubation times were longer than those for common substrates such as hemp shives, straw, or wood shavings, the results demonstrate that bark is a promising co-substrate for mycelium-bound composites with potential applications in packaging, construction, and insulation.

Substrates



Fig. 1: Overview of the substrates used in this study. Douglas fir (*Pm*) bark (I), Scots pine (*Ps*) bark (II), and European birch (*Bp*) bark (III). 50:50 ratio mixtures: Douglas fir bark with beech wood (*Fs*) (IV), pine bark with beech wood (V), and birch bark with beech wood (VI). Scale bars represent 10 mm.

Water absorption properties

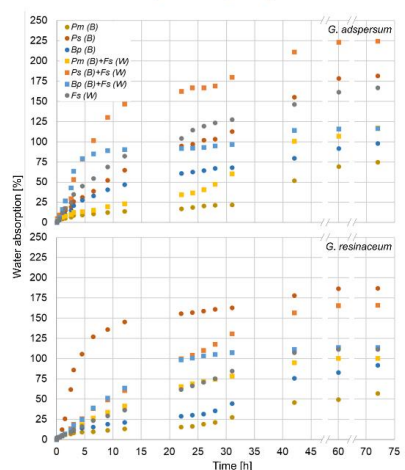


Fig. 4: The water absorption strongly depends on bark type. Composites ($n=4$; 10 wt.% grain spawn) were immersed in water for up to 72 hours and weighed at regular intervals to assess the water absorption capability. Pine bark (*Ps*) exhibited hydrophilic properties, whereas Douglas fir (*Pm*) and European birch (*Bp*) bark were more hydrophobic and showed lower water absorption.

Research funded by:



Growth-speed on bark substrates

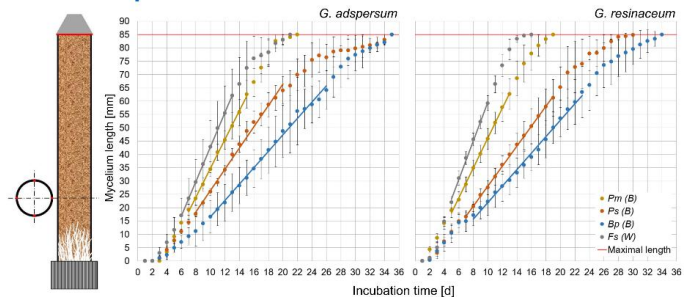


Fig. 2: “Growth-tube” method highlights substrate-dependent differences in colonization performance. 15-mL laboratory tubes were cut and sealed at the top, filled with substrate and water, and autoclaved. They were then inoculated with 10 grains of grain spawn at the screw area of the tube, closed, and incubated ($n=8$). Mycelium length was measured daily at four points to calculate the growth rate (mm/day) in the linear region of the growth curve between 15 and 65 mm ($R^2 = 0.99$). European beech (*Fs*) wood was used as a reference. Abbreviations: B – bark; W – wood.

Morphological traits

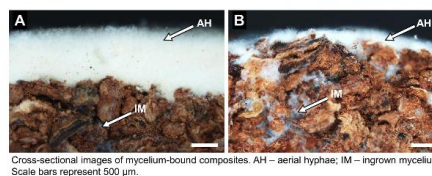


Fig. 3: The *Ganoderma* species exhibit different outer mycelium layer thicknesses on different bark types. The visible differences that occurred in several fungus-substrate combinations were especially prominent in case of birch bark with *G.a.* (A) and with *G.r.* (B).

Ultimate compressive strength

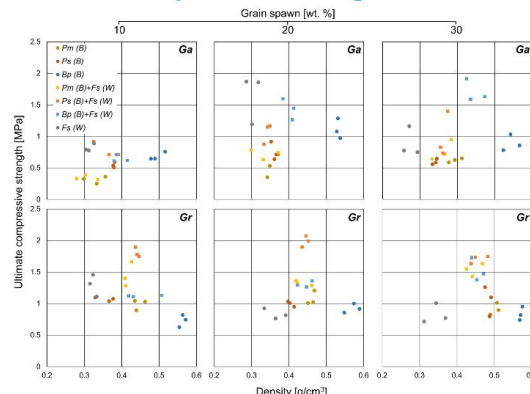


Fig. 5: Ultimate compressive strength depends on substrate, fungal species, and grain spawn (GS) content. For cylindrical specimens ($n = 3$), strength increased with a thicker outer mycelium layer, observed for mixtures of birch or pine bark with beech wood. At similar densities, the best performance was obtained for pine mixture with *G. r.* (10 % GS) and birch mixture with *G. a.* (30 % GS).

Conclusions

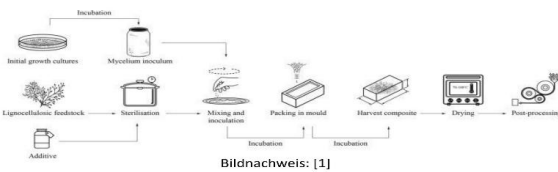
- The “growth-tube” method effectively detected substrate-dependent differences in colonization rate.
- Overall, *G. resinaceum* formed denser, stiffer materials with structural potential, while the composites made with *G. adspersum* were more flexible, fit for impact-absorbing applications.
- Water absorption mostly varied with substrate, with modifying potential of the outer mycelium layer. While pine bark composites generally showed the highest uptake, it was lowest for Douglas fir.

Akzeptanz von Holz-Myzel-basierten Produkten in Deutschland

Jonas Krauss*, Klaus Menrad, Thomas Decker
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT)
TUM Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit
*jonas.krauss@hswt.de

Myzel-gebundenes Material

- Innovation
- + Substrat: lignocellulosehaltige Reststoffe (z.B. Altholz)
- + LCA im Labormaßstab: Niedrige CO₂-Emissionen [4]
- + Vielfältige Anwendungsbereiche (z.B. als Substitut für Polyurethan- und Polystyrol-basierte Produkte) [1, 3]



Forschungslücke

Akzeptanz verschiedener Produkte aus Myzel-gebundenem Material [3]

Methode

1. Qualitative Untersuchung:

- Datenerhebung: Sieben Fokusgruppendifkussionen in verschiedenen Regionen Deutschlands mit Verbrauchern (n=56)
- Ziel: Identifizierung bevorzugter Produkte
- Datenauswertung: Worthäufigkeitsanalyse [2]

2. Quantitative Untersuchung

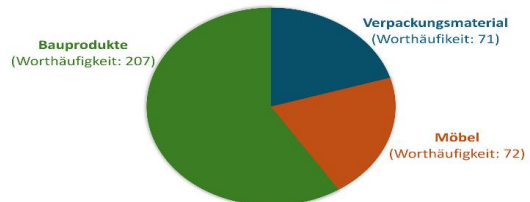
- Online-Survey in Deutschland mit Verbrauchern (n=3.084)
- Ziel: Identifizierung von Erklärungsfaktoren für den Kauf verschiedener Myzel-basierter Produkte
- Datenauswertung:
 - Explorative Faktorenanalyse (EFA)
 - Multinominale Logistische Regression (MNL)



Bildnachweis: © Tim K. Felle, TUM

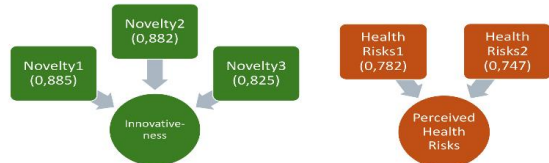
Ergebnisse

1. Qualitative Untersuchung:



2. Quantitative Untersuchung:

- EFA: Zwei Variablen (Innovationsfreude und befürchtete gesundheitliche Risiken) aus fünf Faktoren; 70,24% erklärte Gesamtvarianz



- MNL: Erklärung der Präferenz für Holz-Myzel-basierte Verpackungen (n=1.324), Möbel (n=172) und Bauteile (n=1.159) im Vergleich zum intendierten Nicht-Kauf (n=429)

Merkmal/Faktor	Exp(B) Verpackungen	Exp(B) Möbel	Exp(B) Bauteile
Innovativeness	2,059***	3,076***	2,388***
Perceived Health Risks	0,330***	0,301***	0,381***
Alter: 18-39	1,828***	3,475***	n.s.
Alter: 40-59	1,354*	2,125**	n.s.
Haushaltseinkommen (Netto): 2.000€-3.999€	1,533**	n.s.	1,615**
Haushaltseinkommen (Netto): 4.000€ und höher	1,606**	n.s.	1,852***
Geschlecht: männlich	n.s.	1,586*	1,407***

Anmerkungen: n.s. = nicht signifikant; *p < 0.05; **p < 0.01; ***p < 0.001. Baseline-Modell (Dummy-Variablen): 60 und älter; weniger als 2.000€; weiblich.

Fazit

- Erklärungsfaktor für den Kauf verschiedener Myzel-basierter Produkte: Innovationsfreude
- Myzel-basierte Verpackungen: Alter (jung und mittel) sowie Einkommen (mittel und hoch) Erklärungsfaktoren für Kauf
- Myzel-basierte Möbel: Alter (jung und mittel) sowie Geschlecht (männlich) Erklärungsfaktoren für Kauf
- Myzel-basierte Bauteile: Geschlecht (männlich) und Einkommen (mittel und hoch) Erklärungsfaktoren für Kauf
- Erklärungsfaktor für den Nicht-Kauf verschiedener Myzel-basierter Produkte: Befürchtung gesundheitlicher Risiken

Literatur

- [1] Elsacker, E., Vandeloock, S., van Wylick, A., Ruytinx, J., Laet, L. de, Peeters, E., 2020. A comprehensive framework for the production of mycelium-based lignocellulosic composites. *Science of The Total Environment* 725, 138431.
- [2] Kuckartz, U., 2014. Qualitative text analysis: A guide to methods, practice & using software. SAGE, Los Angeles.
- [3] Le Ferrand, H., 2024. Critical review of mycelium-bound product development to identify barriers to entry and paths to overcome them. *Journal of Cleaner Production* 450, 141859.
- [4] Volk, R., Schröder, M., Saeidi, N., Steffl, S., Javadian, A., Hebel, D.E., Schultmann, F., 2024. Life cycle assessment of mycelium-based composite materials. *Resources, Conservation and Recycling* 205, 107579.



Zum Einfluss des Klimawandels auf die dendromechanischen Eigenschaften der märkischen Waldkiefer

Tobias Bender¹, Ferréol Berendt¹, Tobias Cremer¹, Alexander Pfiem²

¹ Hochschule für Nachhaltige Entwicklung Eberswalde: Professur für Forstnutzung und Holzmarkt - Fachgruppe Physik und Chemie des Holzes

² Technische Universität Dresden: Professur für Holztechnologie und holzbasierte Bioökonomie

I. Hintergrund

Die Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) ist die bedeutendste Baumart im Nordostdeutschen Tiefland und in weiten Teilen Europas. Um besser verstehen zu können, welchen Einfluss der Klimawandel auf Zuwachs und Qualität von Kiefernholz hat, streben wir in unserer Studie ein möglichst ganzheitliches Abbild der Klima-Wachstums-Beziehungen an, insbesondere im Hinblick auf die mechanischen Eigenschaften der gewachsenen Holzstruktur (Dendromechanik). Dies wollen wir durch einen transdisziplinären Ansatz erreichen, welcher Methoden der Dendroökologie und der Materialwissenschaft in sich vereint.

II. Material und Methoden

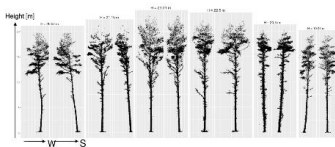


Abbildung 1: Digitale Zwillinge der sechs untersuchten Bäume

Material und Klimadaten stammen von der Intensivmonitoringfläche Britz des Thüneninstituts für Waldökosysteme.

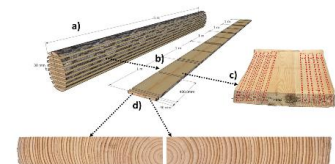


Abbildung 2: Vom Stamm zum Prüfkörper

- Das **Rundholz** wurde bis zu einer Stammhöhe von **5m** eingeschnitten und technisch getrocknet.
 - Das **Kernbrett** wurde in **Segmente** unterteilt.
 - Aus den **Segmenten** wurden **fehlerfreie und datierte Prüfstäbe** für die **3-Punkt-Biegeprüfung** gefertigt.
 - Die **Jahrringparameter** wurden an den anliegenden **Zuwachspröfilen** ermittelt.
- Für die Analyse der **Klima-Wachstums-Beziehungen** wurden die **Zuwachspröfile** aus **Brusthöhe** herangezogen und um **6 weitere Bäume** von derselben Fläche ergänzt.

Quellen

MLUK (2024): *Klimareport Brandenburg 2024*; Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Klima des Landes Brandenburg; Landesamt für Umwelt; Potsdam / Groß Glienicke

III. Ergebnisse & Diskussion

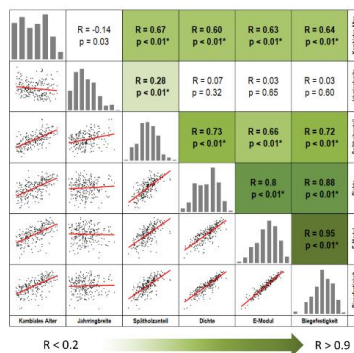


Abbildung 3: Scatterplot-Matrix (links), Verteilung (diagonal) und Pearson-Korrelation (rechts) zwischen Jahrringparametern und mechanischen Eigenschaften der Kiefer-Probren

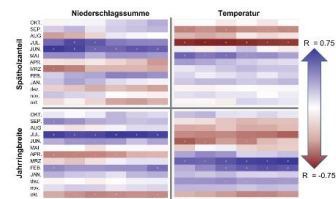


Abbildung 4: Moving-Window-Analyse der Klima-Wachstums-Beziehungen zwischen Niederschlagssumme (links), bzw. Temperatur (rechts) und Spätholzanteil (oben), bzw. Jahrringbreite (unten)

IV. Schlussfolgerung & Ausblick

- Der für Brandenburg prognostizierte **Temperaturanstieg** bei **gleichbleibender Niederschlagssumme** (Abb.5), würde auf Basis der hier erhobenen Daten langfristig zu **Zuwachseinbußen** und einer **Verringerung der Holzqualität** führen. Insbesondere da **Temperaturanomalien** vorrangig während der **Winter- und Sommermonate** beobachtet wurden (Abb. 6).

Die hier erhobenen Daten bilden lediglich eine Fläche ab und sind nicht zwangsläufig repräsentativ für andere Flächen.

I. Korrelationsanalyse zwischen Jahrringparametern und mechanischen Eigenschaften (Abb. 3)

- Unter den **Jahrringparametern** weist der **Spätholzanteil** die **stärkste Korrelation** zu den **mechanischen Eigenschaften** auf.
- Zwischen **kambialem Alter**, **Spätholzanteil** und den **mechanischen Eigenschaften** besteht ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang.
- Für die **Jahrringbreite** ist lediglich ein schwacher positiver Trend zum **Spätholzanteil** zu verzeichnen. Es besteht jedoch **kein signifikanter Zusammenhang** zu den **mechanischen Eigenschaften**.

- **Jahrringbreite** repräsentiert den **quantitativen Holzuwachs**.
- **Spätholzanteil** repräsentiert die **Holzqualität**.

II. Analyse der Klima-Wachstums-Beziehungen (Abb. 4)

- Holzuwachs** und **Holzqualität** profitieren von **sommerlichen Niederschlägen** (Jun. – Jul.).
- Frühjährliche Wärmeperioden** (Feb. – Mrz.) fördern den **quantitativen Zuwachs**.
- Sommerliche Hitzeperioden** (Jul.) führen zu **Trockenstress** und hemmen so vor allem die **Spätholzproduktion**.

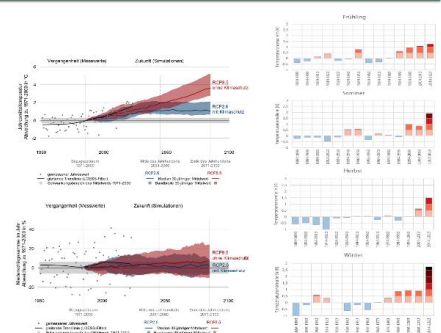


Abbildung 5: Prognose der Jahresmitteltemperatur (oben) und der jährlichen Niederschlagssumme (unten) in Brandenburg auf Basis zweier Szenarien (MLUK 2024)

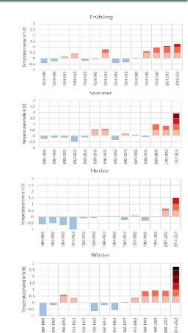


Abbildung 6: Beobachtete Temperaturanomalien in Brandenburg (MLUK 2024)

Waldmanagement I



Der Umbau von Wäldern hin zu klimastabileren Baumartenmischungen ist eine der drängendsten Herausforderungen der Forstwirtschaft. Die hier versammelten Poster befassen sich mit Habitatdiversität, Wiederbewaldung, Stadtbaumeignung und den ökologischen Funktionen des Totholzes. Der erste Teil unter der Überschrift Waldmanagement zeigt Beiträge zur Bandbreite waldbaulicher Strategien und deren wissenschaftliche Grundlagen.

Posterverzeichnis:

<u>Einfluss der Waldstruktur und Habitat-Diversität auf die beiden primären Borkenkäferarten </u> T. Thymian, T. Frühbrodt, C. J Fettig et al.	30
<u>Grünland im Wald - Daueräsungsflächen als Regulativ zwischen Wildwiederkäuern und Wald? </u> D. Kellerhoff, T. Merlau, H. Laser	31
<u>Von den Einzeluntersuchungen zu Schlussfolgerungen für die Praxis – Ein Syntheseansatz für Handlungsempfehlungen I. Profft, C. Baessler, M. Bernhardt-Römermann et al.</u>	32
<u>Spatiotemporal Biodiversity Patterns in Urban and Peri-Urban Forests Using eDNA Metabarcoding </u> Z. Petridis, S. Saha	33
<u>Identification of suitable tree species for future urban environments based on dendroecological analyses </u> M. Hirsch, Y. Magarik, G. Skiadaresis et al.	34
<u>URBORETUM – TreePulse, Ergebnisse aus Bewässerungsversuchen und Feldmessungen in Karlsruhe </u> J. Totzki, T. Chakraborty, S. Schmidtlein	35
<u>Sukzessionsbedingte Veränderungen der Krautschichtdiversität in einem historischen Hauberg </u> F. Urbitsch, M. Mergenthaler, H. Laser	36
<u>Auswirkungen des Klimawandels auf FFH-Waldlebensraumtypen im Oberrheinischen Tiefland </u> A. Bindewald, I. Aufderheide, A. Buschmann	37

Einleitung

- Buchdrucker (*Ips typographus*) (Europa) und Bergkiefernkäfer (*Dendroctonus ponderosae*) (Nordamerika) sind weltweit die bedeutendsten Forstschädlinge an Nadelbäumen
 - Zusammensetzung und Struktur der Wälder beeinflussen das Befallsrisiko
- Wie ähnlich sind sich die beiden Arten hinsichtlich ihrer Habitatwahl?
- Wie muss der Wald von morgen aussehen?
- ... um Buchdrucker Anflugzahlen zu minimieren
- ... um Fichte in Waldgesellschaften zu beteiligen

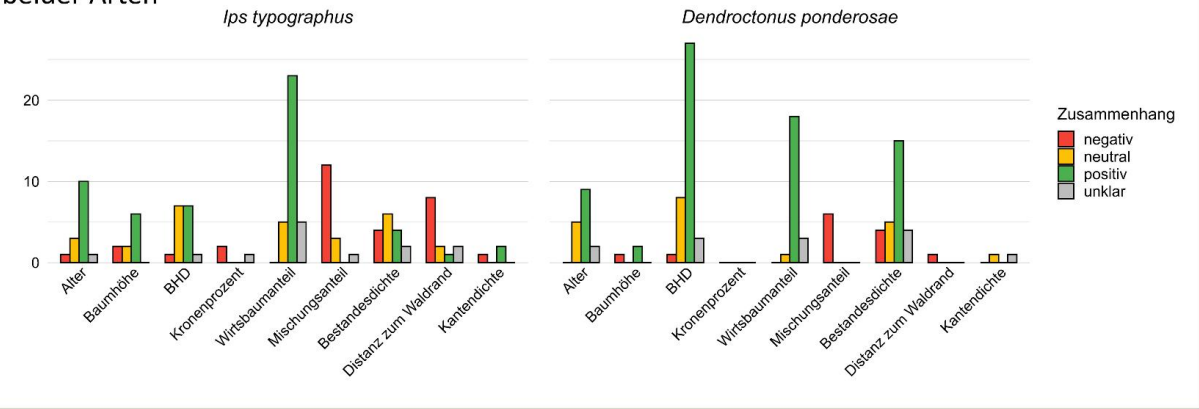
Methodik

Systematische Literaturrecherche in WoS

Anzahl Studien	<i>I. typographus</i>	<i>D. ponderosae</i>
Screening	589	1.117
Volltext	107	95
Relevant	50	57

Ergebnis

Studien pro Struktur-Parameter und beobachtete Korrelation mit der Auftrittswahrscheinlichkeit beider Arten



Schlussfolgerung

- **Bestandesränder** werden von *I. typographus* bevorzugt befallen
 - **Größere Bäume** (>20-35cm BHD, >80 J., >10-25m Höhe) haben ein größeres Risiko
 - **Bestandesdicke** zeigt keinen eindeutigen Effekt auf *I. typographus*
 - **Mischwälder** reduzieren das Befallsrisiko
- **Aber:** Welche Mischbaumarten(anteile) am besten geeignet?
- Wie wirken die Parameter auf **Landschaftsebene**?
- Obwohl sich beide Arten in Lebensweise und Schadpotenzial stark ähneln, sind sie **nicht in jeder Hinsicht vergleichbar**

Wie sollte der Wald von morgen aussehen?

- ✓ >40% Laubbäume
- ✓ Fichten <80 Jahre & höchstens in der dominanten Bestandesschicht
- ✓ Kronenprozent der Fichte >65%
- ✓ Weiche Übergänge an Bestandesrändern
- ✓ Nicht-Wirtsbäume in den ersten 500-600 m zum Waldrand

Die Ergebnisse fließen in die **LabForest-Bewertungsmatrix** zum Vergleich von **Ökosystemleistungen** im Umgang mit **Kalamitätsflächen** mit ein (→ siehe Poster 1, 31 & 32).



Gefördert durch:



Kontakt:
Tobias Thymian, LWF
Tobias.Thymian@lwf.bayern.de

Grünland im Wald – Daueräsungsflächen als ein Regulativ zwischen Wildwiederkäuern und Wald?

David Kellerhoff, Till Merlau und Harald Laser
Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft



Gefördert durch:
Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Einleitung

Wildwiederkäuer beeinflussen Waldökosysteme maßgeblich durch Verbiss- und Schäleinwirkungen und können insbesondere nach großflächigen Störungen die klimaresiliente Wiederbewaldung beeinträchtigen (Hardalau et al. 2024). Der Umfang von Wildschäden wird jedoch nicht allein durch Populationsdichten bestimmt, sondern auch durch Lebensraumstruktur, Nahrungsverfügbarkeit und Störungsregime (Gerhardt et al. 2013). Lebensraumverbessernde Maßnahmen wie Äsungsflächen werden daher als Bestandteil eines integrierten Wildtiermanagements diskutiert (Apollonio et al. 2010).

Wissenslücken bestehen insbesondere hinsichtlich der Standortgerechtigkeit von Saatmischungen auf bodensauren, marginalen Standorten und der Äsungspräferenzen von Wildwiederkäuern. Da v.a. Rotwild bevorzugt (halb)offene Habitatstrukturen mit krautiger Äsung nutzt, können Daueräsungsflächen eine funktionale Schnittstelle zwischen Grünland- und Waldökosystemen darstellen und zur räumlichen Lenkung von Wild beitragen (Månsson et al. 2015)

Zielsetzungen

- Etablierung und Entwicklung einer standortangepassten Daueräsungsmischung auf marginalen, bodensauren Standorten
- Analyse der Nutzungsintensität und Äsungspräferenzen von Wildwiederkäuern
- Bewertung des Potenzials von Daueräsungsflächen zur räumlichen Lenkung von Wildwiederkäuern

Ergebnisse



Abb. 1: Daueräsungsversuchsfläche im 1. Ansaatzjahr (EJB Bestwig-Föckinghausen, Arnberger Wald)

Tab. 1: Mittlere Deckungsanteile (%) der dominierenden Einzelarten aus der Versuchsmischung inkl. Stetigkeiten (%)

Art	Mittlere Deckung (%)	Stetigkeit (%)
Wolliges Honiggras (<i>H. lanatus</i>)	9,9	91
Rotklee (<i>T. pratense</i>)	8,2	100
Knaulgras (<i>D. glomerata</i>)	6,4	81
Spitzwegerich (<i>P. lanceolata</i>)	6,2	98
Hornklee (<i>L. corniculatus</i>)	4,5	96
Rotes Straußgras (<i>A. capillaris</i>)	4,4	70

Material und Methoden

- Anlage einer Äsungsmischung aus ausdauernden, heimischen krautigen Arten auf 23 Versuchsflächen in Südwestfalen; Bodenvorbereitung durch Tiefenfräsung und teilweise Kalkung; Aussaat Ende April–Anfang Mai 2025 (35–40 kg ha⁻¹)
- Keimlingsinventur sowie fortlaufende Erfassung der Vegetationsentwicklung und Deckungsgrade (vgl. Braun-Blanquet 1964); ergänzende Bestimmung von Äsungskapazität und Futterwert der Vegetation
- Quantifizierung der Nutzung durch verbeißendes Schalenwild anhand von Beäusungsspuren (vgl. Petrak 1981) sowie Fotofallenmonitoring (Nutzungsfrequenz, Aufenthaltsdauer)

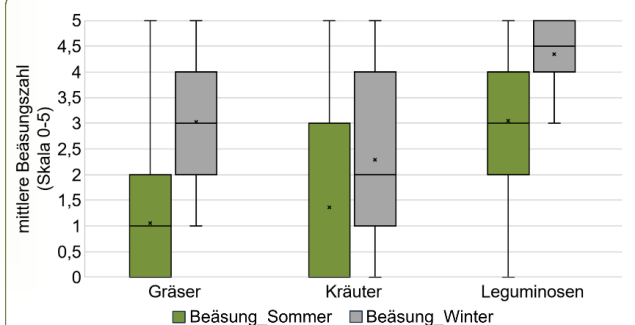


Abb. 2: Saisonale Unterschiede der Beäusungsintensität von Wildwiederkäuern in Daueräsungsflächen für drei funktionelle Pflanzengruppen: Gräser (Sommer n = 177, Winter n = 103), Kräuter (Sommer n = 278, Winter n = 62), Leguminosen (Sommer n = 121, Winter n = 26).

- Hohe selektive Präferenz ausgewählter Zielarten: Besonders Leguminosen (z. B. *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus*) und ausgewählte Kräuter (z. B. *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus*) weisen eine ganzjährig überdurchschnittliche Äsungsintensität auf
 - Steigendes Gesamtbeäusungsniveau im Winterzeitraum
 - Saisonale Verschiebung der Bedeutung funktioneller Gruppen: Zunehmende relative Nutzung der Gräser im Winterzeitraum
- Funktionale Diversität stabilisiert ganzjähriges Äsungsangebot

Schlussfolgerungen

- Kalkung verbesserte den Etablierungserfolg der Versuchsmischung deutlich, die sich im Ansaatzjahr besser etablierte als die Referenzmischungen
- Mehrere Arten erwiesen sich als besonders geeignet für Äsungsflächen, u.a. Spitzwegerich, Rotklee, Hornklee, Knaulgras und Wolliges Honiggras.
- Die Beäusungsintensität korrelierte negativ mit dem Fasergehalt (NDF), was auf eine Präferenz für besser verdauliche Pflanzen hinweist; die stärkere Winterbeäusung von Gräsern lässt sich durch selektive Nutzung faserärmerer Pflanzenteile sowie eine geringere Verfügbarkeit von Kräutern und Leguminosen erklären
- Rohprotein korrelierte im Winter positiv mit der Äsung, was auf eine verstärkte Nutzung nährstoffreicher Pflanzen unter limitierter Winteräsung hinweist
- Hohe Nutzungsfrequenzen und Aufenthaltsdauern (Fotofallen) sowie ein sehr hohes Winterbeäusungsniveau – deutlich über dem standorttypischer Winteräsungspflanzen – liefern starke Indizien für eine mögliche Lock- und Lenkungswirkung, deren tatsächlicher Effekt noch weiter untersucht werden muss

Literatur

Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. (2010): European Ungulates and Their Management in the 21st Century. Cambridge University Press.
Gerhardt, R., Arnold, J. M., Hackländer, K., Hochbichler, E. (2013): Determinants of deer impact in European forests – a review. Forest Ecology and Management, 310, 179–186.
Hardalau, L., Klein, F., Schulz, C. (2024): Influence of ungulates on forest regeneration following large-scale disturbances. Forest Ecology and Management, 561, 121986.
Månsson, J., André, H., Pehrson, Å., Bergström, R. (2015): Spatial patterns of forage availability and ungulate browsing in forest landscapes. Forest Ecology and Management, 345, 62–70.
Petrak, M. (1981): Methoden zur Erfassung von Verbiss und Nutzung durch Schalenwild. In: Wildbiologische Informationen für die Praxis. Wien. Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde (3. Aufl.). Springer, Wien/New York.

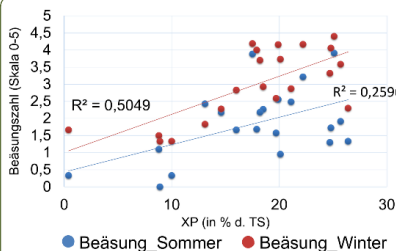


Abb. 3: Rohprotein (XP) im Zusammenhang zur mittleren Beäusung im Sommer- und Winterhalbjahr. Punkte repräsentieren Mittelwerte der Beäusung für Pflanzenarten und Vegetationsproben aus jeweils 6-58 Einzelbeobachtungen.

- Rohprotein zeigte im Sommer eine schwache negative Korrelation mit der Äsung ($p = -0.21$, $p = 0.001$)
- Im Winterzeitraum besteht hingegen eine signifikante positive Korrelation zwischen Rohprotein und Äsung ($p = 0.46$, $p < 0.001$)

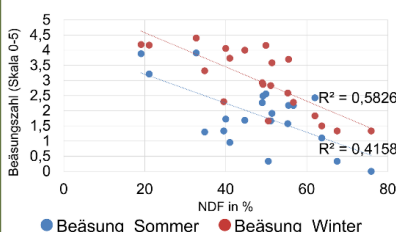


Abb. 4: NDF (Neutrale Detergenzien Faser) im Zusammenhang zur mittleren Beäusung im Sommer- und Winterhalbjahr. Punkte repräsentieren Mittelwerte der Beäusung für Pflanzenarten und Vegetationsproben aus jeweils 6-58 Einzelbeobachtungen.

- NDF korrelierte in Sommer und Winter signifikant negativ mit der Äsungsintensität (Sommer: $p = -0.53$; Winter: $p = -0.59$; jeweils $p < 0.001$)

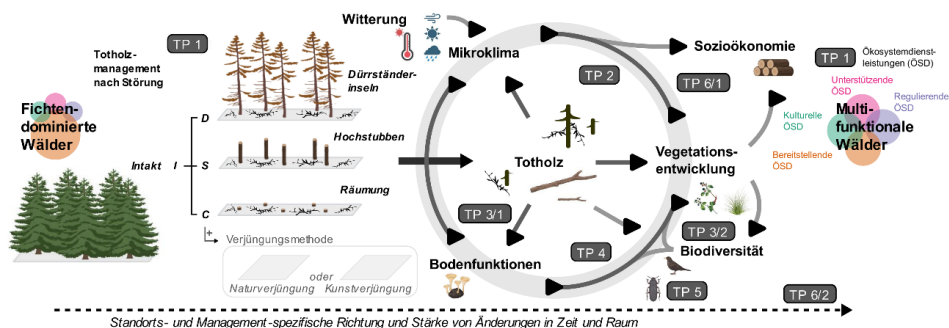
Wegbereiter Wiederbewaldung - Von den Einzeluntersuchungen zu Schlussfolgerungen für die Praxis



Ein Syntheseansatz für Handlungsempfehlungen zur Entwicklung multifunktionaler Wälder auf gestörten Fichtenflächen

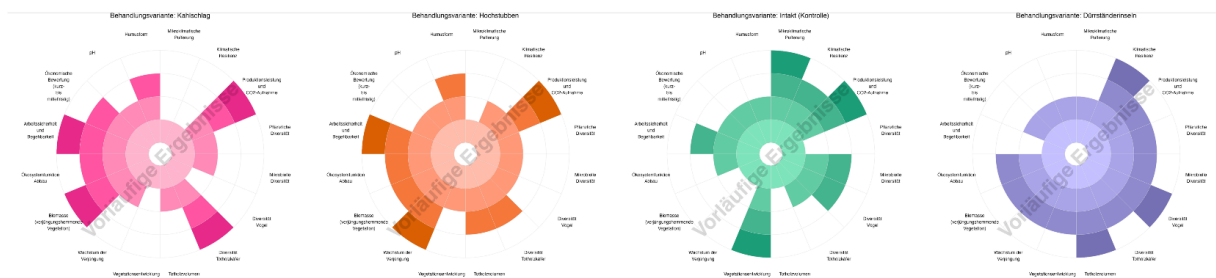
Ingolf Profft, Claus Baessler, Markus Bernhardt-Römermann, Janina Ebert, Simon Grieger, Franka Huth, Dorothea Peter, Birgitta Putzenlechner, Henrik Oechler, Sascha Spaleck, Florian Steinebrunner, Simon Thorn, Alexander Tischer, Alexandra Wehnert, Xinying Zhou, Martin Zwanzig

- Herausforderungen:**
- Ganzheitliche Bewertung ausgewählter Managementstrategien für Störungsflächen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Einflussfaktoren
 - Ableitung tragfähiger, umsetzungsorientierter Handlungskonzepte für Waldbesitzende
- Umsetzung:**
- Spezifische Untersuchungen der Teilprojekte im Gebietsnetz drei ausgewählter Regionen Thüringens



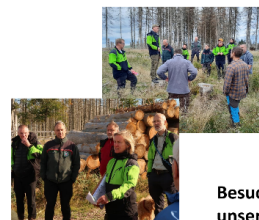
- Zusammenführung der Einzelergebnisse anhand ökologischer und ökonomischer Indikatoren und Festlegung relevanter Kernindikatoren für die Einschätzung lokaler und regionaler Ökosystemleistungen
- Praxisnahe und anwenderorientierte Ergebnisdarstellung für Waldbesitzende und zur Förderung des Wissenstransfers für Stakeholder

Ergebnisse:



Ausblick:

- Anwendungsorientierte Weiterentwicklung der relevanten Kernindikatoren
- Schlussfolgerungen für die forstliche Praxis und Erstellung von Handlungsempfehlungen
- Fortführung des Wissenstransfers, Stakeholder-Workshops und Summer School



Besuchen Sie gerne unsere Website!

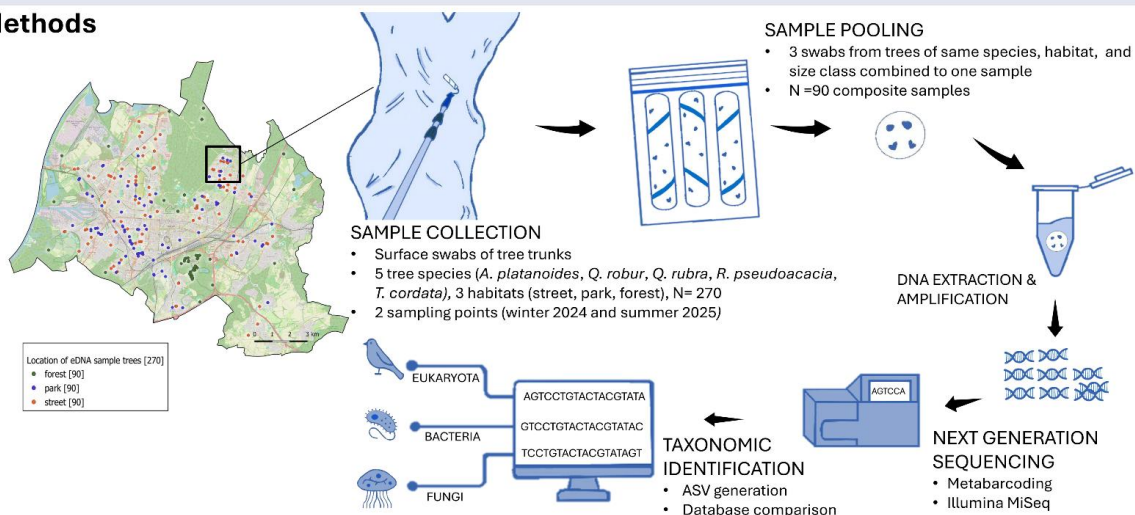
Spatiotemporal Biodiversity Patterns in Urban and Peri-Urban Forests Using eDNA Metabarcoding

Zoe Petridis¹, Somidh Saha¹
¹Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS), Karlsruhe Institute of Technology, 76133 Karlsruhe, Germany

Urban trees support multi-kingdom biodiversity

Urban trees support diverse communities of eukaryotes, fungi, and bacteria that contribute to key ecosystem functions such as nutrient cycling, plant health, and ecosystem stability. Most urban biodiversity studies focus on single taxonomic groups, leaving multi-kingdom patterns poorly understood. Working hypothesis: Seasonal changes drive contrasting patterns of richness and community composition across taxonomic groups on urban trees.

Methods



Results

- Seasonal patterns in taxonomic richness differed among kingdoms. Eukaryote species richness peaked in summer, whereas bacterial and fungal genus richness was significantly higher in winter.
- Bacterial community composition differed significantly between seasons (PERMANOVA, Bray-Curtis dissimilarity, $p = 0.001$), while site, tree species, and DBH had no significant effect.

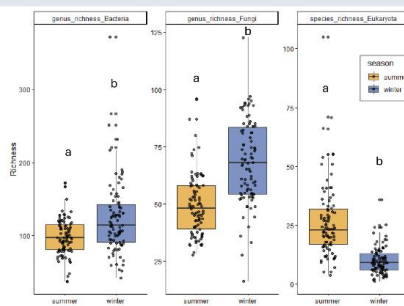


Figure: Box plots depicting the genus/species richness per kingdom and sampling season.

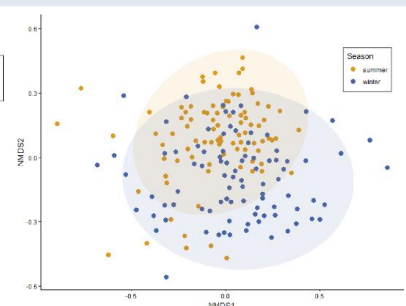


Figure: NMDS showing seasonal variation in bacterial community composition.

Conclusion and outlook

Taxonomic richness showed contrasting seasonal patterns, with higher eukaryotic diversity in summer and higher bacterial and fungal genus diversity in winter. The composition of bacterial communities varied noticeably between seasons, suggesting a strong seasonal turnover in microbial communities associated with urban trees. These results suggest that seasonal environmental conditions influence different components of tree-associated biodiversity in different ways. Subsequent analyses aim to identify additional factors that influence the taxonomic richness and species composition.



Zoe Petridis (she/her)
PhD student • Institute for Technology Assessment and Systems Analysis (ITAS)
Karlsruher Institut für Technologie, 76133 Karlsruhe, Germany
E-Mail: zoe.petridis@kit.edu
Phone: +49 72 1/608-23234





Identification of suitable tree species for future urban environments based on dendroecological analyses

Mareike Hirsch¹, Yasha Magarik², Georgios Skiadasis³, Jürgen Bausch²

¹ Chair of Forest Growth and Dendroecology, University of Freiburg; ² Chair of Silviculture, University of Freiburg; ³ Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL)

Which tree species should we plant in our cities?

Trees growing in urban environments face multiple challenges, ranging from **heat, drought and restricted rooting space to salt loading in winter**. At the same time, **urban trees become increasingly important** as they provide shade, cooling and many other essential ecosystem services. To identify suitable tree species for future climatic conditions, we carried out **dendroecological analyses on twelve native and non-native tree species**.

We have collected tree cores in two heat- and drought-prone cities – **Freiburg and Karlsruhe**, with trees located in **streets, parks and peri-urban forests** to cover a gradient of urban stress.

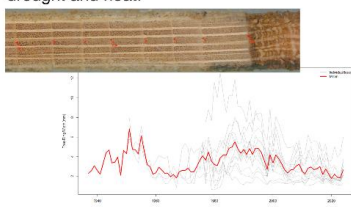


More growing space, less management operations

How do urban trees cope with heat and drought?

Tree-ring width

The correlation of annual stem diameter growth with weather data illustrates the trees' sensitivity to climatic variability. Annual increment can also be used to assess tree resilience to climatic extremes such as drought and heat.



Wood anatomy

Characteristics of vessels and their spatial patterns show the hydraulic plasticity at an intra- and inter-annual level. Based on this xylem response, the vulnerability to dry conditions can be quantified.

Acer campestre

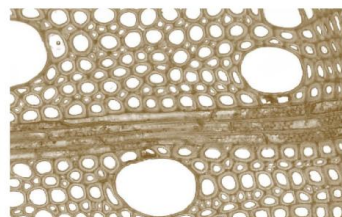


Tilia cordata



Stable isotopes

Carbon and oxygen isotopic composition of the wood give insight into the physiological response to weather conditions and effects of drought and heat on water-use efficiency.



Can we support urban tree vitality by adjusting the substrate trees grow in?

Urban soils are human-impacted substrates with unique characteristics not found in forests. Analysing the trees' growth response with respect to soil conditions may help to optimise the substrate for future plantings.



Output

Ranking of tree species suitability for urban environments subject to drought and heat

Recommendations for soil substrate to enhance tree resilience

URBORETUM – TreePulse

Ergebnisse aus Bewässerungsversuchen und Feldmessungen in Karlsruhe

Jan Totzki, Tamalika Chakraborty, Sebastian Schmidlein



MOTIVATION

- Stadtbäume leiden zunehmend unter Hitze, Trockenheit; verstärkt durch den Klimawandel und Flächenversiegelung
- TreePulse untersucht, warum Stadtbäume eingehen, wie man ihren Gesundheitszustand präzise messen kann und wo in der Stadt Handlungsbedarf besteht
- Ziele: artspezifische Trockentoleranz bestimmen, Bewässerungsnutzen bewerten, Erkenntnisse in digitalen Zwilling und Managementstrategien überführen



METHODEN

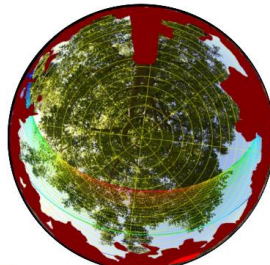
Bewässerungsexperiment

- 48 Straßenbäume
- 4 Arten, BHD 15-40 cm
- Messung von Saftfluss und Stammradiusänderungen in 2025 & 2026
- 3 Bewässerungsgruppen: Kontrolle | Mai-Juli | Juli-September (200 L / 2 Wochen)



Blattflächenindex/Kronenöffnung

- 195 Park- und Straßenbäume
- 7 Arten, BHD 15-80 cm
- Hemisphärische Fotografie + WinSCANOPY



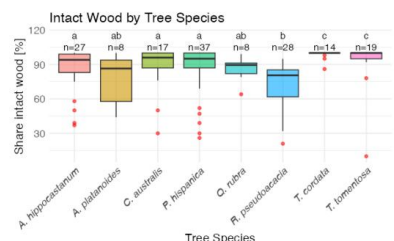
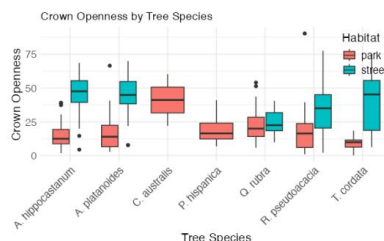
Holzgesundheit

- 168 Park- und Straßenbäume
- 8 Arten, BHD 15-80 cm
- Schallimpuls-Tomographie → Anomalien in Holzdichte / potenzielle Schäden mit Impulsgeschwindigkeit ermitteln



(ERSTE) ERGEBNISSE

- modellierte Wahrscheinlichkeit für kritischen Trockenstress ist für *P. hispanica* und *C. australis* gering, für *T. tomentosa* und *A. hippocastanum* substanziell höher
- Standort (Boden, Bebauung / Versiegelung): kein Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit für kritischen Trockenstress
- Bewässerung 2025: kein reduzierender Effekt auf die Wahrscheinlichkeit für kritischen Trockenstress
- Ø LAI Park > Straße: 5,25 vs. 4,34
- Gebäude- und Wettbewerbsindex: kein signifikanter Einfluss auf LAI oder Kronenöffnung
- Höhere Bäume → signifikant weniger Anomalien
- keine Unterschiede zwischen Park oder Straße, aber zwischen Arten



ZWISCHENFAZIT

Weder Standort noch Bewässerung erklären bisher Unterschiede in Trockenstress, Kronenstruktur oder Holzdichte-anomalien. Die Art ist entscheidend. Management ist ursächlich für LAI und Kronenöffnung. Experiment und Feldmessungen werden 2026 fortgesetzt.



Sukzessionsbedingte Veränderungen der Krautschichtdiversität in einem historischen Hauberg

Fabian Urbitsch, Marcus Mergenthaler und Harald Laser
Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft

Fachhochschule
Südwestfalen
University of Applied Sciences



REGULUS
Regionale Entwicklungsagentur für eine
Mischende Wald- und Holzwirtschaft

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



ReForm regioWald

Einleitung

Der Hauberg war eine hochentwickelte Sonderform des Niederwaldes im Siegerland, in der Wald, Ackerbau und Weidewirtschaft miteinander verbunden wurden. In der Haubergswirtschaft bewirtschaften die Mitglieder der Genossenschaft die Flächen gemeinschaftlich nach den Regeln der Haubergsordnung. So entstand über Jahrhunderte ein abwechslungsreicher und vielseitiger Wirtschafts- und Lebensraum.

Gründe für die hohe Artenvielfalt in Niederwäldern:

- Aufgelockertes Kronendach durch Bewirtschaftung → mehr Licht für eine reiche Artenvielfalt (MÖLDER et al. 2019)
- Unterschiedliche Entwicklungsstadien bilden strukturreiche Landschaftsmosaik (MÖLDER et al. 2019)
- Hohe Vielfalt an Lebensräumen (Gamma-Diversität) auf Landschaftsebene (KAMP 2022)

Zielsetzung

- Darstellung der typischen Waldbindungsarten nach SCHMIDT et al. (2011)
- Entwicklung der Diversität in der zyklischen Sukzession Entwicklung des Artenaustausches zwischen den Sukzessionsphasen

Ergebnisse

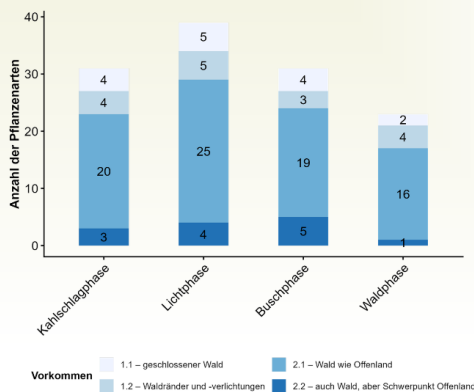


Abb. 1 Einordnung der Pflanzenarten nach den Waldaffinitätsgruppen nach SCHMIDT et al. (2011)

- Größter Block der Zuordnung 2.1 *Wald wie im Offenland*
- Konstante Waldaffinitätsgruppen, keine Kompositionsverschiebung innerhalb der Sukzessionsphasen
- Lichtzahl nach Ellenberg konstant bei 6 (Halbschatten- bis Halblichtpflanze) über alle Sukzessionsphasen

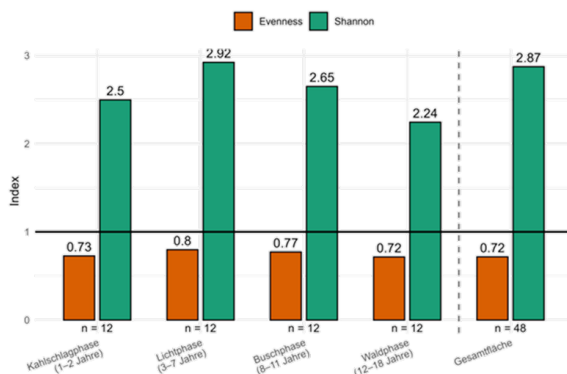


Abb. 2 Einordnung der Sukzessionsphasen in den Shannon- und Evenness-Index. Orange stellt den Evenness-Index und Grün den Shannon-Index dar. Die schwarze Linie stellt die Begrenzung des Evenness-Index dar

- Höchste Diversität in der Lichtphase geringste in der Waldphase
- Gesamtfläche des Haubergs zeigt eine geringere Diversität als die Lichtphase

Material und Methoden

- Im ca. 24 ha großen historischen Hauberg „Fellinghausen“ wurden vier Sukzessionsphasen definiert: Kahl- (1–2 J.), Licht- (3–7 J.), Busch- (8–11 J.) und Waldphase (>12 J.)
- Pro Sukzessionsphase wurden 12 zufällig gesetzte Boniturquadrate à 10 m² erhoben (gesamt n = 48)
- die Krautschicht wurde bis 1,5 m Höhe floristisch nach Braun-Blanquet erfasst
- Auswertung mit R-Studio (Version 4.3.3) mit dem Paket vegan (Version 2.6.10)

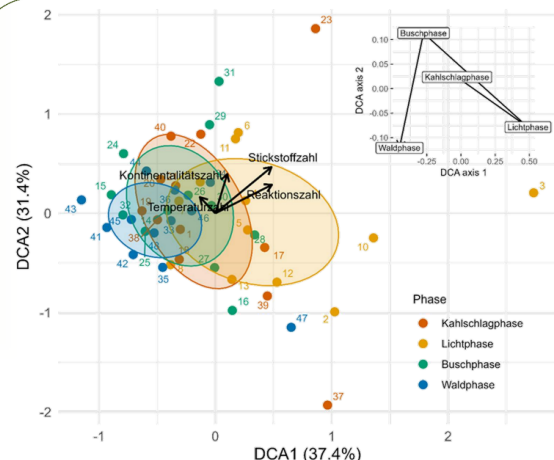


Abb. 3 Darstellung der Boniturnunkte innerhalb der Sukzessionsphasen. Die Ellipsen zeigen 50% der Daten der jeweiligen Streuung in der Phase. DCA1=37,4% und DCA2=31,4% erklären in Bezug auf die Achsen die Variation der Vegetationsaufnahme. Das Inset-Plot zeigt die gemittelten Werte der Sukzessionsphasen

- Konstante Artenzusammensetzung der Krautschicht
→ relativ geringe zyklische Veränderung
- Die meisten Bonituren DCA-Analyse liegen auf der Achse DCA1 zwischen -1 und 0,5 und auf der Achse DCA2 zwischen -1 und 1
- Größte Streuung der Bonituren in der Lichtphase
→ höchste Beta-Diversität gegenüber den anderen Sukzessionsphasen
- Kleinste Streuung der Bonituren in der Waldphase
→ spricht für den geringsten Artenaustausch innerhalb der Sukzessionsphasen

Schlussfolgerung

- Reaktion von Pflanzen auf veränderte Umweltbedingungen stark verzögert
→ dadurch konstante Artenzusammensetzung in den Sukzessionsphasen
- Anpassung der Pflanzen an Wechsel der Licht- und Schattenphasen
→ gesteuert durch das Störungsregime
- Elemente des Mosaik-Zyklus-Konzeptes
→ je nach Zustand im selben System können artenarme und artenreiche Bestände entwickeln
- Das Ziel muss nicht die Maximierung der Artenvielfalt auf Einzelschlägen sein. Vielmehr ist es wichtig, artenreiche und artenärmere Systeme funktional miteinander zu vernetzen
- Nur durch geeignete und angepasste Bewirtschaftung kann wertvolle Kulturlandschaft erhalten bleiben
→ Erhalt von vielfältigen ökologischen Nischen

Literatur

KAMP, J. (2022): Coppice loss and persistence in Germany. Trees, Forests and People 8, S. 100227 (1-10). DOI: 10.1016/j.rfp.2022.100227.
MÖLDER, A., MEYER, P. und NAGEL, R.-V. (2019): Integrative management to sustain biodiversity and ecological continuity in Central European temperate oak (Quercus robur, Q. petraea) forests: An overview. Forest Ecology and Management 437, S. 324-339. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.01.006.
SCHMIDT, M., KREIBITZSCH, W. und EHRLICH, J. (2011): Waldartenlisten der Farn- und Blütenpflanzen. Moose und Flechten Deutschlands. BFN-Skripten 299.

Auswirkungen des Klimawandels auf FFH-Waldlebensraumtypen im Oberrheinischen Tiefland

Worum es geht



Beobachtungen in den Hardtwäldern

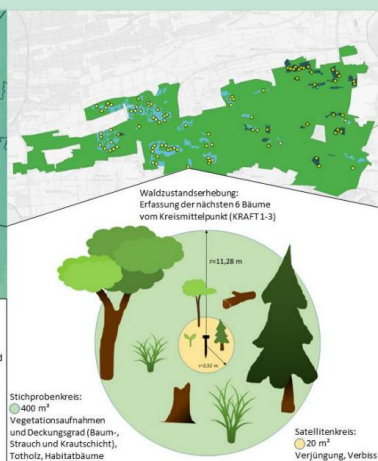
- Durch Trockenheitsjahre vermehrt Waldschäden; Buche betroffen, aber auch Eiche
- Auflichtung der Wälder; Waldverjüngung durch Maikäferergerlinge erschwert
- Einwanderung invasiver Neophyten
- Klimawandelbedingte Verschlechterung gefährdet potentiell guten Erhaltungsgrad der FFH-waldlebensraumtypen (WLRT)
- Erhalt der WLRT-typischen Baumartenzusammensetzung zunehmend eine Herausforderung für Waldbewirtschaftende
- FFH-Richtlinie wird dynamischen Waldveränderungen im Klimawandel kaum noch gerecht



Wie es gemacht wird

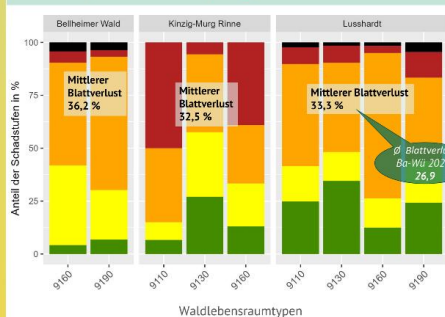
Fallbeispiele in stark vom Klimawandel beeinträchtigten Waldgebieten: 1. FFH-Monitoring

- 3 FFH-Gebiete im nördlichen Oberrhein: Kinzig-Murg-Rinne, Lusshardt, Bellheimer Wald
- 4 FFH-Waldlebensraumtypen: Hainsimsen-Buchenwald (WLRT 9110), Waldmeister-Buchenwald (WLRT 9130), Sternmieren-Eichen-Hainbuchenwald (WLRT 9160), Bodensaurer Eichenwald auf Sandböden (WLRT 9190)
- Einrichtung Dauerbeobachtungsflächen: 338 Flächen je 400 m²
- 1. Monitoring 2023 und 2024: Waldzustandsbewertung, Vegetationsaufnahmen, Totholzvorrat und Habitatbäume



Bewertung aktueller Zustand der WLRT, Diskussion adaptives Management Klimawandel

Erste (Zwischen)Ergebnisse



Schadstufe	Nadel-/Blattverlust
0	0 - 10 %
1	11 - 25 %
2	26 - 60 %
3	61 - 99 %
4	100 %

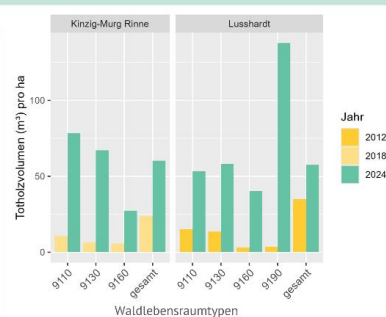
Ergebnisse der Waldzustandsbewertung 2023/2024 in den 3 FFH-Gebieten: Verteilung der Schadklassen aller aufgenommenen Bäume in den vier Waldlebensraumtypen (WLRT).

Waldzustandsbewertung

- Mittlerer Blattverlust in allen FFH-Gebieten relativ hoch
- Buchen & Eichen-WLRT mit hohen Anteilen Schadstufe 2
- 50 % Anteil Schadstufe 3: Buchen WLRT 9110 in FFH-Gebiet Kinzig-Murg-Rinne
- Buchen & Eichen zeigen deutliche Vitalitätsverluste

Totholzvolumen FFH-Bewertung

- Starke Zunahme im Vergleich mit letzter Erfassung der FFH Gebiete



Verteilung der Totholzvolumina in den vier Waldlebensraumtypen (WLRT); Daten Waldlabor 2024 im Vergleich mit Daten aus den Managementplänen Kinzig-Murg-Rinne & Lusshardt 2012.



Waldmanagement II



Im zweiten Teil des Waldmanagements werden Konzepte für die konkrete Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen vorgestellt. Die Beiträge behandeln Managementstrategien auf Störungsflächen, Naturwaldentwicklung, Waldbodengesundheit und die Klimaresilienz von Buche und Eiche. Sie bieten praxisnahe Handlungsempfehlungen für Forstbetriebe und Behörden.

Posterverzeichnis:

<u>DryTrees – Klimaresilienz von Buche und Eiche M. Mauz.</u>	39
<u>Totholz als Werkzeug in der Wiederbewaldung – Biodiversität und Ökosystemprozesse F. Steinebrunner, D. Peter, A. Tischler et al.</u>	40
<u>Totholz als integrativer Bestandteil lokaler und regionaler Managementkonzepte auf Fichten-Störungsflächen S. Grieger, B. Putzenlechner, M. Zwanzig et al.</u>	41
<u>Ecosystem services of changing forests: Monitoring and insights from LabForest D. Svanidze, L. Vogelfänger, W. Obermeier et al.</u>	42
<u>Multidimensional ecosystem service assessment within LabForest W. Obermeier, A. Lange, T. Knoke et al.</u>	43
<u>Forest regeneration in transition: Determinants in human-altered floodplain forests under passive conservation C. Detsch, K. Tartler, T. Fuchs</u>	44
<u>Naturwaldentwicklungskonzept für den Naturwald „Auwälder an der Mittleren Isar H. Fendl-Zeyer, F. Zormaier et al.</u>	45
<u>Zur Gesundheit von Waldböden der Forstflächen Südwestfalens P. Rütther, T. Weyer</u>	46

DryTrees – KLIMARESILIENZ VON BUCHE UND EICHE

METHODEN

Überwachung von Trockenstress durch die Kombination klimatologischer, fernerkundlicher und baumphysiologischer Messungen an drei Standorten bei Hechingen, BW:

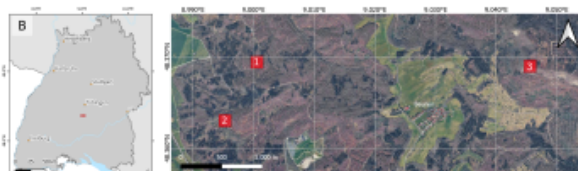
- Dendrometermessungen
- Saftflussmessungen
- Baumstammbohrkerne
- Bodenkundliche Erhebungen
- TreeSense™ Vitalitätssensoren
- UAS-gestützte Multispektralaufnahmen der Baumkronen
- PlanetScope Satellitenbilder

Die drei Standorte unterscheiden sich entlang eines Bodenfeuchte- und Höhengradienten.



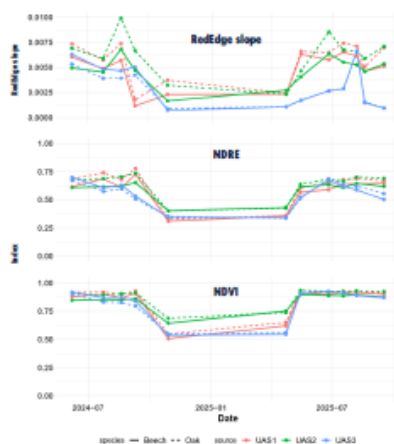
PROJEKTZIELE

- Gesamtheitliche Betrachtung aller trockenstressrelevanter Parameter sowie Ableitung messbarer und statistisch signifikanter Muster
- Skalierung auf Satellitenfernerkundung
- Methodischer Leitfaden mit Pflanz- und Pflegeempfehlungen für typische Standorte



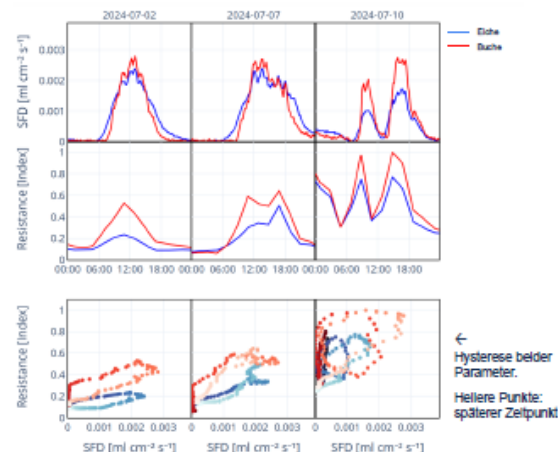
UAS-BASIERTE VITALITÄTSINDIZES

Die RedEdge-Steigung zeigt Veränderungen des Wassergehalts im Kronendach früher als als NDRE und NDVI. Saisonale Unterschiede treten ebenfalls am deutlichsten in der RedEdge-Steigung hervor.



SAFTFLUSSMESSUNGEN Standort 1

Beziehung zwischen Saftflussdichte (SFD) und Widerstandindex der TreeSense™ Vitalitätssensoren (Mitte) einer Buche/Eiche an drei sonnigen Tagen.

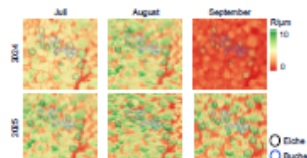


SAISONALER VERLAUF Standort 1

RedEdge-STEIGUNG

Vergleich der Monate Juli, August und September, 2024/2025

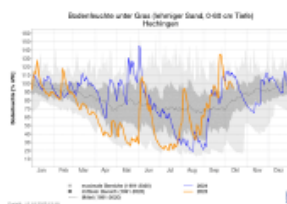
Reflektanz – je roter, desto trockener



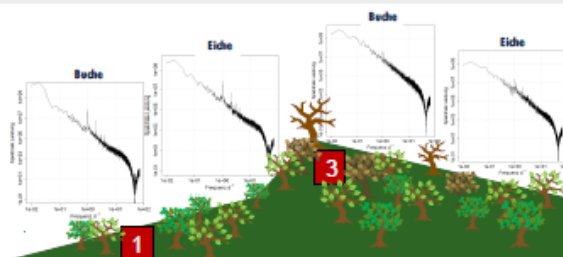
BODENFEUCHTE

Vergleich der Jahre 2024/2025

Die trockenen Monate Juli/August 2024 wirken sich noch im September aus.



DENDROMETER-ANALYSE Standort 1 und 3



Gemittelte Leistungsspektren der Dendrometer-Zeitreihen. Am Standort 3 unterscheiden sich die spektralen Signaturen von Eiche und Buche deutlich. Sichtbar sind dominante tägliche sowie mehrjährige Periodizitäten.



Totholz als Werkzeug in der Wiederbewaldung

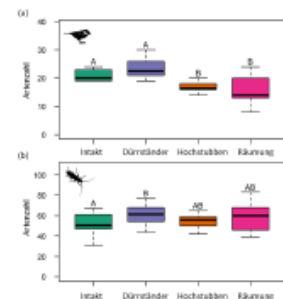
Biodiversität und Ökosystemprozesse

Florian Steinebrunner, Dorothea Peter, Alexander Tischer, Henrik Oechler,
Claus Bässler, Janina Ebert, Simon Thorn, Markus Bernhardt-Römermann



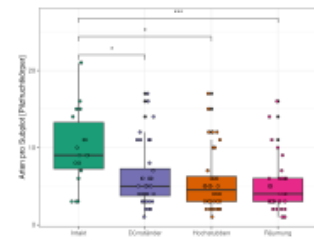
Vögel & Totholzkäfer

- Avifauna: Dürrständerinseln erhöhen Artenvielfalt durch Habitatstrukturen für Wald- und Offenlandarten.
- Totholzkäfer: Totholzrückhalt und Lichteinstrahlung sind zentrale Diversitätstreiber.



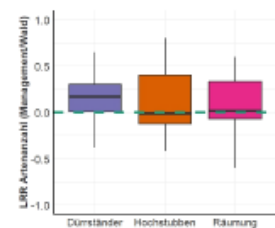
Pilze & Bakterien

- Pilze: Die Artenzahl der Fruchtkörper ist geringer, weil sich das Totholz in einer frühen Sukzessionsphase befindet.
- Bakterien: Die Behandlungsflächen zeigen meist höhere Artenzahlen und veränderte Artengemeinschaften.



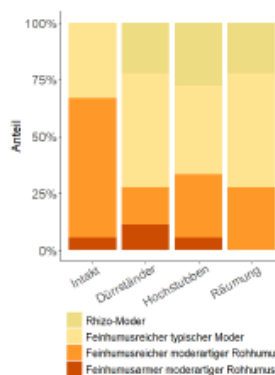
Pflanzen

- Die Artenzahl erhöht sich lokal nach Störungsereignissen, Totholz beeinflusst aber nicht die Artenszusammensetzung.
- Totholzelemente (Hochstubben und Dürrständer) reduzieren kleinräumig die Vegetationsbedeckung.



Bodenökologie

- Die beschleunigte Streuzersetzung ermöglicht den Rohhumus-Abbau hin zu günstigeren Humusformen.
- Mehr Licht, Wärme, artenreichere Bodenvegetation und stärkere Durchwurzelung fördern die Bodenfauna und erhöhen den pH-Wert.



ResEt-Fi: Liefert eine empirische Datengrundlage, um naturnahe Wiederbewaldungskonzepte nach Fichtenkalamität ökologisch bewerten zu können.

Besuchen Sie gerne unsere Website für weitere Informationen!



Totholz als integrativer Bestandteil lokaler und regionaler Managementkonzepte auf Fichten-Störungsflächen

Simon Grieger¹, Birgitta Putzenlechner¹, Martin Zwanzig², Xinying Zhou², Alexandra Wehnert², Franka Huth², Philipp Koal³, Ingolf Profft³

¹ Georg-August-Universität Göttingen ² Technische Universität Dresden ³ Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (Thüringenforst AMR)



Dürrejahre (2019-2020, 2022) und eine massive Verbreitung des Borkenkäfers haben große Kalamitätsflächen in Mittelgebirgen Thüringens zur Folge. Deren erfolgreiche Wiederbewaldung und die Etablierung resilienter, multifunktionaler Wälder werden im Projekt „ResEt-Fi“ in drei Regionen (Südharz, Thüringer Wald und Thüringer Schiefergebirge) mittels verschiedener Varianten des Totholzmanagements (Abb. 1) untersucht. Erkenntnisse aus den Teilprojekten Fernerkundung, Wildbau und Modellierung zeigen die Bedeutung der gezielten Umsetzung von Managementmaßnahmen.



Abb. 1: Varianten des Totholzmanagements im Projekt „ResEt-Fi“.

Modellierung (Teilprojekt 6/2)

- Simulation der Waldentwicklung (80 Jahre) nach Räumung (Abb. 4) mit iLand (Individual- und prozessorientiertes Waldlandschafts/Störungsmodell) mit Klima-Szenarien, verschiedenen Störungsgrößen, Samenbaumvielfalt und Wiederbewaldungsstrategien sowie Bewertung der Multifunktionalität (MF) über Hill-Chao-Zahlen aus 42 modellierten Waldattributen (Struktur, Kohlenstoff/Produktivität, Demografie/Vitalität) mit einer Bewertung der klimatischen Resilienz sowie einem Vergleich zwischen Naturverjüngung und zusätzlicher Pflanzung zu unterschiedlichen Zeitpunkten (Jahre 0/5/10) und mit verschiedenen Layouts (uniform, chessboard, central) unter Bestimmung der ΔMF zu reiner Naturverjüngung bei identischen Umwelt- und Standortbedingungen
- Aktive Pflanzung als Ergänzung zur Naturverjüngung erhöht die Hill-Chao-Multifunktionalität nach großflächigen Störungen und anschließender Räumung langfristig in den meisten Szenarien. Entscheidend ist eine sofortige Pflanzung (Jahr 0); der Zusatznutzen hängt stark von der Störungsgröße und vom Naturverjüngungspotenzial ab.
- Der Vorteil aktiver Pflanzung nimmt ab, wo Naturverjüngung sehr gut funktioniert. Unter trockeneren und heißeren Bedingungen setzt sich Spitzahorn (*Acer platanoides*) stärker durch, womit er eine sinnvolle Wahl für Pflanzungen darstellt.
- Identifizierung von Flächen mit hohem Naturverjüngungspotenzial (dort Eingriffe minimieren) und zeitnahe Pflanzung (Jahr 0) bei Notwendigkeit sind entscheidend, um Funktionslücken zu verkürzen und langfristige Ökosystemleistungen zu stabilisieren.
- Das Layout der Pflanzung ist meist zweitrangig, wird aber bei sehr großen Störungsflächen entscheidend. Bei diesen kann eine zentrale Bündelung die Etablierung deutlich verbessern.

Untersuchungen aus ResEt-Fi unterstützen praxisrelevantes Totholzmanagement. Waldbauliche Erkenntnisse zeigen direkte räumliche Effekte von Totholz auf die Verjüngung. Modellierungen liefern Empfehlungen zur gezielten, räumlich und zeitlich präzisen Umsetzung von Managementmaßnahmen. Methoden der Fernerkundung unterstützen bei der flächenhaften Bewertung von Totholzmanagementmaßnahmen und der Identifikation von Flächen mit besonderer Gefährdung der Wiederbewaldung auf regionaler Ebene. Durch Praxisworkshops und die Erarbeitung von Handlungsleitfäden findet ein Upscaling der Erkenntnisse in die Forstpraxis statt.

Fernerkundung (Teilprojekt 2)

- Einsatz von Satelliten- und Drohnenfernerkundung zur Bewertung von thermalen Bedingungen und Vegetationsentwicklung in den Managementvarianten sowie zum räumlichen und zeitlichen Upscaling
- Dürrständerflächen zeigen gegenüber Hochstubben und Kahlfächen (Räumungen) eine deutliche mikroklimatische Pufferung von Temperaturextremen. Räumliche und zeitliche Muster können u. a. mithilfe der Landat-9-Landoberflächentemperatur reproduziert (Abb. 2a) und auf die regionale Ebene übertragen werden.
- Außerdem sind leichte Unterschiede in den Trends der Vegetationsentwicklung (u. a. Leaf Area Index) erkennbar, mit etwas schnellerer Vegetationsentwicklung auf Dürrständerflächen (Abb. 2b). Auch hierbei dienen Satellitendaten, u. a. Sentinel-2, dem räumlichen und zeitlichen Upscaling.
- Standortbedingungen, insb. Bodeneigenschaften wie das Ausgangssubstrat sowie topographische Indikatoren wie die Höhenlage, beeinflussen die Gefährdung durch Trockenstress und können zur Identifikation von Prioritätsflächen herangezogen werden.
- Diese Standortfaktoren verbessern auch die Güte der Modellierung von Mikroklima und biophysikalischen Parametern und somit die Qualität des Upscalings.

Waldbauliche Aspekte (Teilprojekt 6/1)

- Die Verjüngungsentwicklung (Baumarten, Wachstum der Verjüngung, Vitalität, räumliche Verteilung) auf Störungsflächen wird in Verbindung mit detaillierten Totholzansprechen (Totholztypen, Totholzvolumen, -zersetzungsstufen) analysiert.
- Flächenspezifische Totholzmanagement weisen große Unterschiede auf. Die akkumulierte Totholzmenge (Abb. 3a) ist auf den Dürrständervarianten am höchsten. Auch auf den beräumten Flächen finden sich vergleichsweise große Totholzbestände in Form von liegendem Totholz und Stubben. In intakten Beständen sind die Totholzbestände am geringsten.
- Die Zersetzungsstufe 2 (zähes, fest) nimmt auf Dürrständer-, Hochstubben- und Räumungsflächen den höchsten Anteil ein, gefolgt von Stufe 3 (Morschholz), während die ökologisch besonders wertvollen Zersetzungsstufen 4 (Moderholz) und 5 (Mulchholz) lediglich in geringen Anteilen vorhanden sind.
- Die Verjüngungsdichten (Abb. 3b) zeigen auf den einzelnen Untersuchungsflächen große Streuungen. Grundsätzlich zeichnet sich ab, dass die höchsten Verjüngungsdichten in der Dürrständervariante vorliegen, während die beräumten Flächen geringere Verjüngungsdichten aufweisen.
- Die Artenzahlen in der Verjüngung nehmen kontinuierlich von den intakten Beständen (Mittel von 8 Arten) bis zur Variante Räumung ab. Totholzmenge und Vielfalt an Totholzelementen wirken positiv auf die Baumartenvielfalt der Verjüngung. Beim Anteil der Fichte an der Verjüngung lässt sich kein grundsätzlicher Trend zwischen den Managementvarianten ableiten.
- Erste Auswertungen deuten auf eine mehrheitlich geklumpelte/aggregierte Verteilung der Verjüngung hin. In einem weiteren Schritt wird der räumliche Einfluss des Totholzes auf die Verteilung und das Wachstum der Verjüngung geprüft.

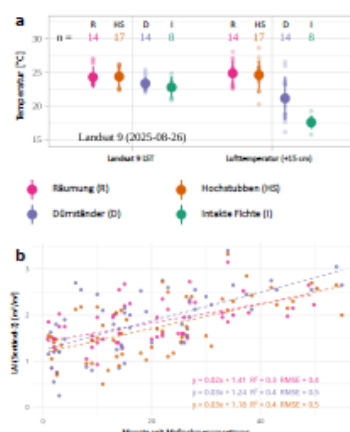


Abb. 2: (a) Muster von Mikroklima/Landoberflächentemperatur (LST) und (b) zeitliche Entwicklung des Leaf Area Index (LAI) nach Maßnahmenumsetzung in den Managementvarianten Intakte Fichte (I), Dürrständer (D), Hochstubben (HS) und Räumung (R) im Südharz.

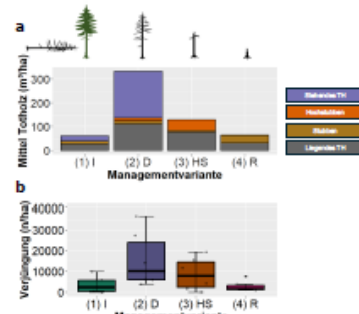


Abb. 3: (a) Totholzvolumen und (b) Verjüngungsdichten im Südharz und Thüringer Wald (vorläufige Ergebnisse) in den Managementvarianten Intakte Fichte (I), Dürrständer (D), Hochstubben (HS) und Räumung (R).

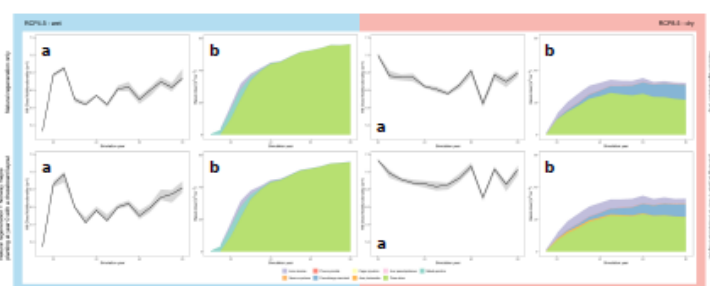


Abb. 4: Simulierte Trajektorien (a) Hill-Chao-Multifunktionalität ($q = 1$; Median $\pm$ IQR über Replikate) und (b) Baumarten-Grundflächenentwicklung (m²/ha) im Südharz (1-ha-Störungsfläche, hohe Samenbaumvielfalt; Vergleich Naturverjüngung (oben) vs. Naturverjüngung + Pflanzung (unten); *Acer platanoides*, Jahr 0, chessboard-Pflanzlayout); Klima-Kontraste: RCP4.5-wet (links, blau) vs. RCP4.5-dry (rechts, rot).

Besuchen Sie gerne
unsere Website für
weitere Informationen!



Gefördert durch:



Ecosystem services of changing forests: Monitoring and insights from LabForest

Daniel Svanidze, Leah Vogelfänger, Wolfgang Obermeyer, Matthias Bechou, Mandy Cummings, Paul Eisenschink, Tobias Fühbrodt, Andreas Hahn, Hans-Joachim Klemm, Thomas Knoke, Andriy Kovryga, Jan Willem van de Kullen, Alexander Lange, Ralf Ludwig, Julia Pongratz, Arturo Sánchez-Azofeifa, Sebastian Seibold, Kai Sühlfleisch, Tobias Thymian, Gabriele Weber-Blaschke & Lukas Lehnert

LabForest

1 Project outline

- Climate Change with increasing extreme events threatens resilience and productivity of forests
- LabForest includes a living lab in a forest of the Ludwig-Maximilians-Universität near Landshut (Bavaria, Germany)
- LabForest investigates forest management and disturbance impacts on ecosystem services by integrating (1) large-scale experiment with high-resolution measurements and (2) comprehensive, multi-scale modeling framework
- Three-factorial experiment (with/without advanced regeneration (factor 1), cleared sites/gouged bark (factor 2), planting/natural regeneration (factor 3)) (Fig. 1)
- Spatio-temporal monitoring combines in situ measurements of hydrology, microclimate, forest characteristics, and biodiversity with advanced remote sensing techniques
- These data streams inform economic, life cycle, hydrometeorological, biotic risk, and forest growth models to project future ecosystem services and feed into an multidimensional assessment matrix (see Poster 32)

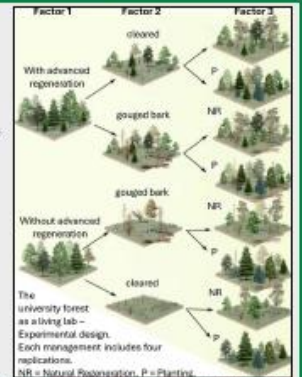


Fig. 1 Schematic representation of the three-factorial experimental design.

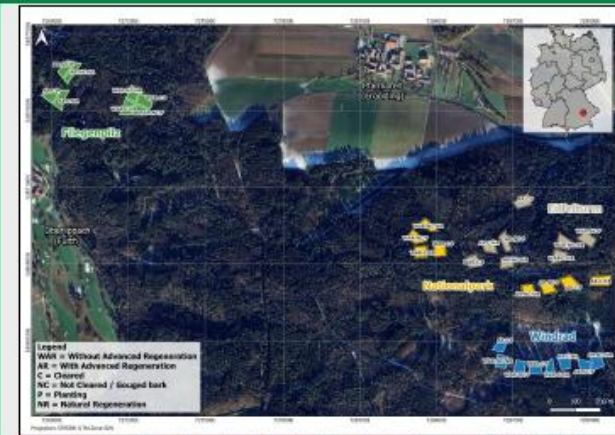


Fig. 2 Overview map of living lab in university forest. Spatial distribution of experimental plots (4 replications, each with 4 plots).

2 Monitoring

- Measurement network at all four test sites (four replications of eight experimental plots with ~0.25 ha) (Fig. 2)
- **Biodiversity:** Pitfall traps, flight-interception traps, Audio bird call recorders, camera traps, Vegetation survey, Fungi monitoring, solar insolation with hemispheric pictures
- In micro-catchment of Eifelturm site more extensive hydrometeorological measurements & capturing of biogeochemical fluxes
- **Hydrometeorology:** Meteorological Station, Temperature & Relative Humidity at different heights, Soil Temperature & Moisture at different depths, PAR ($\uparrow$ & $\downarrow$), Nitrate Soil Leaching, Gas Chamber Measurement of soil CO_2 & N_2O fluxes, Groundwater level & Groundwater quality at microcatchment outlet
- Additionally barkbeetle monitoring & remote sensing (see Poster 1 & 20)

3 Preliminary Results Biodiversity

- Beetles & bees higher species numbers without advanced regeneration
- Plants in herbaceous layer benefited from cleared sites
- Most fungi species on cleared sites with advanced regeneration
- Species numbers of spiders and birds constant among treatments (Fig. 3)
- Mean forest affinity of beetles FT & PT, & spider communities decreased with higher solar insolation (TSF), while forest affinity diversity increased
- Open-habitat species increase with higher TSF $\rightarrow$ forest species remain present rather than being completely replaced
- Retention of deadwood has no effect on forest affinity (Fig. 4)

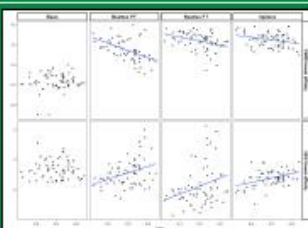


Fig. 3 Species numbers of beetles, bees, spiders, breeding birds, & fungi on different managed sites. Different letters indicate significant differences in species numbers between treatments based on pairwise comparisons of estimated marginal means.

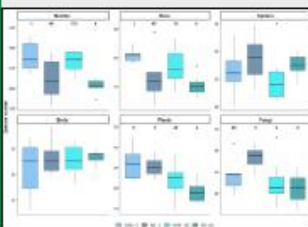


Fig. 4 Mean forest affinity (top) and forest affinity diversity (bottom) of bee & beetle communities from flight interception traps (FT), beetle communities from pitfall traps (PT), & spider communities depending on solar insolation (TSF) in percent.

4 Preliminary Results Hydrometeorology

- Mean & Maximum soil temperatures (-6 cm) are lower with reduced diurnal amplitude at uncleared compared to cleared sites
- These differences diminish above ground (+2 cm) & are negligible at +15 cm height
- Advance regeneration have weaker influence on soil & near-ground temperatures than complete clearing (Fig. 5)

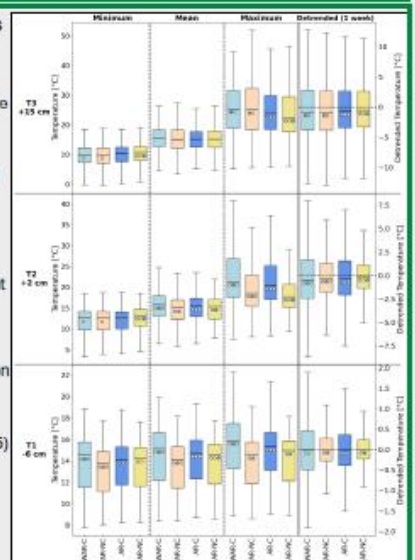


Fig. 5 Daily Minimum, Mean, Maximum & weekly detrended temperatures at (-6 cm, +2 cm & +15 cm) at Eifelturm site (27.04. - 16.10.25). Colored dots in boxplots represent if significant different to other treatment.

Sponsored by the



LabForest Posters:



Multidimensional ecosystem service assessment within LabForest

Wolfgang Obermeier, Alexander Lange, Thomas Knoke, Matthias Bechou, Mandy Cummings, Paul Eischenschink, Tobias Fröhbrodt, Andreas Hahn, Hans-Joachim Klemm, Andriy Kovryga, Jan Willem van de Kuilen, Ralf Ludwig, Julia Pongratz, Arturo Sanchez-Azofeifa, Sebastian Seibold, Kai Süßfleisch, Daniel Svanidze, Tobias Thymian, Leah Vogelfänger, Gabriele Weber-Blaschke & Lukas Lehnert

LabForest



① Need for comprehensive assessment of ecosystem services

- Forests provide **multiple ecosystem services** (ES, compare Fig. 1) that are differently affected by disturbances and forest management practices and are under **increasing pressure**
- Often **competing objectives**, such as climate change mitigation (e.g. carbon sequestration) and adaptation (e.g. local climate), economic interests (e.g. timber production), nature conservation (e.g. biodiversity conservation), and other societal demands (e.g. recreation)
- In LabForest, multiple forest ES are quantitatively assessed (compare poster 1, 20 & 31)
- To **support decision-making in forestry**, the multitude of forest ES needs to be comprehensively assessed and evaluated for systematic comparison of management strategies
- LabForest integrates all results from the diverse work packages to create a **multidimensional assessment matrix**
- The assessment matrix enables the systematic comparison of forest management strategies, accounting for uncertainties related to climate change and socio-economic conditions.
- The matrix further facilitates the **transfer of scientific knowledge** into education and practice, and provides the basis for economic value assessment of managed forest sites



Fig. 1 - Exemplary forest ecosystem services, source: metrovancoover.org

② Workflow of the assessment framework

- 1) **Systematically assess broad range of ES**
- for conceptual consistency and compatibility with international frameworks such as the Millennium Ecosystem Assessment (MA) and The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB), we use Common International Classification of Ecosystem Services (CICES v5.2; compare Tab. 1)
- 2) **Standardize investigated ecosystem services and integrate into multidimensional assessment matrix**
- 3) **Holistic evaluation of all project results, including final weighting within participatory process involving relevant stakeholders**
- 4) **Quantifying monetary value of ecosystem services delivered by the management strategies via dedicated workshops**

Division	CICES (v5.2)	Code	LabForest Class type
Regulation	Forest and woodlands	2.2.1	Water retention
Provisioning	Pollination	2.3.1	Number of wild bee pollinator species
Provisioning	Seed dispersal	2.3.2	Number of seed dispersing breeding birds
Regulation	Nature population	2.3.3	Biodiversity of arthropods associated with forests
Regulation	Refuge habitats	2.3.4	Biodiversity (beetles, bees, spiders, birds, plants, fungi)
Regulation	Pest control	2.3.5	Flow down density
Regulation	Local temp. and humidity	2.3.6	Wind protection
Regulation			Evaporative cooling
Regulation			Number of European spruce bark beetles (by topography) and associated spruce bark beetles
Provisioning	Wild plants for nutrition	1.1.1	Presence of understory vegetation
Provisioning	Flora or materials	1.1.2	Presence of deadwood
Provisioning	Plants for Energy	1.1.3	AGB from major trees are clearing
Provisioning	Flora or materials - wild plants	1.1.4	Future timber provision from natural regeneration
Provisioning	Flora or materials	1.1.5	Timber provision
Provisioning	Plants for Energy	1.1.6	Timber provision
Provisioning	Wood-based materials	1.1.7	Future power (biomass) from natural regeneration - for construction material use and platform for chemical use
Provisioning	Wood-based energy	1.1.8	Future power (biomass) from natural regeneration - for electricity generation
Regulation	Pest control	2.3.1	Future amount of wood volume damaged by bark beetles & Phytophthora
Regulation	Pest control	2.3.2	Damage in neighboring forest stands by bark beetles & Phytophthora
Regulation	Chemical comp. of atmosphere	2.3.3	AGB from major trees are clearing
Regulation	Carbon sequestration/storage	2.3.4	AGB - timber provision
Regulation	Chemical comp. of atmosphere	2.3.5	Atmospheric O ₂ emissions assessment
Regulation	Carbon sequestration/storage	2.3.6	CO ₂ storage of forests, wood products and soil over time
Regulation	Health-supporting nature	3.1.1	Presence of low vegetation
Cultural	Synthetic cultural features	4.4.1	Presence of low vegetation
Regulation	Visual screening	2.1.2	Presence of low vegetation
Cultural	Nature appreciation	3.1.2	Biodiversity (beetles, bees, spiders, birds, plants, fungi)

Tab. 1 - Translation scheme for LabForest class types into CICES v5.2 framework classes.

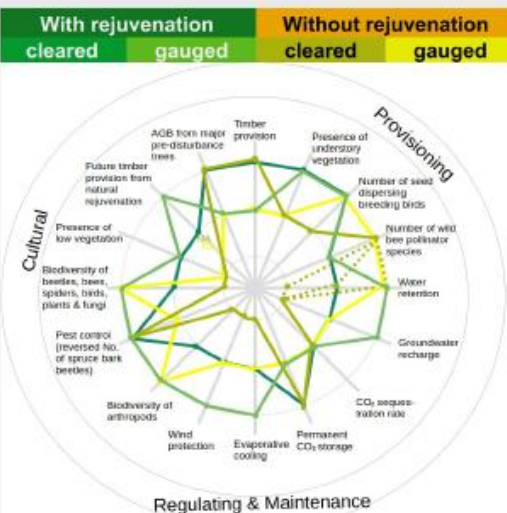


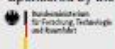
Fig. 2 - Preliminary spider chart of the impact of investigated management practices (colors) on the ecosystem services assessed within LabForest. High values (outer circle) indicate positive impacts, whereas low values indicate negative impacts (final chart will use CICES (v5.2) classes).

③ Preliminary results (partly reflecting anticipated outcomes) and outlook

- So far, many of the investigated ES are not finally assessed but rather reflect expected outcomes of the respective experts
- Visualized ecosystem service provision enables **quick overview** of the impacts of forest management and can **support conservation-related & economic decisions (synergies + trade-offs)**
- Advanced rejuvenation with (gauged) deadwood retention depicts highest overall service provision (e.g. wind protection, evaporative cooling, future timber provision, groundwater recharge)
- Cleared sites without advance regeneration show lowest provision in investigated ES (e.g. biodiversity in arthropods) and partly high uncertainty (e.g. water retention)

→ **Regional recommendations and improved understanding for establishing economically and ecologically resilient forests to cope with anticipated climatic changes**

Sponsored by the



Forest regeneration in transition: Determinants in human-altered floodplain forests under passive conservation

Clemens Detsch^{1*}, Korbinian Tartler², Tobias Fuchs³, Sophie Feiertag⁴, Johannes Kollmann², Peter Annighöfer¹, Anna-Katharina Eisen^{1,5}

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

² Restoration Ecology, Technical University of Munich, School of Life Sciences, Emil-Ramann-Straße 6, 85354 Freising, Germany

³ Botany, Vegetation Science and Mountain Ecosystems, University of applied sciences Weihenstephan-Triesdorf, Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising, Germany

⁴ Ecoclimatology, Technical University of Munich, School of Life Sciences, Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Germany

⁵ Bavarian State Office for Forests and Forestry, Centre of Forestry, Hans-Carl-v.-Carlowitz-Platz 1, 85354, Freising, Germany

Background

Designation of the floodplain forest of the middle Isar as a forest reserve in 2020

- Suspension of all forestry operations
- Passive conservation

Which spatio-temporal drivers determine regeneration success and what is the effect on diversity and resilience?

Hypotheses

- Tree regeneration patterns differ between conspecific and heterospecific canopy compositions
- Abiotic site conditions (light) and biotic interactions (structural cover/competition, browsing) limit tree regeneration success
- Temporal changes in species-specific regeneration dynamics are reflected in compositional, and diversity shifts across structural layers and height classes

Methods

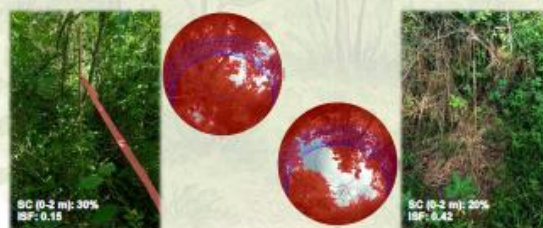
Regeneration assessment and measurement of light availability, structural cover and browsing on 122 pre-stratified plots of 500 m² of six different forest types (Maple + Lime, Ash, Alder + Willow, Poplar, Spruce, Pine) across the study area.

Study area:

Plot design:



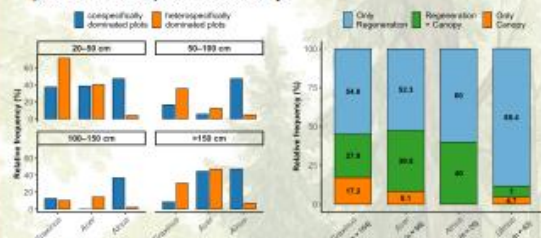
- Hemispherical light measurements with Solariscope SOL 300
- Regeneration assessment of non-established regeneration in three height classes between 20 and 150 cm & assessment of the structural cover (0-100%) and browsing damage on four subplots (r = 1 m) per plot.
- Regeneration assessment of established regeneration > 150 cm in height and < 12 cm in DBH on one centred subplot (r = 4 m) per plot.



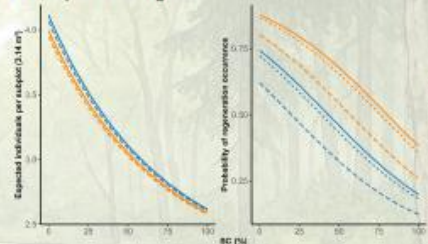
Results

Out of 21 recorded tree species, the four most common genera were analysed.

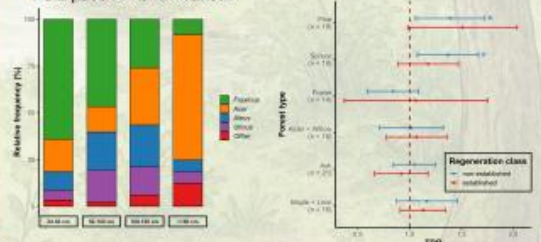
- Regeneration of *Fraxinus* preferred heterospecific canopies, *Acer* and *Ulmus* regenerated largely independent from the canopy layer and *Alnus* preferred a conspecific overstorey.



- Results of a hurdle model showed that light availability (ISF) had limited influence on seedling abundance, while regeneration probability and abundance declined significantly with increasing structural cover (SC) and the presence of grass.



- Compositional shift from *Fraxinus* dominance to *Acer* dominance over artificial timeline (height classes). The True Diversity Ratio (TDR) remained stable, only coniferous stands profited in terms of diversity from passive conservation.



Conclusion

- Overstorey composition shapes natural regeneration likely due to different seed dispersal strategies, species-specific site requirements, and host-specific pathogen pressure.
- Without regular flooding events competitive herb and shrub vegetation gains prevalence which reduces regenerative success.
- Passive conservation alone may not be sufficient to restore a resilient and diverse near-natural regeneration in floodplain forests.

NATURWALDENTWICKLUNGSKONZEPT für den Naturwald „Auwälder an der Mittleren Isar“



Das Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Ebersberg-Erding (AELF EE) als Praxispartner im A-DUR-Projekt



Hintergrund

- Rechtliche Grundlage ist die Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Tourismus über die Naturwälder in Bayern gemäß Art. 12a Abs. 2 des Bayerischen Waldgesetzes vom Dezember 2020, die das Erstellen eines Naturwaldentwicklungskonzeptes für große Naturwälder vorschreibt.
- Das AELF EE hat das Naturwaldentwicklungskonzept vor Beginn des A-Dur-Projektes gestartet und im Vorfeld entwickelt.

Das Naturwaldentwicklungskonzept: Erstellung, Inhalt und Ziele

- Das NEK wurde vom AELF EE gemeinsam mit dem AELF Abensberg-Landshut in enger Zusammenarbeit mit dem Forstbetrieb Freising (Bayerische Staatsforsten) und dem Wasserwirtschaftsamt München mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) erarbeitet.
- Das Naturwaldentwicklungskonzept dient als strategisches Planungsinstrument, um die Entwicklung des Naturwaldes zu begleiten. Es beschreibt den Naturwald und legt Management und Maßnahmen fest, um die drei Hauptziele des Naturwaldes zu sichern:
 1. Erhalt und Förderung der Biodiversität
 2. Ermöglichung von Naturerlebnissen (Erleben natürlicher Prozesse) und Waldwildnis für Besucherinnen und Besucher.
 3. Bereitstellung einer Referenzfläche, um natürliche Waldentwicklung mit bewirtschafteten Wäldern im Klimawandel vergleichen zu können.
- Der Endfassung des Naturwaldentwicklungskonzeptes ging ein intensiver Beteiligungsprozess voraus. Beteiligte Akteure konnten sich bei der Auftaktveranstaltung, bei den drei Thementischen WaldErleben, Naturschutz und Wald/Wasser und mit der Stellungnahme zum Entwurf des NEKs einbringen. Die TUM, die HSWT und der Bund Naturschutz haben diese Möglichkeiten intensiv genutzt.

Veröffentlichung und Transparenz

- Das Naturwaldentwicklungskonzept wurde im Juli 2025 veröffentlicht und ist auf der Webseite des AELF EE einsehbar.
- Die Naturwaldflächen sind im Bayernatlas unter „Naturwälder“ sichtbar. Im Dezember 2025 wurde die ursprüngliche Fläche des Naturwaldes Auwälder an der Mittleren Isar durch zusätzliche Flächen des Wasserwirtschaftsamtes München erweitert. Ein erfreuliches Ergebnis des Beteiligungsprozesses!

Weiterentwicklung ab 2027

- Ab 2027 werden im Rahmen der Umsetzungsphase des A-Dur-Projektes die Ergebnisse der Forschungsphase durch eine Projektstelle am AELF EE in das NEK integriert.
- Es ist zu erwarten, dass besonders das WaldErleben-Konzept von den Forschungsergebnissen profitieren wird.
- Konkrete Maßnahmen sollen unter Berücksichtigung der wissenschaftlichen Erkenntnisse umgesetzt werden.



Zur Gesundheit von Waldböden der Forstflächen Südwestfalens

Vorstellung des Arbeitspakets 7 (Waldboden)
im Projekt „ReForm-regioWald“



Gefördert durch:



ReForm-regioWald



Abb. 1 und 2: Bodenprofilenaufnahmen eines Braunerde-Pseudogleys (links) und einer Braunerde (rechts) im Amsberger Wald mit Rohhumusauflage



Abb. 3 und 4: Spatenproben stark versauerter Oberböden mit erkennbarer Säurebleichung

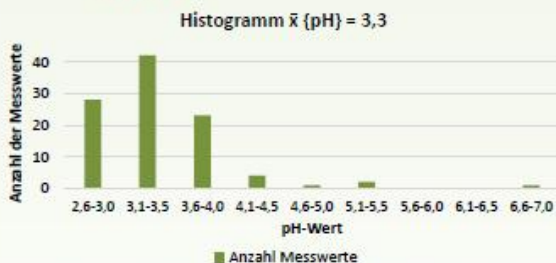


Abb. 5: Histogramm der pH-Werte (1 N KCl) auf Fichten-Kalamitätsflächen (n=102) im Amsberger Wald

Untersuchungsumfang im AP7

- Status-quo-Analysen des bodenphysikalischen, -chemischen und -biologischen Zustands der ausgewählten Standorte, Nutzungsstadien und Szenarien.
- Bodenkundliche Ansprache und Klassifikation von 1-2 Leitprofilen pro Untersuchungsstandort nach aktueller Kartieranleitung.
- Darüber hinaus vertiefende Analyse relevanter Horizonte (Of/Oh und Mineralboden) an den Leitprofilen und in der Fläche.

Ergebnisse und Diskussion

- pH-Werte flächendeckend extrem sauer (bis pH 2,8 gemessen in KCl, Bodenart toniger Schluff)
- Pufferfunktion nicht mehr gewährleistet
- Anreicherung von Schwermetallen in untersuchten Oberböden, z. B. Blei und Aluminium, feststellbar: bis zu 132 mg Pb kg⁻¹ Boden (Vorsorgewert lt. BBodSchG bei 70 mg Pb kg⁻¹ Boden)
- Nährstoffgehalte von Phosphor, Kalium und Magnesium in Versorgungsstufe A (VDLUFA)
- Sehr geringe bis keine Regenwurmadundanz
- Humusformen im ungünstigen Bereich (Rohhumus/Moder)
- C/N Verhältnisse von 20 bis 33:1

Handlungsempfehlungen

- Waldbodenkalkung zur pH-Anhebung und Wiederherstellung der Pufferfunktion
- Gesundungsdüngung (P, K, Mg) standortangepasst und moderat zur Verbesserung der Nährstoffsituation diskutieren
- Systemische Aktivierung des Bodenlebens durch u.a. pH-Anhebung, Anregung des Nährstoffkreislaufs und waldbaulicher Strategien zu mehr Biodiversität
- Regelmäßiges Monitoring von pH-Werten, Nährstoffen und Schwermetallen zur Erfolgskontrolle

➔ Reduzierung der Umweltbelastung durch stark versauerte Waldböden

Kontakte

- Arbeitspaketleitung: Prof. Dr. Thomas Weyer (weyer.thomas@fh-swf.de)
- Arbeitspaketbearbeitung: Philipp Rüther (ruether.philipp@fh-swf.de)



Posterpreis und Dank



Das Fachpublikum der dritten REGULUS-Statuskonferenz zeichnete folgende Poster mit dem REGULUS-Posterpreis 2026 aus:

- 🏆 **Paul Eisenschink, Wolfgang Obermeier et al. (LabForest)**
Employing Remote Sensing for an Integrated Forest Management Transition
- 🏆 **Maren Hille & Heidi Döbbeler (ReHa)**
Entwicklung, Vernetzung und Ziele der Regionalstudie Harz
- 🏆 **Clemens Detsch, Korbinian Tartler, Tobias Fuchs et al. (A-DUR)**
Forest regeneration in transition: Determinants in human-altered floodplain forests under passive conservation

Besonderer Dank gilt noch einmal allen Wissenschaftler*Innen, die ihre Forschungsergebnisse in Form von Postern und Vorträgen zur dritten REGULUS-Statuskonferenz, als Beitrag zu einem lebendigen Wissensaustausch zwischen Forschung und Praxis präsentiert und für diesen Sammelband zur Verfügung gestellt haben.

Aktuelles aus dem REGULUS-Verbund unter: regulus-waldholz.de