

Venetia Hirsch, TU Dresden
Prof. Dr. Uta Berger, TU Dresden
Dr. Rico Fischer, JKI

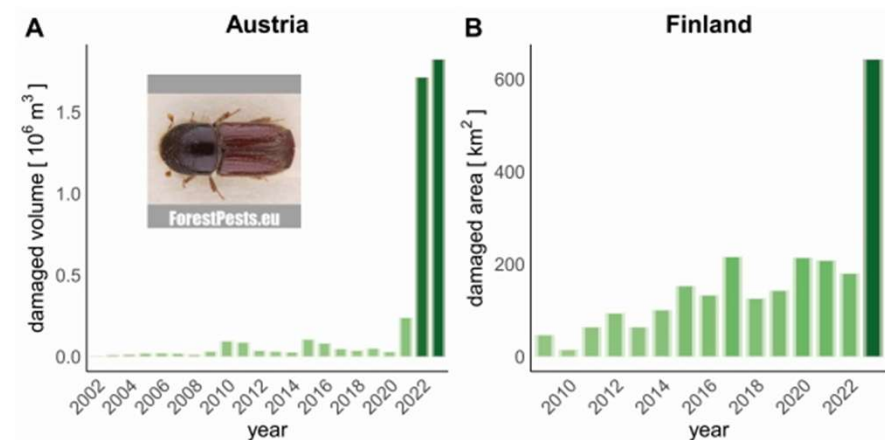
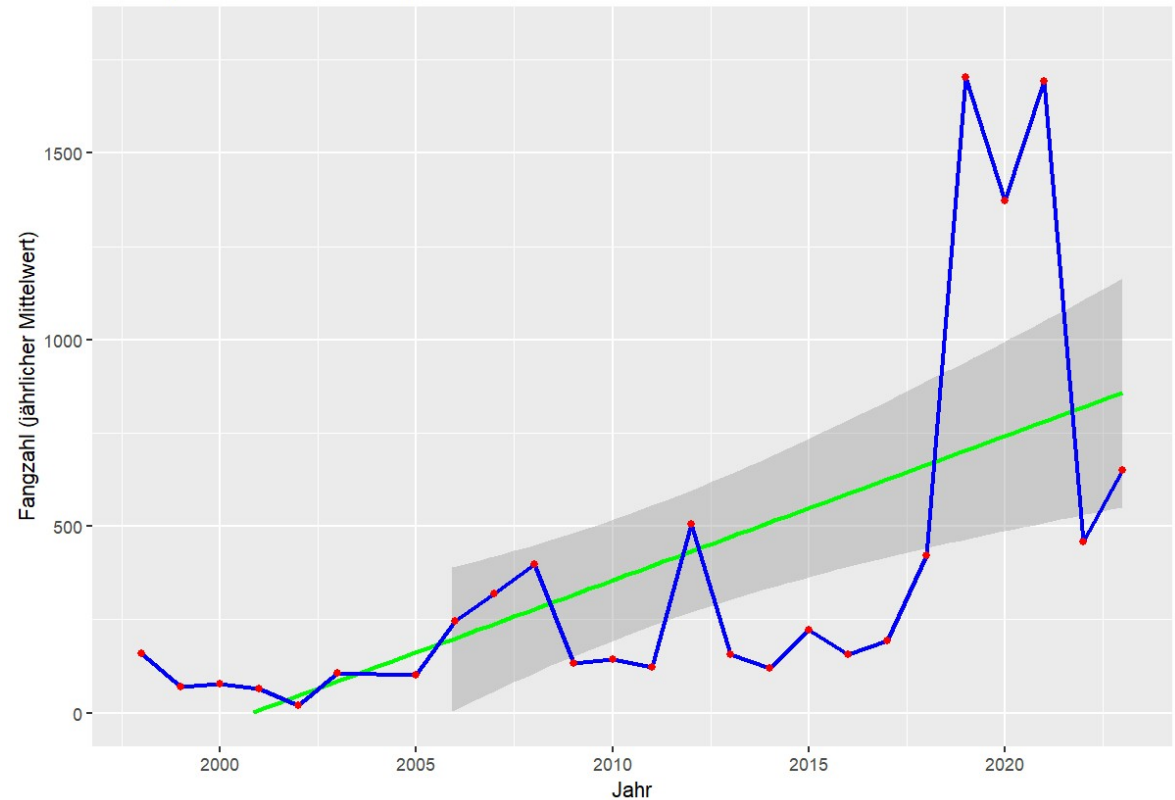
Simulationsmodelle zum Management biologischer Schadfaktoren in Wäldern: Status Quo und Herausforderungen

Tharandt, 28.10.2025

Problematik

- Häufung biotischer Störungen, v. A. bedingt durch Klimawandel
 - Windwurf, Dürren, Hitze
- Handlungsdruck: Schadensbegrenzung, Risikomanagement → Strategien?

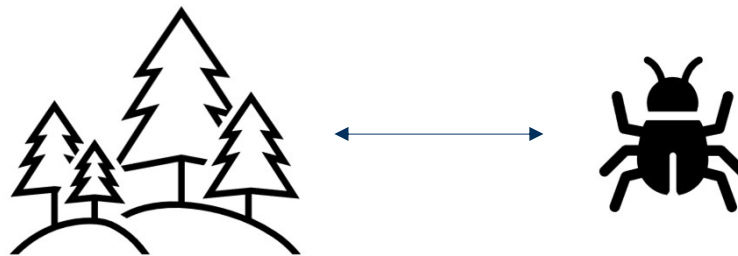
Mittlere jährliche Fangzahl (Ips typographus) von 1998 - 2023
Nationalpark Sächsische Schweiz, 330m ü.n.N.



https://ojs.openagrar.de/volltexte/Kulturpflanzenjournal/2025/Heft2/17742_jfk_2025_themenheft_hartmann-et-al/17742_jfk_2025_themenheft_hartmann-et-al.html

Wieso überhaupt Modellierung?

- Komplexe grundlegende Prozesse und Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, Schädlingsdynamik und Waldentwicklung (+ Management)
 - Rein durch Beobachtungen oder empirische Daten schwierig räumlich und zeitlich umfassend zu ergründen
- Simulationsmodelle als Werkzeug
 - Bislang entweder Hauptfokus auf Waldentwicklung **oder** Schädlingsdynamik → Lücke



Status Quo

Fokus:
Walddynamik



<https://iland-model.org/iland-book/>

LandClim model

<http://www.highendsolutions.eu/page/LandClim>

LANDIS-II Forest landscape model

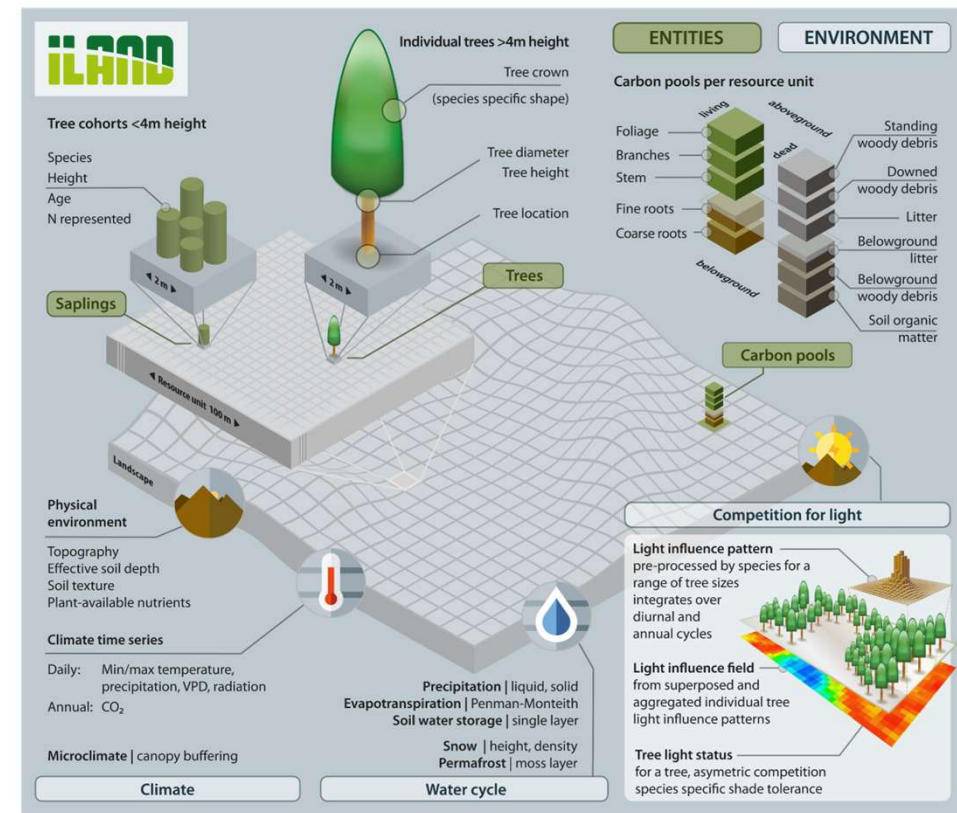
<https://www.landis-ii.org/>

Fokus:
Borkenkäfer

IPS-SPREADS

Status Quo iLand (Seidl et al. 2012)

- Primär Walddynamik/-entwicklungsmodell
- Vielschichtig (s. Graphik)
- Hohe räumliche und *teilweise* auch zeitliche Auflösung
 - Biotische Schadfaktoren und Management werden **lediglich jährlich** berechnet
 - Laufzeit über Jahrzehnte
- Borkenkäfer integriert über Modul
 - Weitere biotischen Schadfaktoren theoretisch implementierbar über Framework BITE (Honkaniemi et al. 2021), ein weiteres Modul
- Management ebenso über Module
 - Rel. kompliziert einzurichten
 - Einige, wenn auch rudimentärere, Möglichkeiten

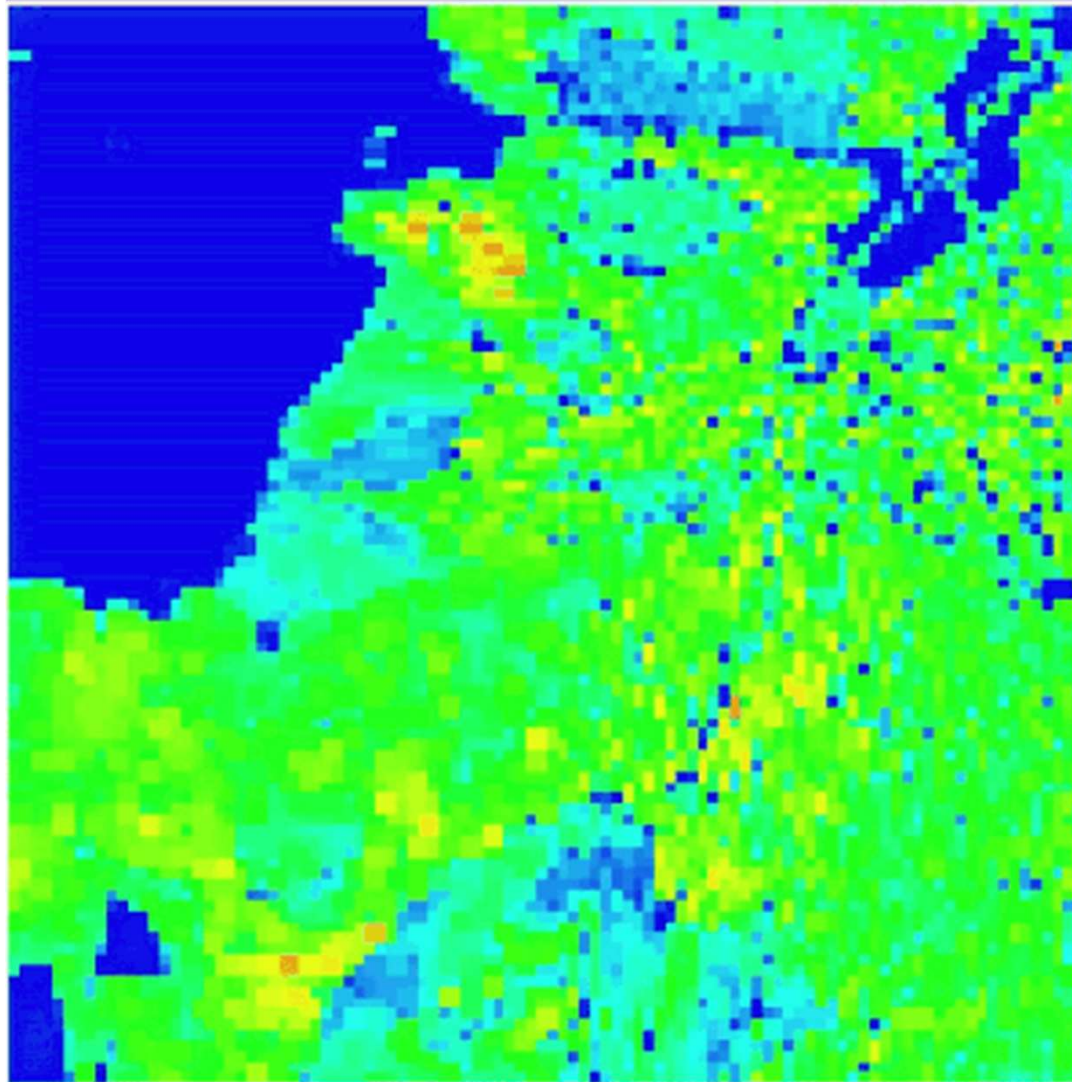


<https://iland-model.org/iland-book/intro.html>

iLand

Simulation von
Einschlag auf je 1ha bei
Borkenkäferschäden,
über 50 Jahre

1 Pixel = 10x10m
Grün = Bäume (Fichte/Buche)

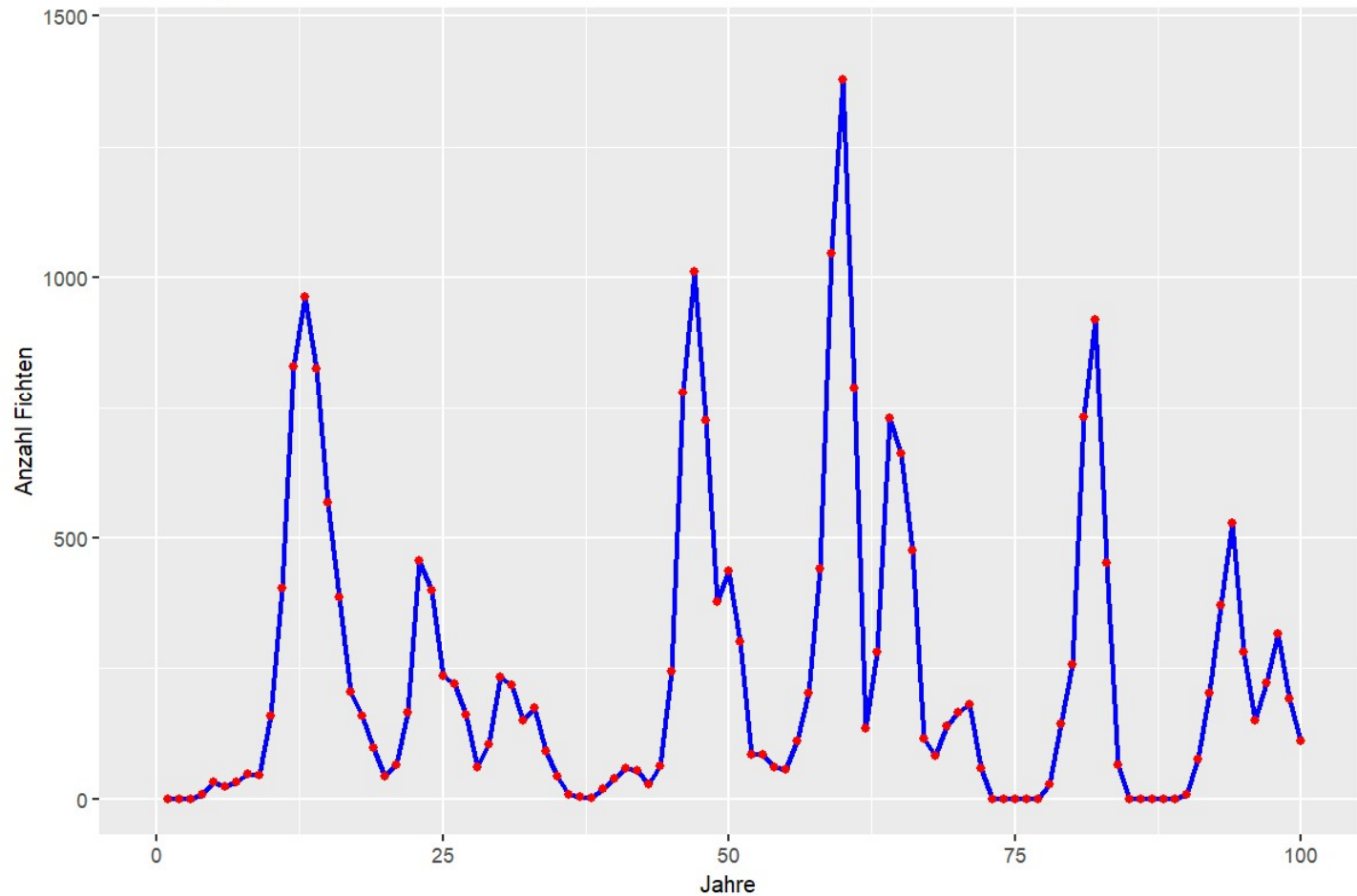


iLand
(Seidl et al., 2012)

iLand Datenpunkte je Jahr

iLand: Anzahl Fichten verstorben durch Ips typographus über 100 Jahre

Ohne Management



Status Quo

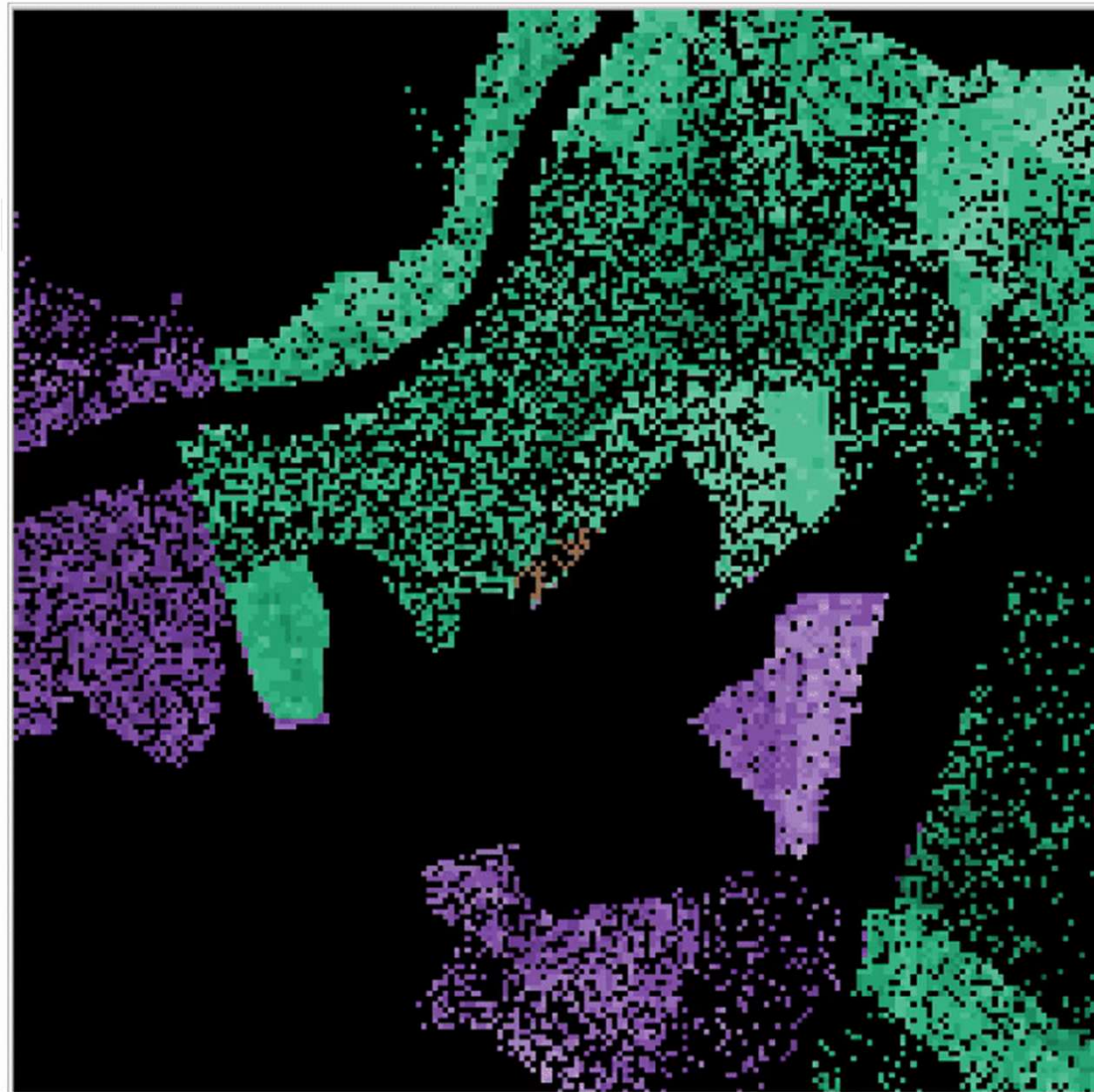
IPS-SPREADS (Pietzsch et al., 2021)

- Infestation Pattern Simulation Supporting PRe disposition Assessment DetailS model
 - Konzipiert zur Untersuchung des Befalls durch *Ips typographus* und Effektivität von Managementmaßnahmen, spez. Sanitärhieben
- Daten fein aufgelöst (täglich)
 - Laufzeit jedoch nur über 1 Jahr (2 Käfergenerationen)
 - Auf Individuenebene (einzelne Käfer mit eigenem Flug) → emergentes Befallsmuster
- Management zeitlich anpassbar (standardmäßig nach jeder Generation)
 - Explizite Entnahme befallener Bäume vorintegriert
 - Hiebsintensität anpassbar
- Keine Walddynamik implementiert

IPS-SPREADS

Simulation einer Käferwelle

1 Pixel = 5x5m
Grün/Violett = Fichte
Rot = Käfer

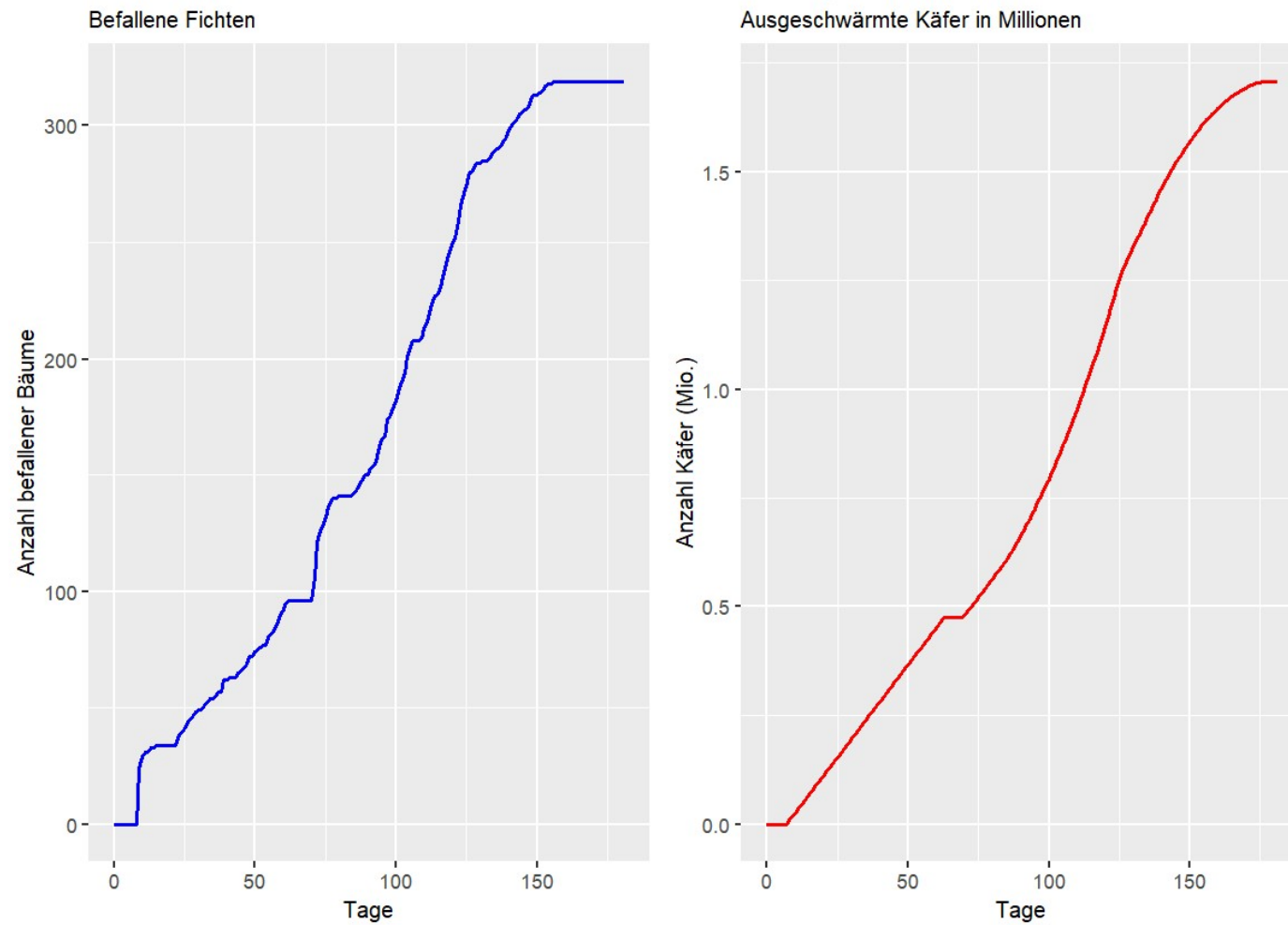


IPS-SPREADS, in Netlogo
(Pietzsch et al., 2021; Wilensky, 1999)

IPS-SPREADS

Daten je Tag

IPS: Datenverlauf bei 2 Generationen ohne Management



Herausforderungen

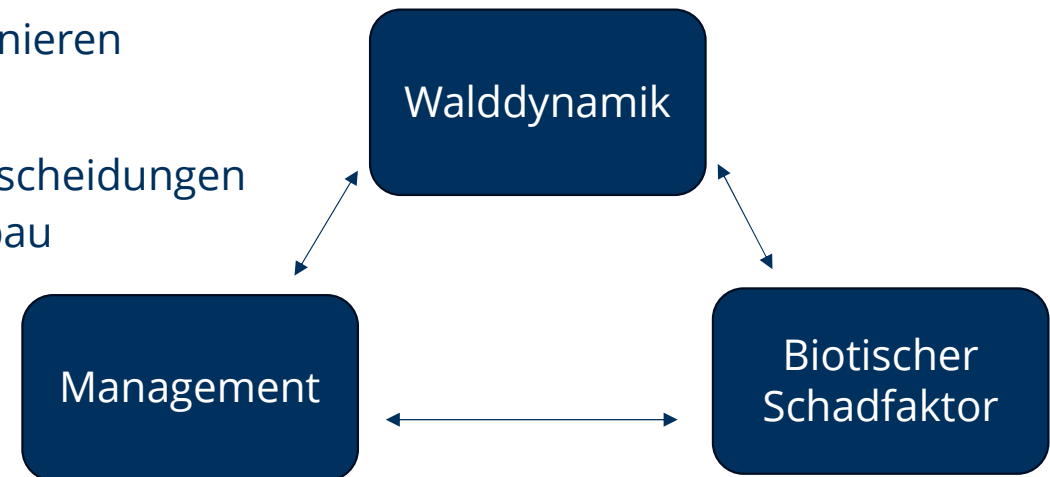
Fragen über Fragen

- Welche Frage will ich vom Modell beantwortet wissen?
- Wald als komplexes und vielschichtiges System möglichst akkurat darstellen – ohne zu große Abstriche
 - Prozesse beschreiben? Oder Realitäten/Ereignisse nachvollziehen? Oder Szenarien/Prognosen erstellen?
 - Ausgangswissen?
 - Wie viel weiß ich über den Schädling und dessen Phänologie bzw. die Reaktion des Baums auf ihn?
 - Was gibt es für Managementmethoden und welche sind realistisch implementierbar?
- Benutzerfreundlichkeit/Bedienbarkeit
 - Modellverständnis auch für „Laien“?
 - Wie funktioniert das Modell? Wie kommen die Ergebnisse zustande? Code verständlich/lesbar?
- Zeitliche und räumliche Auflösung

Herausforderungen

Eine (mögliche) Antwort

- „Hochzeit“ aus Walddynamikmodell und spezifischerem/fein aufgelöstem Schädlingsmodell
 - Stärken beider „Modellwelten“ verbinden
 - Bspw. Walddynamik aus iLand mit gut aufgelöster Borkenkäferdynamik aus IPS-SPREADS
- Weniger „Ein Modell, was alles kann“, hin zu integrativem Ansatz
 - Dinge miteinander verknüpfen, die gut funktionieren
- Ziel: Hilfe bei (akuten) managementrelevanten Entscheidungen
 - aber auch im Bezug auf langfristigen Waldumbau



IPS-SPREADS

Pietzsch, B. W., Peters, F. J. & Berger, U. (2021): The Effect of Sanitation Felling on the Spread of the European Spruce Bark Beetle-An Individual-Based Modeling Approach. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 704930.
<https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.704930>

iLand

Seidl, R., Rammer, W., Scheller, R. M., & Spies, T. A. (2012). An individual-based process model to simulate landscape-scale forest ecosystem dynamics. *Ecological Modelling*, 231, 87–100.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2012.02.015>

BITE

Juha Honkaniemi, Werner Rammer, Rupert Seidl, From mycelia to mastodons – A general approach for simulating biotic disturbances in forest ecosystems, *Environmental Modelling & Software*, Volume 138, 2021, 104977, ISSN 1364-8152, <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.104977>.

LANDIS-II

Scheller R M, Domingo J B, Sturtevant B R, Williams J S, Rudy A, Gustafson E J and Mladenoff D J 2007 Design, development, and application of LANDIS-II, a spatial landscape simulation model with flexible temporal and spatial resolution *Ecol. Model.* **201** 409–19

LandClim

SCHUMACHER, S., H. BUGMANN, AND D. J. MLADENOFF. (2004). "Improving the formulation of tree growth and succession in a spatially explicit landscape model" *Ecological Modelling* 180: 175-194.

Netlogo

Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.



Vielen Dank