

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

Simon Grieger<sup>1</sup>, Birgitta Putzenlechner<sup>1</sup>, Martin Zwanzig<sup>2</sup>, Xinying Zhou<sup>2</sup>, Alexandra Wehnert<sup>2</sup>, Franka Huth<sup>2</sup>, Philipp Koal<sup>3</sup>, Ingolf Profft<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Georg-August-Universität Göttingen <sup>2</sup> Technische Universität Dresden <sup>3</sup> Forstliches Forschungs- und Kompetenzzentrum Gotha (ThüringenForst AöR)



Dürrejahre (2018-2020, 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*, *Waldbau* und *Modellierung* zeigen die Bedeutung der gezielten Umsetzung von Managementmaßnahmen.

## 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 Temperaturextrema. Räumliche und zeitliche Muster können u. a. mithilfe der Landsat-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 Totholzansprachen (Totholztypen, **Totholzvolumen**, -zersetzungsstufen) analysiert.
- Flächenspezifische Totholz mengen weisen große Unterschiede auf. Die akkumulierte Totholzmenge (Abb. 3a) ist auf den Dürrständervarianten am höchsten. Auch auf den beräumten Flächen finden sich vergleichsweise große Totholz mengen in Form von liegendem Totholz und Stubben. In intakten Beständen sind die Totholz mengen am geringsten.
- Die Zersetzungsstufe 2 (saftlos, 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 (Mulmholz) 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. Totholz mengen 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 geklumpfte/aggregierte Verteilung der Verjüngung hin. In einem weiteren Schritt wird der räumliche Einfluss des Totholzes auf die Verteilung und das Wachstum der Verjüngung geprüft.

## Managementvarianten



Intakt



Dürrständer



Hochstubben



Räumung

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

## Modellierung (Teilprojekt 6/2)

- Simulation der Waldentwicklung (80 Jahre) nach Räumung (Abb. 4) mit *iLand* (Individuen- und prozessbasiertes Waldlandschafts-/Störungsmodell) mit Klima-Szenarien, verschiedenen Störungsgrößen, Samenbaumvielfalt und Wiederbewaldungsstrategien sowie Bewertung der Multifunktionalität (MF) über Hill-Chao-Zahlen aus 42 modellbasierten 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  $\Delta MF$  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.

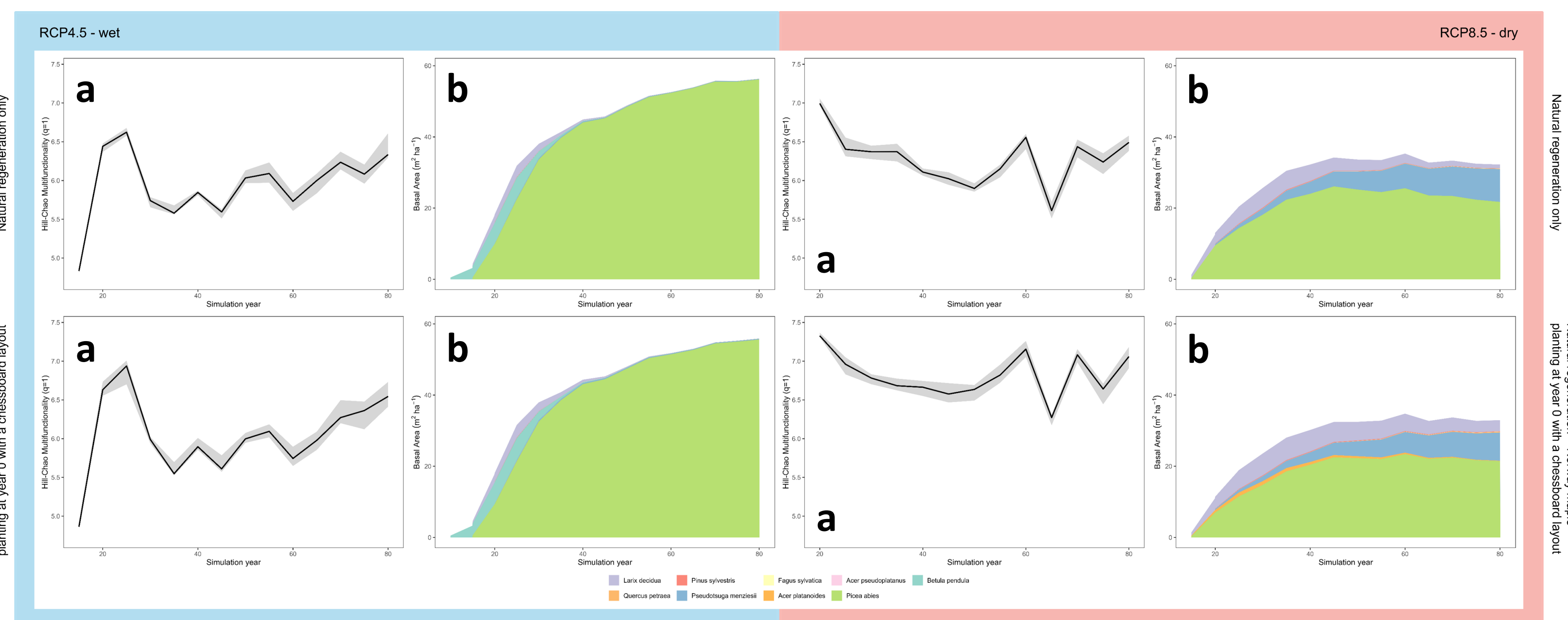


Abb. 4: Beispielhafte Trajektorie: (a) Hill-Chao-Multifunktionalität ( $q = 1$ ; Median  $\pm$  IQR über Replikate) und (b) Baumarten-Grundflächenentwicklung ( $m^2/ha$ ) im Südharz (1-ha-Störungsfläche, hohe Samenbaumvielfalt); Vergleich Naturverjüngung (oben) vs. Naturverjüngung + Pflanzung (unten; *Acer platanoides*, Jahr 0, *chessboard*-Pflanzlayout); Klima-Kontraste: RCP4.5-wet (links, blau) vs. RCP8.5-dry (rechts, rot).

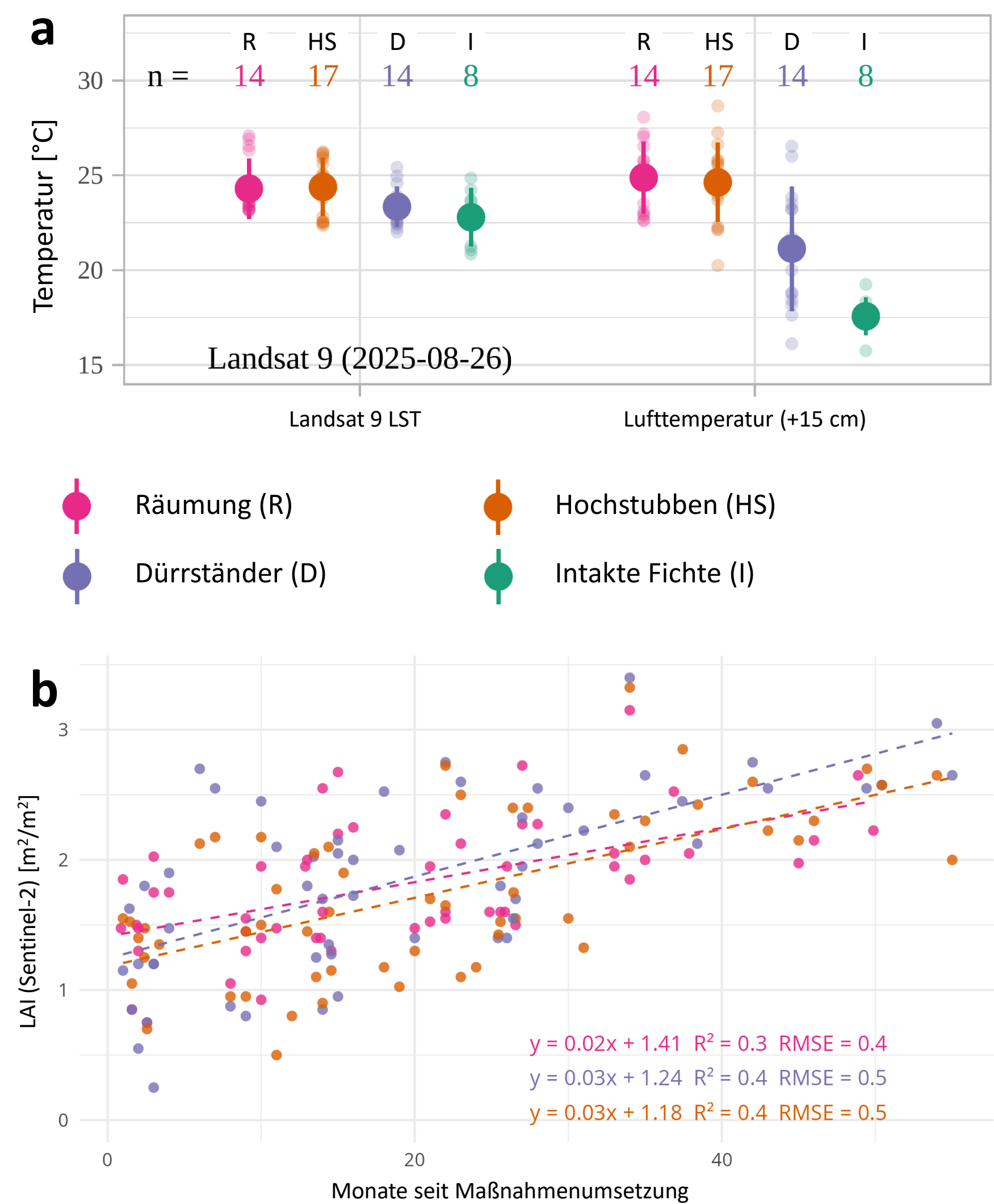


Abb. 2: (a) Muster von Mikroklima/Landoberflächentemperatur (LST) und (b) zeitliche Entwicklung des Leaf Area Index (LAI) nach Maßnahmenumsetzung in den Managementvarianten *Intakte Fichte* (I), *Dürrständer* (D), *Hochstubben* (HS) und *Räumung* (R) im Südharz.

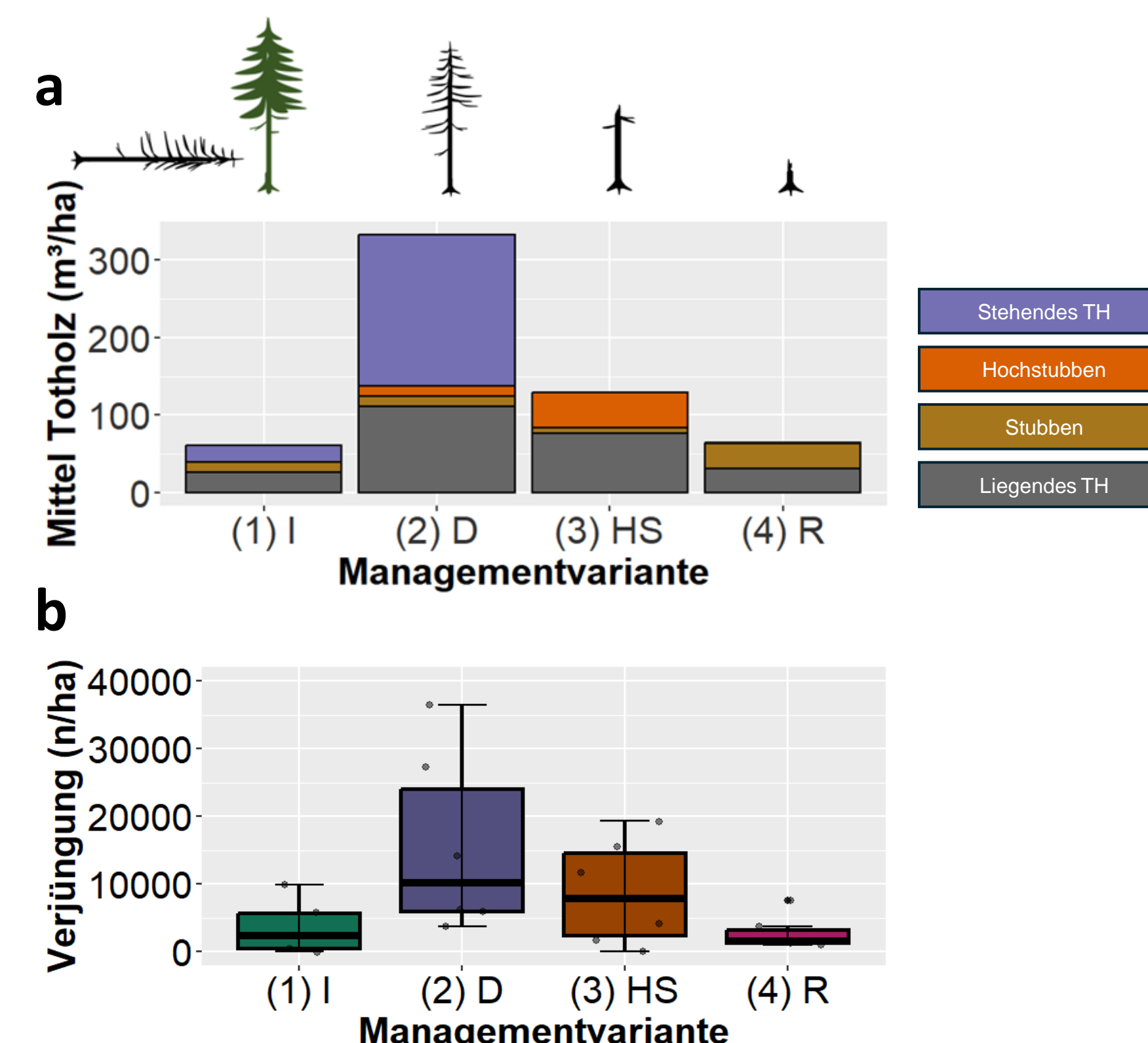


Abb. 3: (a) Totholzvolumen und (b) Verjüngungsdichten im Südharz und Thüringer Wald (vorläufige Ergebnisse) in den Managementvarianten *Intakte Fichte* (I), *Dürrständer* (D), *Hochstubben* (HS) und *Räumung* (R).

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.

Besuchen Sie gerne unsere Website für weitere Informationen!



Gefördert durch:

