

# Brandrisiko und Feuerverhalten in mitteleuropäischen Wäldern – Ergebnisse aus dem Projekt ErWiN

**Michael Ewald**, Pia Labenski, Anne Gnilke, Tanja Sanders & Fabian Fassnacht





# Das ErWiN Projekt

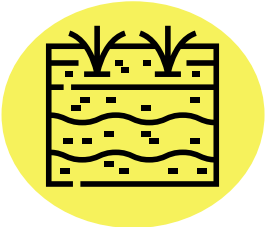
WÄHREND



AP 2: Brennstofftypen und Feuer-Ausbreitungsmodelle (KIT-IfGG)



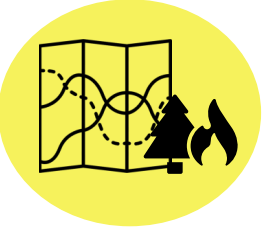
AP 3: Maßnahmenkatalog für Feuerwehren (IdF-NRW)



AP 4: Oberbodenzustand nach Waldbränden (LFE)



VOR

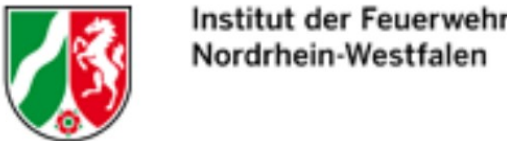


AP 1: Räumlich hochaufgelöste Waldbrand-Risikokarten (TI-WO)



AP 5: Waldbauliche Ansätze für die Regeneration von Brandflächen (KIT-ITAS)

NACH



# Das ErWiN Projekt



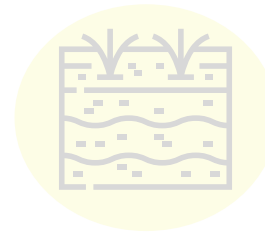
WÄHREND



**AP 2: Brennstofftypen und Feuer-Ausbreitungsmodelle (KIT-IfGG)**



**AP 3: Maßnahmenkatalog für Feuerwehren (IdF-NRW)**



**AP 4: Oberbodenzustand nach Waldbränden (LFE)**



VOR



**AP 1: Räumlich hochaufgelöste Waldbrand-Risikokarten (TI-WO)**

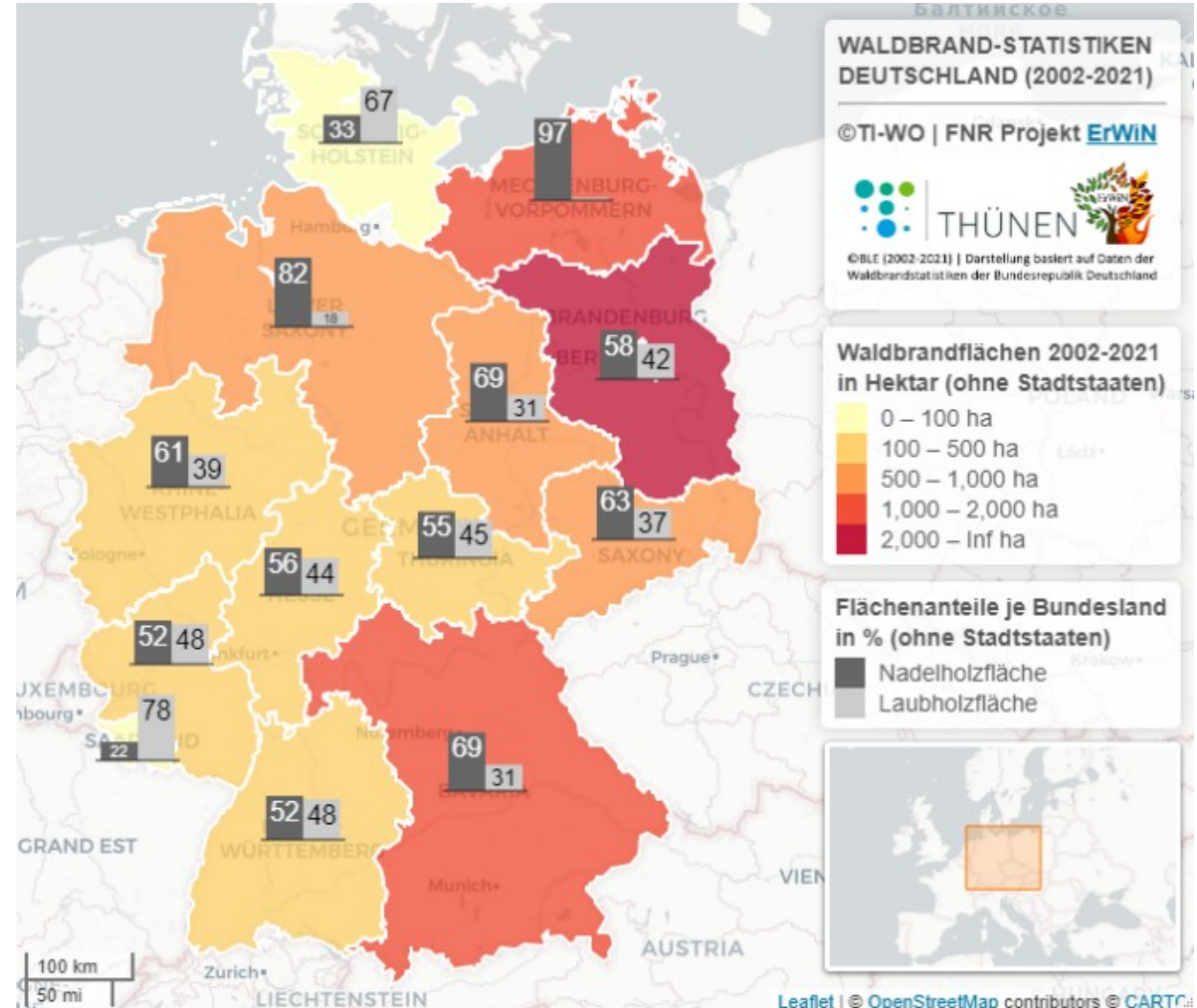


**AP 5: Waldbauliche Ansätze für die Regeneration von Brandflächen (KIT-ITAS)**

NACH

# Waldbrandhistorie Deutschland 2002 - 2021

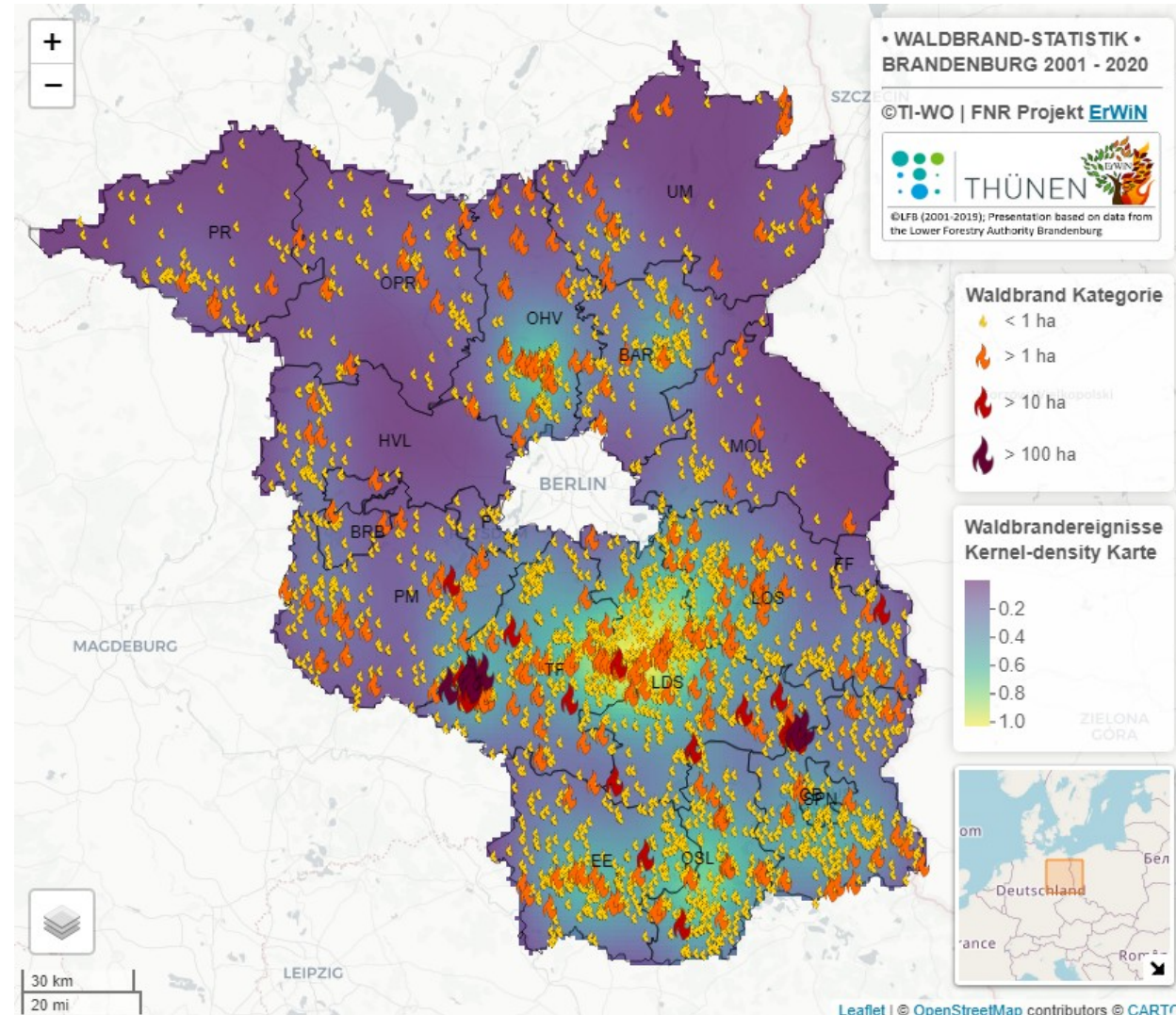
- **Brandenburg** ist bundesweit am häufigsten von Waldbränden betroffen
- Bundesländer mit hohem Nadelwaldanteil sind stärker von Waldbränden betroffen



Gnilke A, Sanders TGM (2021) Waldbrandhistorie in Deutschland (2001-2020). Project Brief Thünen Institut für Waldökosysteme 2021/32, DOI:10.3220/PB1636642797000 [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn064173.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn064173.pdf)

# Waldbrandhistorie Brandenburg 2001 - 2020

- Schwerpunkt in strukturarmen **Kiefernbeständen** auf trockenen und ärmeren Sandstandorten
- Ein Drittel der Brände und die Hälfte der zerstörten Flächen durch **menschliches Fehlverhalten**
- Häufung in **Siedlungsnähe**; besondere Gefahrenlage durch Munitionsbelastung





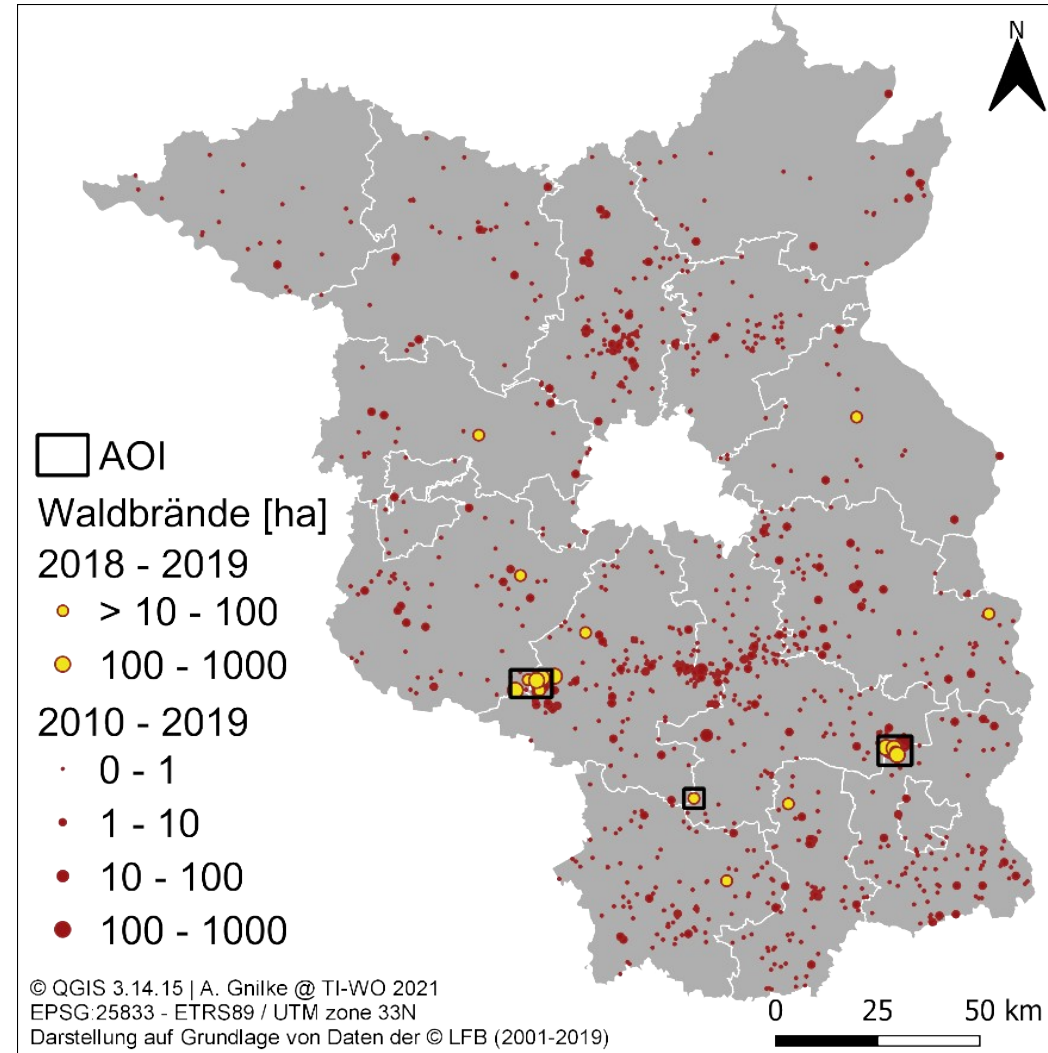
# Waldbrandintensität / Schadausmaß

Einfluss von Waldstruktur und -  
zusammensetzung auf die Entwicklung und  
das Schadausmaß von Waldbränden in  
Kiefernbeständen

Aufnahmen auf drei Waldbrandflächen in  
Südbrandenburg:

- Treuenbrietzen (2018, 404 ha)
- Altsorgefeld (2019, 15 ha)
- Lieberose (2019, 121 ha)

- Kiefer einschichtig
- Kiefer mehrschichtig
- Kiefer-Eiche
- Kiefer-Laubholz
- Roteiche



# Waldbrandintensität / Schadausmaß

- Kiefernreinbestände mit signifikant höheren Brandschäden
- Abnahme der Brandschädigung mit zunehmenden Laubholzanteil

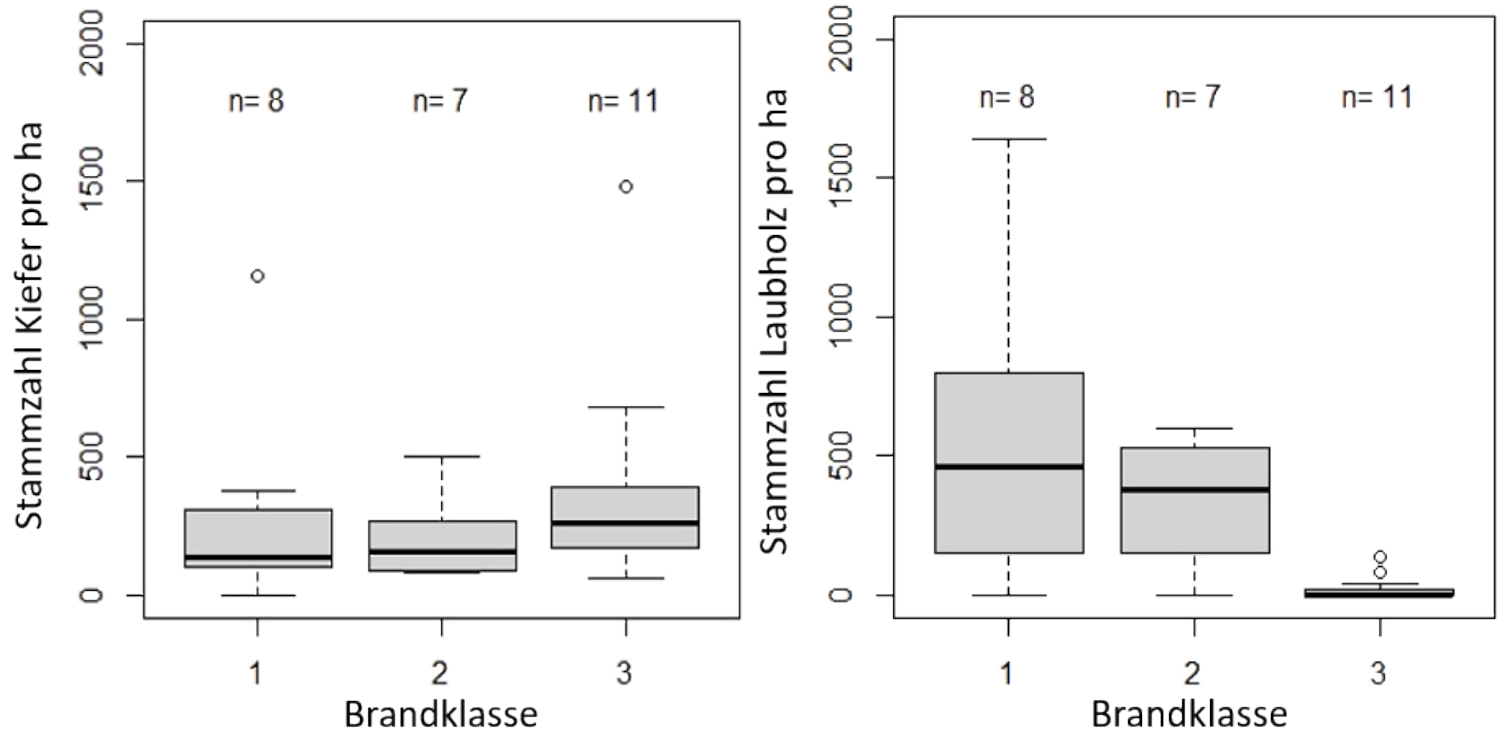
Brandklassen nach Adámek et al. (2016):

1 = teilweise unverbrannt

2 = mittlere Verkohlungshöhe  $\leq 2$  m

3 = mittlere Verkohlungshöhe  $> 2$  m

wobei in den Brandklassen 2 und 3 alle Bäume am Plot  $> 0$  m



Gnilke A, Liesegang J, Sanders TGM (2022) Waldbrandprävention durch waldbauliche Maßnahmen. Project Brief Thünen Institut 2022/24, DOI:10.3220/PB1658237571000 [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn065094.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn065094.pdf)



# Brennmaterialien

**Waldbrandverhalten** wird durch vorhandene **Brennmaterialien** und deren Eigenschaften beeinflusst:

- Brennmaterialfeuchte
- Größe und Form
- Menge
- Chemische Eigenschaften
- Räumliche Anordnung

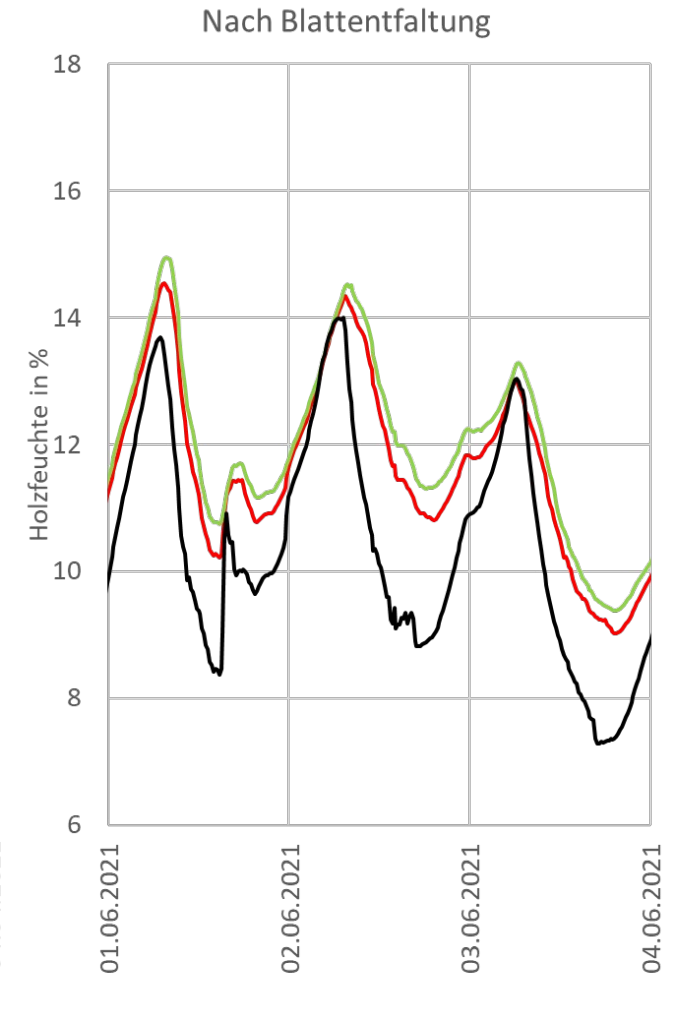
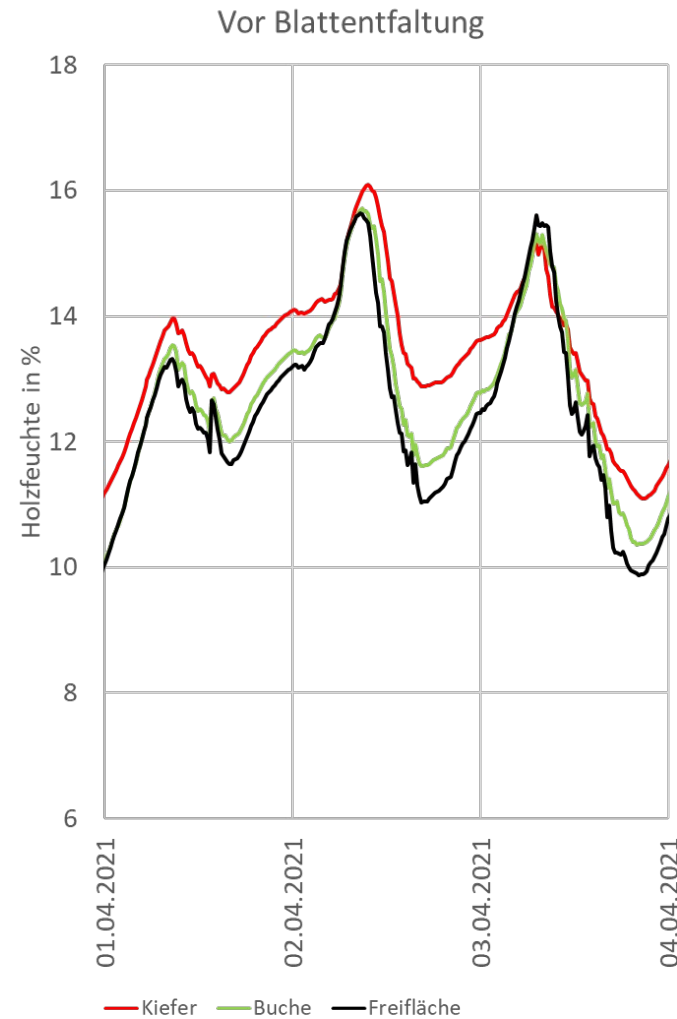




# Brennmaterialfeuchte

Feldversuche an drei Standorten  
Tagesgänge der drei Standorte:

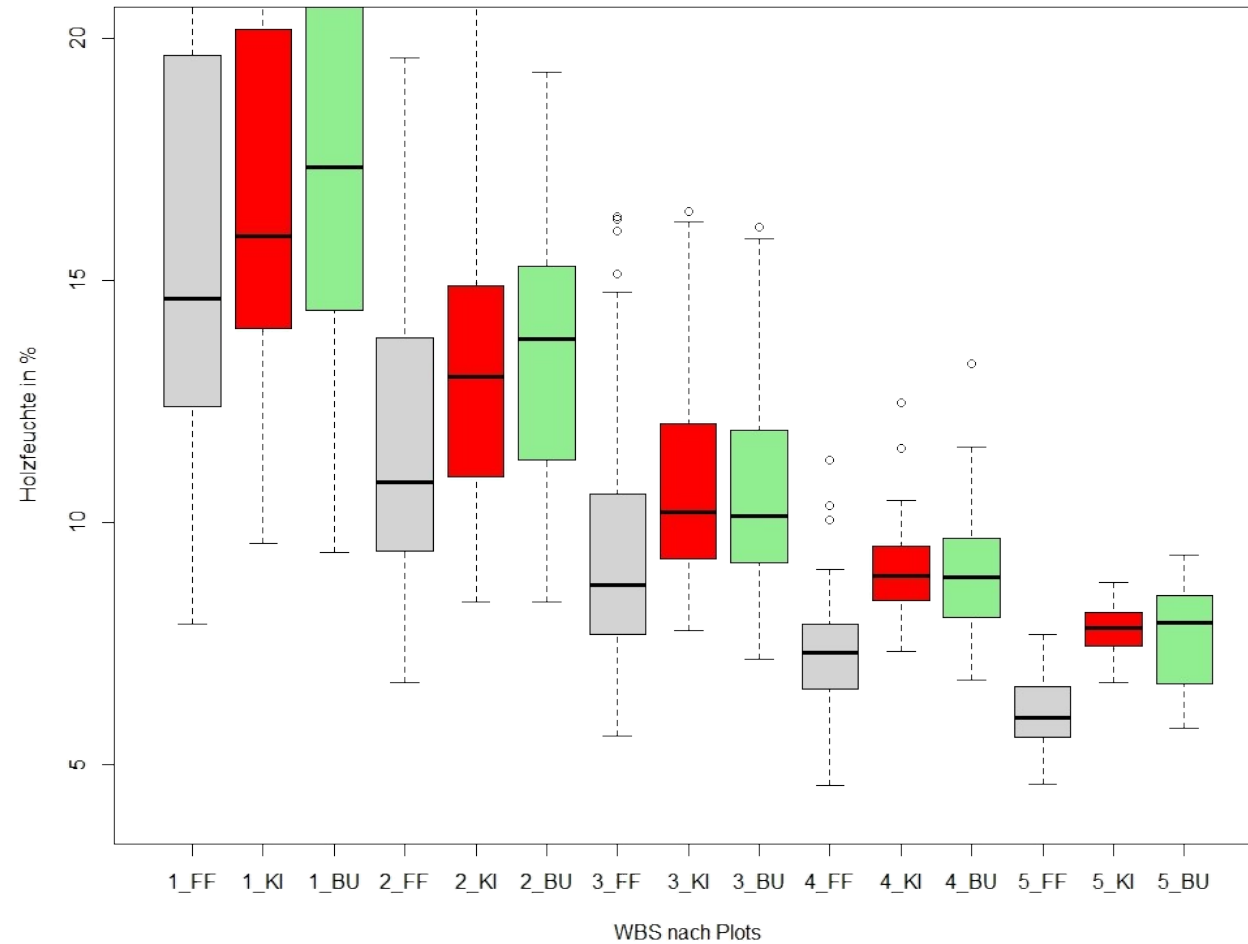
Freiland, **Buche**, **Kiefer**



# Brennmaterialfeuchte

Tagesmininima der Brennmaterialfeuchte (2021 und 2022, März-Sept) sortiert nach Waldbrandstufe (WBS) und Standort Freifläche (FF), Kiefer (KI), Buche (BU)

→ Beziehung zwischen Waldbrandgefahrenstufe & Brennmaterialfeuchte

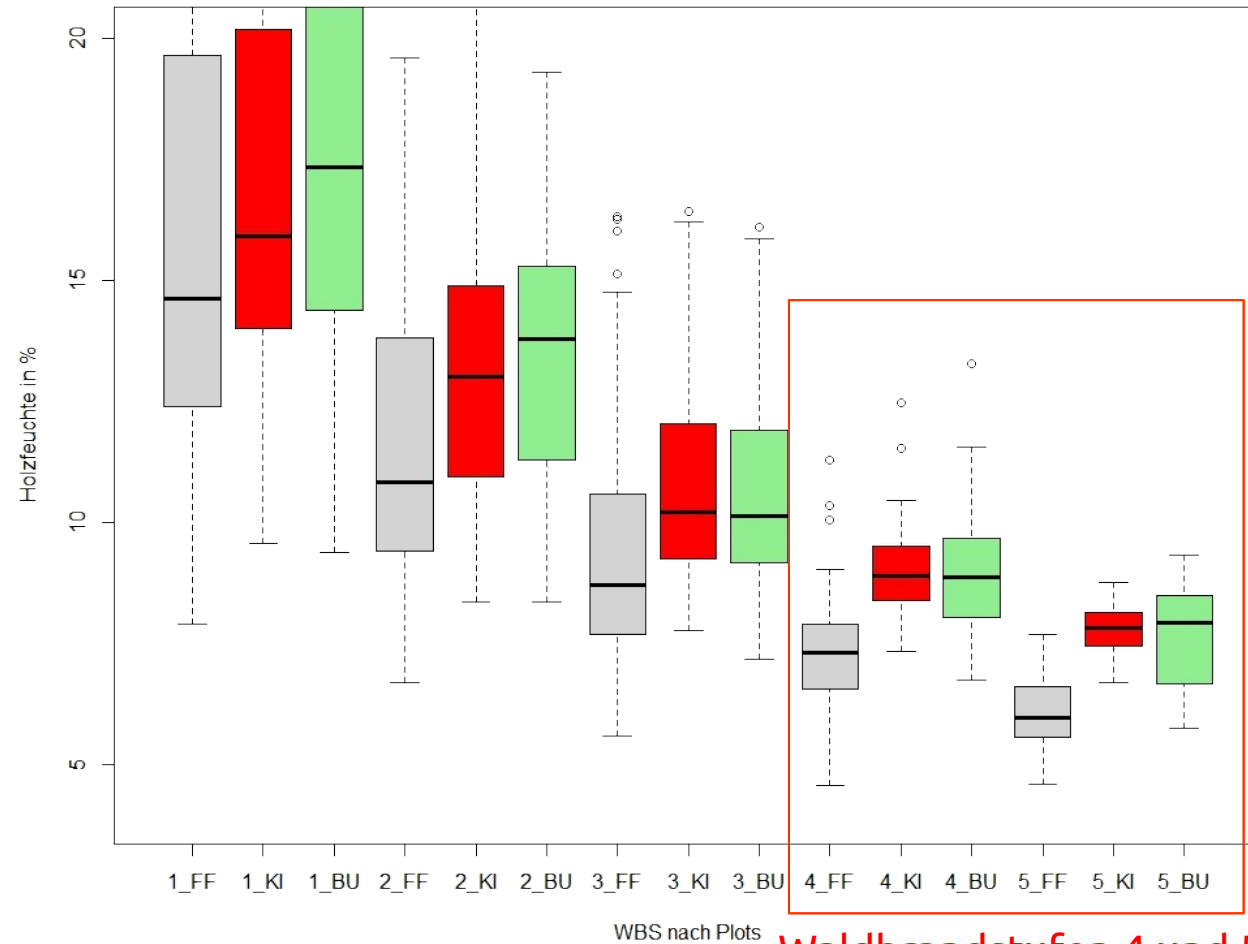




# Brennmaterialfeuchte

Tagesminima der Brennmaterialfeuchte (2021 und 2022, März-Sept) sortiert nach Waldbrandstufe (WBS) und Standort Freifläche (FF), Kiefer (KI), Buche (BU)

- Beziehung zwischen Waldbrandgefahrenstufe & Brennmaterialfeuchte
- Kaum Unterschiede zwischen Kiefer und Buche in den beiden höchsten WBS



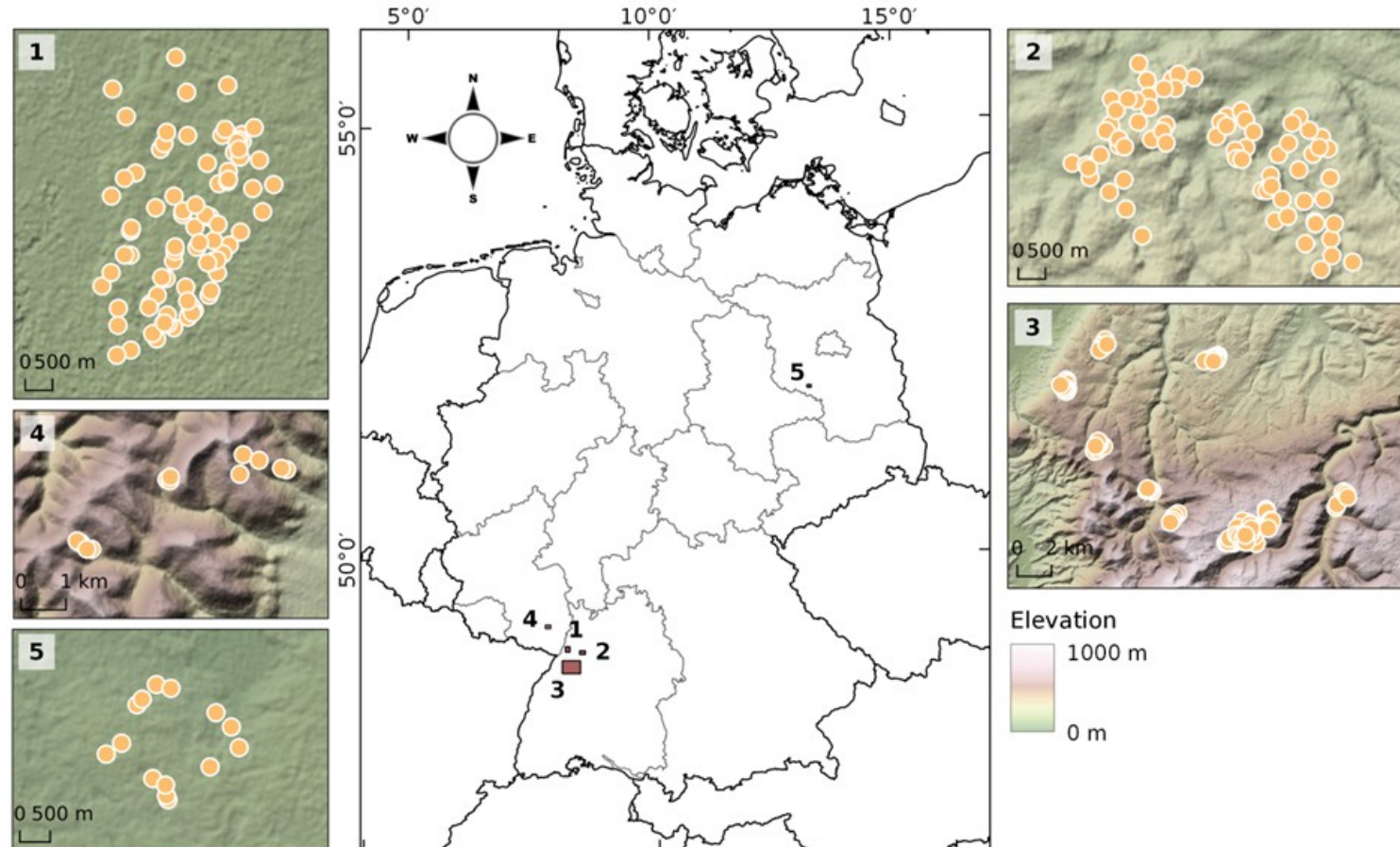
Waldbrandstufen 4 und 5

# Brennmaterialmenge

## Daten von 167 Feldinventuren

Waldtyp nach  
dominierender Baumart in  
der Baumschicht  
einige Mischbestände

- Buche, Eiche & Douglasie  
hauptsächlich aus dem  
Oberrheintal und dem  
Kraichgau
- Tanne und Fichte aus dem  
Nord-Schwarzwald,  
montane Zone
- Kiefer aus Brandenburg  
und dem Pfälzer Wald



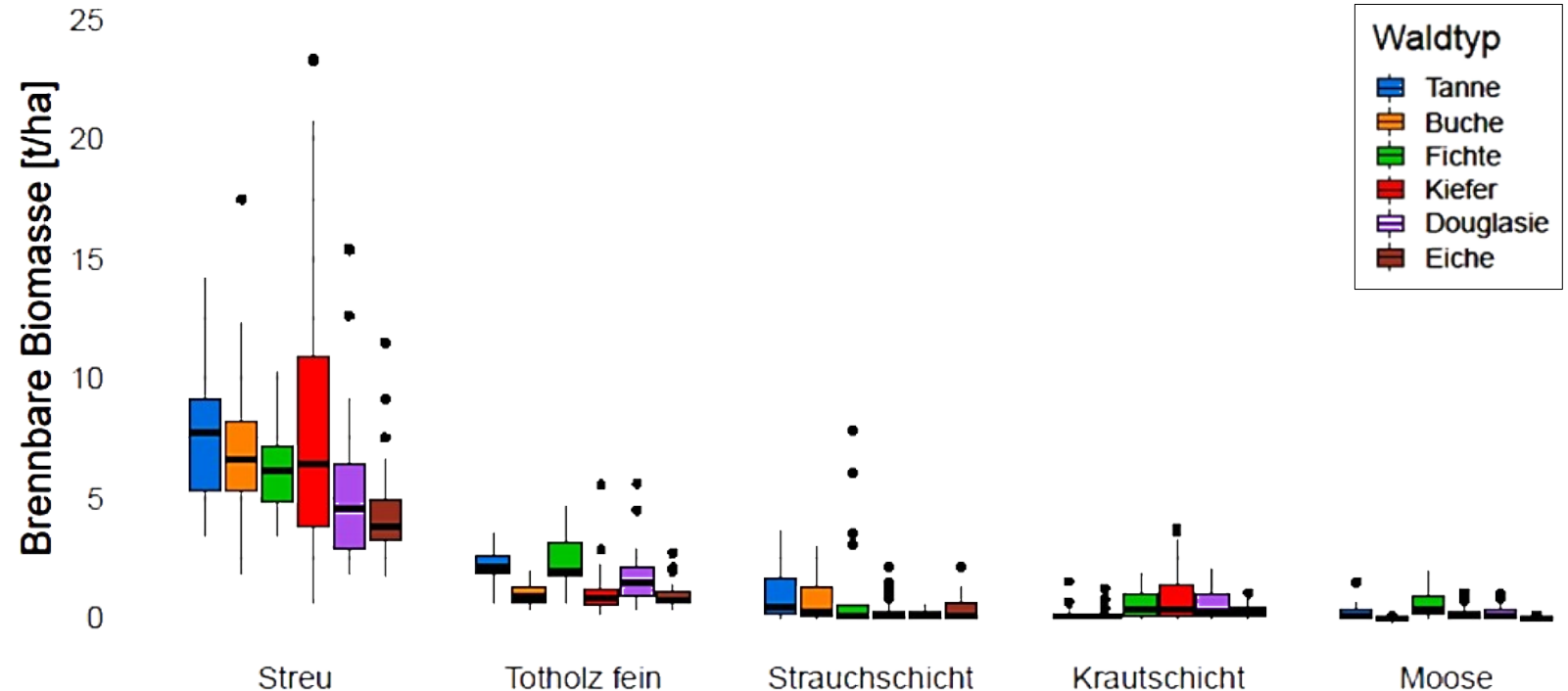
Labenski, P., Ewald, M., Schmidlein, S., Fassnacht, F., 2022. Classifying Surface Fuel Types Based on Forest Stand Photographs and Satellite Time Series Using Deep Learning." International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 109: 102799. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2022.102799>.



# Brennmaterialmenge

## Feine Brennmaterialien - Biomasse in unterschiedlichen Waldtypen

- Feine Brennmaterialien mit besonderer Bedeutung für die Feuerausbreitung
- **Hoher Anteil von Streu** (ohne Totholz)
- Quantitativ geringe Relevanz von Totholz in ungestörten Waldbeständen



# Verbrennungseigenschaften - Blattstreu

## Laborexperimente mit dem Cone Kalorimeter

- 16 unterschiedliche Blattstreutypen
- N = 5
- Schichtdicken 15 – 30 mm



## Gemessene Verbrennungseigenschaften

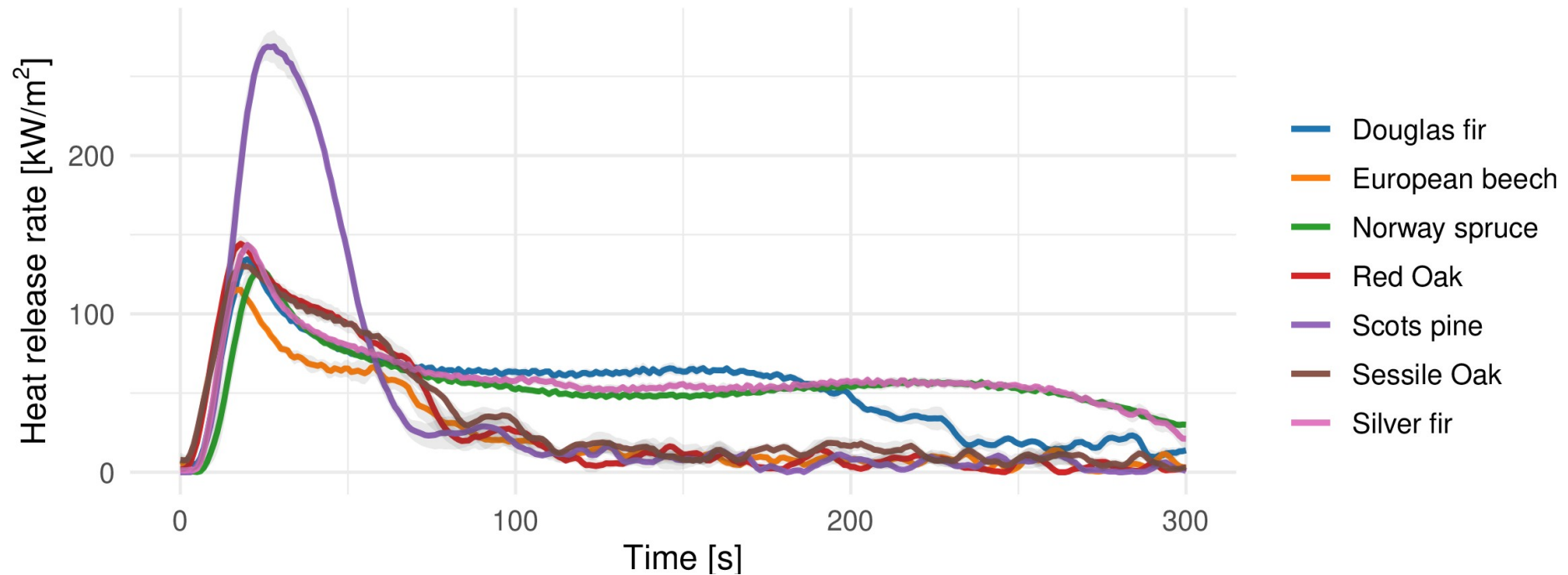
- Entzündungszeit
- Branddauer
- Maximale Wärmefreisetzungsrate
- Gesamtwärmefreisetzung
- Verbrennungsrückstand





# Verbrennungseigenschaften - Blattstreu

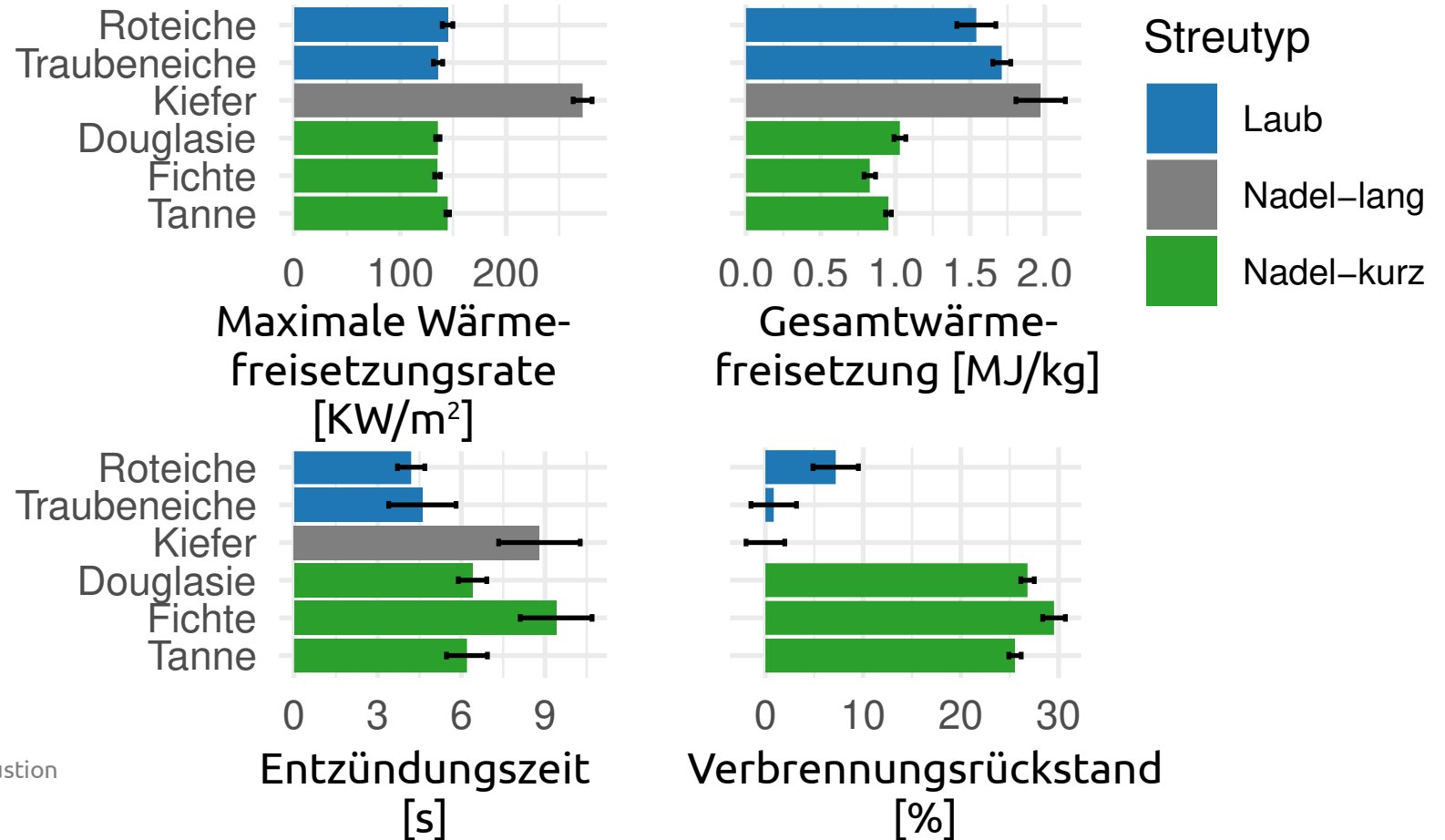
- **Blattform bestimmt Verbrennungsverhalten**
- Nadelstreu der Waldkiefer mit höchster maximaler Wärmefreisetzungsrate
- Lange Verbrennungsdauer bei niedriger Intensität für kurze Nadelstreu



Ewald M., Labenski P., Westphal E., Metzsch-Zilligen E., Großhauser M., Fassnacht F. E. (2023) Leaf litter combustion properties of Central European tree species, Forestry (akzeptiert)

# Verbrennungseigenschaften - Blattstreu

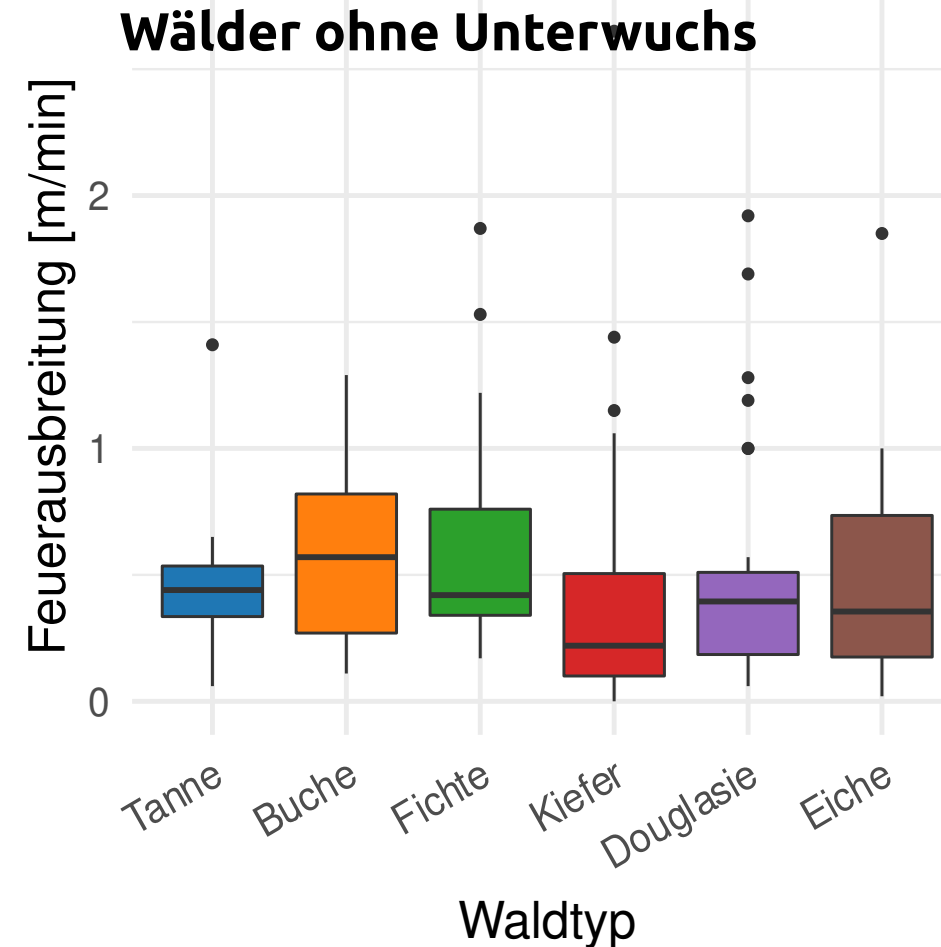
- Laubstreu leicht entflammbar → schnelle Feuerausbreitung möglich
- Unvollständige Verbrennung von kurzer Nadelstreu, vermutlich aufgrund hoher Lagerungsdichte und geringer Porosität



Ewald M., Labenski P., Westphal E., Metzsch-Zilligen E., Großhauser M., Fassnacht F.E. (2023) Leaf litter combustion properties of Central European tree species, Forestry (akzeptiert)

# Modellierte Feuerausbreitung

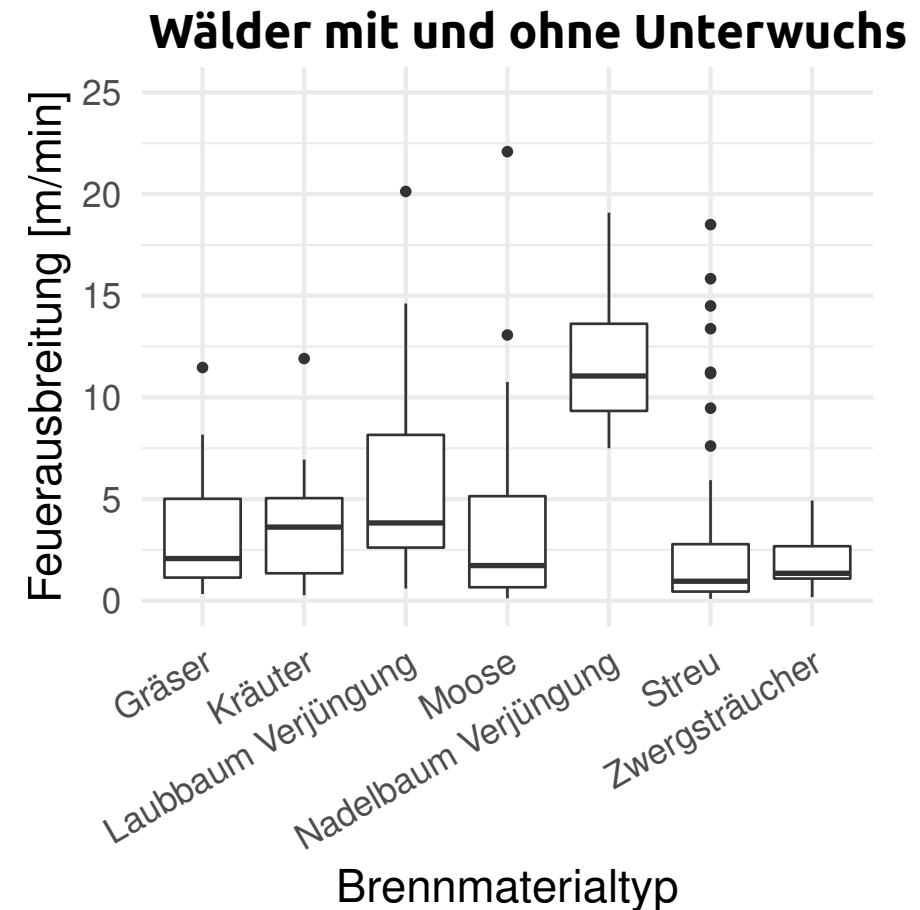
- Modellierung mit dem Rothermel Modell
- Verwendung von Daten aus Brennmaterialinventuren (Folie 13)
- Simulation von extremer Trockenheit und leichtem Wind (~ 15 km/h)
- Wälder ohne Unterwuchs → Feuerausbreitung in der Streuschicht
- **Geringe Ausbreitungsgeschwindigkeiten** → Brände sind kontrollierbar
- Unterschätzung der Feuerausbreitung für Kiefernstreu?





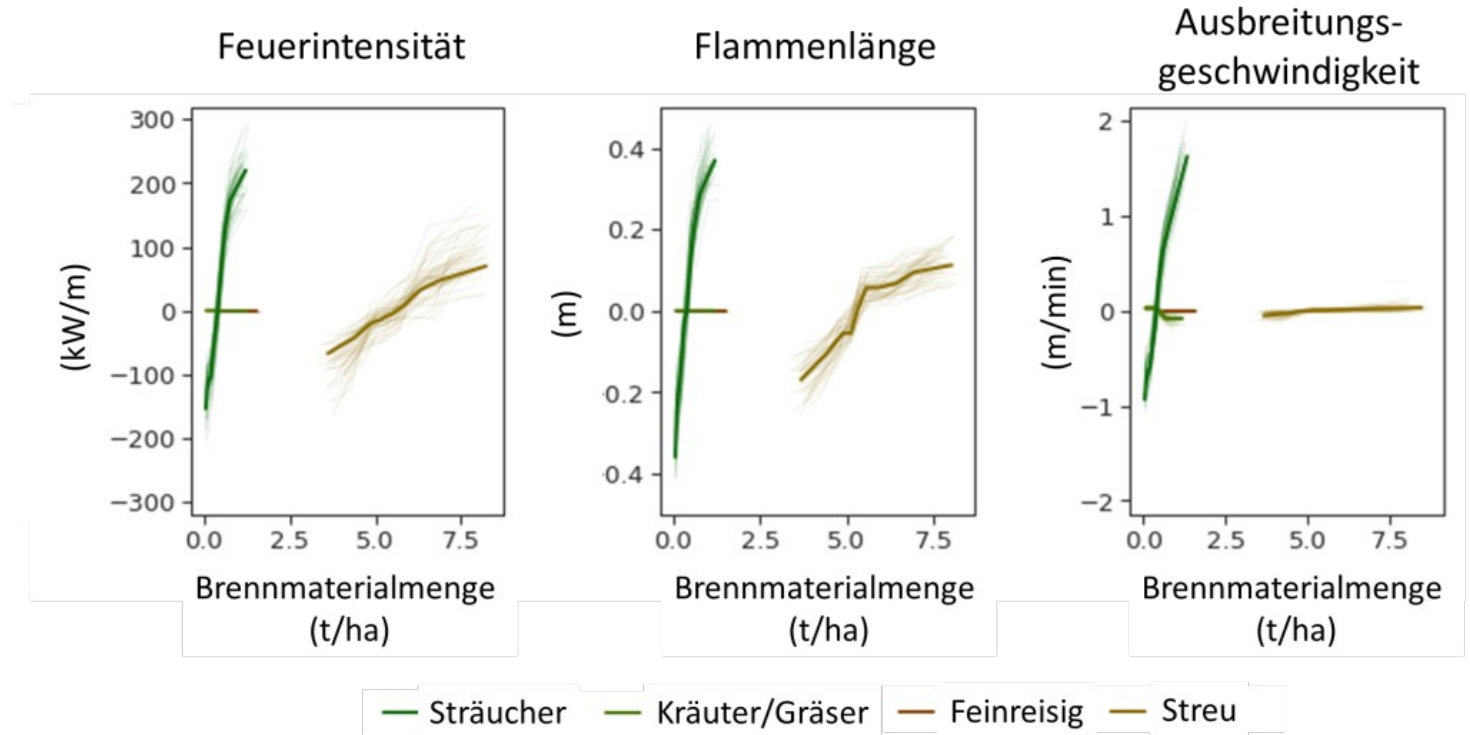
# Modellierte Feuerausbreitung

- Modellierung mit dem Rothermel Modell
- Verwendung von Daten aus Brennmaterialinventuren (Folie 13)
- Simulation von extremer Trockenheit und leichtem Wind (~ 15 km/h)
- Modellierter Feuerausbreitungsgeschwindigkeit stark abhängig vom **Unterwuchs**
- Unter extremer Trockenheit schnelle Ausbreitung in Naturverjüngung



# Modellierte Feuerausbreitung

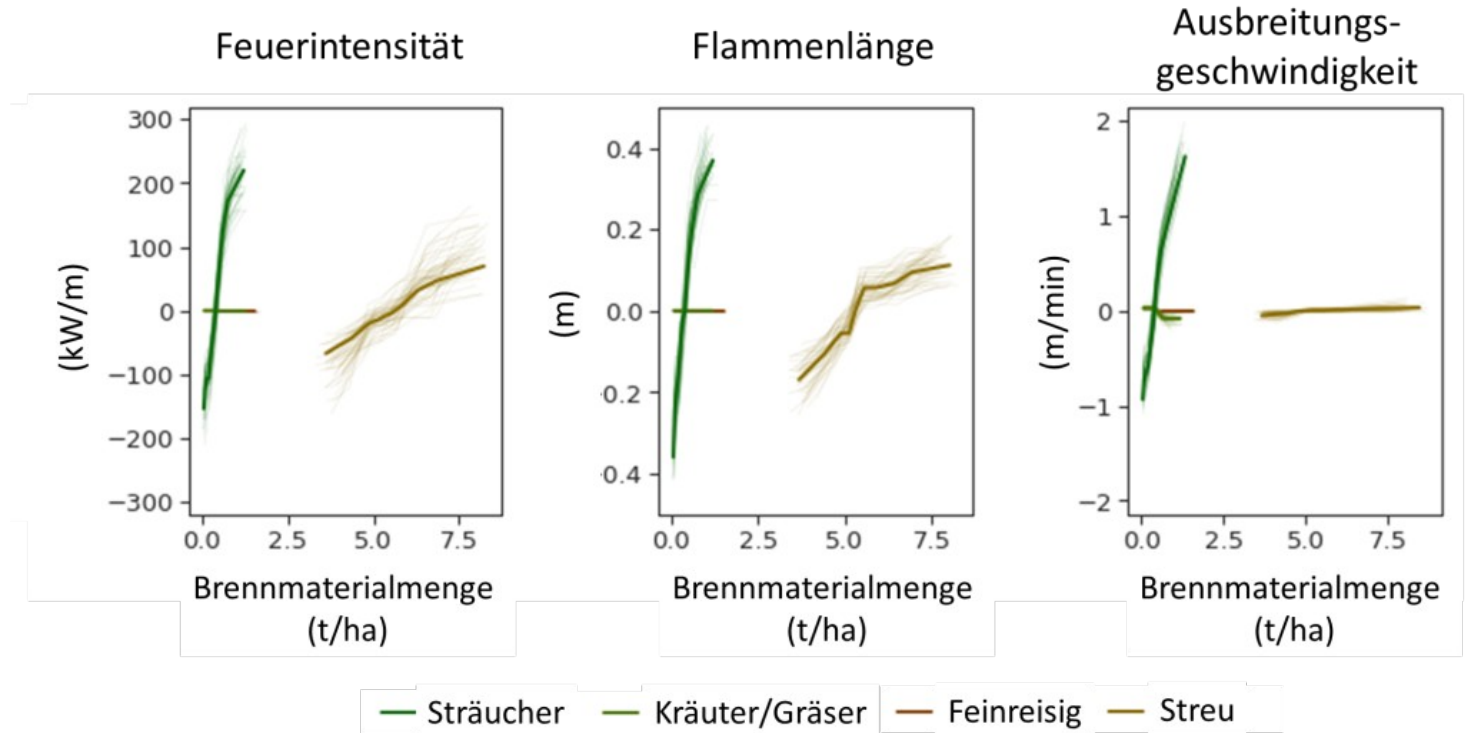
- Sensitivitätsanalyse deutet insb. auf hohe Bedeutung von feinen Brennmaterialien in der Strauchschicht hin
- Streubiomasse aufgrund hohem Anteil an gesamter brennbarer Biomasse auch von Bedeutung



Labenski, P., Ewald M., Schmidlein S., Heinsch F.A., Fassnacht F.E. (2023): Mapping surface fuel loads for fire modelling in temperate forests using airborne lidar and Sentinel-2: potential and limitations (im Review)

# Modellierte Feuerausbreitung

- Sensitivitätsanalyse deutet insb. auf hohe Bedeutung von feinen Brennmaterialien in der Strauchschicht hin
- Streubiomasse aufgrund hohem Anteil an gesamter brennbarer Biomasse auch von Bedeutung
- **Validierungsdaten fehlen für Mitteleuropa → Ergebnisse mit beschränkter Aussagekraft**
- **Notwendigkeit von Realbrandversuchen**

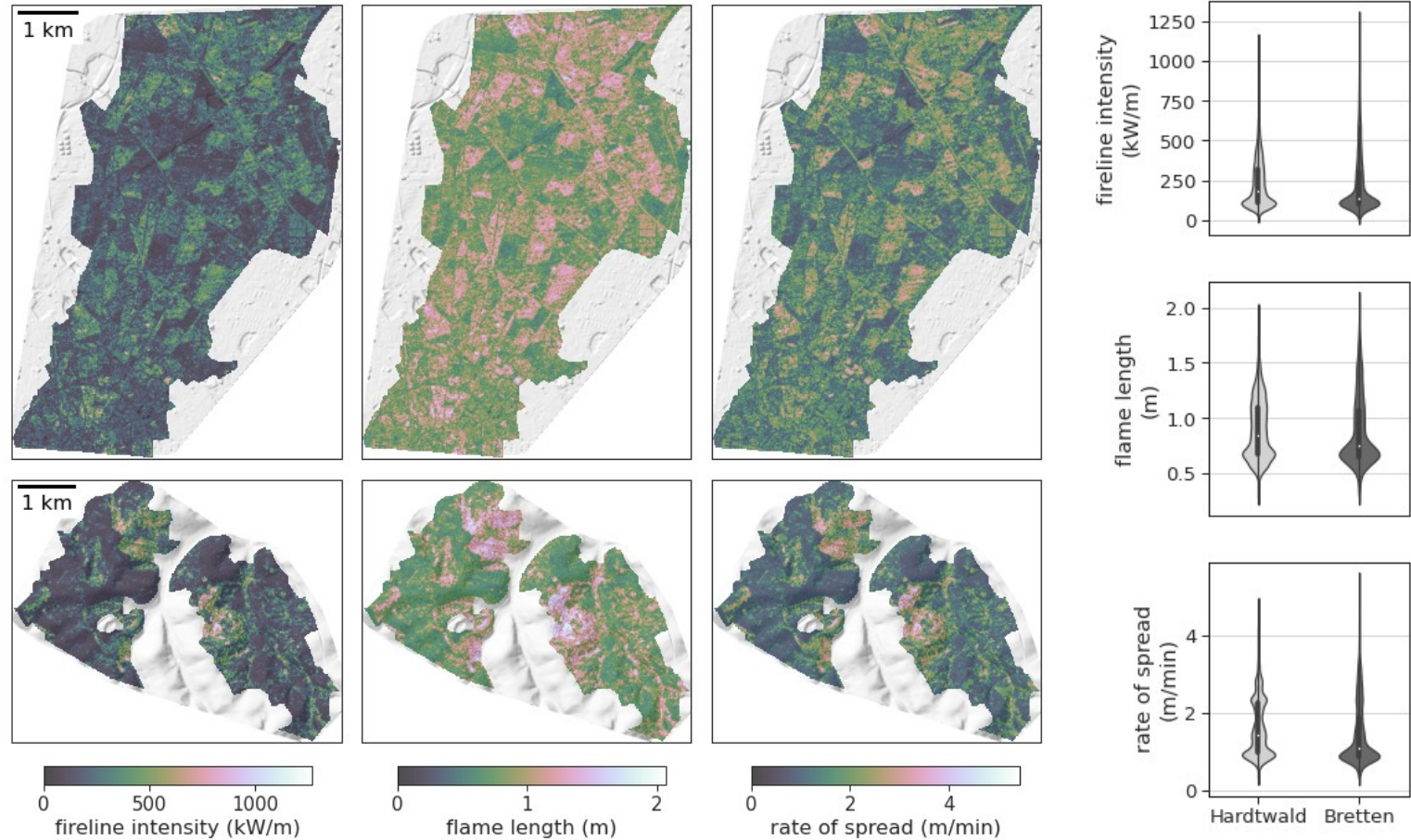


Labenski, P., Ewald M., Schmidlein S., Heinsch F.A., Fassnacht F.E. (2023): Mapping surface fuel loads for fire modelling in temperate forests using airborne lidar and Sentinel-2: potential and limitations (im Review)



# Waldbrandgefahrenkarten

- Brennmaterialkartierung mit Fernerkundung (hier: Sentinel-2 & Airborne LiDAR)
- Anschließende Modellierung des potentiellen Brandverhaltens
- Mehr Infos in der Posteraustellung → Labenski et al.

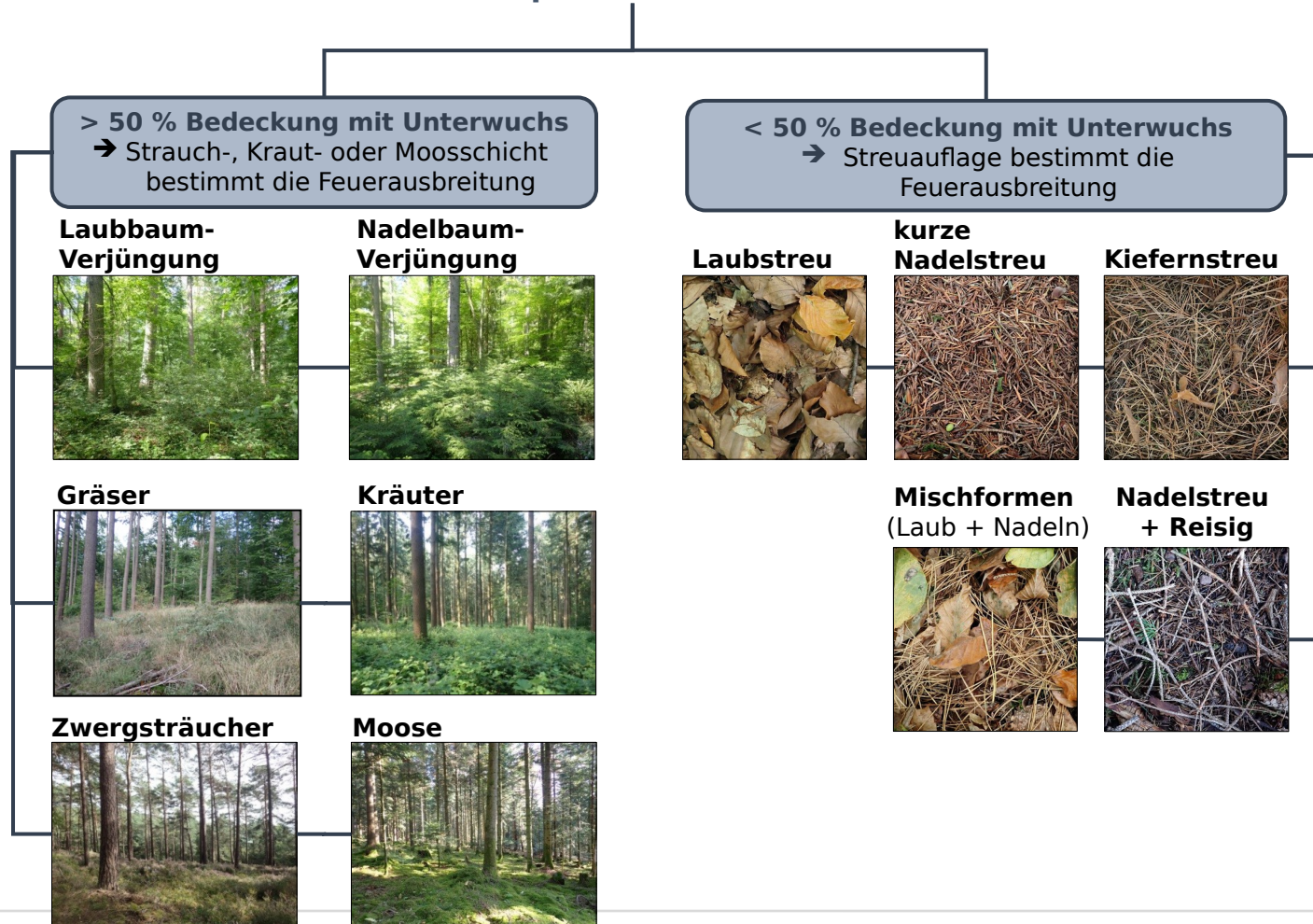


Labenski, P., Ewald M., Schmidlein S., Heinsch F.A., Fassnacht F.E. (2023): Mapping surface fuel loads for fire modelling in temperate forests using airborne lidar and Sentinel-2: potential and limitations (im Review)

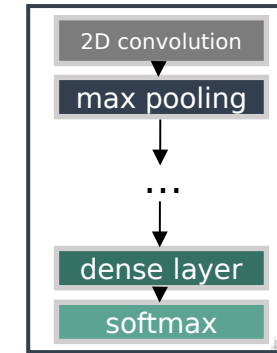
# Erkennung von Brennmaterialtypen

## Brennmaterialtypen für mitteleuropäische Waldbestände

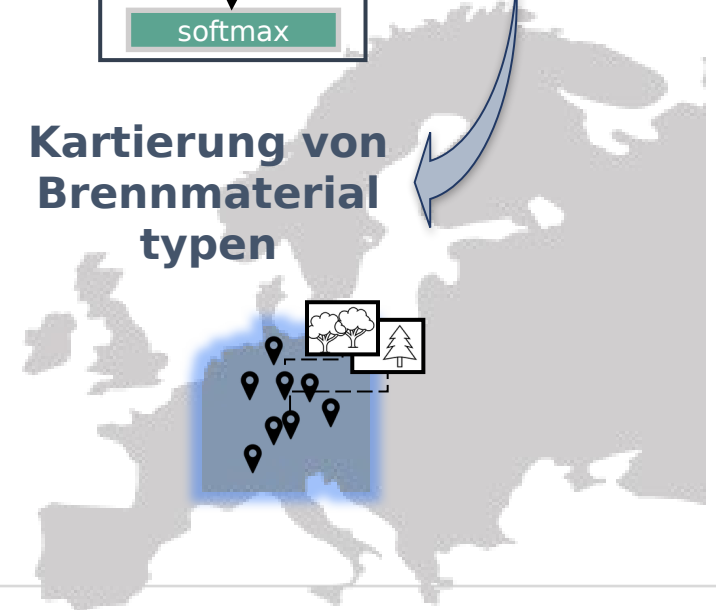
## Automatische Identifizierung basierend auf Waldfotos



### Deep Learning - Modell

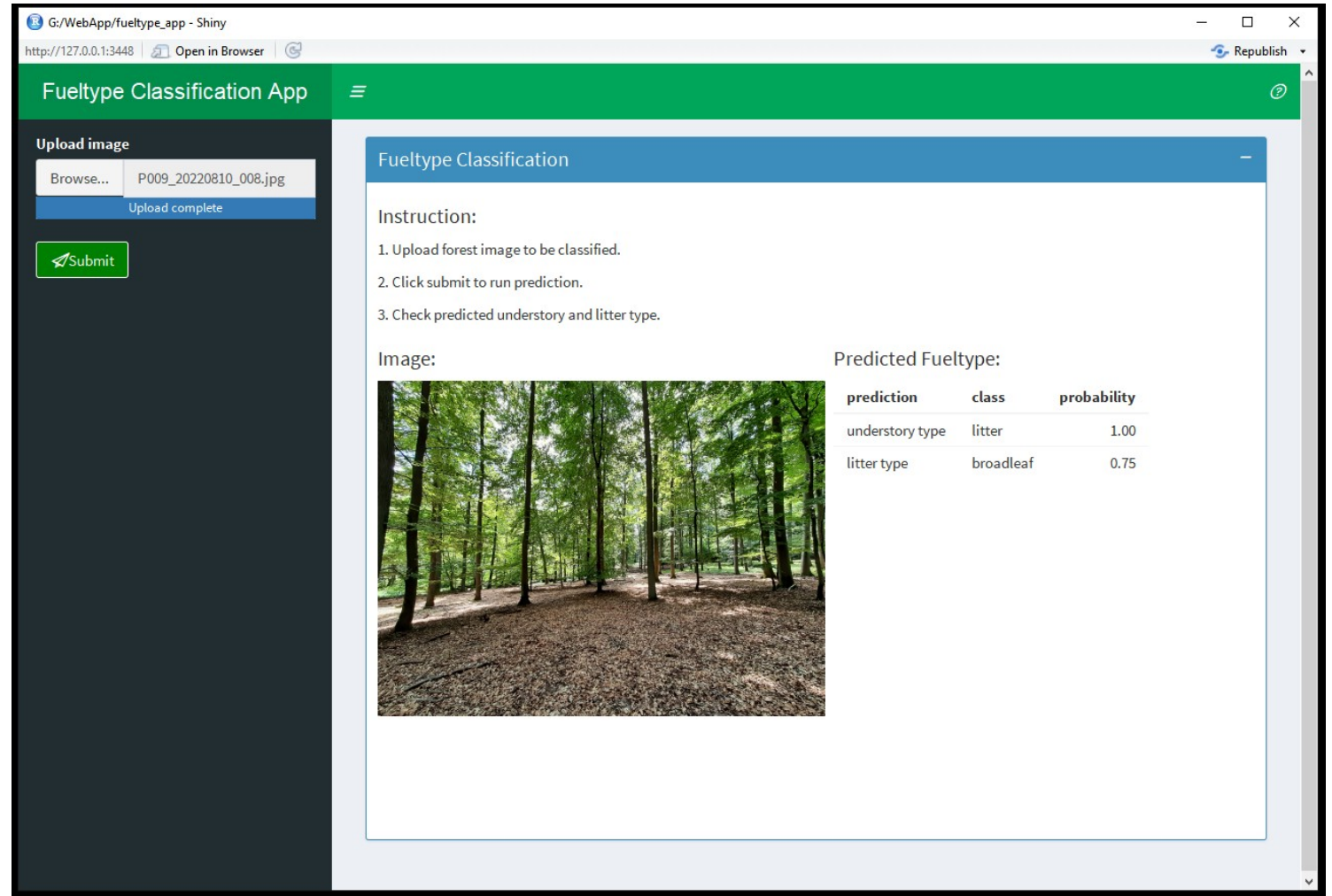


### Kartierung von Brennmaterialtypen



# Erkennung von Brennmaterialtypen

- Automatische Erkennung könnte mit Hilfe eine Web- oder Smartphone-App erfolgen
- Könnte Informationen zum potentiellen Brandverhalten (z.B. für Förster) bereitstellen



The screenshot shows a web browser window displaying the 'Fuelype Classification App'. The interface includes an 'Upload image' section with a file selection button, a file name 'P009\_20220810\_008.jpg', and a 'Submit' button. The main content area, titled 'Fuelype Classification', contains instructions: '1. Upload forest image to be classified.', '2. Click submit to run prediction.', and '3. Check predicted understory and litter type.' Below the instructions is an image of a forest floor covered in brown leaves. To the right of the image is a table titled 'Predicted Fuelype:' with the following data:

prediction	class	probability
understory type	litter	1.00
litter type	broadleaf	0.75



# Schlussfolgerungen für die Praxis



- Erhöhung des **Laubbaumanteils** in Kiefernwäldern
- Bestände mit hoher **Kronendeckung** fördern
- Flächendeckende Maßnahmen zur Kontrolle von Brennmaterialien nicht möglich. Denkbar wäre aber:
  - Kontrolle von Unterwuchs in kritischen Bereichen
  - Mähen der Ränder von Waldwegen
- **Wissen** über Waldbrandverhalten weiter **vertiefen**

# Vielen Dank für die Aufmerksamkeit



Pia Labenski  
Michael Ewald



Anne Gnilke  
Tanja Sanders



Fabian Fassnacht



[www.erwin.thuenen.de](http://www.erwin.thuenen.de)

