

# Waldzustandsmonitor

Daniel Doktor, Sebastian Preidl, Maximilian Lange,  
Anne Reichmuth, Gundula Schulz, Andreas Schmidt,  
Steffen Lehmann

Halle, 07. Oktober 2022

AK Fernerkundung

Wissenstransferprojekt „Waldzustandsmonitor“



Getty Images, iStockphoto, AVTG

## Massive Schäden - Einsatz für die Wälder

Stürme, die extreme Dürre, überdurchschnittlich viele Waldbrände und Borkenkäferbefall – das hat den Wäldern in Deutschland in den vergangenen zwei Jahren immens zugesetzt. Setzt sich die trockene Wetterlage fort, stehen die Wälder auch 2020 vor enormen Herausforderungen.



## Waldschäden bedingt durch Dürre, Schädlinge, Stürme:

- 285.000 Hektar müssen wiederbewaldet werden (2,5 % der Fläche)
- Fichte in den Flachlandregionen / Norddeutschland stärker geschädigt
- Aber auch potenziell natürliche Vegetation (Buche) teilweise geschädigt
- Wälder verloren in vergangenen Trockenjahren ihre Senkenfunktion und wurden zu einer Kohlenstoffquelle

Ciais, P. et al. (2005), 'Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003', NATURE 437(7058), 529-533.)

## Waldschäden bedingt durch Dürre, Schädlinge, Stürme:

- 285.000 Hektar müssen wiederbewaldet werden (2,5 % der Fläche)
- Fichte in den Flachlandregionen / Norddeutschland stärker geschädigt
- Aber auch potenziell natürliche Vegetation (Buche) teilweise geschädigt
- Wälder verloren in vergangenen Trockenjahren ihre Senkenfunktion und wurden zu einer Kohlenstoffquelle

Ciais, P. et al. (2005), 'Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003', NATURE 437(7058), 529-533.)



Quelle: bild.de



Quelle: Nationalparkverwaltung Hainich

## Waldschäden bedingt durch Dürre, Schädlinge, Stürme:

- 285.000 Hektar müssen wiederbewaldet werden (2,5 % der Fläche)
- Fichte in den Flachlandregionen / Norddeutschland stärker geschädigt
- Aber auch potenziell natürliche Vegetation (Buche) teilweise geschädigt
- Wälder verloren in vergangenen Trockenjahren ihre Senkenfunktion und wurden zu einer Kohlenstoffquelle

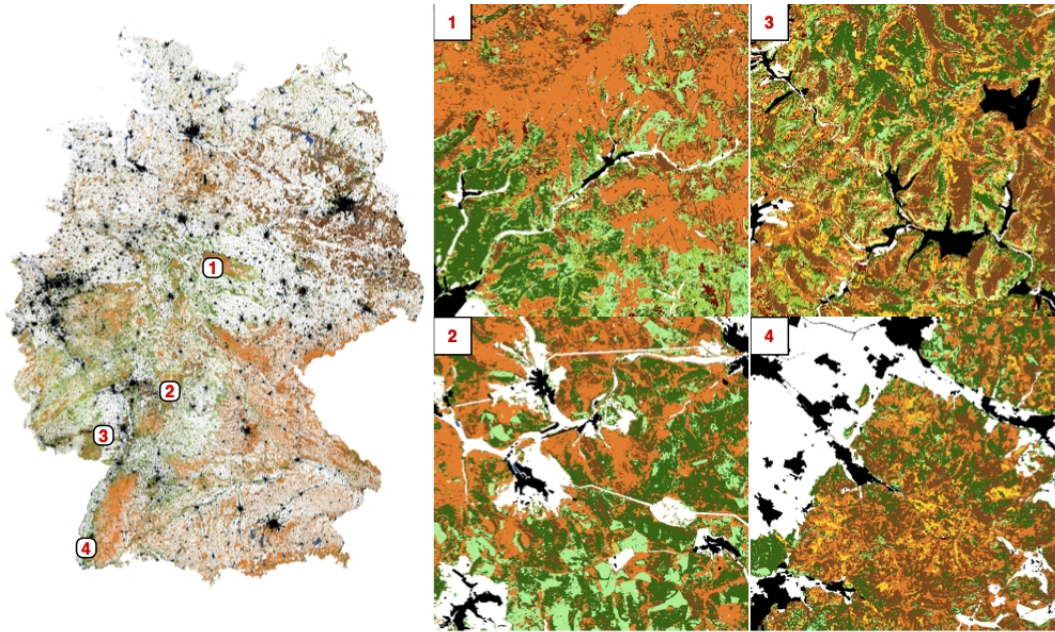
Ciais, P. et al. (2005), 'Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003', NATURE 437(7058), 529-533.)



## Instrumente für effizientes Risikomanagement für deutsche Wälder im Klimawandel nicht ausreichend:

- Uneinheitliche Erhebung der Schadenssituation (verschiedene Schlüssel / Klassen)
- Vergleichsweise lange Zeitintervalle (2 x pro Jahr) mit nachfolgender Zeitverzögerung der Schadensmeldung
- Nur geringe Flächenanteile werden beobachtet, z.B ganz Sachsen mit 283 Erhebungspunkten

# Kompetenz-Bündelung am UFZ - Flächenhaftes Monitoring



Preidl, 2021

## Flächenhaftes Monitoring der Landnutzung

- Klassifizierung von Baumarten: BfN-Projekt “Wakanaka” (  
<https://forschung-sachsen-anhalt.de/project/wakanaka-ermittlung-naturschutzbezogener-20953>  
)
- Klassifikation von 4 Laub- und Nadelbaumarten mit 75 % Genauigkeit

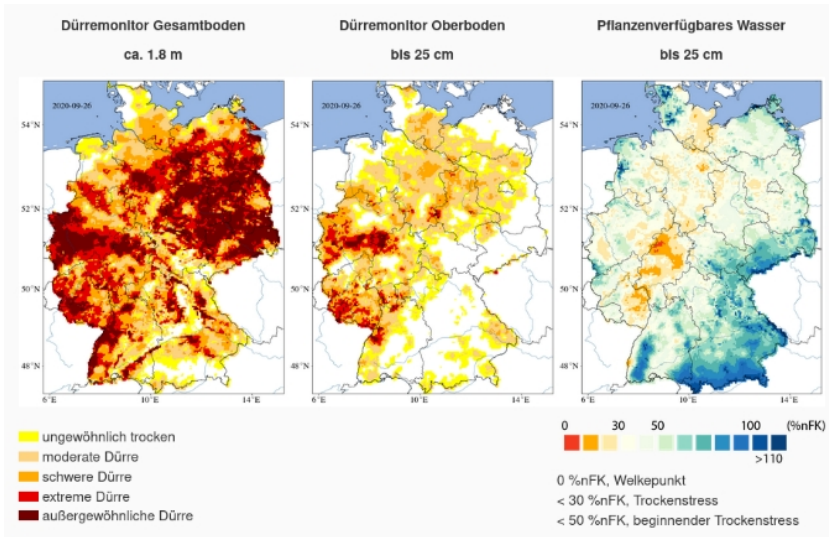
Preidl, S., Lange, M., Doktor, D. (2020). Introducing APiC for regionalised land-cover mapping on the national scale using Sentinel-2A imagery. REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT (240)

# Kompetenz-Bündelung am UFZ II

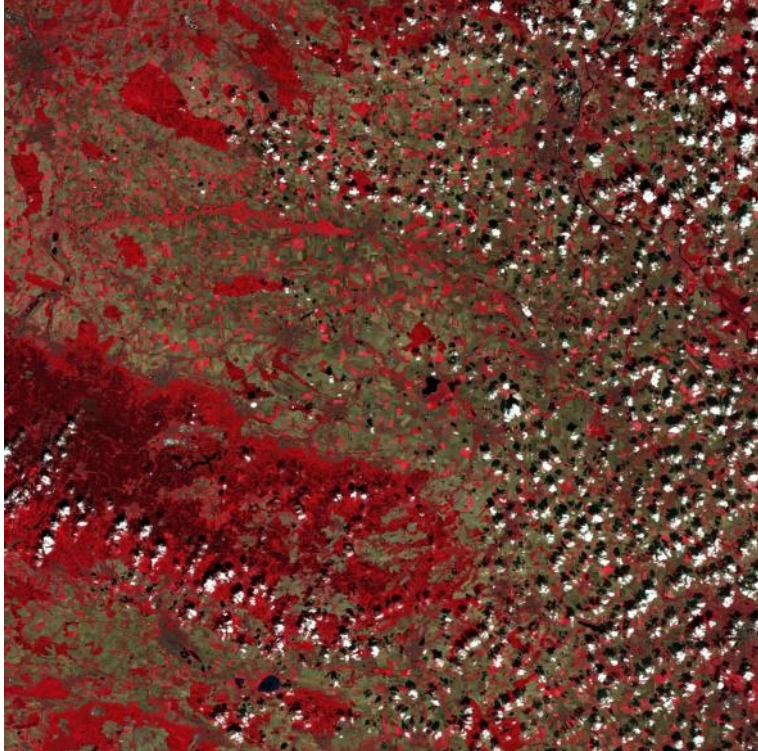
## - Öko-hydrologische Modellierung




- Statistisch-ökologisch, Artverbreitungsmodellierung
- Individuen-basiertes Modell zum Waldwachstum (FORMIND)
- Dürremonitor basierend auf hydrologischem Modell mHM



# Anforderungen Flächenmonitoring



Sentinel 2 a Aufnahme, 30. August 2016

- Seit 2016 neue Satellitengeneration der ESA mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung: Sentinel 2 mit 10-20 m (ca. 87 Mrd. Pixel Deutschland),  
 entsprechend hohe Anforderungen an Methodik und Technik
- Parallele Entwicklungen in Bereichen BigData, künstliche Intelligenz und IT-Infrastruktur

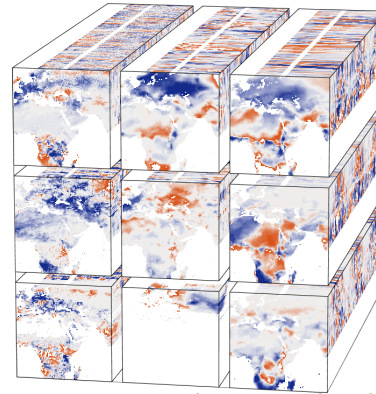


# Ziel

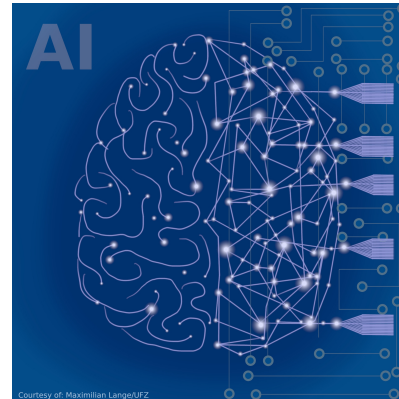
## Etablierung nationaler flächendeckender Waldzustandsmonitor

Flächendeckende Erfassung der Dynamik für

- Sofortmaßnahmen
- verbesserten Waldzustandsbericht
- Planungen



<https://www.earthsystemdatalab.net/>



Courtesy of Maximilian LangenITZ



# Zielgruppe, Bedarf an wissenschaftlichen Erkenntnissen

**Umwelt  
Bundesamt**

**LANUV**  
Kompetenz für ein  
lebenswertes Land

**BN**  
Bundesamt  
für Naturschutz

**W**  
DIE WALD  
EIGENTÜMER  
AGDW

Nationalpark Hainich



## Anforderungen der maßgeblichen Interessengruppen:

- Waldinformationssystem → AP 1 / 6
- Lagegenaue Identifikation Schäden → AP 2
- Baumartenverteilung, Phänologie → AP 3
- zeitnahe Bereitstellung Informationen → AP 2, 4, 6
- Früherkennung Borkenkäferbefall → AP 4, 6

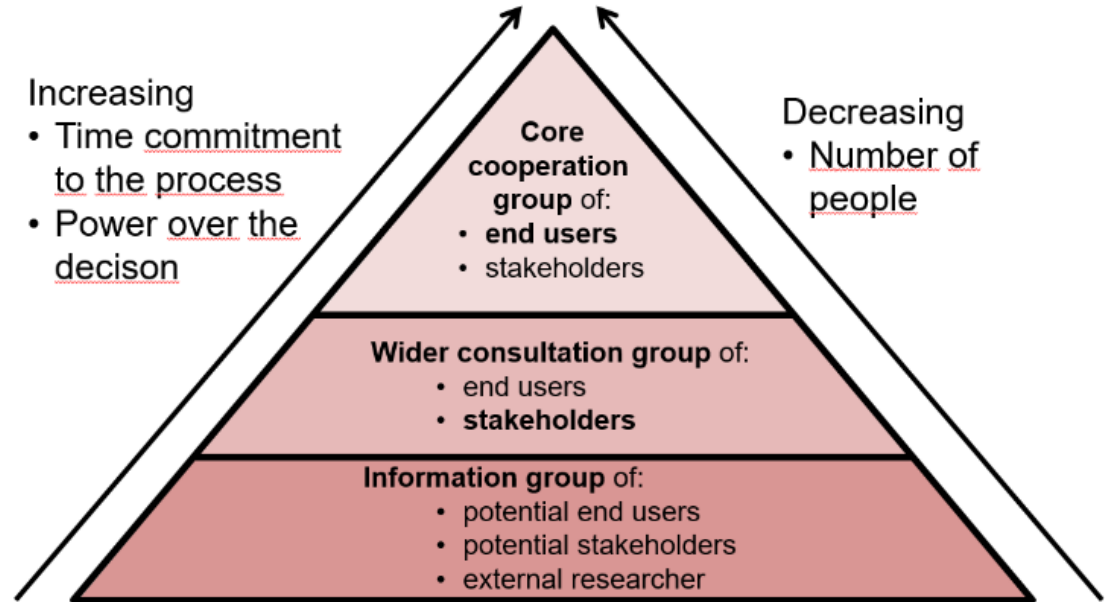
# Stakeholder Prozesse

## - AP 1

Anne Reichmuth  
Daniel Doktor  
Steffen Lehmann



- Regelmäßiger Dialog mit Projektpartnern (UBA, BfN, Landesbehörden, Waldeigentümer, Nationalparks)
- Langjährige Erfahrungen im Umgang mit Interessengruppen durch Drittmittelprojekte



Akteursgruppen und Grad der Einbindung in den Ko-Produktionsprozess  
(Graphik: C. Begg/D. Siedschlag, UFZ)

# DataCube, Validierung

## - AP 2

Gundula Schulz  
Maximilian Lange  
Andreas Schmidt

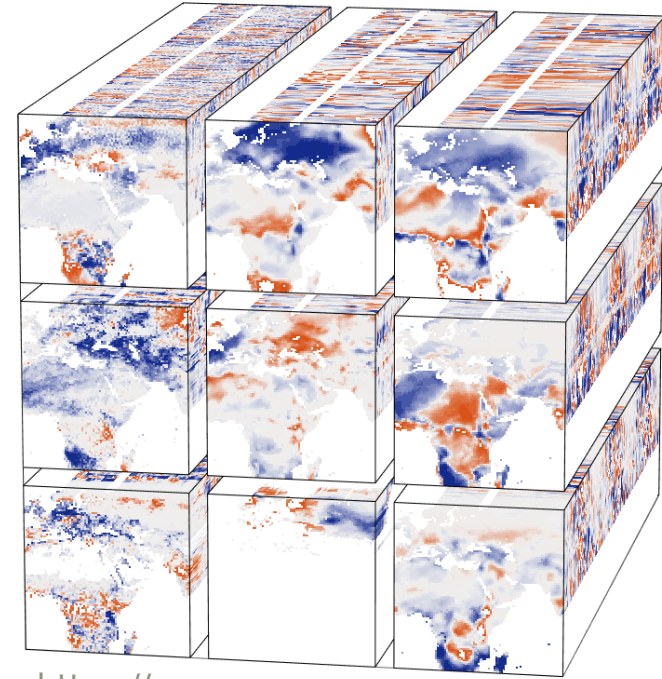


UFZ Mikro-meteorologischer  
Meßturm (Gruppe C. Rebmann),  
Foto: A. Künzelmann

Validierung Waldschäden  
im Feld (linke Abb.)

Überführung der  
Satellitendaten in eine  
performante Datenstruktur  
(rechte Abb.)

Alle Variablen sind für  
räumlich definierbare  
Ausschnitte als Zeitreihe  
vorhanden

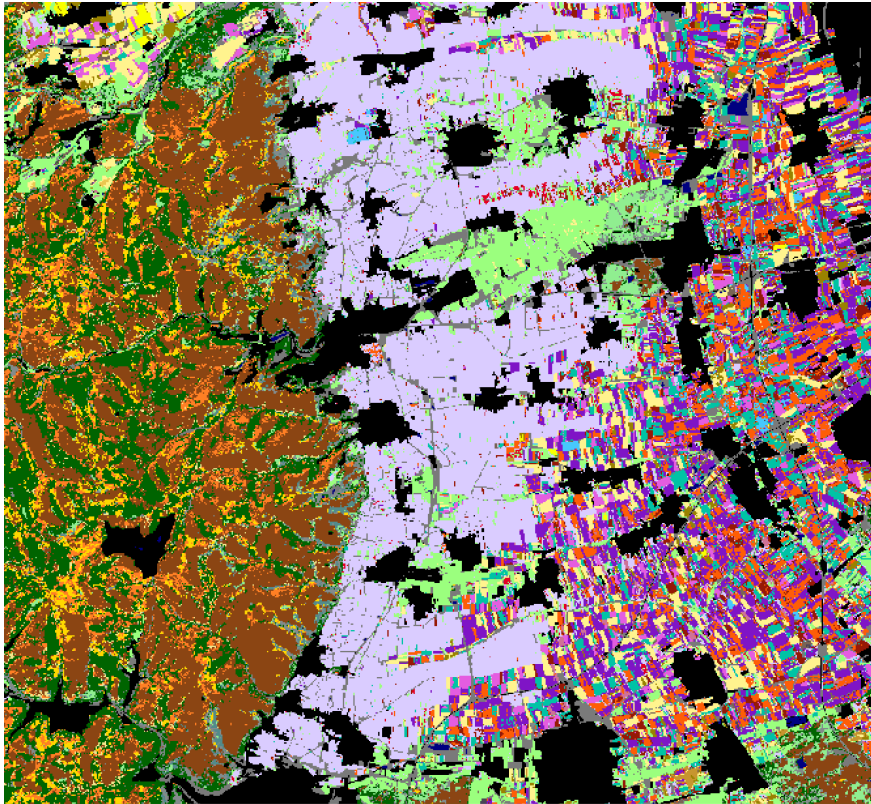


[https://  
www.earthsystemdatalab.net/](https://www.earthsystemdatalab.net/)

# Baumartenklassifikation

## - AP 3

Sebastian  
Preidl



- Sentinel-2 Satellitendaten der Jahre 2015-2017
- Verwendung von Forsteinrichtungsdaten zum Trainieren eines Klassifikators des maschinellen Lernens und zur Validierung der Ergebnisse
- Die Klassifikationsroutine wird auch für die jährliche deutschlandweite Kartierung landwirtschaftlicher Kulturen verwendet

# Prototyp Waldschäden Detektion - AP 4

## Beispiele

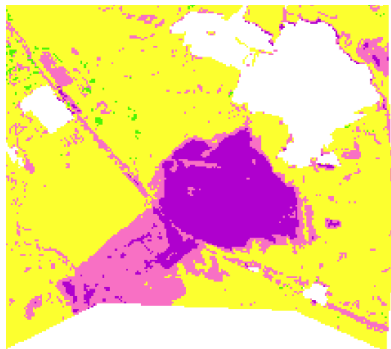
Maximilian  
Lange



### Feuer, Frohnsdorf, 2018



© Jan Henkel (2018)

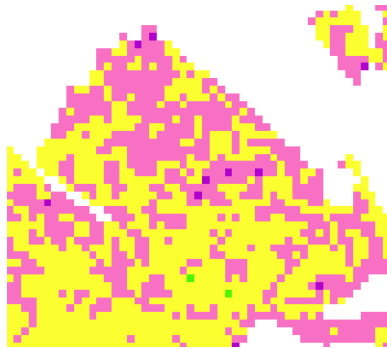


2019

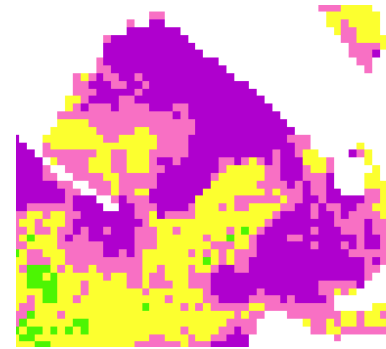
### Borkenkäferbefall, Bad Liebenstein



© Google Earth

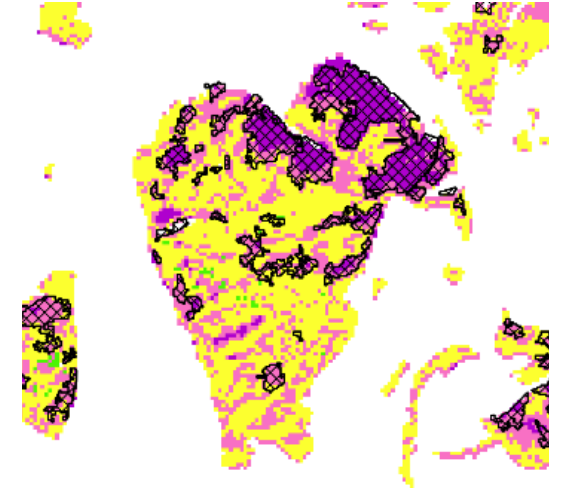


2017



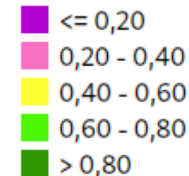
2020


### Vergleich mit Waldschadensbericht



2021

Waldzustand

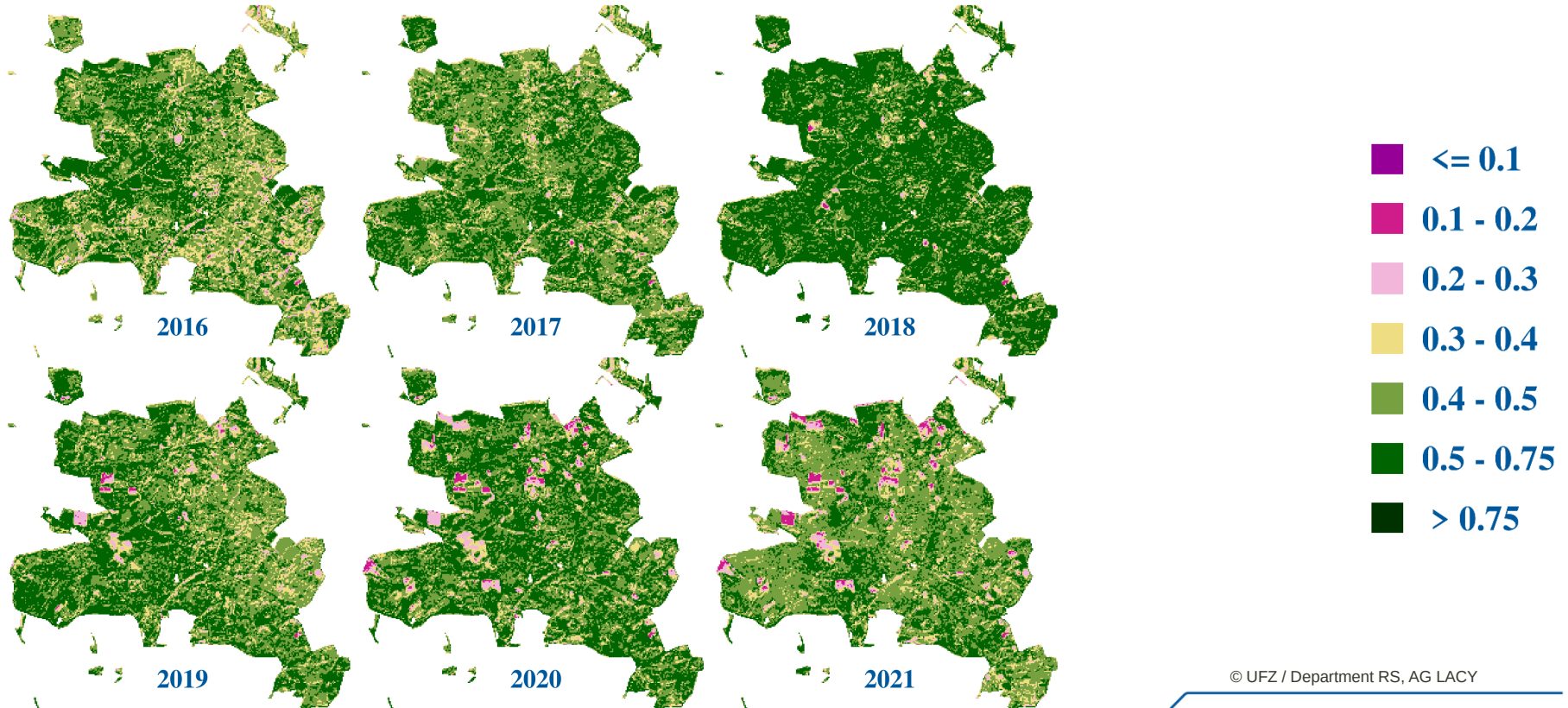


 Damaged areas as reported by Thuringia

© UFZ / Department RS, AG LACY

# Example Forest Monitor

Hohes Holz, central Germany, yearly time series



# Verknüpfung Schadensanalysen + Modelle

## - AP 5 (Prognose)

Anne Reichmuth



Stat.-ökologische Modellierung  
(Dep. Biozönoseforschung)



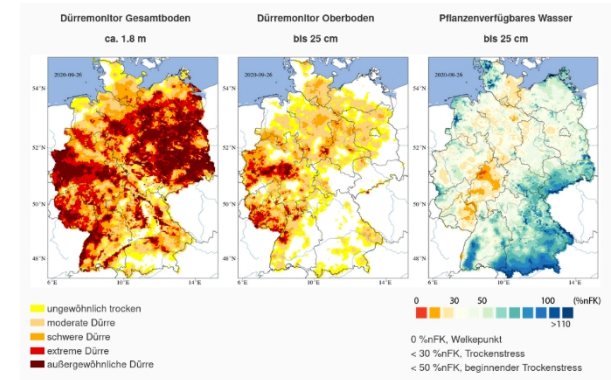
Zukünftige Verbreitung der  
klassifizierten Baumarten



Risikoindex der  
Baum-Mortalität



Modellierung der  
Bodenwasserverfügbarkeit  
kurz- und mittelfristig



Biol. Lett. (2008)  
Nature (2018)  
Nat. Com (2018)



# Verknüpfung Schadensanalysen + Modelle

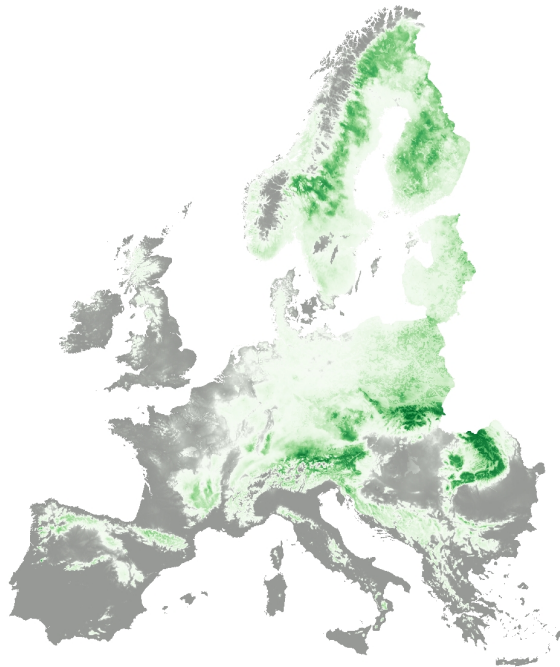
## - AP 5 (Prognose)

---

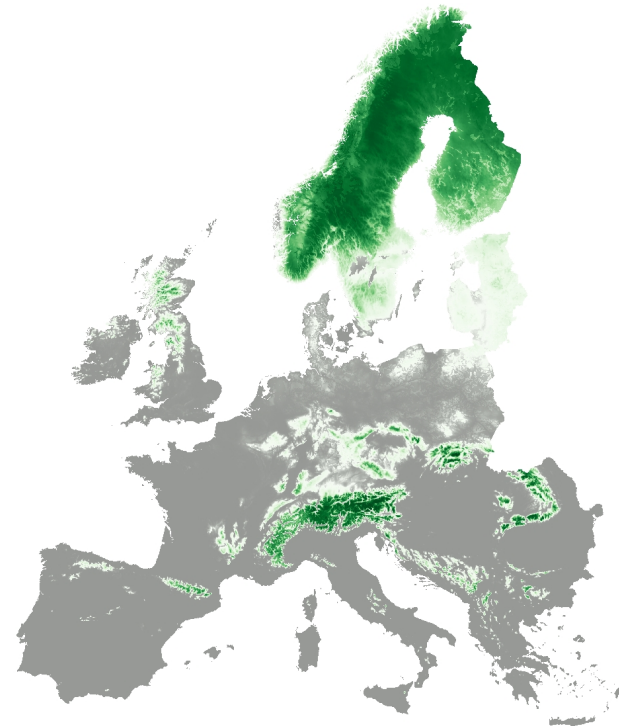
Anne  
Reichmuth

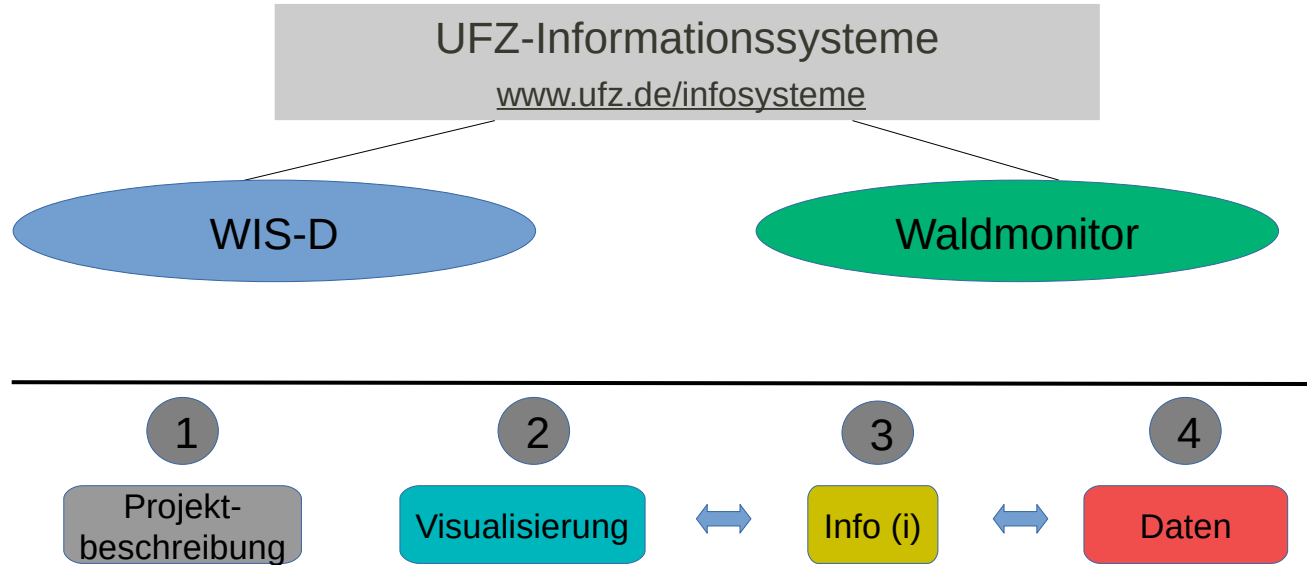


RP 26



RP 85





---

Danke für die Aufmerksamkeit !