



Ein Forschungsinstitut  
des ETH-Bereichs

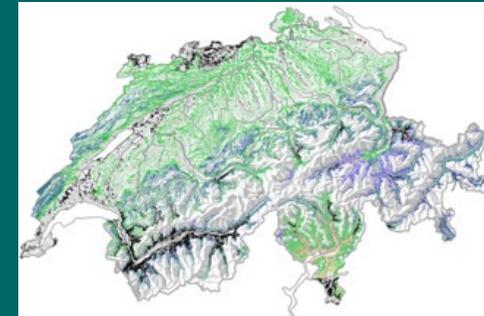
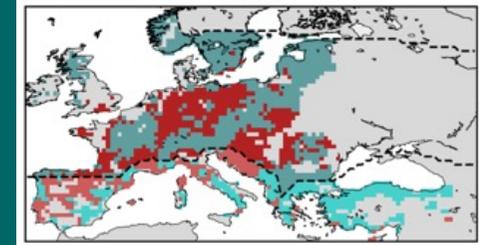
# Auswirkungen von extremer Trockenheit auf Bäume und Wälder in der Schweiz

**Thomas Wohlgemuth**

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL

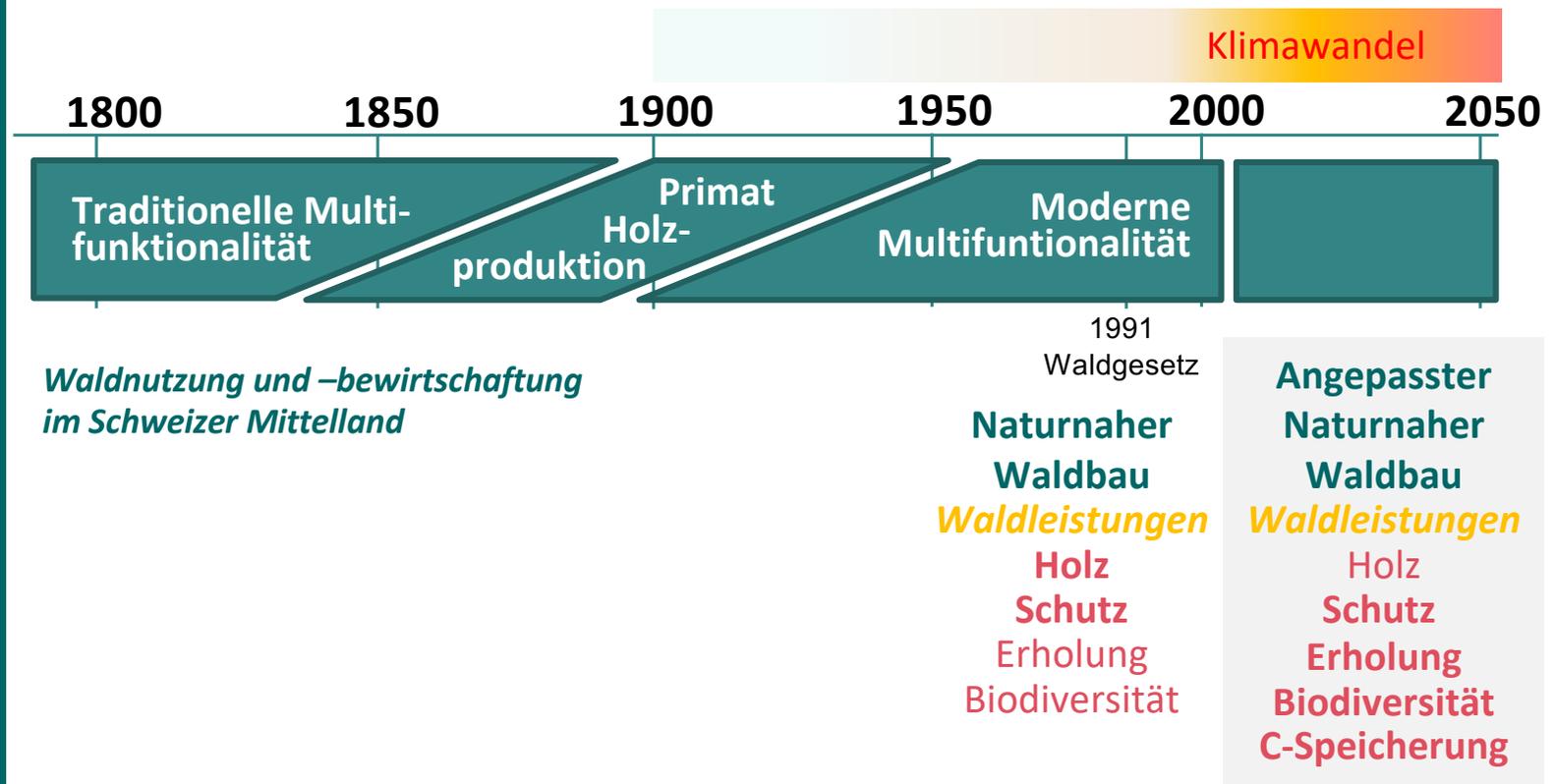


2022



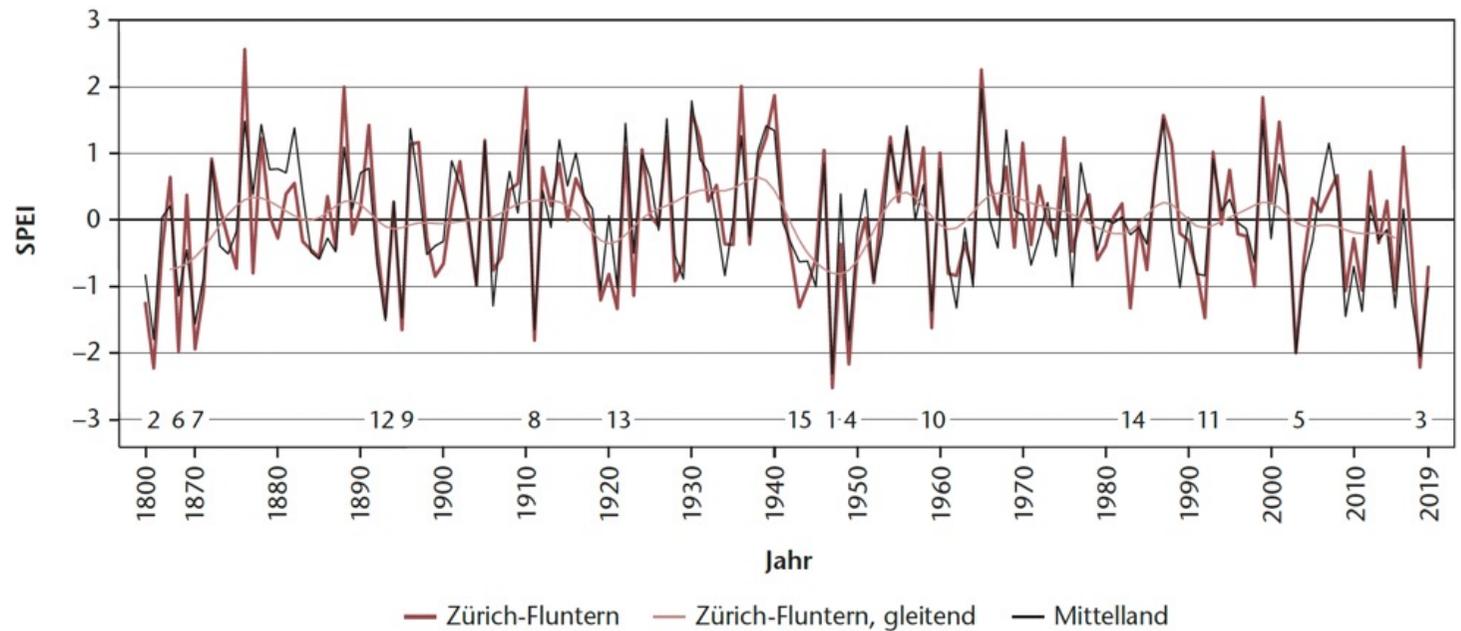
# Wald

Quo vadis?



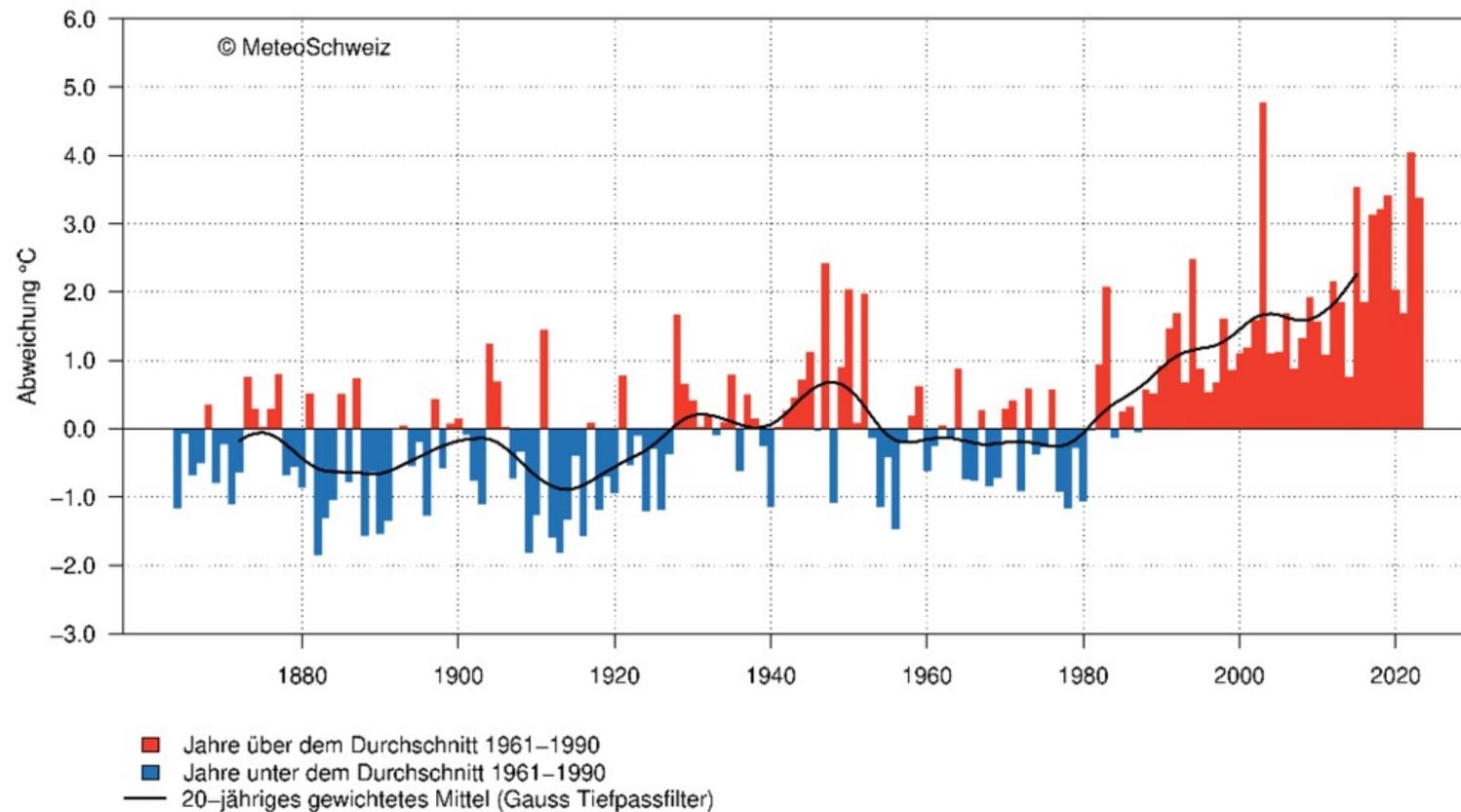
Nach Bürgi (1999), erweitert

# Extreme Trockenheit



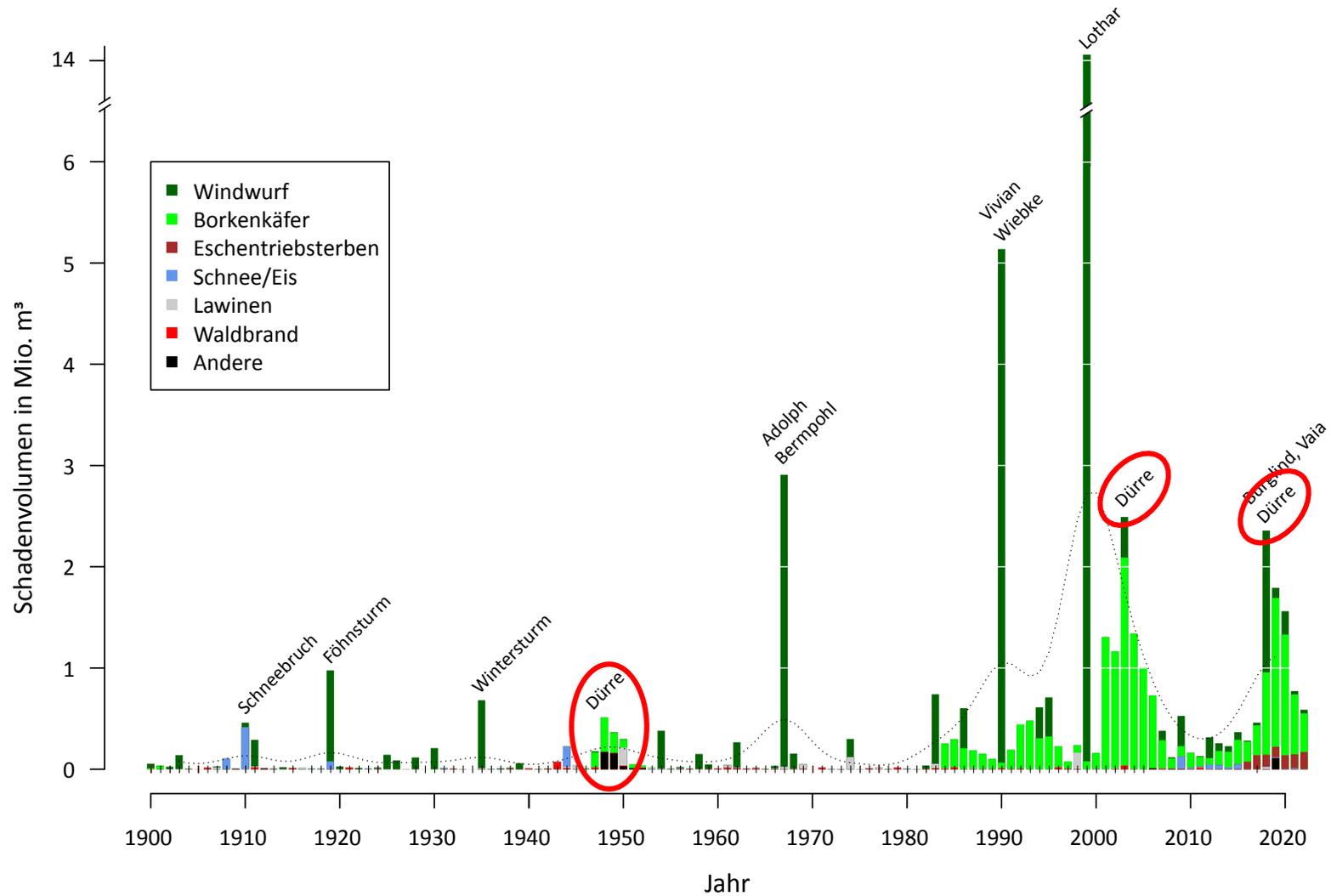
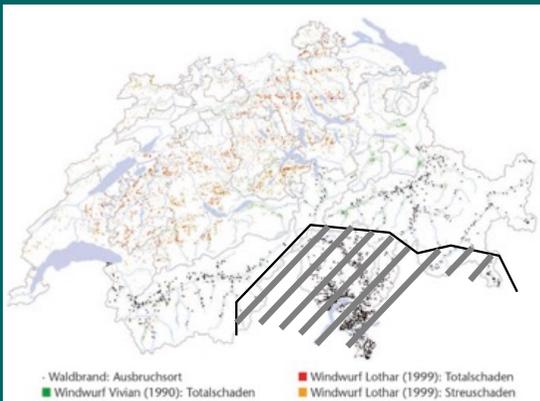
**Abb 3** Verlauf des *Trockenheitsmasses SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index; Vicente-Serrano et al 2010)* für die Sommerhalbjahre (April–September; dicke Linie) vom Messbeginn 1864 bis 2019 für die Station Zürich/Fluntern samt 10-jährigem gewichteten Mittel (feine Linie; Gauss-Tiefpassfilter mit Daten von MeteoSchweiz) sowie für das Mittelland (Mittelwerte der Stationen Basel/Binningen, Bern/Zollikofen, Genève-Cointrin und Zürich/Fluntern). Die Berechnung der potenziellen Evapotranspiration erfolgte mit der Methode Thornthwaite (1948). Oberhalb der x-Achse sind die Rangzahlen für die grössten negativen Indexwerte an der Station Zürich/Fluntern angegeben. Die Schäden für diese Jahre sind in Tabelle 2 aufgelistet.

# Extreme Trockenheit



# Abiotische und biotische Störungen

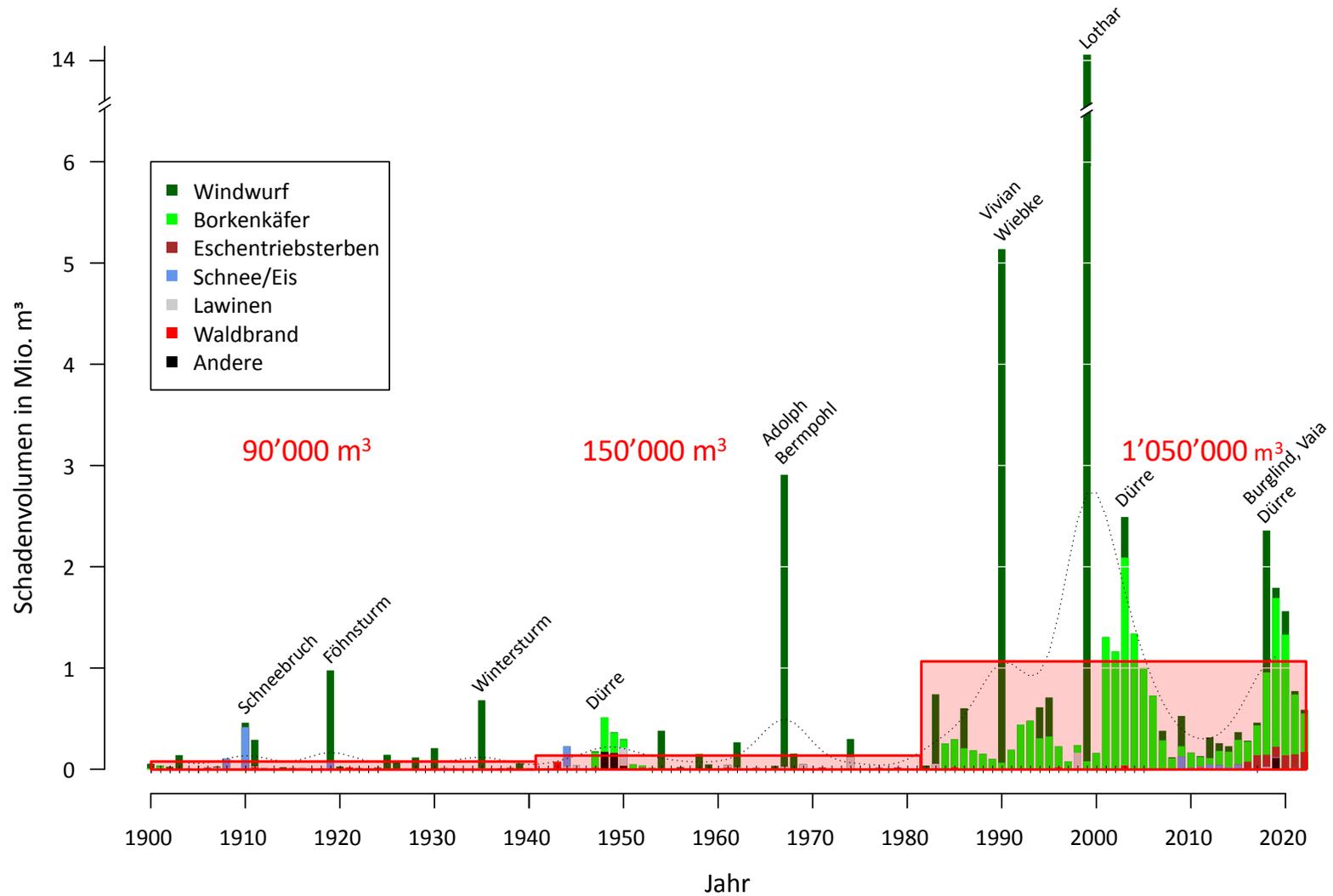
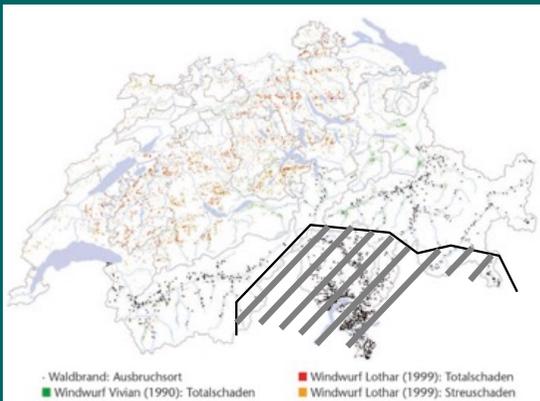
## Alpennordseite Zentralalpen 1900–2022



Wohlgemuth et al. (2023) Forum für Wissen

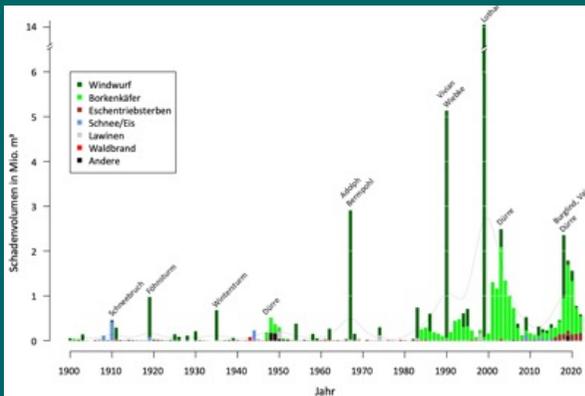
# Abiotische und biotische Störungen

## Alpennordseite Zentralalpen 1900–2022

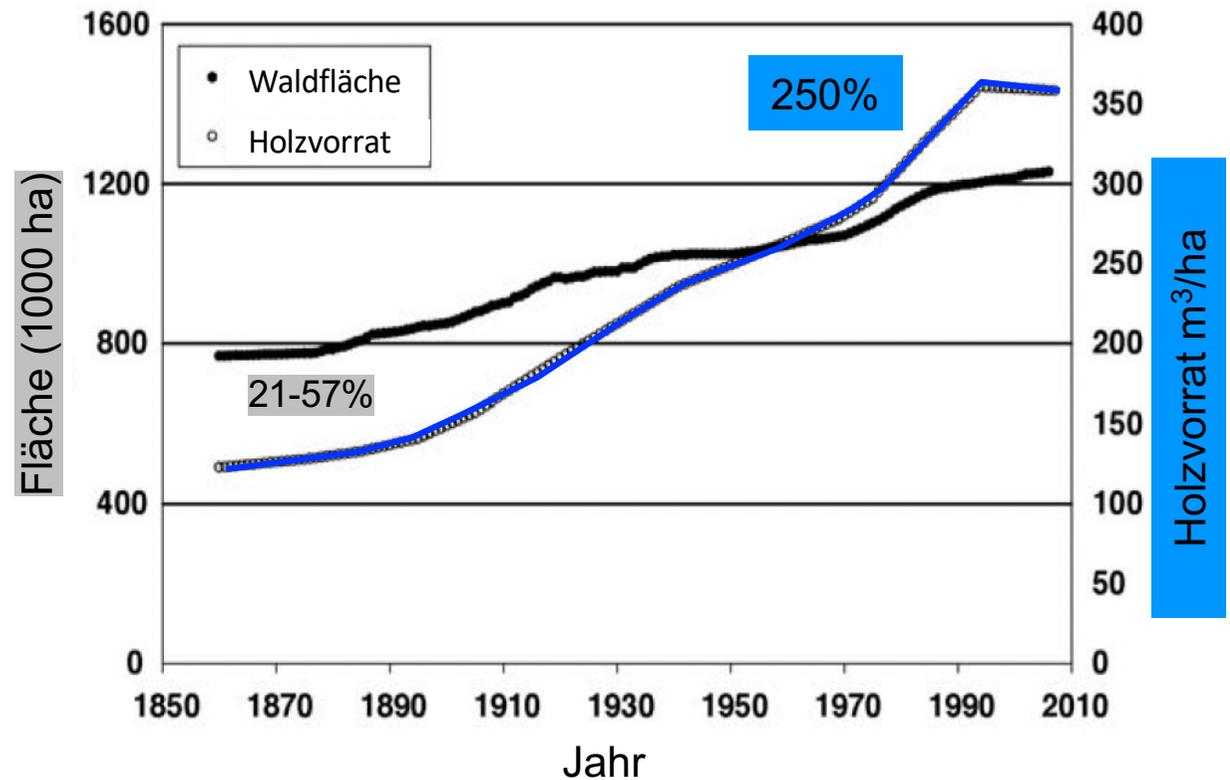


# Abiotische und biotische Störungen

## Alpennordseite Zentralalpen 1900–2022

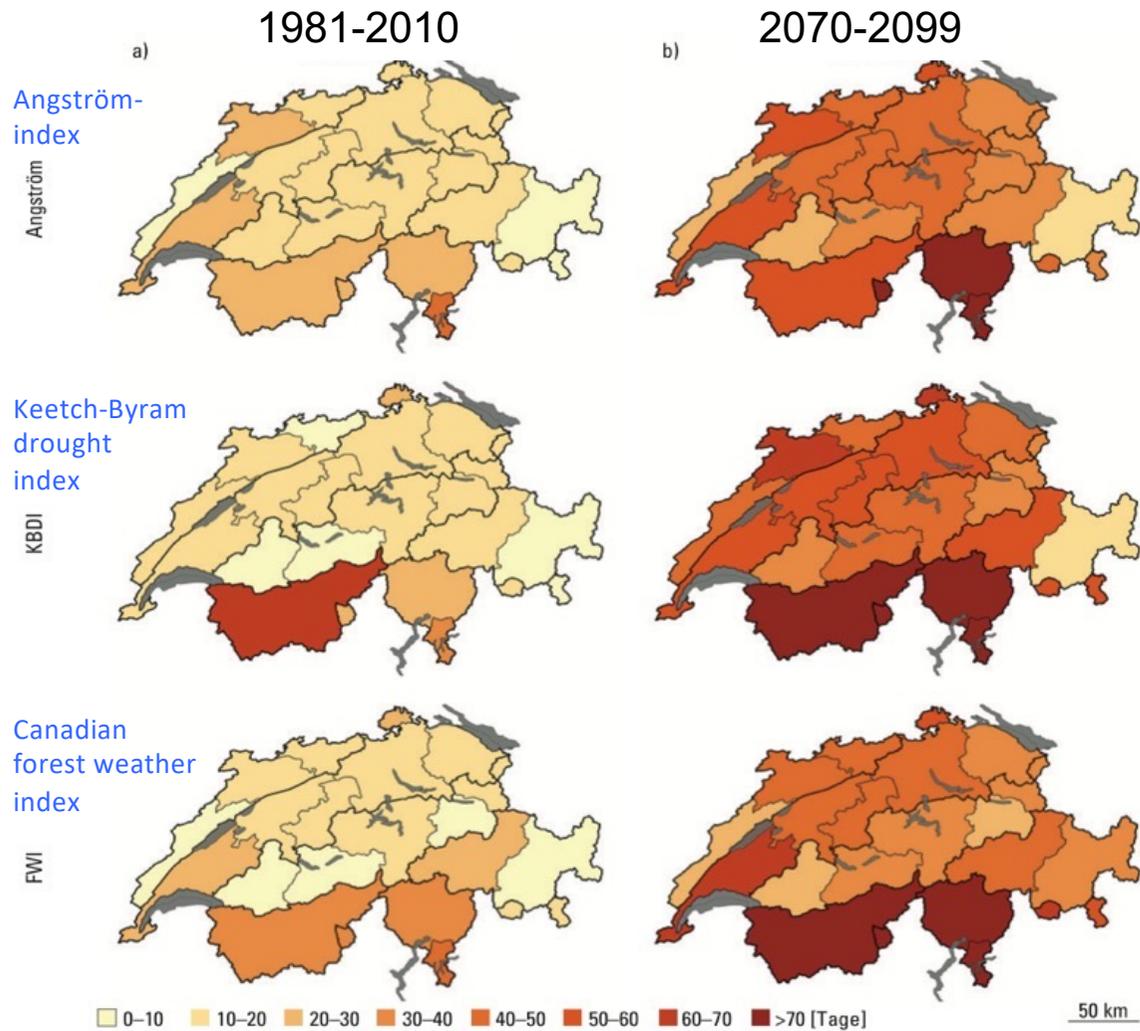


## Waldfläche und Holzvolumen nehmen zu



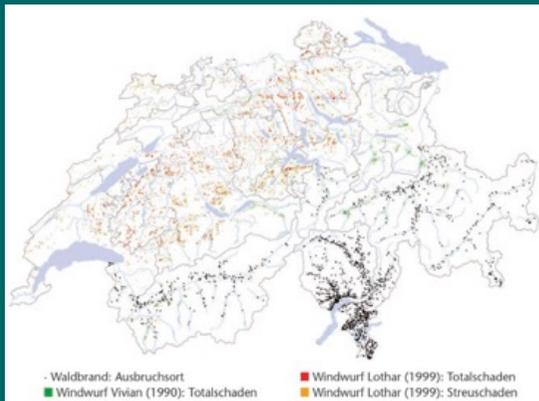
Usbeck et al. (2010) Agri. For. Meteorol., Ginzler et al. (2011) Schweiz. Z. Forstwes.  
Wohlgemuth et al. (2019) Störungsökologie

# Zunahme der Waldbrände durch Trockenheit?

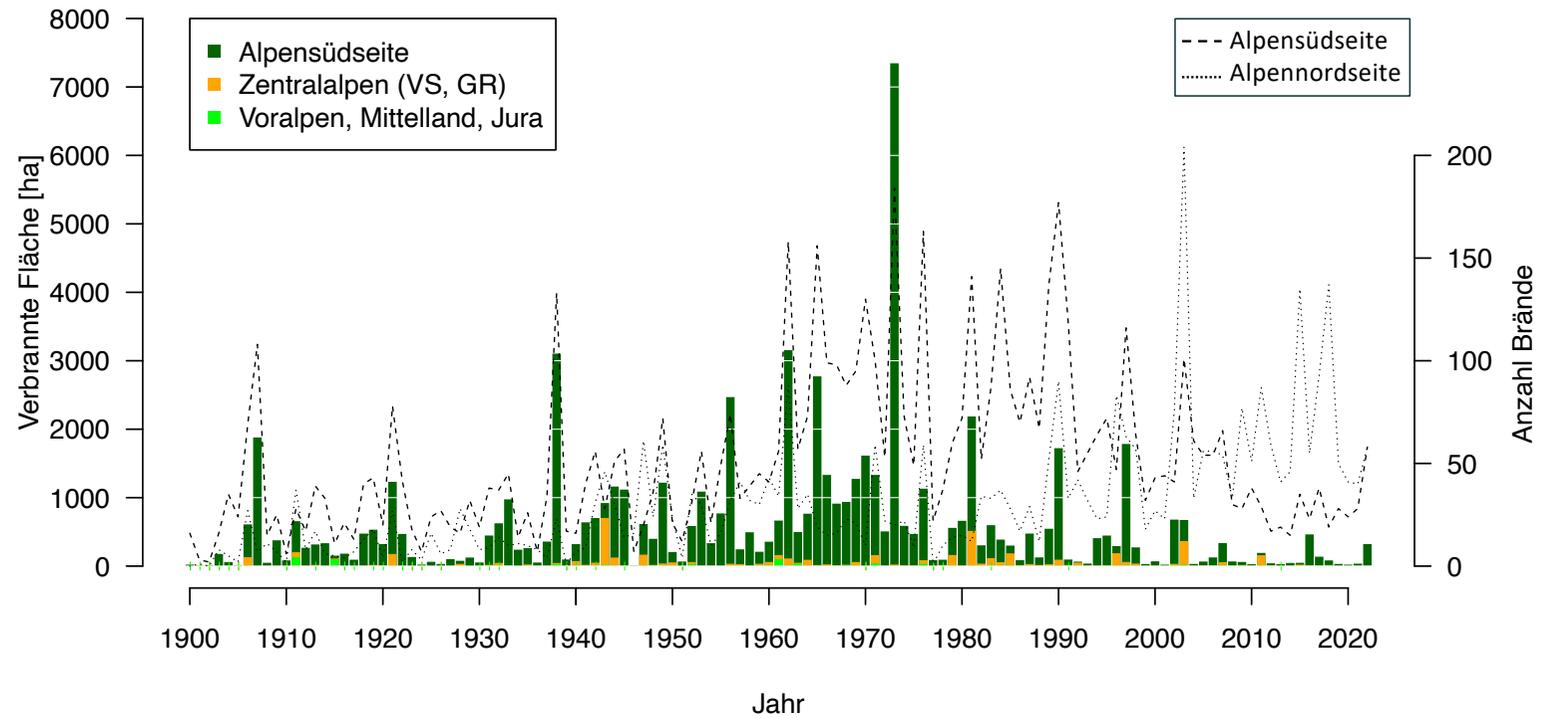


Pezzatti et al. (2016) Waldbrandgefahr im Klimawandel

# Zunahme der Waldbrände durch Trockenheit?



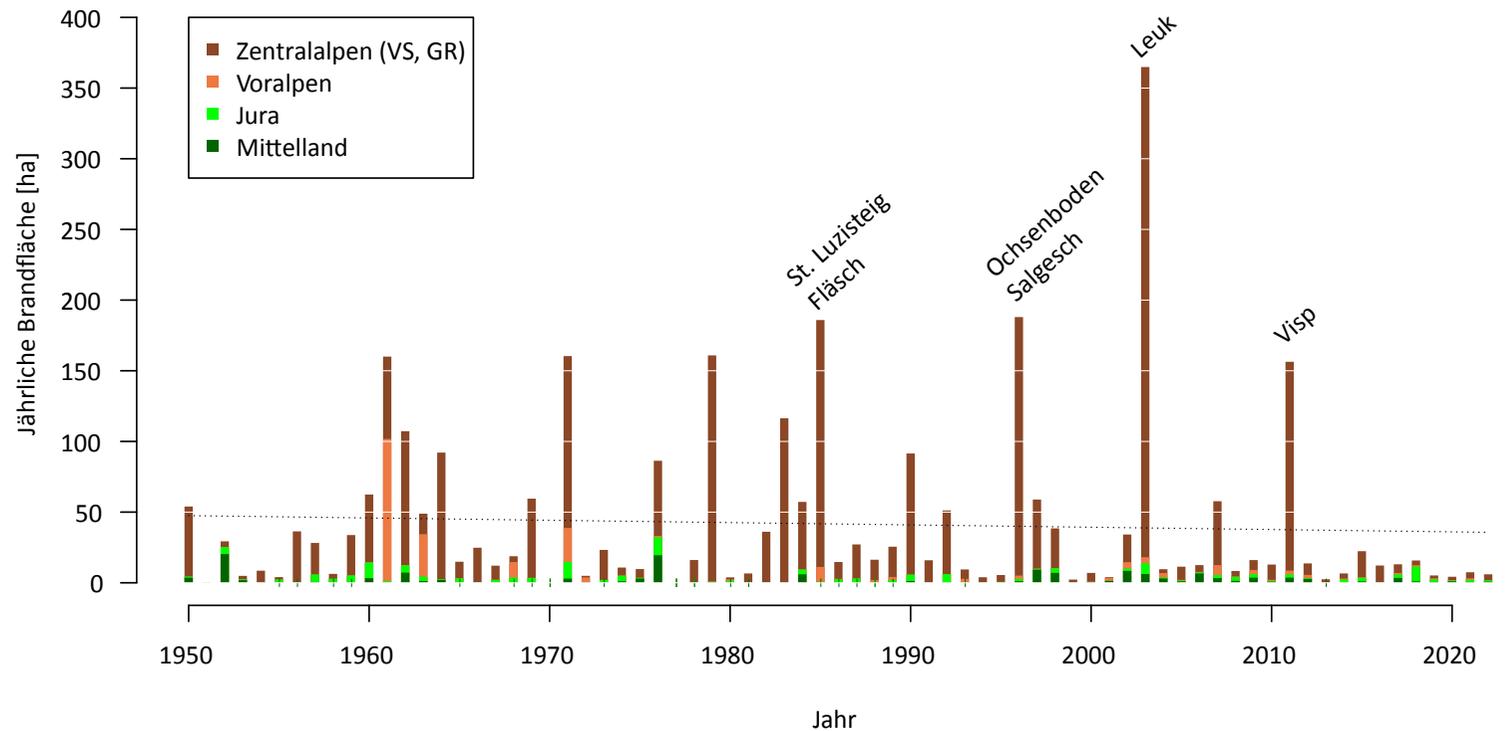
## Schweiz



Wohlgemuth et al. (2023) Forum für Wissen

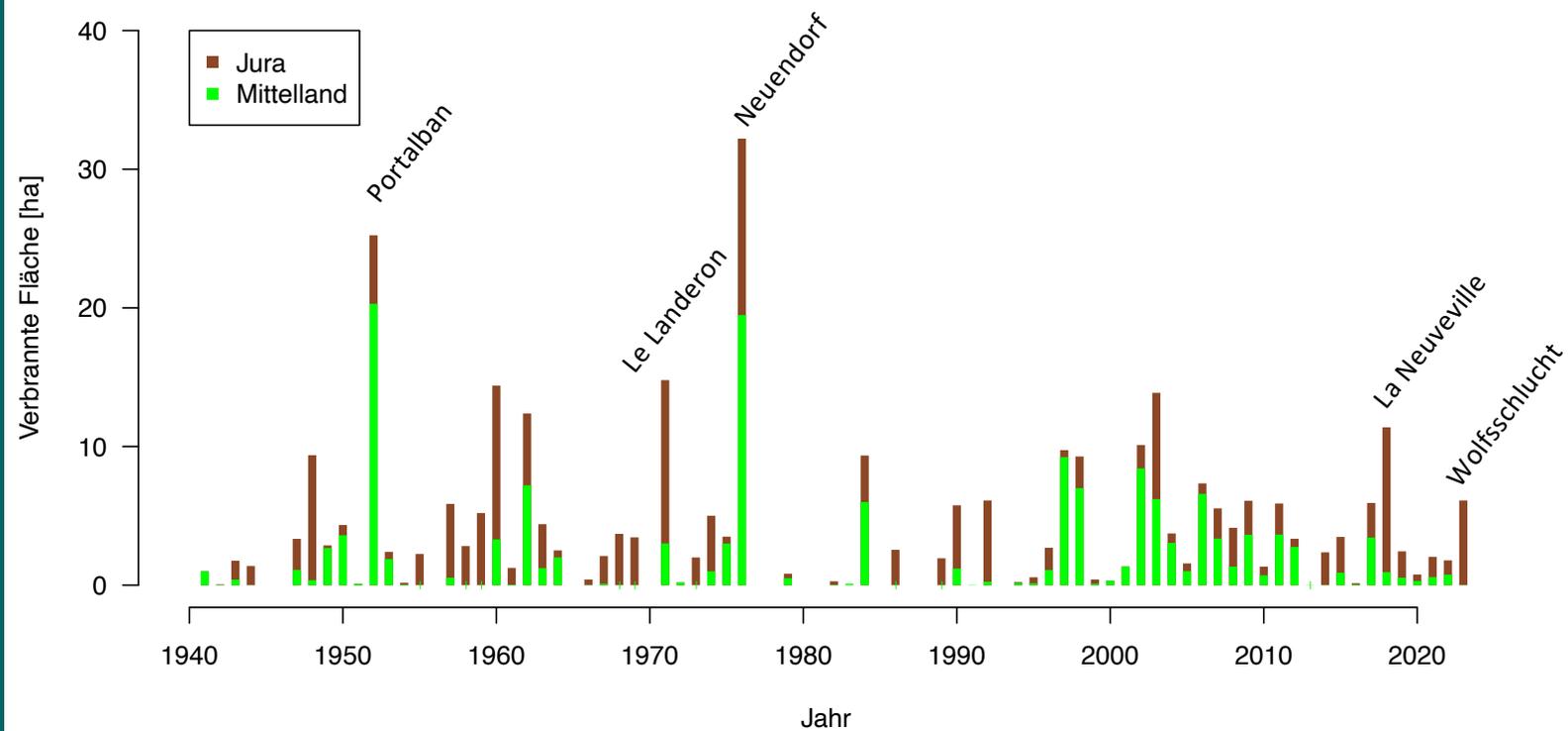
# Zunahme der Waldbrände durch Trockenheit?

## Waldbrände Zentralalpen, Voralpen, Jura, Mittelland

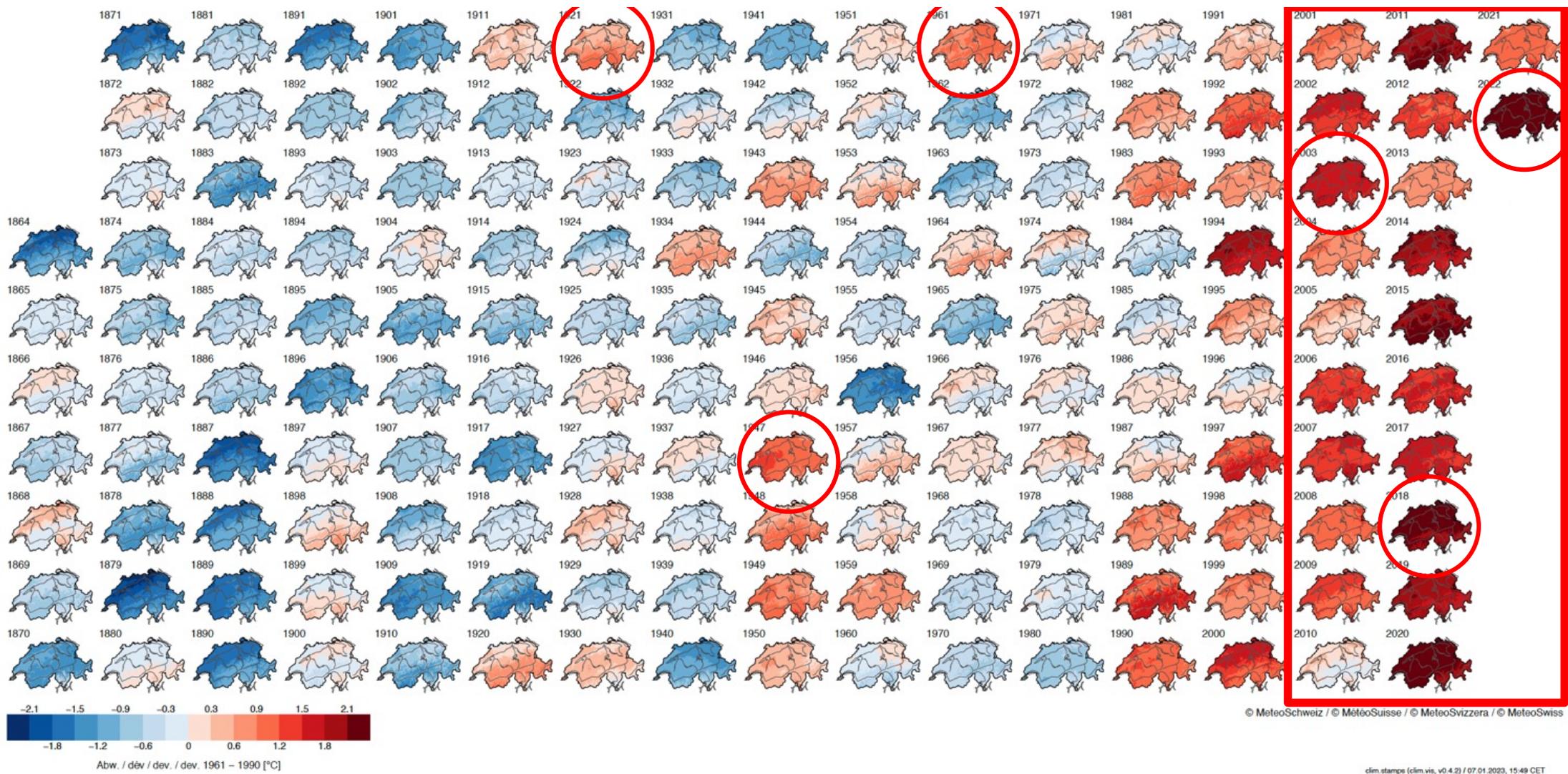


# Zunahme der Waldbrände durch Trockenheit?

## Jura, Mittelland

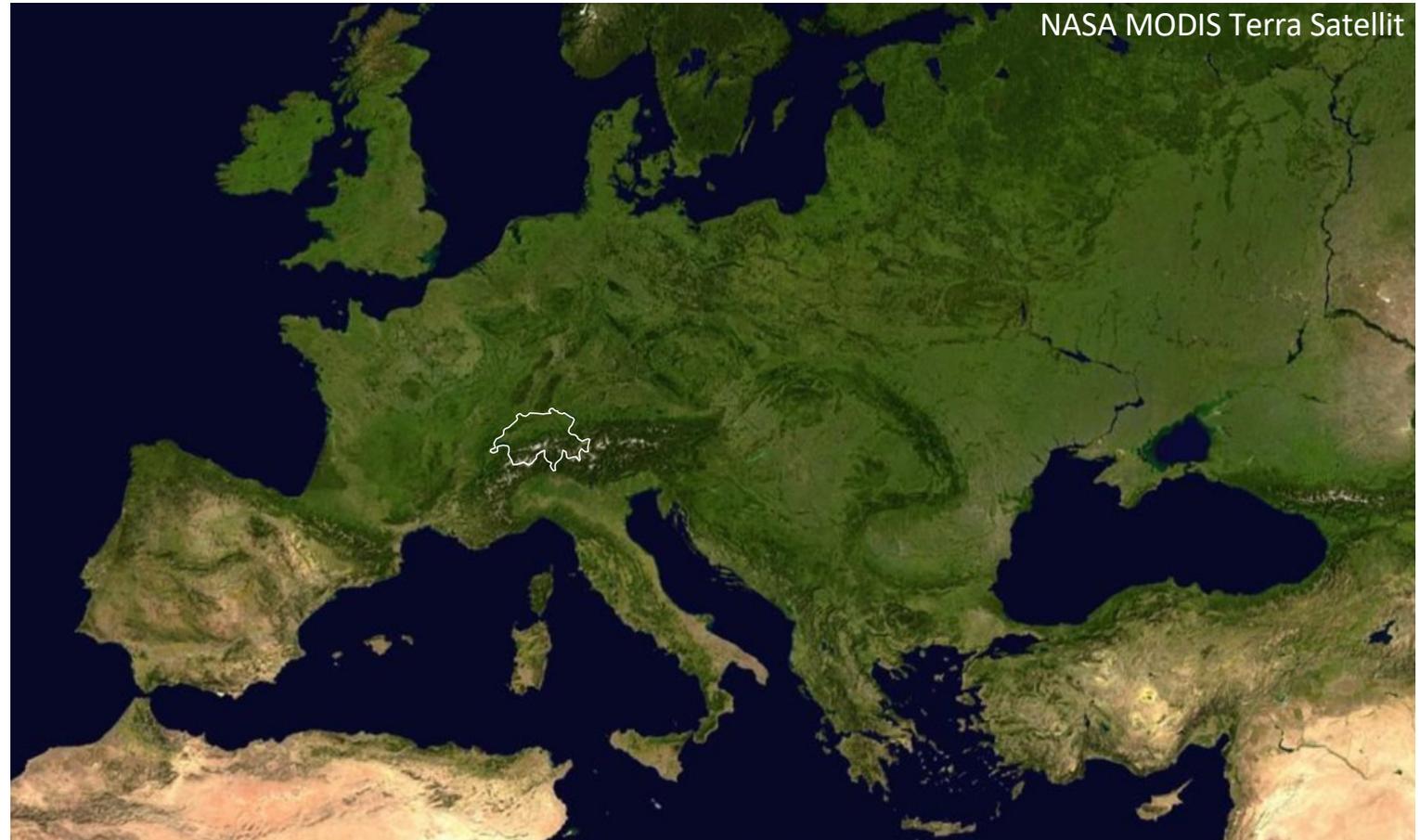


Datenquelle: Swiss Fire-Datenbank (Pezzatti et al., WSL)



# Sommer- trockenheit in Europa:

# Grünheit der Wälder



Hermann et al. (2023) Biogeosciences

### Schritt 1

250 m Auflösung, alle 16 Tage  
36 Spektralbänder

### Schritt 2

Nur Wald-Pixel:  
Grünheit der Waldpixel mit  
NDVI (Norm. Diff. Veg. Ind.)

### Schritt 3

Anomalien für Juni/Juli/August  
Aggregation zu  $0.5 \times 0.5^\circ$  Pixeln  
(ca.  $40 \times 40$  km) → Schwellenwert

### Schritt 4

Geringe Grünheit kann bedeuten:

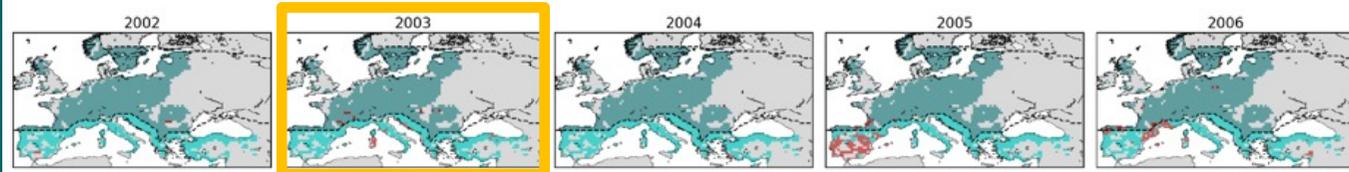
- Borkenkäferbefall
- Windwurfflächen
- Waldbrandflächen
- Blattverfärbung im Sommer
- Bewirtschaftung



Hermann et al. (2023) Biogeosciences

# Sommer- trockenheit in Europa:

# Grünheit der Wälder



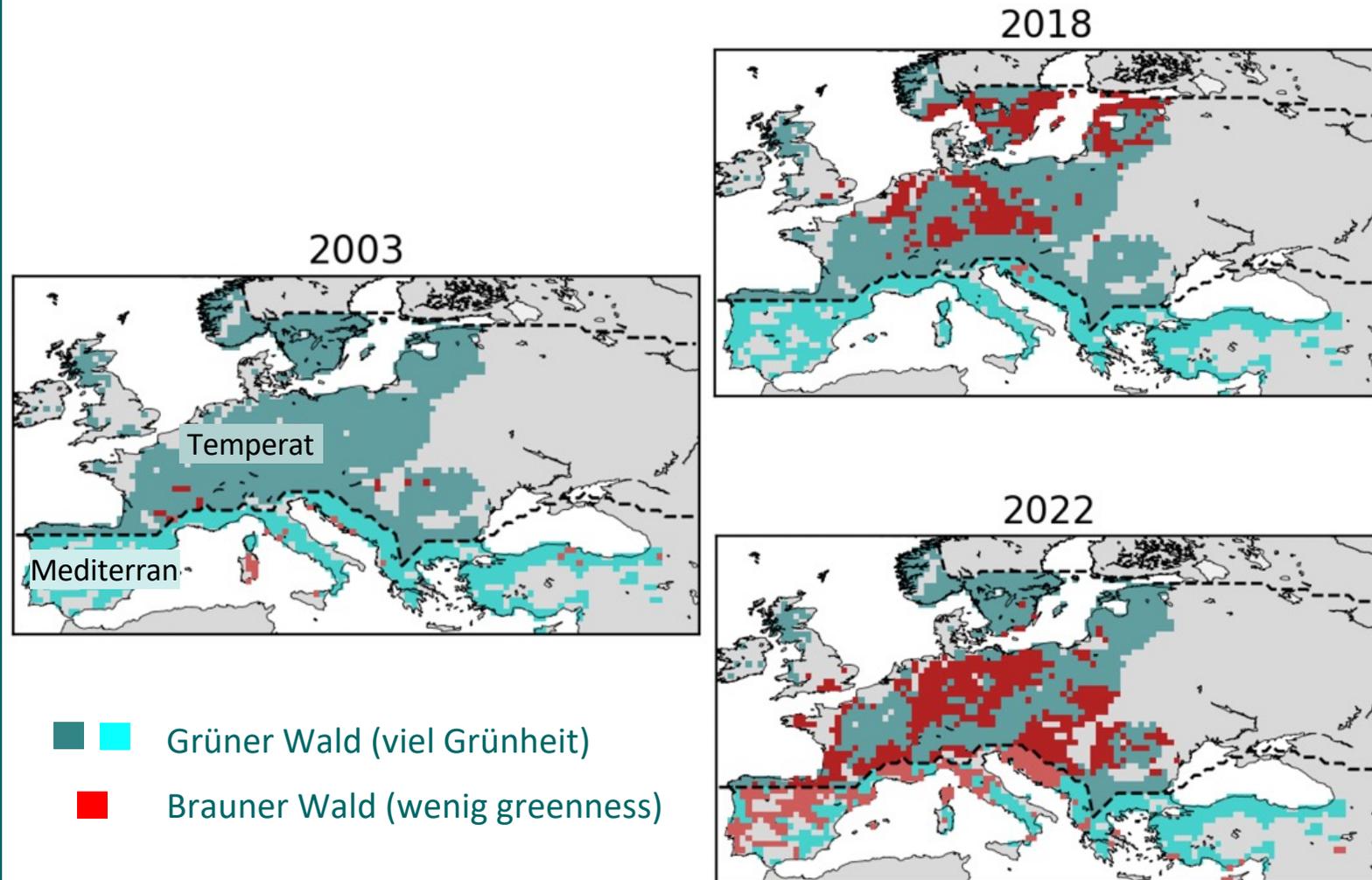
- ■ Grüner Wald (viel Grünheit)
- Brauner Wald (wenig Grünheit)

2022: Grösste Ausdehnung von reduzierter Grünheit  
in Wäldern der temperaten und mediterranen Regionen

Hermann et al. (2023) Biogeosciences

# Sommer-trockenheit in Europa:

# Grünheit der Wälder



Hermann et al. (2023) Biogeosciences

Sommer 2023

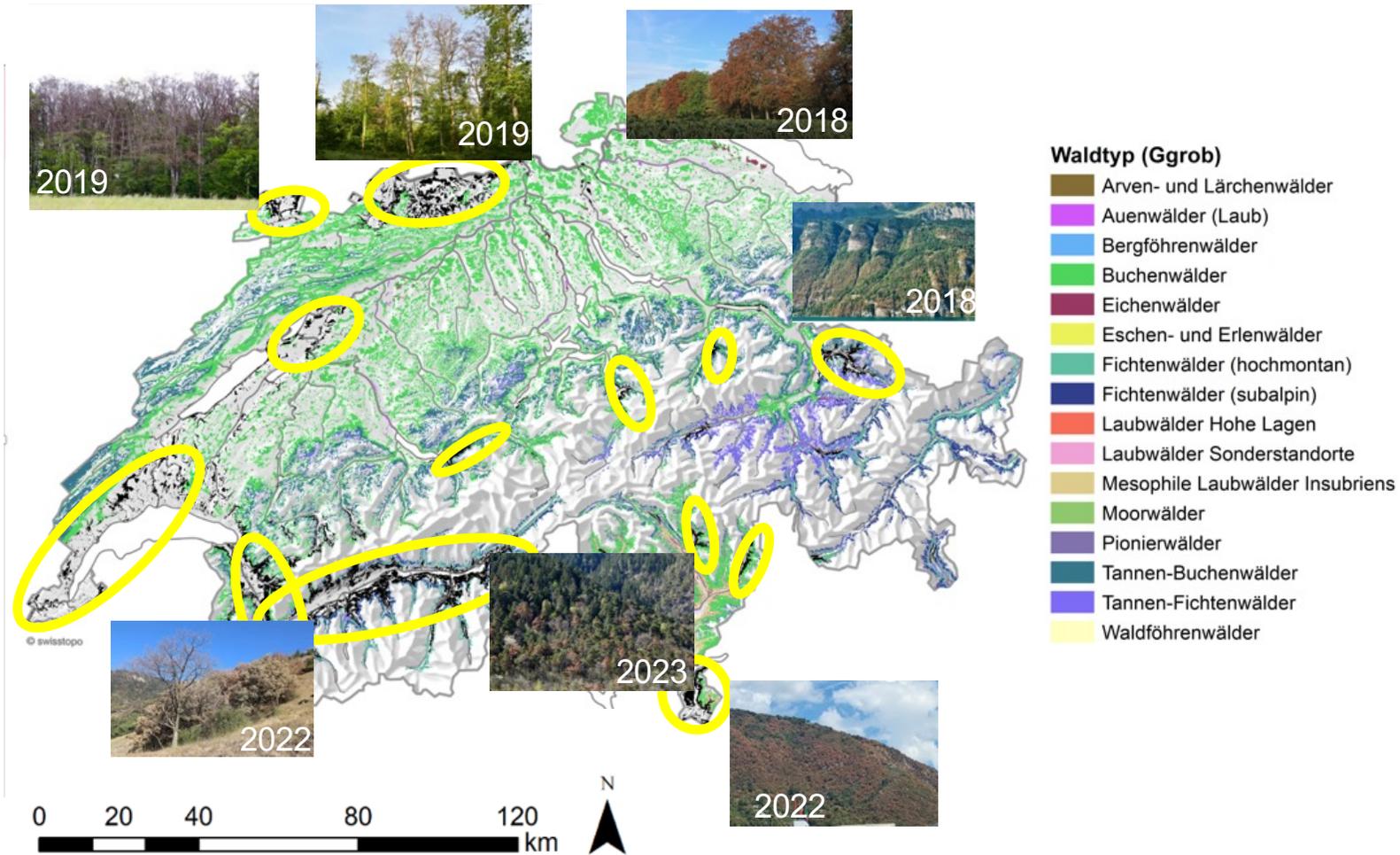
Ost-Tirol



Foto: A. Bosshard

# Wälder der Zukunft in einem neuen Klima

Waldstandorte 2080  
(modelliert auf der  
Grundlage von NaiS)



Scherrer et al. (WSL; in Vorb.)

# Sommerdürre 2018

## Eine neue Dimension der Wachstums- limitierung



Frei et al. (2022)

# Sommerdürre 2018

## Eine neue Dimension der Wachstums- limitierung

Juli 2019

### Untersuchung von 2018 bis 2021 963 Buchen im nördlichen Mittelland



824 Buchen

30%

7%

Sommer 2018



139 Buchen

3 Jahre später  
**Kronenmortalität**

5%

4 Jahre später  
**Baummortalität**

1%

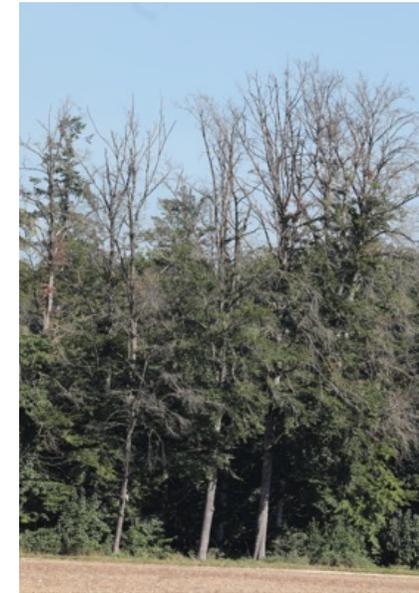
→ Laufverfärbung bei Buchen ist auf trockenen Standorten  
ein Indikator für späterer Mortalität

Photos: Ueli Wasem

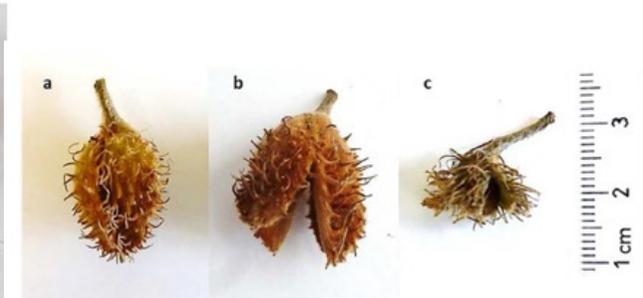
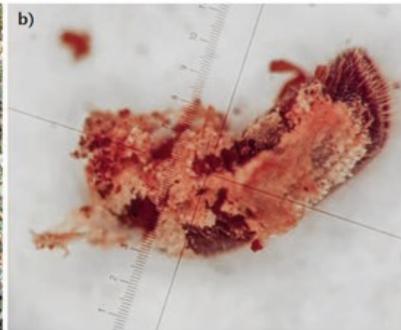
“Tausendbuchenprojekt”, von WHFF unterstützt  
Frei et al. (2022)

# 1000-Buchen-Projekt

Direkte Effekte



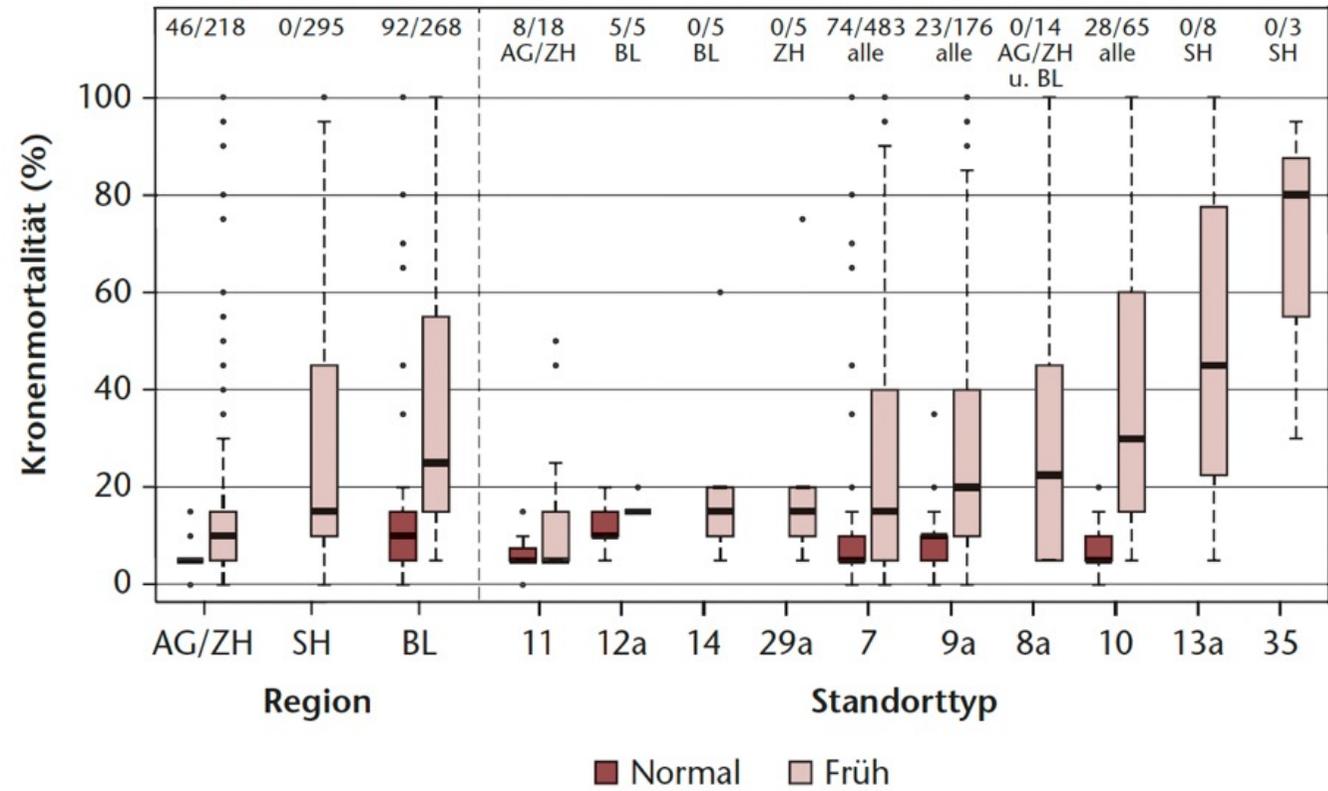
Indirekte Effekte



**Abb 7** a) Starker Schleimfluss, ausgelöst durch einen Befall durch den Kleinen Buchenborckenkäfer (*Taphrorychus bicolor*). b) Der Saft führt beim Austrocknen zum Verkleben der Bohrgänge und Tiere. Im Idealfall kann der Baum auf diese Weise einen Befall verhindern.

Wohlgemuth et al. (2020) Schweiz. Z. Forstwes.  
Nussbaumer et al. (2020) Sci. Rep.

# 1000-Buchen-Projekt



Wohlgemuth et al. (2020) Schweiz. Z. Forstwes.

# 18 Baumarten im Test

Welche  
Baumarten in  
der Zukunft?

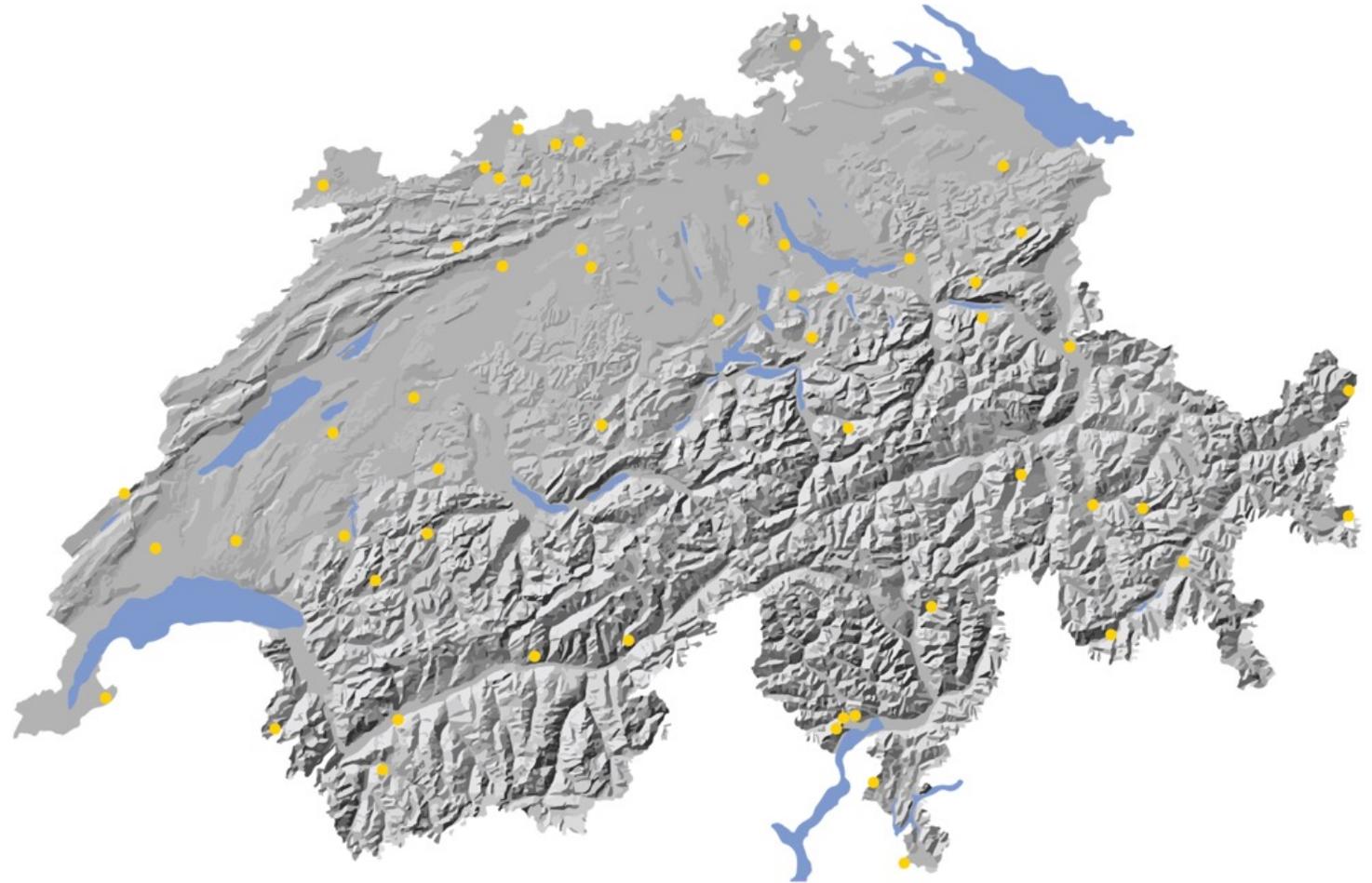
Test-  
Pflanzungen



Welche  
Baumarten in  
der Zukunft?

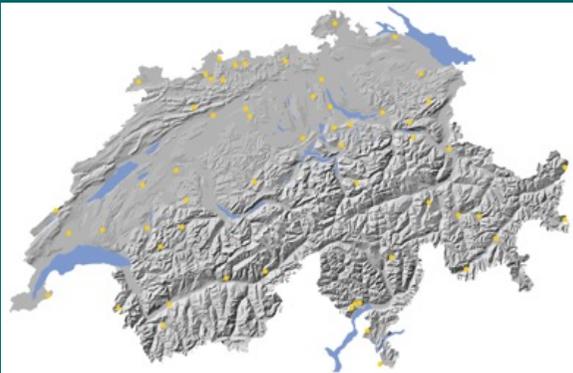
Test-  
Pflanzungen

# 18 Baumarten im Test



# Welche Baumarten in der Zukunft?

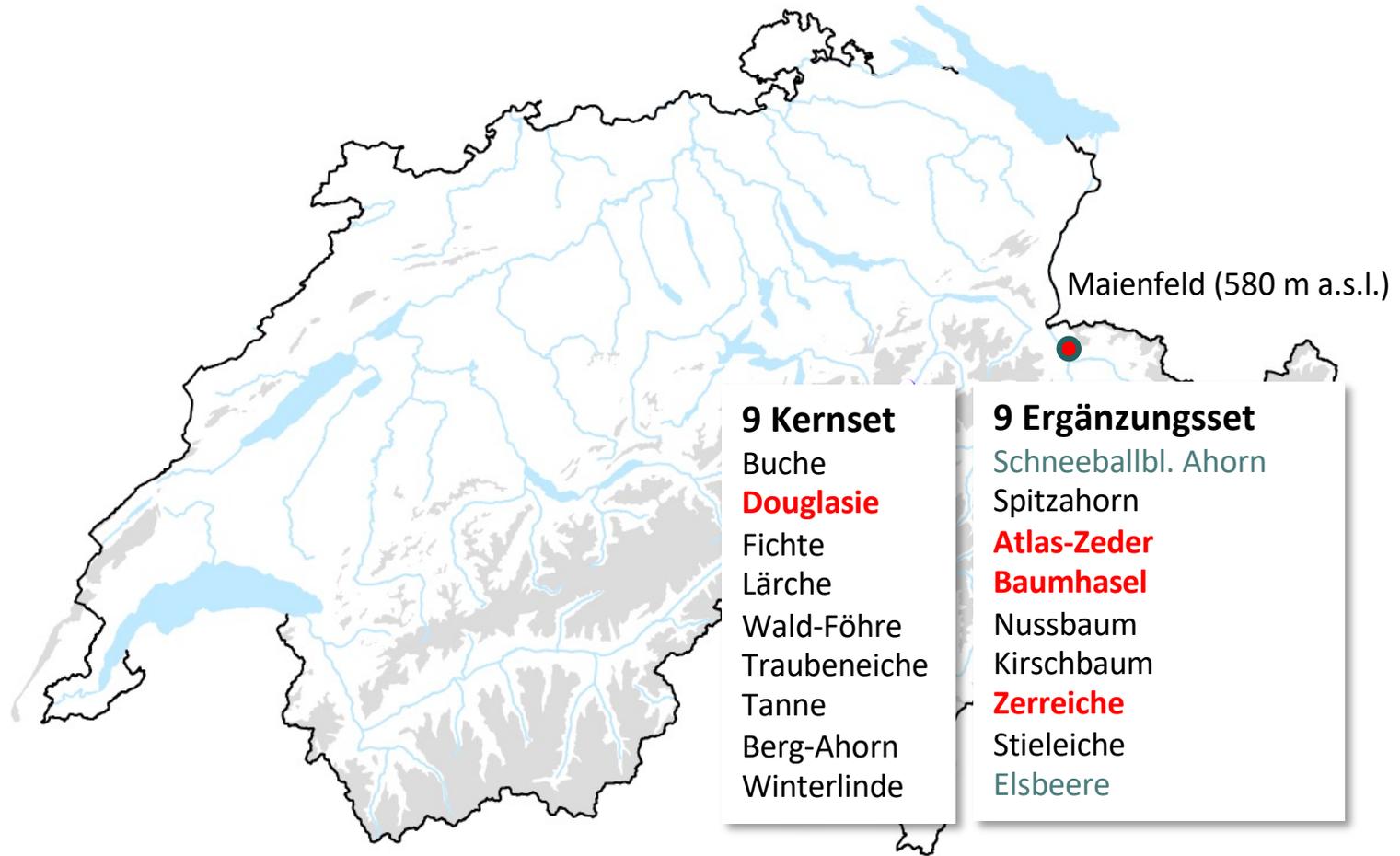
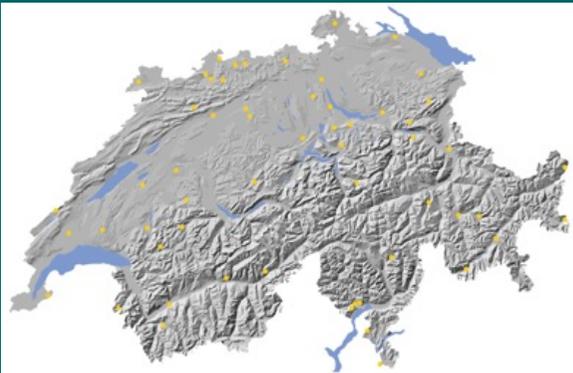
## Test- Pflanzungen



- 57 Standorte entlang der wichtigsten Umweltgradienten (Höhe ü.M., Regionen, Bodentypen)
- Versuchsdauer: 30–50 Jahre
- Baumarten
  - Tanne an allen Standorten
  - 8 Baumarten an 35 Standorten
  - 9 Baumarten an 15 Standorten
  - Insgesamt: Test-Pflanzungen mit 6-18 Baumarten
  - 50'000 Setzlinge

# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Test-Pflanzungen



### 9 Kernset

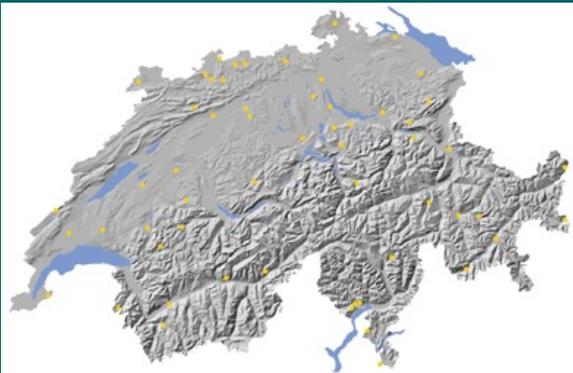
Buche  
**Douglasie**  
Fichte  
Lärche  
Wald-Föhre  
Traubeneiche  
Tanne  
Berg-Ahorn  
Winterlinde

### 9 Ergänzungsset

Schneeballbl. Ahorn  
Spitzahorn  
**Atlas-Zeder**  
**Baumhasel**  
Nussbaum  
Kirschbaum  
**Zerreiche**  
Stieleiche  
Elsbeere

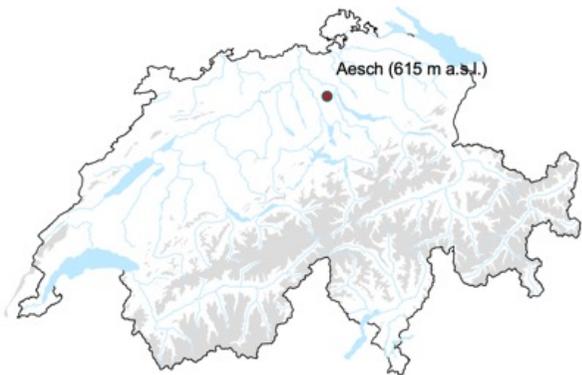
# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Test- Pflanzungen



# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Test-Pflanzungen



Aesch (ZH)



Tanne



Winterlinde



Baumhasel



Atlaszeder

### Versuchsfläche Aesch

#### Standortinformation

Region: Mittelland  
 Höhenstufe: submontan  
 Höhe: 615 Meter ü. Meer  
 Exposition: Südwest  
 Ortsbezeichnung: Seegaden, Aesch  
 Standortstyp: Typischer Waldmeister-Buchenwald  
 Anzahl Setzlinge: 432

#### In Aesch gepflanzte Baumarten

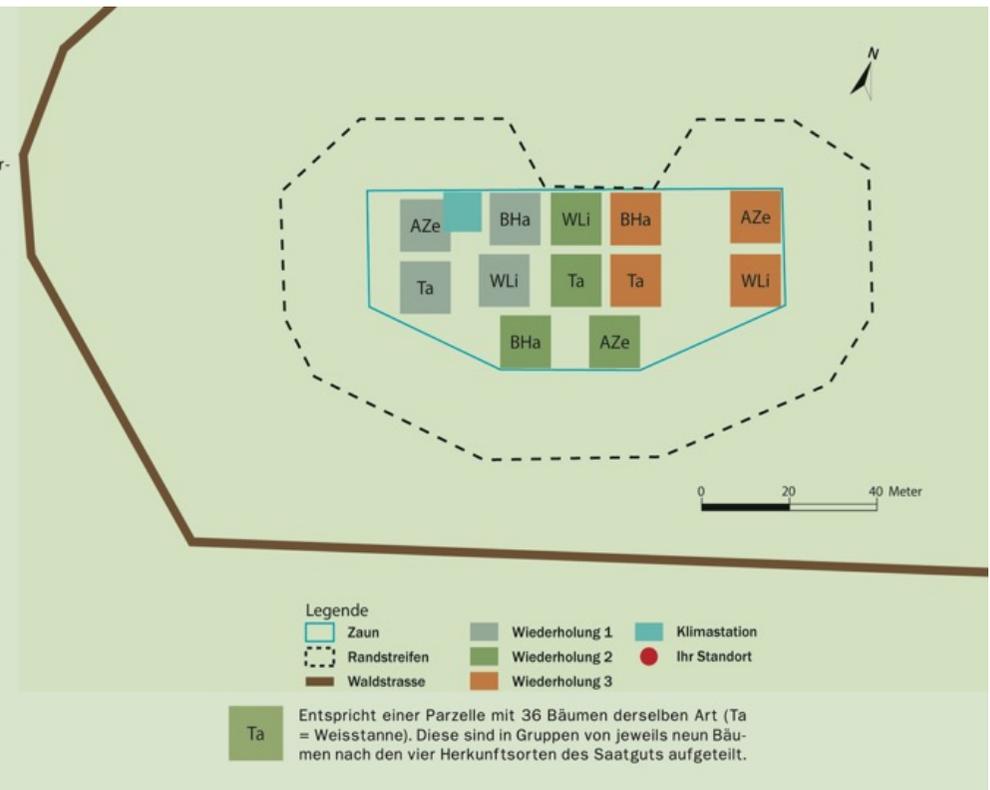
Atlaszeder (*Cedrus atlantica*) AZe  
 Baumhasel (*Corylus colurna*) BHa  
 Weisstanne (*Abies alba*) Ta  
 Winterlinde (*Tilia cordata*) WLi

#### Weitere im Projekt getestete Baumarten

Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)  
 Buche (*Fagus sylvatica*)  
 Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*)  
 Elsbeere (*Sorbus torminalis*)  
 Fichte (*Picea abies*)  
 Föhre (*Pinus sylvestris*)  
 Kirschbaum (*Prunus avium*)  
 Lärche (*Larix decidua*)  
 Nussbaum (*Juglans regia*)  
 Schneebältriger Ahorn (*Acer opalus*)  
 Spitzahorn (*Acer platanoides*)  
 Stieleiche (*Quercus robur*)  
 Traubeneiche (*Quercus petraea*)  
 Zerreiche (*Quercus cerris*)

#### Herkunftsorte des Saatguts am Beispiel der Weisstanne (\* in Arisdorf verwendet)

Chur	GR	Hägendorf*	SO
Madiswil*	BE	Marbach*	LU
Onsernone	TI	Sierre	VS
Taverna*	Kalabrien, ITA		



Kathrin Streit et al. (WSL)

<https://www.wsl.ch/de/projekte/testpflanzungen/>

# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Testpflanzungen im Polytunnel



### Einheimische



Buche



Traubeneiche



Weisstanne

### Exoten



Douglasie



Atlas-Zeder



Zerreiche

# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Testpflanzungen im Polytunnel

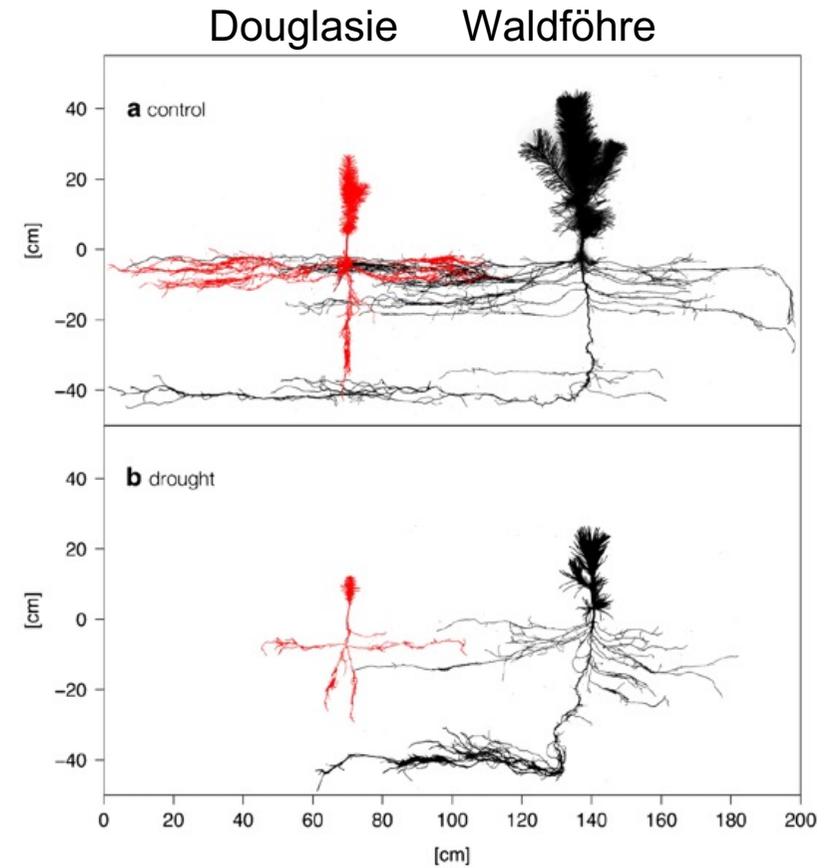


Douglasie hält Trockenheit und Wärme am besten aus.



# Welche Baumarten in der Zukunft?

## Douglasie??



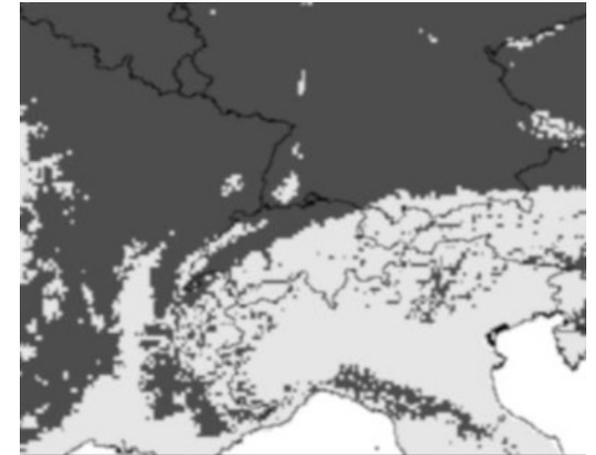
Moser et al. (2016) Annals of Forest Science

# Welche Baumarten in der Zukunft?

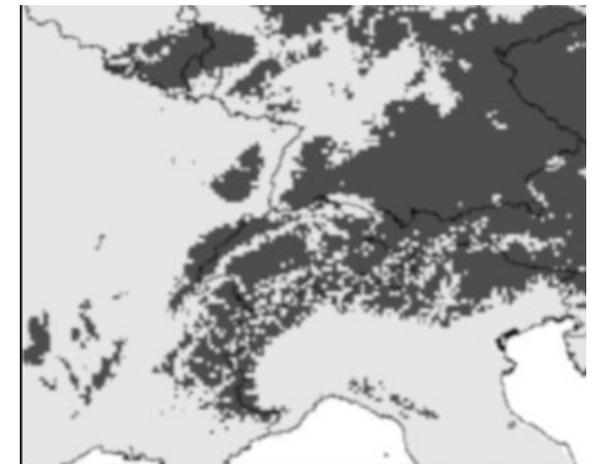
## Douglasie??



Heutige Eignung



Heutige Eignung

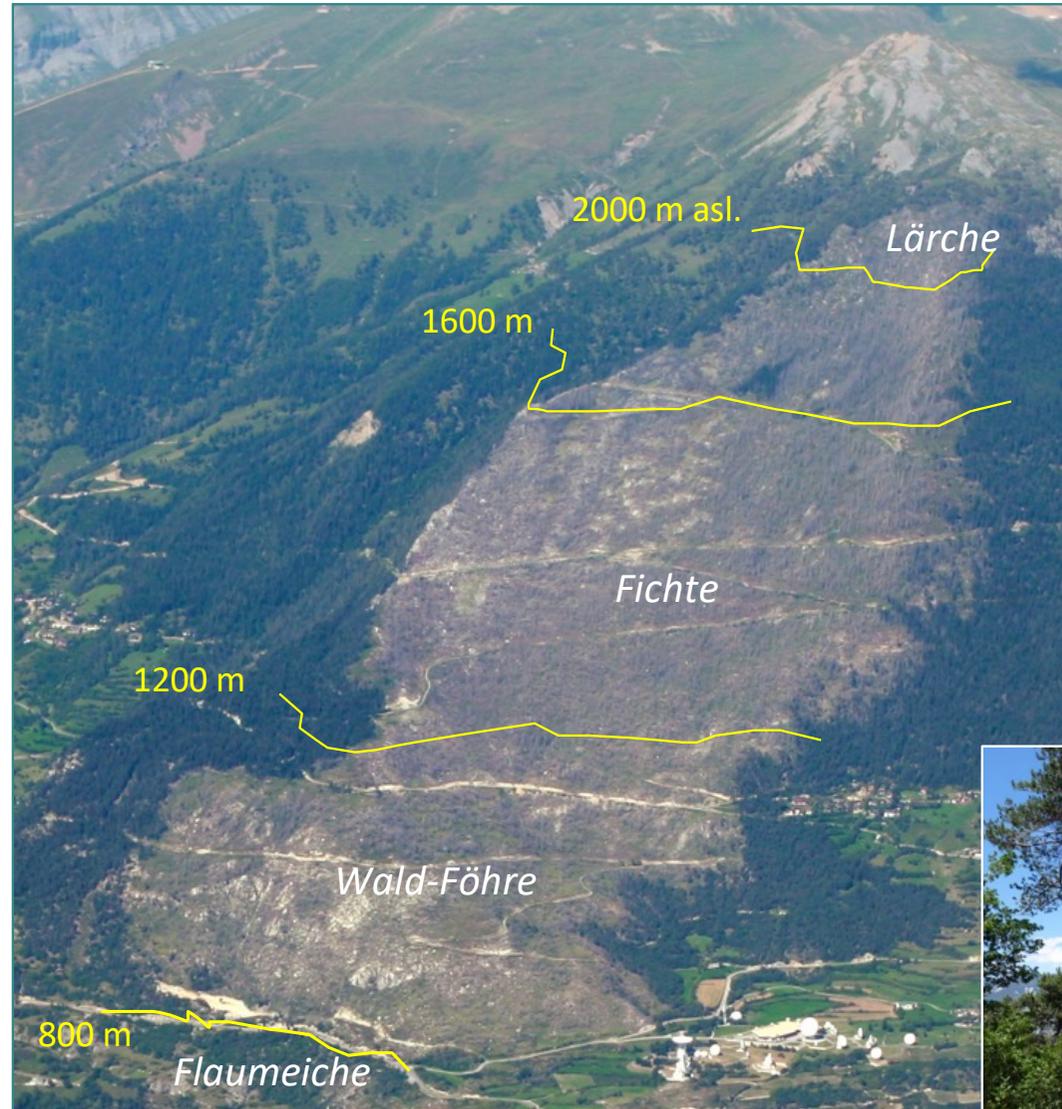


Bratsch (VS); 1500 m ü.M.

Welche  
Baumarten in  
der Zukunft?

Einheimische!!

Akklimatisierung



Waldbrand  
Leuk (2003)



Welche  
Baumarten in  
der Zukunft?

Einheimische!!

Akklimatisierung



Welche  
Baumarten in  
der Zukunft?

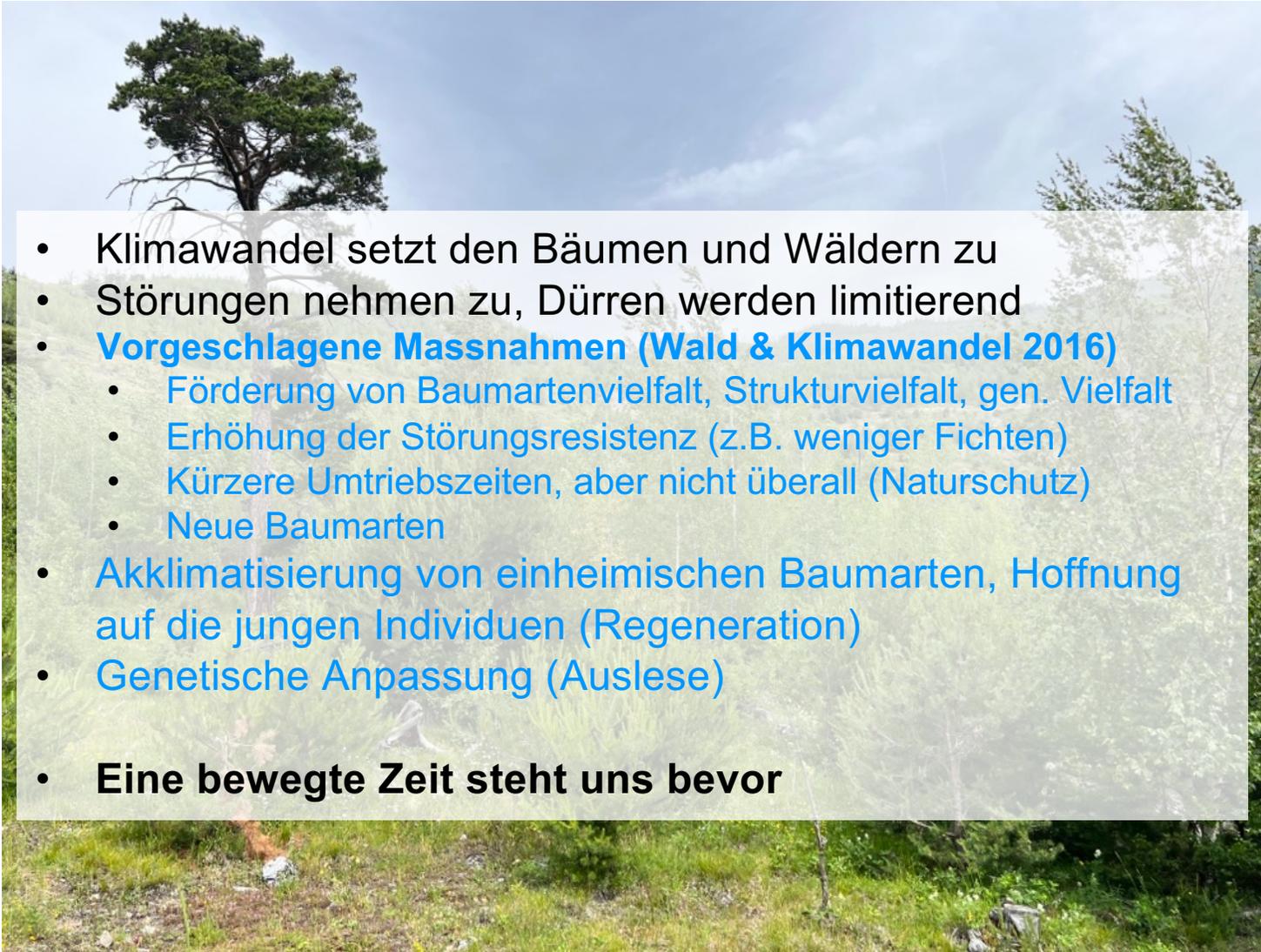
Einheimische!!

Akklimatisierung



# Auswirkungen von extremer Trockenheit auf Bäume und Wälder in der Schweiz

## Fazit

- 
- Klimawandel setzt den Bäumen und Wäldern zu
  - Störungen nehmen zu, Dürren werden limitierend
  - **Vorgeschlagene Massnahmen (Wald & Klimawandel 2016)**
    - Förderung von Baumartenvielfalt, Strukturvielfalt, gen. Vielfalt
    - Erhöhung der Störungsresistenz (z.B. weniger Fichten)
    - Kürzere Umtriebszeiten, aber nicht überall (Naturschutz)
    - Neue Baumarten
  - Akklimatisierung von einheimischen Baumarten, Hoffnung auf die jungen Individuen (Regeneration)
  - Genetische Anpassung (Auslese)
  - **Eine bewegte Zeit steht uns bevor**