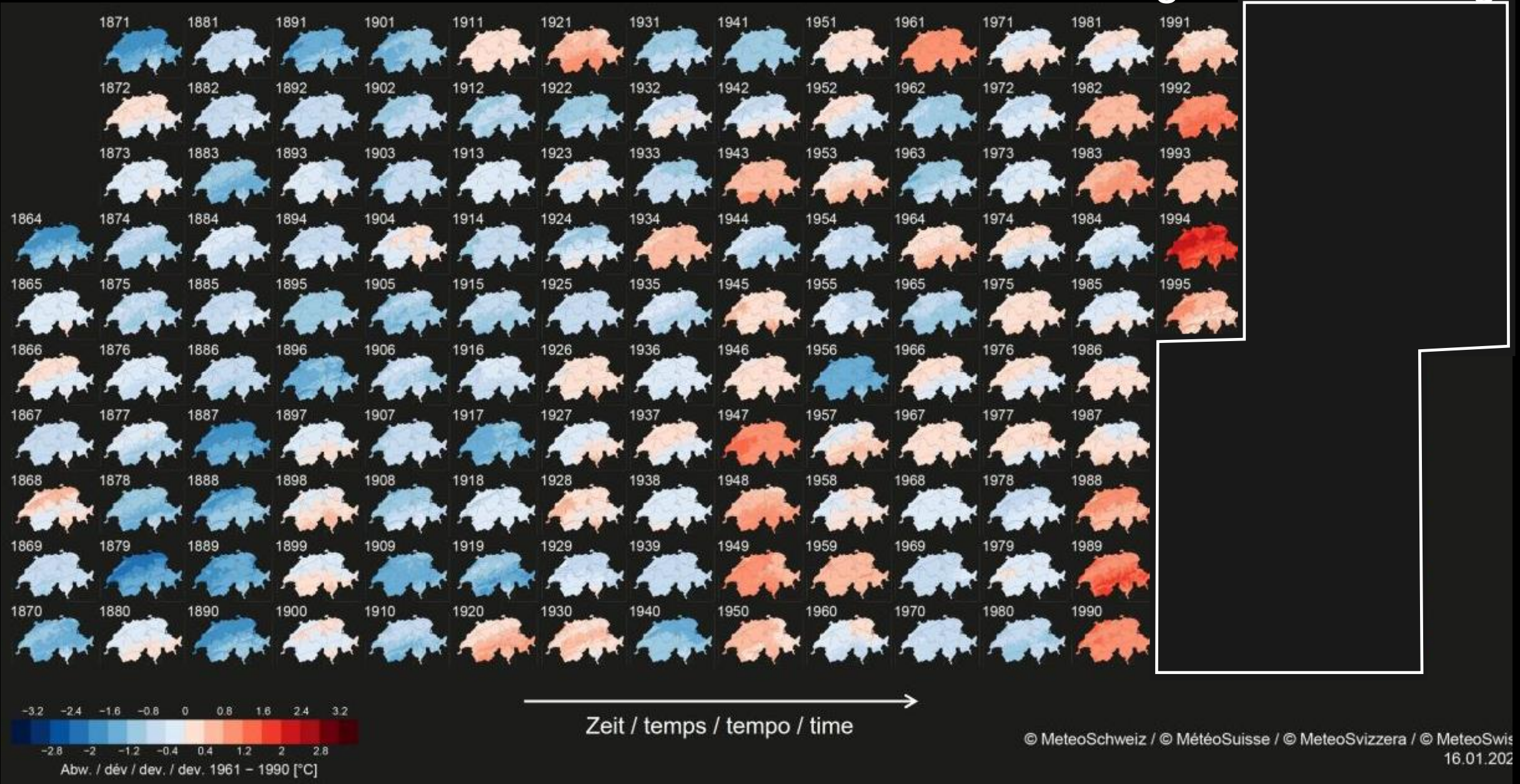


# Absterbeprozesse in Waldkiefernwäldern - Trends, Faktoren, Mechanismen



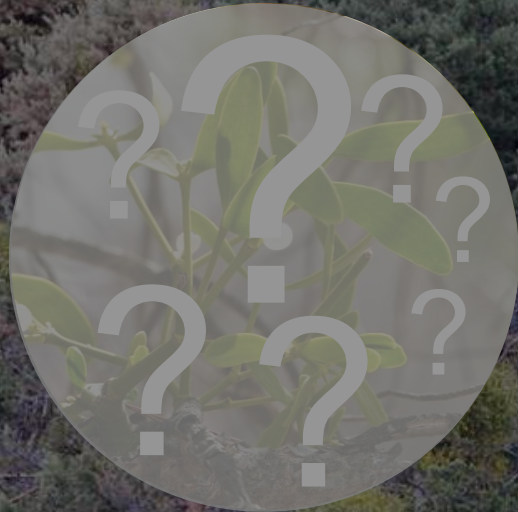
# 30 Jahre Waldkiefernsterben und Waldumbau im Vinschgau – Einordnung



# Ablauf des Vortrages



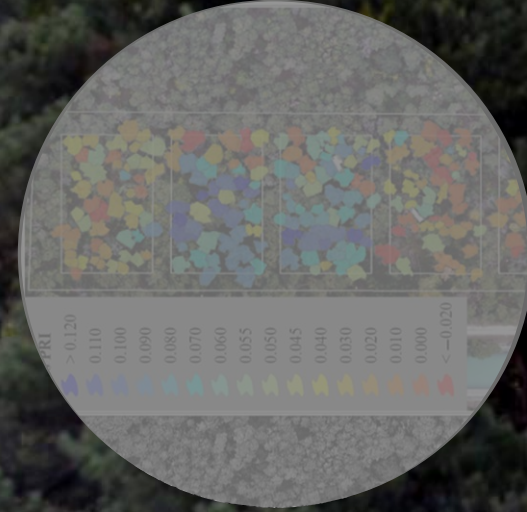
→ Die Anfänge



→ Eine Synthese



→ Die Zukunft?



→ Prozesse verstehen

# 1996 - 1998 Der Telwald bei Visp VS



Foto: B. Wermelinger

## Wieso sterben die Waldföhren im «Telwald» bei Visp?

Eine Zusammenfassung bisheriger Studien und eine dendroökologische Untersuchung

ANDREAS RIGLING und PAOLO CHERUBINI

Keywords: Competition; dendroecology; fluorides; forest health; *Pinus sylvestris* L. *Tomicus* sp.; vegetation dynamics. FDK 174.7 Pinus : 181 : 416 : (494.44)

Abstract: The processes involved in the phase of mortality affecting Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) observed since the beginning of this century in the canton of Valais (Switzerland) are related to the vegetation history, the ecology and stand dynamics as well as the pollution history.

Abstract: Der seit Beginn des 20. Jahrhunderts bekannte Absterbeprozess der Waldföhren (*Pinus sylvestris* L.) im Wallis (Schweiz) wird vor dem Hintergrund der Vegetationsgeschichte, der Ökologie und der Bestandesdynamik sowie der Immissionsgeschichte diskutiert.

### 1. Einleitung

Schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts sorgten die absterbenden Waldföhren im Wallis für Aufsehen. Das Phänomen trat gleichzeitig mit dem Aufkommen verschiedener industrieller Wirtschaftszweige, wie z. B. der Aluminium- und der Zementindustrie, auf. Dieses zeitliche Zusammenfallen war der Grund, weshalb in einem Expertenbericht aus dem Jahre 1937 von einem ursächlichen Zusammenhang

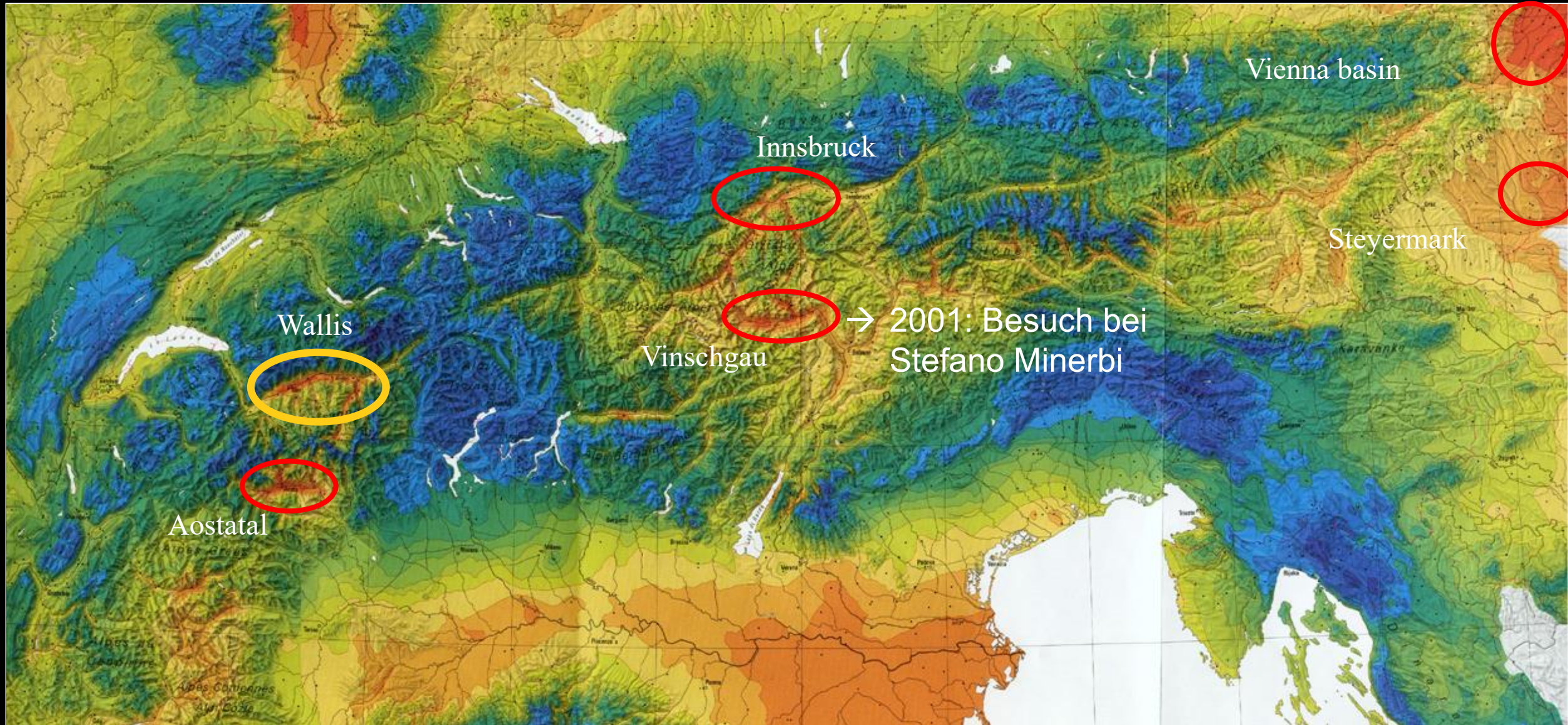
Als 1996 eine weitere Sterbewelle die Waldföhren der Region Visp ergriff, wurde zusammen mit dem lokalen Forstdienst beschlossen, im Rahmen des WSL-Projektes «Langfristige Waldökosystemforschung» die aktuelle Sterbewelle im «Telwald», zwischen Visp und Visperterminen, zu untersuchen.

### 2. Ziel dieser Arbeit

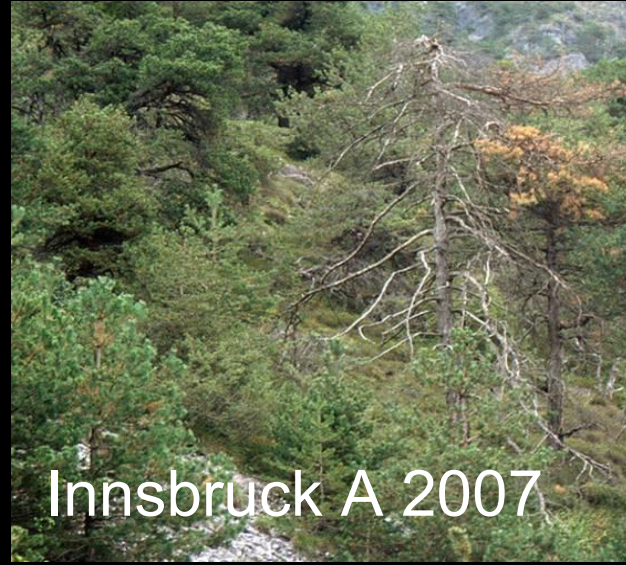
Trockenheit als möglicher Faktor diskutiert

# Jährliche Niederschläge im Alpenbogen und Waldkiefern-mortalität

Stand 2001



# Waldkiefernsterblichkeit seit Jahrzehnten beobachtet



# Waldkiefernsterblichkeit: von Südspanien bis Österreich und Deutschland



Kamptal A 2015



Roth D 2016

# Waldkiefernsterblichkeit: von Südspanien bis Österreich und Deutschland



Thusis CH 2019

# Waldkiefernsterblichkeit: von Südspanien bis Österreich und Deutschland



# Ablauf des Vortrages



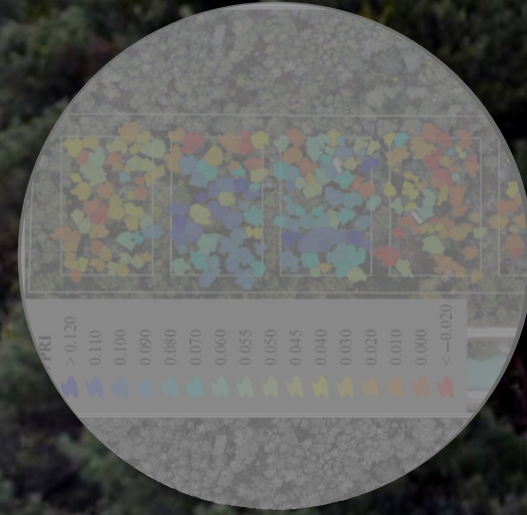
→ Die Anfänge



→ Eine Synthese

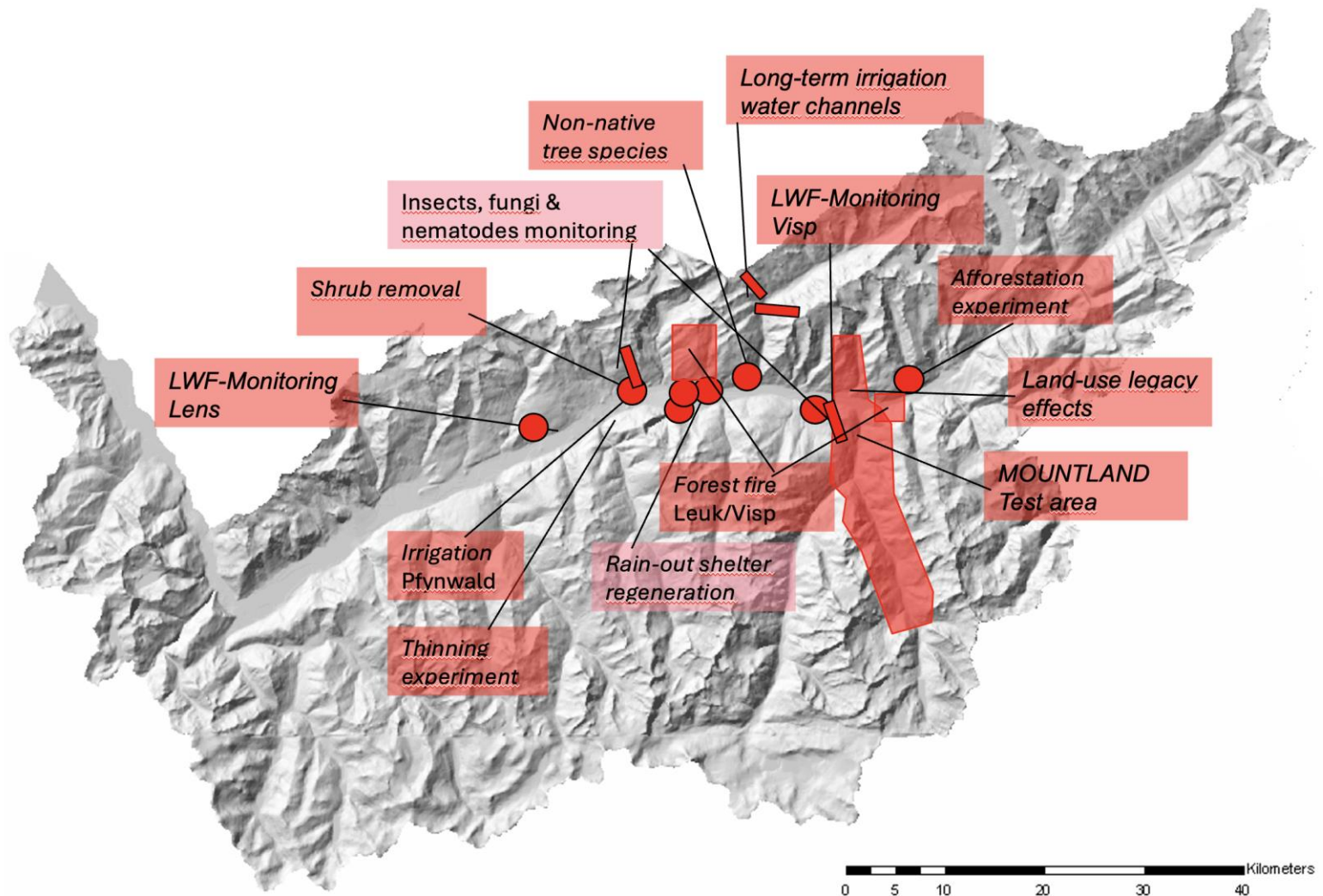


→ Die Zukunft?



→ Prozesse verstehen

# Waldkiefern-Forschungsprojekt 2000 - 2010+



T1: Bestandesdynamik

T2: Insekten

T3: Phytopathogene

T4: Boden – Nähr- und Schadstoffe

T5: Nadeln – Nähr- und Schadstoffe

T6: Klimaanalysen

T7: Bestandeskonkurrenz

T8: Waldverjüngung

T9: Luftfotos

T10: Landschaftswandel

T11: Historische Landnutzung

T12: Genetik

T13: Bewässerungsexperiment

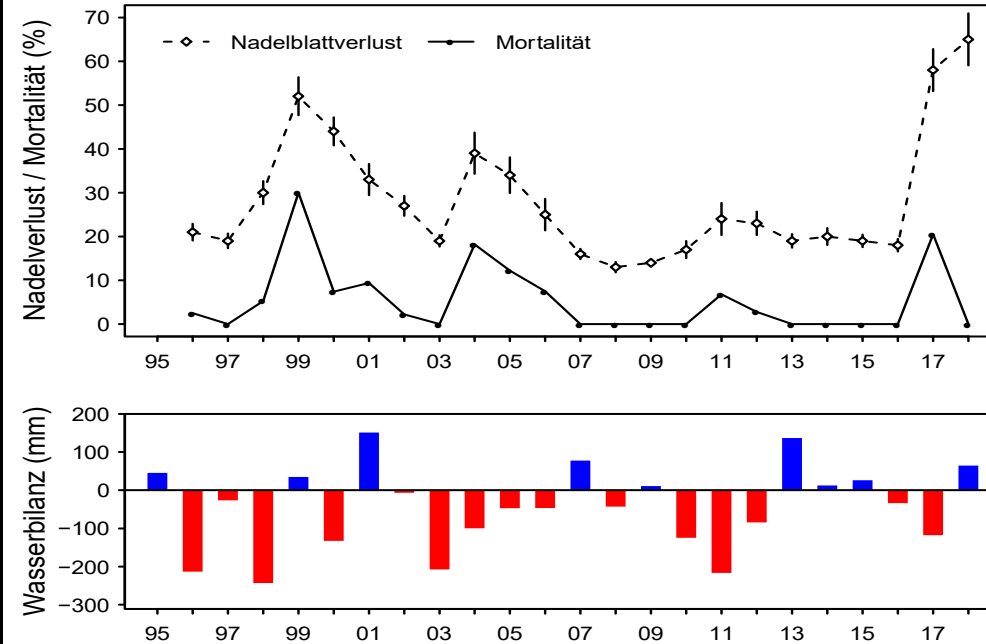
# Föhrenmortalität: Trockenheit als auslösender Faktor?

1998

2003

2011

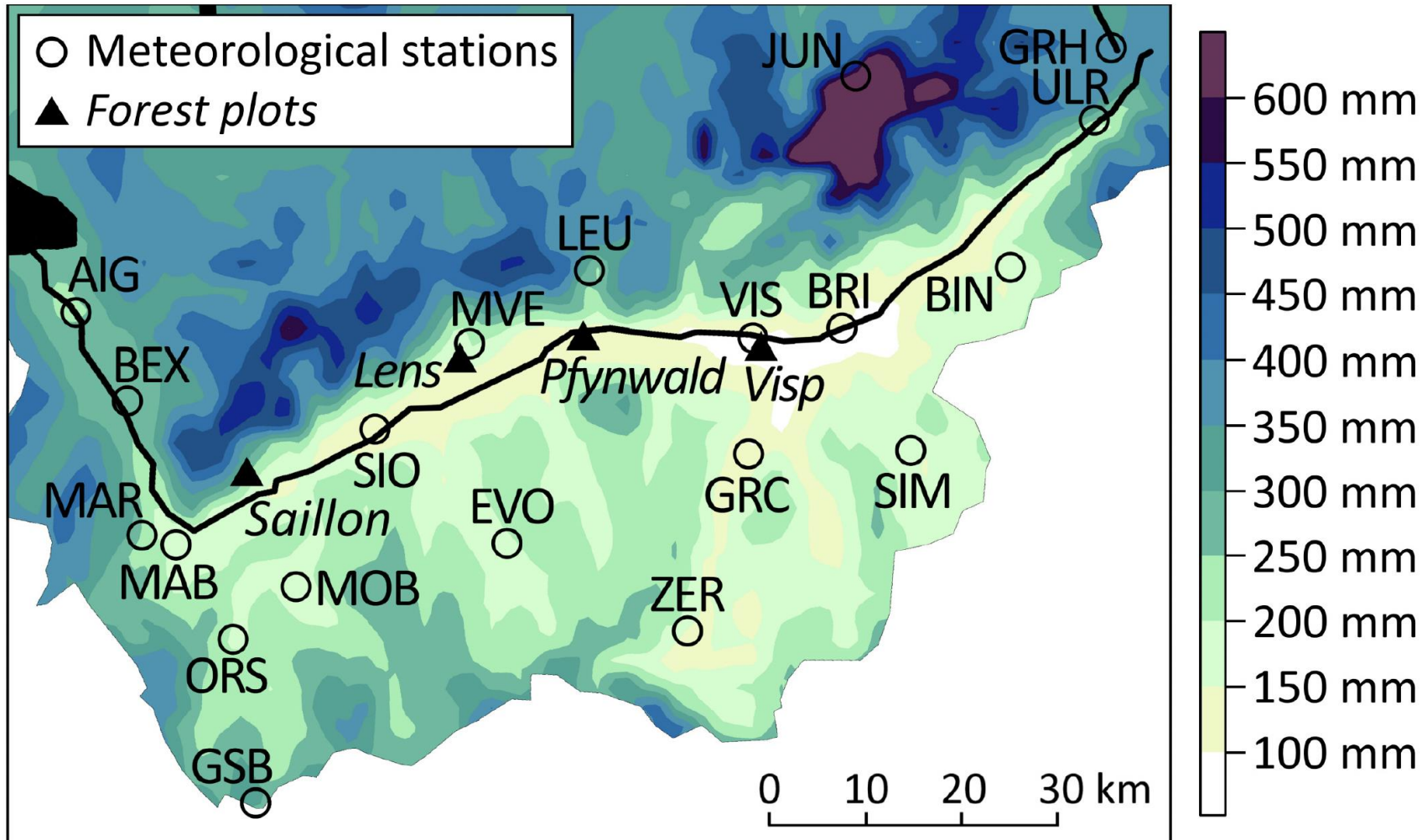
2017



- Viele Trockenjahre
- Mortalität nach Trockenjahren
- **Höchste Mortalität trockene Standorte, hohe Bestandesdichte**

(Rigling et al. 2018 Schweiz. Z. Forstwes.)

# Trockenheit als Hauptauslöser für wiederholte Mortalität Gampel-Visp-Brig



## Räumliche Modellierung der Kiefernsterblichkeit und Klimaparametern

- Niederschlagsdefizit von Juli-September (1981-2018):
- Hauptauslöser wiederholte Absterbewellen Raum Gampel-Visp-Brig
- Wiederholte Werte <100 mm als kritische Schwelle.

## Merkblatt für die Praxis



ISSN 1422-2876

Eidg. Forschungsanstalt WSL  
CH-8903 Birmensdorf

© WSL Birmensdorf, 2006

Bibliothek WSL, Zürcherstrasse 111  
CH-8903 Birmensdorf  
E-Mail: publications@wsl.ch  
http://www.wsl.ch/publications/

41  
April  
2006

## Verdrängen Flaumeichen die Walliser Waldföhren?

Andreas Rigling, Matthias Dobbertin, Matthias Bürgi, Urs Gimmi, Elisabeth Graf Pannatier, Felix Gugerli, Ursula Heiniger, Janina Polomski, Martine Rebetez, Daniel Rigling, Pascale Weber, Beat Wermelinger, Thomas Wohlgemuth

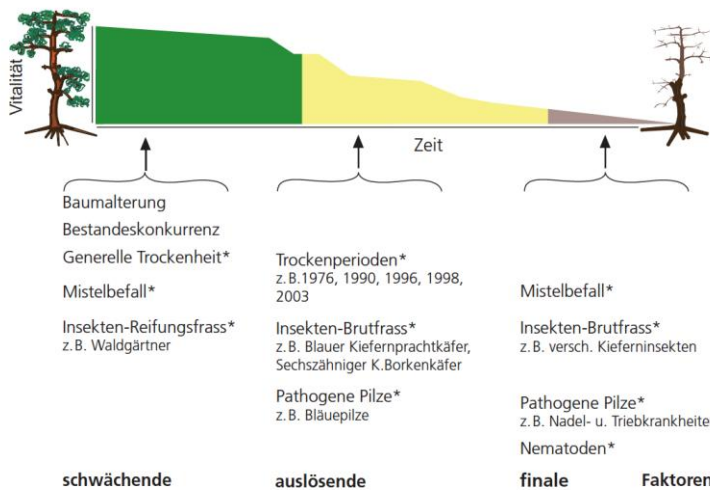


Abb. 24. Faktoren des Föhrensterbens (mit einem \* markierte Faktoren werden direkt oder indirekt durch die Klimaveränderung beeinflusst).

forest observer vol. 2/3 2006 145 - 156

## Klimaextreme und Schädlinge als Faktoren des Kiefernsterbens

Klaus Hellrigl & Stefano Minerbi

### Abstract

#### Extreme climate events and biotic factors as causes of Pine die-back

The causal factors of Pine die-back, as extreme climate anomalies and the diffusion of biotic pests (insect outbreaks and fungal infection), are discussed. Comparative analyses of earlier studies concerning the drivers of Pine die-back in Europe (TEMPLIN 1960) with the recent occurrence of Pine die-back in Alto Adige (1983-2003) confirm the close connection between biotic and abiotic factors. Extreme climatic events are the primary factors determining Pine die-back, followed by fungal infections (*Cenangium limb cancer*, *Scleroderris cancer*) and common Pine pests (*Phaenops cyanea*, *Pissodes piniphilus*, *Pissodes notatus*, *Pissodes pini*, *Acanthocinus aedilis*, *Rhagium inquisitor*, *Ips acuminatus*, *Tomicus* spp. etc.). The spectra of biotic agents involved in Pine die-back is nowadays the same as 50 years ago.

forest observer vol. 2/3 2006 89 - 144

## La siccità dell'estate 2003 causa di disseccamenti del pino silvestre in Val d'Isarco

Stefano Minerbi<sup>1</sup>, Alessandro Cescatti<sup>2</sup>, Paolo Cherubini<sup>3</sup>,  
Klaus Hellrigl<sup>4</sup>, Gerhard Markart<sup>5</sup>, Matthias Saurer<sup>6</sup>, Claudio Mutinelli<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Provincia Autonoma di Bolzano - Ripartizione Foreste, 39100 Bolzano (I)

<sup>2</sup> CEA- Centro di Ecologia Alpina, 38040 Viote del Monte Bondone - Trento (I)

<sup>3</sup> WSL, 8903 Birmensdorf (CH)

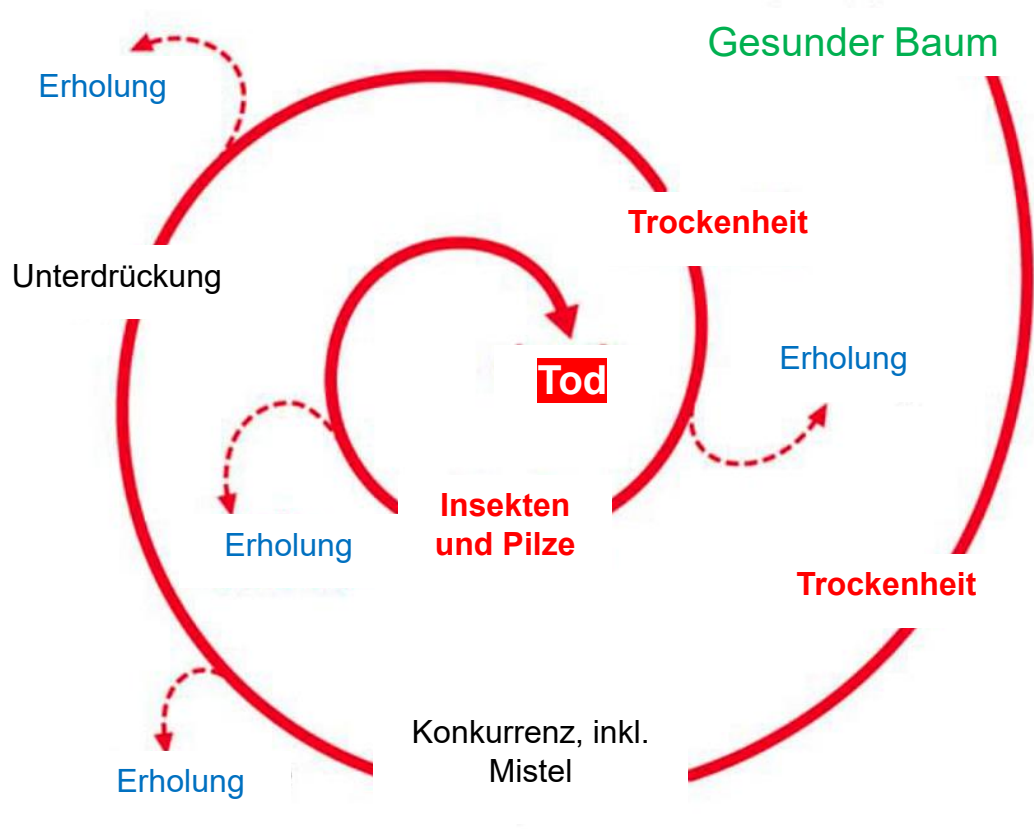
<sup>4</sup> Wolkensteinstraße 83, 39042 Bressanone/Brixen (I)

<sup>5</sup> Bundesamt und Forschungszentrum für Wald - Institut für Lawinen- u. Wildbachforschung, Hofburg, 6020 Innsbruck (A)

<sup>6</sup> Paul Scherrer Institut, 5232 Villigen (CH)

<sup>7</sup> Provincia Autonoma di Bolzano - Ufficio Idrografico (I)

# Wann stirbt die Waldkiefer ab?



z.B. Föhrenprachtkäfer



Bläue- und Nadelpilze



Föhrenmistel

- Trockenheit als treibender Faktor mit verschiedenen beitragenden Faktoren wie Insekten, Pilze und die Mistel. Letztlich entscheidet die Kombination der Faktoren über den Absterbezeitpunkt. Erholung ist oft möglich!

# Unterschiedliche Einschätzung bzgl. der Rolle der Mistel

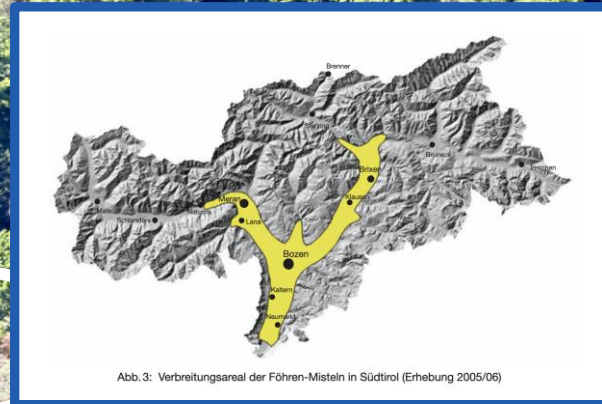
## Untersuchungen zur Verbreitung der Misteln in Südtirol (*Viscum album*: Loranthaceae)

Klaus Hellrigl & Stefano Minerbi

### Abstract

#### Survey on the diffusion of mistletoe (*Viscum album*) in South Tyrol

A regional analysis of the diffusion of mistletoes was carried out in South Tyrol. The survey took place in the spring

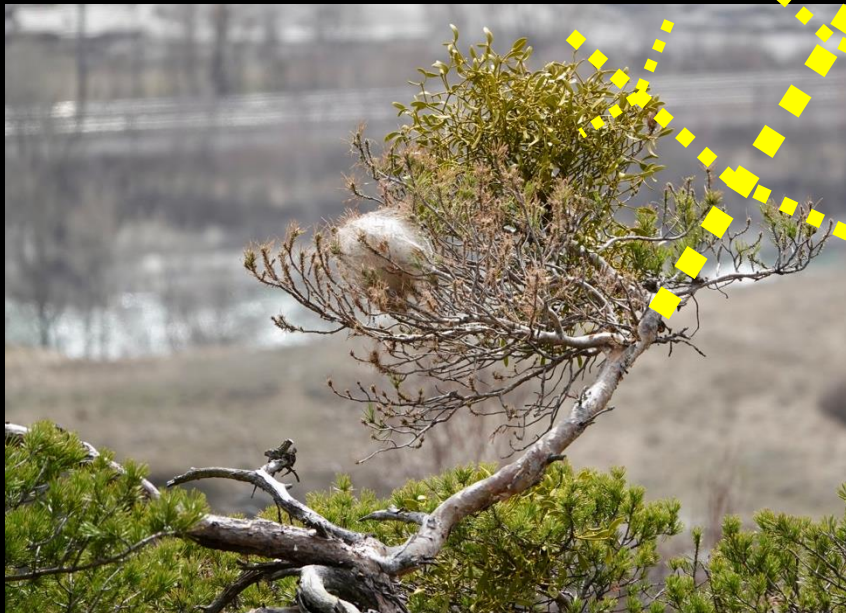


# Mistel und Wachstum von Kiefernästen

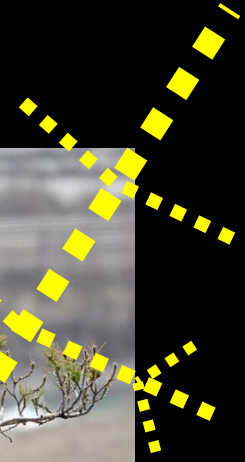
- Vergleich von Kiefernästen mit unterschiedlichem Mistelbefall.
- Mistel hat negative Effekte auf das Astwachstum von Kiefern:



Mittlerer Befall



Starker Befall



- Astdurchmesser ↓
- Astlänge ↓
- Verzweigung ↓
- Nadellänge ↓
- Nadeljahrgänge ↓
- Nadelmasse ↓

→ Samenproduktion\* ↓

# Mistel-Impressionen



# Mistel-Impressionen

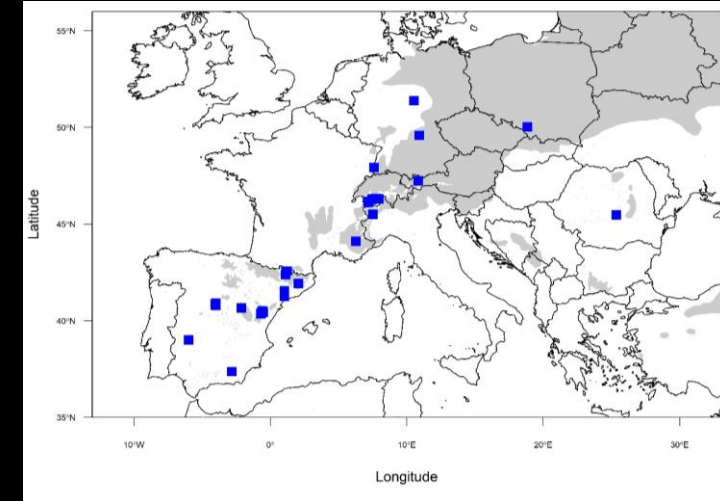


# Zusammenfassung Föhrenmistel

- Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) leidet zunehmend unter **Hitze und Trockenheit**.
- Kiefernmistel (*Viscum album* ssp. *Austriacum*) ist **Halbschmarotzer** der dem Wirtsbaum Wasser und Nährstoffe entzieht.
- Mistel **breitet sich in vielen Gebieten Europas aus** und wird **häufiger** (z.B. Schweiz, Deutschland, Polen, Ungarn, Ukraine).
- Mistelbefall hat Einfluss auf Funktionieren des Einzelbaumes und auf Bestandesdynamik:
  - **negative Effekte:** Wachstum, Vermehrung, Wasserverbrauch → erhöht Trockenstress
  - **positive Effekte:** Nährstoffhaushalt, Verjüngungsdynamik und Biodiversität von Wäldern.
- → **Mistel kann Dynamik von Kiefernwäldern nachhaltig beeinflussen und langfristig Baumartenzusammensetzung und Bestandesstrukturen verändern.**

# Waldkiefernsterben - Eine Synthese aus Europäischer Sicht

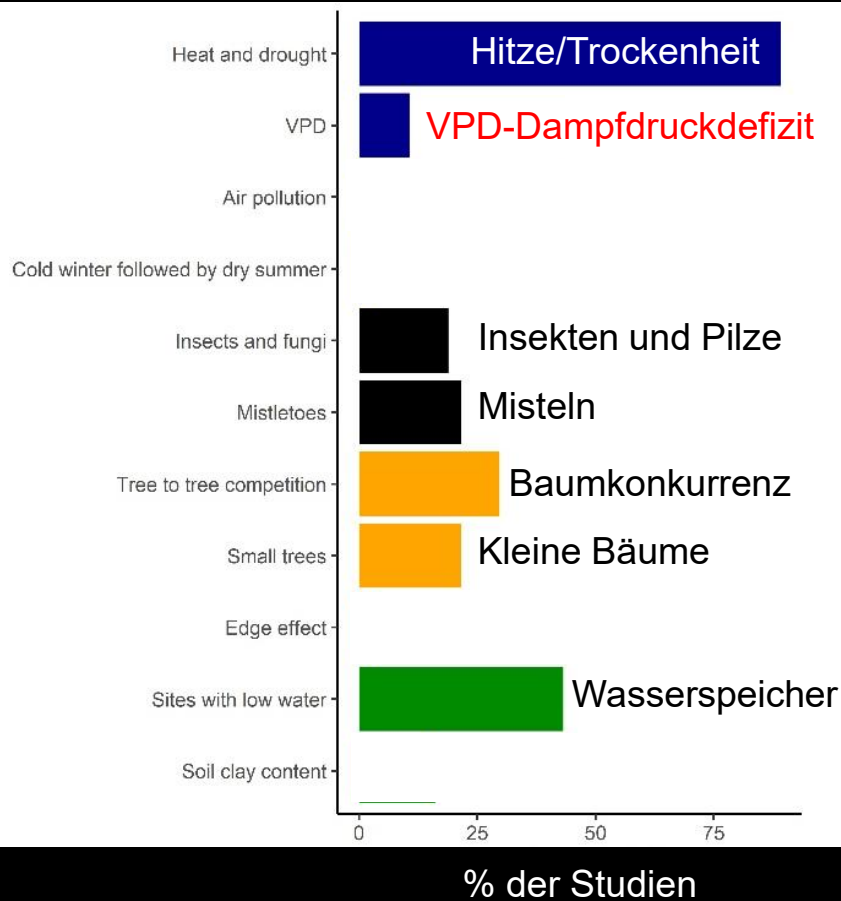
37 Studien zum Waldkiefernsterben



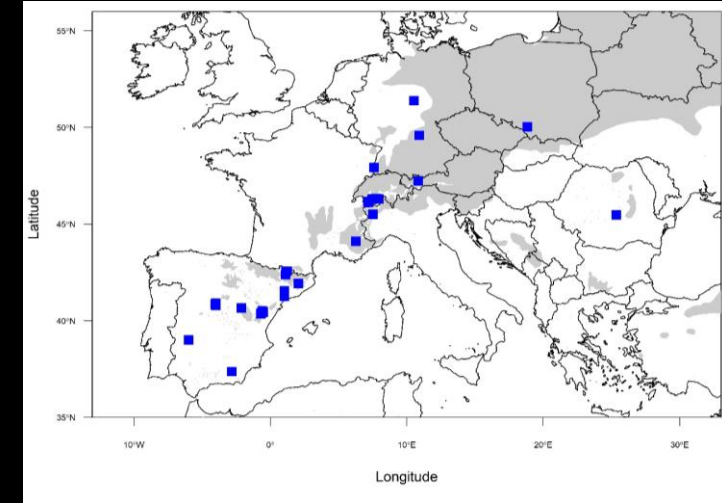
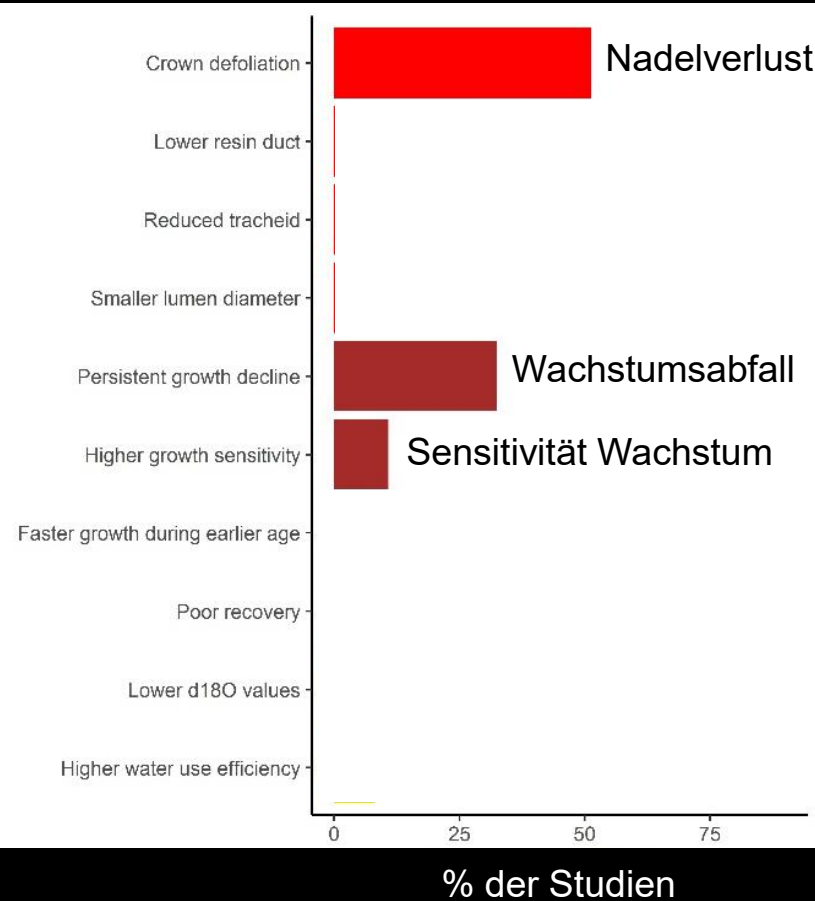
# Waldkiefernsterben - Eine Synthese aus Europäischer Sicht

37 Studien zum Waldkiefernsterben

## Umweltfaktoren

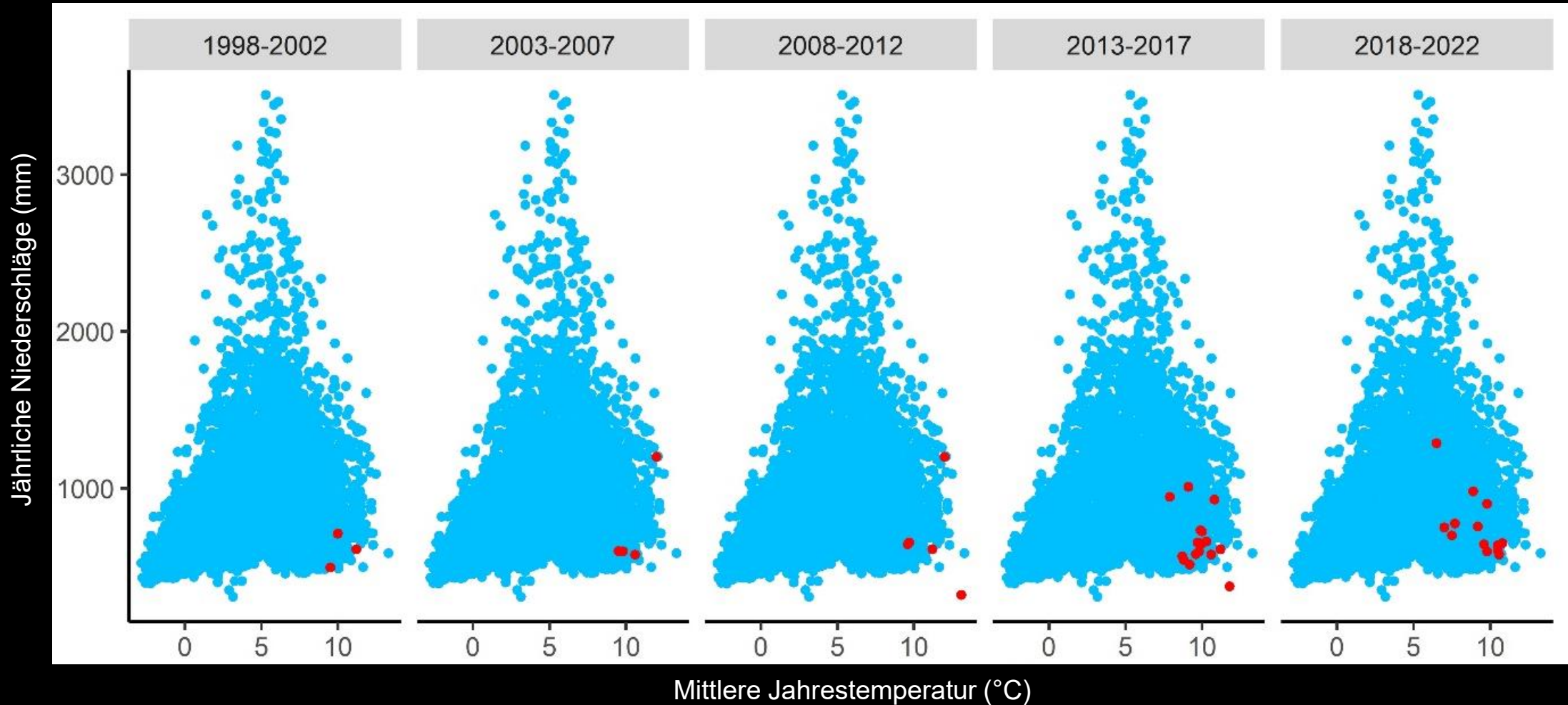


## Baumeigenschaften



- **Trockenheit als Hauptfaktor**, in Kombination mit weiteren biotischen / abiotischen Faktoren führen zum Absterben
- **VPD als möglicher Schlüsselfaktor in Zukunft**

# Die Absterbephänomene vermehrt auch auf mittleren Standorten

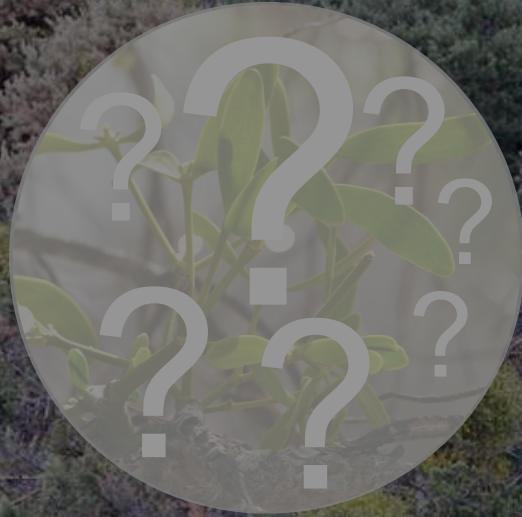


- Mortalität durch Trockenheit nicht mehr nur am trocken/heissen Rand des Verbreitungsgebietes. Zunahme der Anfälligkeit gegenüber Trockenheit nimmt auf mittleren Standorten zu.

# Ablauf des Vortrages



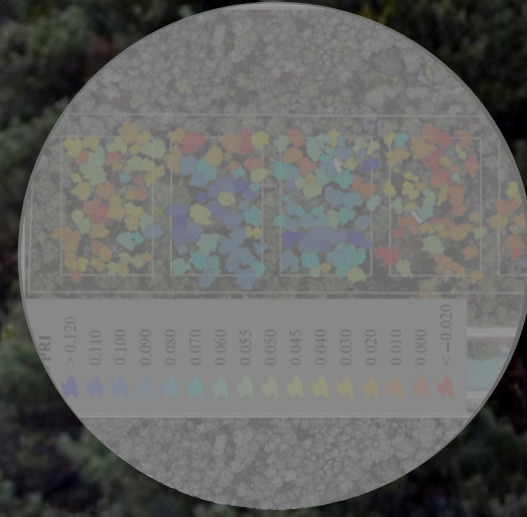
→ Die Anfänge



→ Eine Synthese

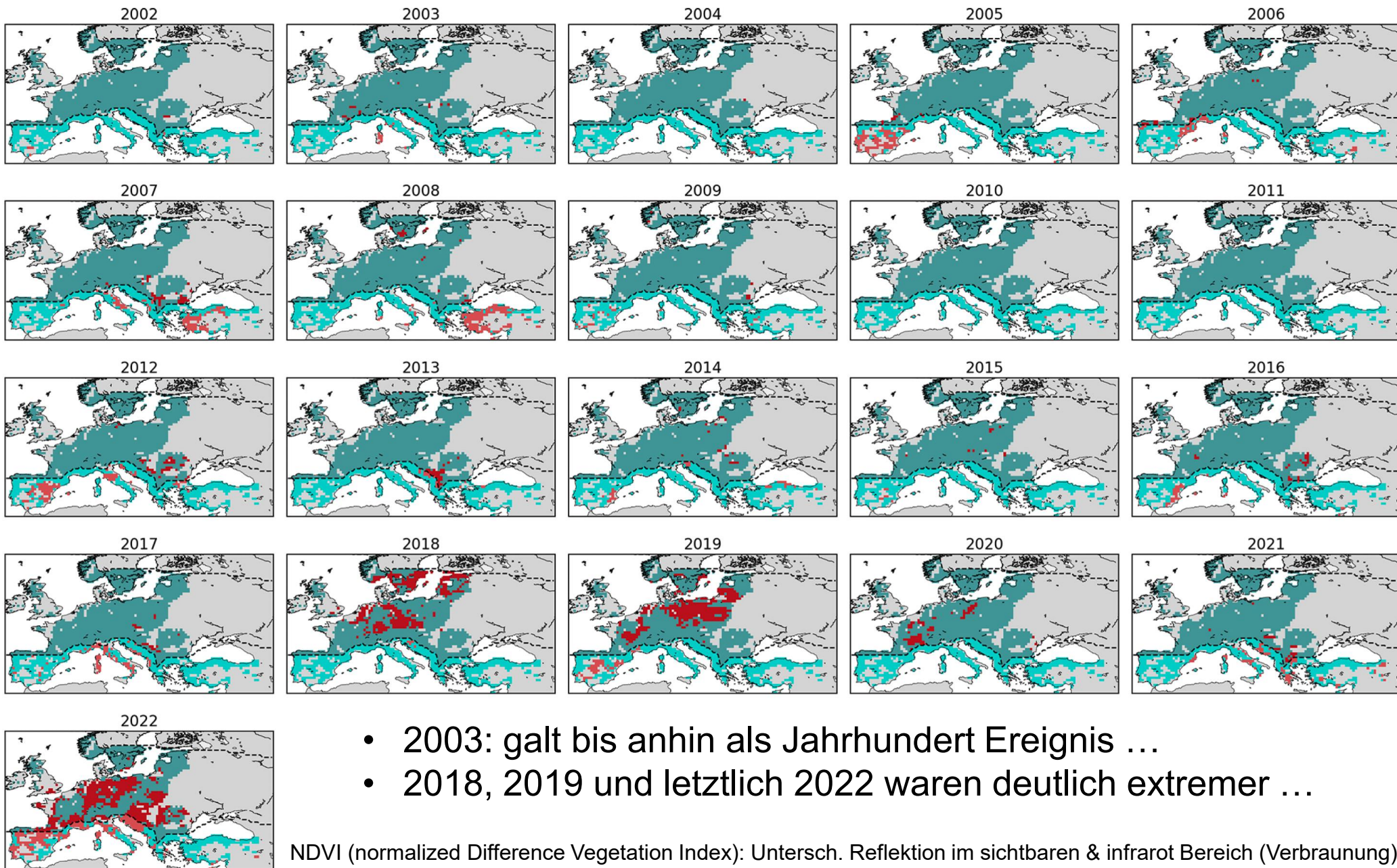


→ Die Zukunft?



→ Prozesse verstehen

# Wie extrem war die Trockenheit 2018 für die Wälder? *Satelittendaten*



NDVI (normalized Difference Vegetation Index): Untersch. Reflektion im sichtbaren & infrarot Bereich (Verbraunung)

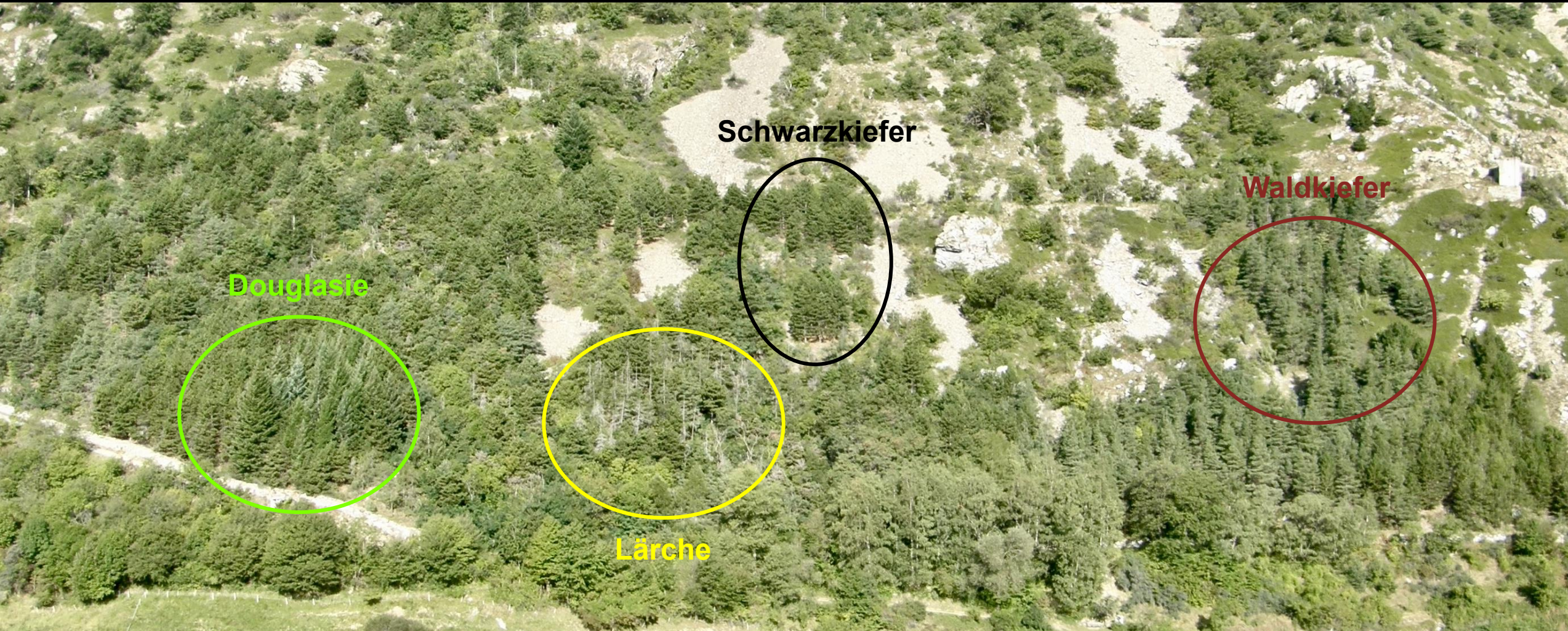
*Hermann et al. 2023  
Biogeosciences*

# Was ist die Zukunft der Schutzwälder auf extremen Trockenstandorten?



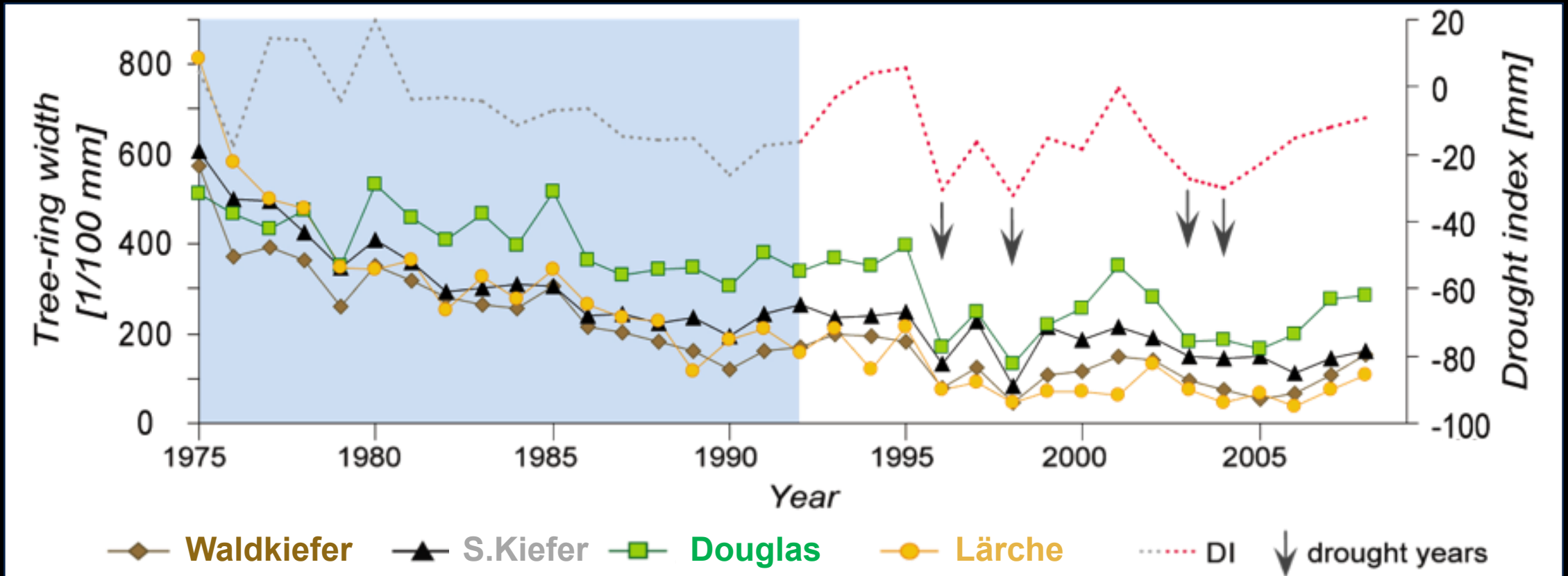
- Trockenes Gebiet, hohe Einstrahlung
- Flachgründige Böden im Übergang zur Felsensteppe
- Wichtige Schutzwälder
- Wiederkehrende trockenheitsbedingte Mortalität (v.a. Waldföhre)
- **Klimaprognosen sind kritisch** mit zunehmender Hitze und Frühlings- und Sommertrockenheit
- **Wie können wir die Resilienz dieser Wälder für die Zukunft erhöhen?**

# Aufforstungsexperiment Gampel (1975): Bewässerung bis 1992



- Auswirkung der Einstellung der Bewässerung 1975-1992 (Baumalter 22 J.) auf Wachstum und Mortalität
- Auswirkung von vier extremen Trockenjahren (1996, 1998, 2003, 2004)

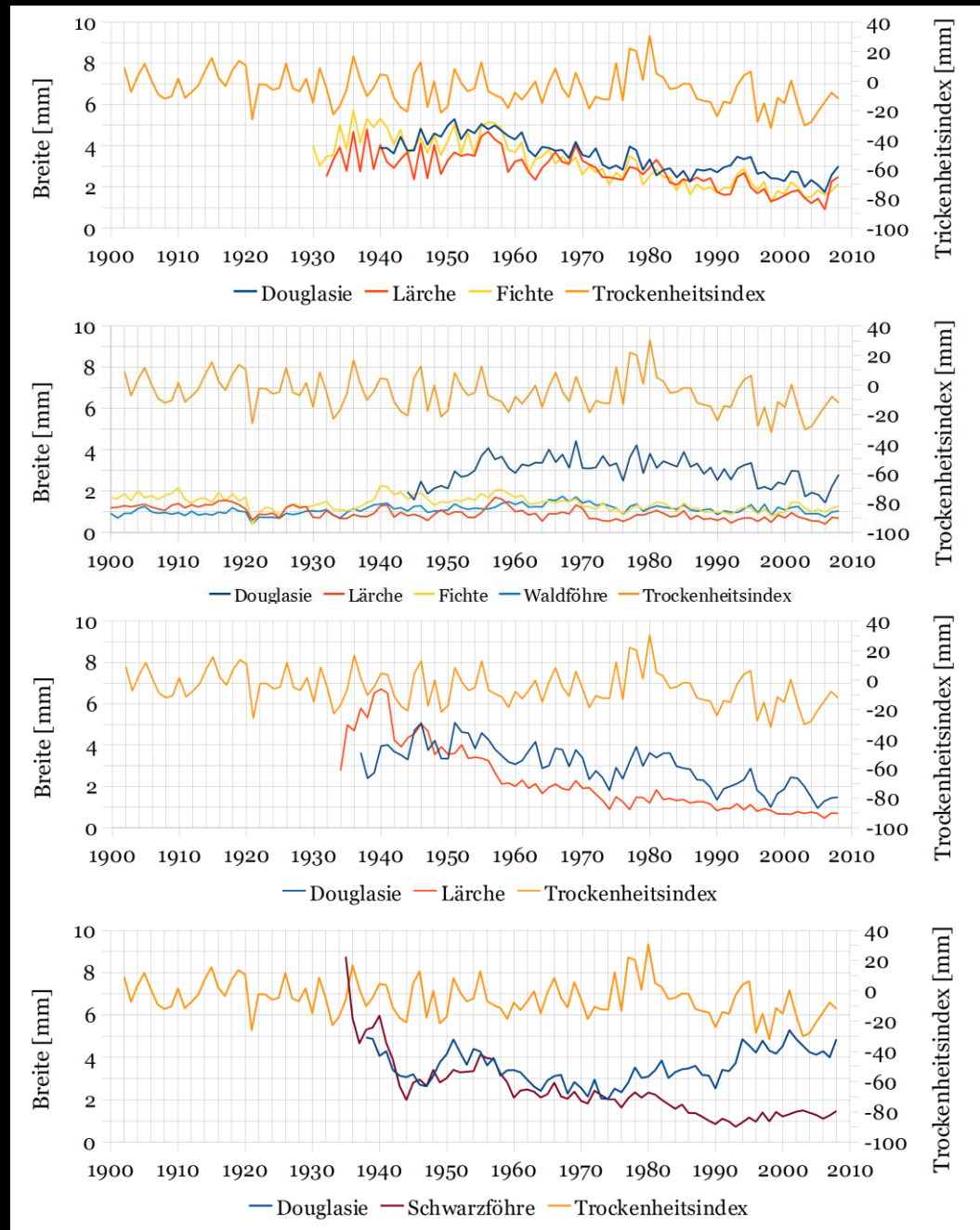
# Aufforstungsexperiment Gampel: Bäume im mittleren Alter



- **Waldkiefer, Lärche:** Mortalität und Kronensterben, Wachstumsabnahme und tiefe Wachstumsraten, langsame Erholung nach Dürre, klare Effekte der Bewässerungseinstellung
- **Douglasie, Schwarzkiefer:** Keine Mortalität, vitale Kronen, hohe Wachstumsraten, flexibles Wachstum, schnelle Erholung nach Dürre

# Wachstum Aufforstungen

- **Douglasie:**
  - Höchste Wachstumsraten auf trockenen Standorten
  - Reagiert stark auf Trockenheit, erholt sich aber schnell (Resilienz)
- **Schwarzkiefer:**
  - mit zunehmendem Alter nimmt Wachstum ab
- **Lärche:**
  - reagiert weniger stark auf Trockenheit, Wachstum gering
- **Waldkiefer, Fichte:**
  - Wachstum etwas grösser als bei Lärche



Goppenstein  
1200 m ü.M.  
westexponiert

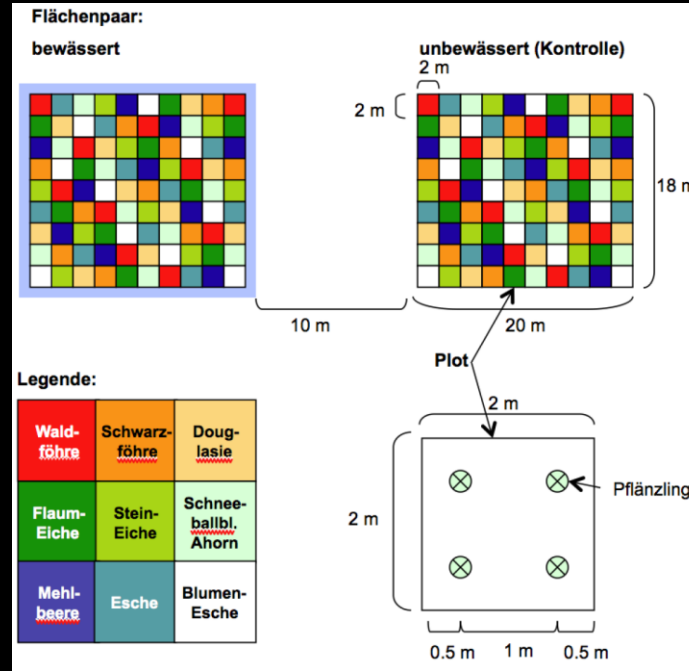
Bratsch  
1200 m ü.M.  
südostexponiert

St. German  
950 m ü.M.  
südexponiert

Baltschieder  
870 m ü.M.  
südostexponiert

Trockenheit

# Aufforstungsexperiment Südrampe 2011-2024+



3 Versuchsflächen  
 2 Behandlungen  
 9 Baumarten  
 40 Pflanzen pro Art,  
 Fläche und Behandlung  
 2160 Pflanzen



Blumenesche  
*Fraxinus ornus*



Douglasie  
*Pseudotsuga menziesii*



Flaumeiche  
*Quercus pubescens*



Gemeine Esche  
*Fraxinus excelsior*



Mehlbeere  
*Sorbus aria*



Schneeball-blättriger Ahorn  
*Acer opalus*



Schwarzkiefer  
*Pinus nigra*



Steineiche  
*Quercus ilex*



Waldkiefer  
*Pinus sylvestris*

# Aufforstungsexperiment 2011-2024+



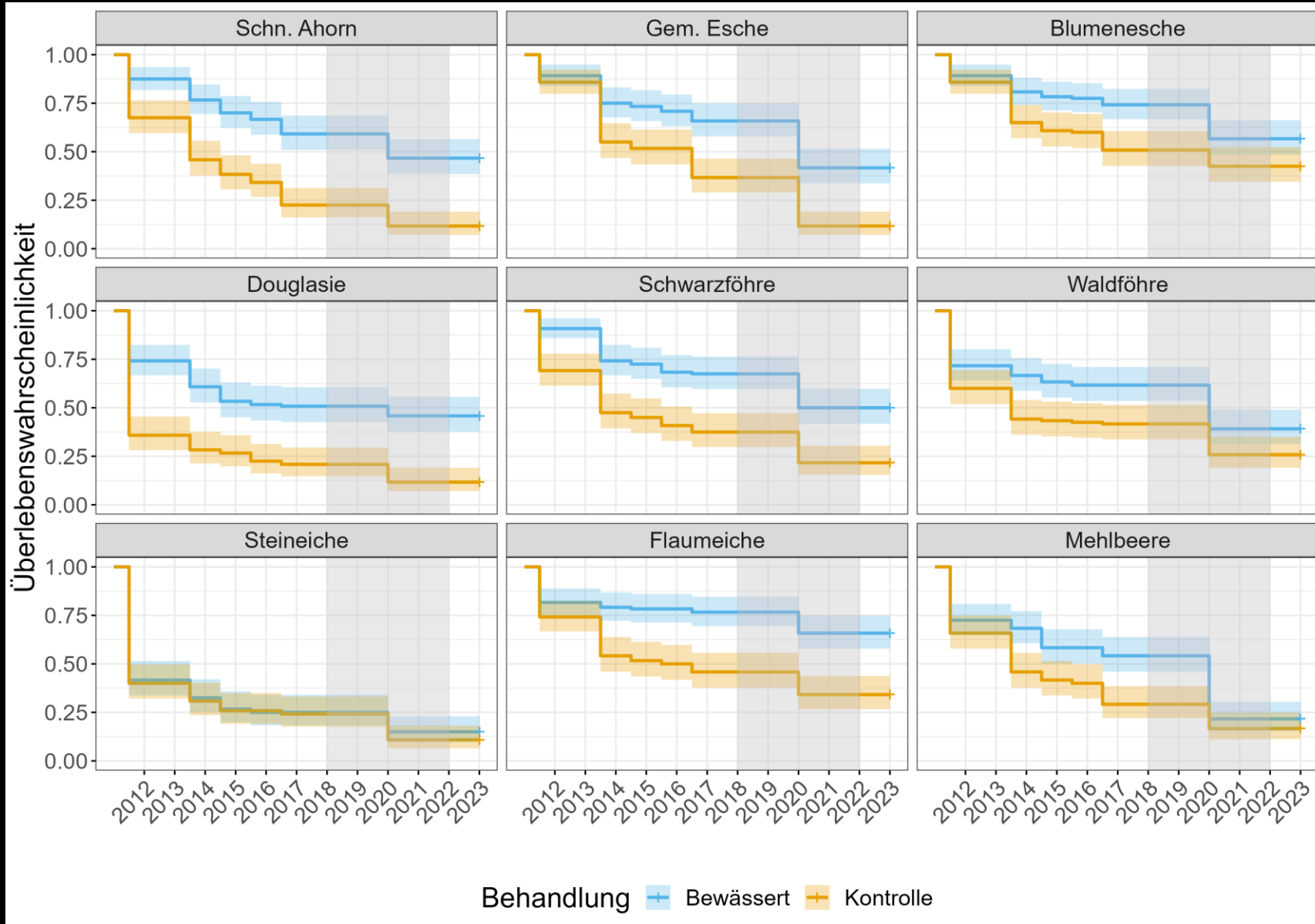
- 2011: Misserfolg (extrem trockener Frühling)
- 2012: Neustart mit neuen Pflanzen
- 2024 Erfolgskontrolle

(alle Fotos: Ueli Wasem, WSL)



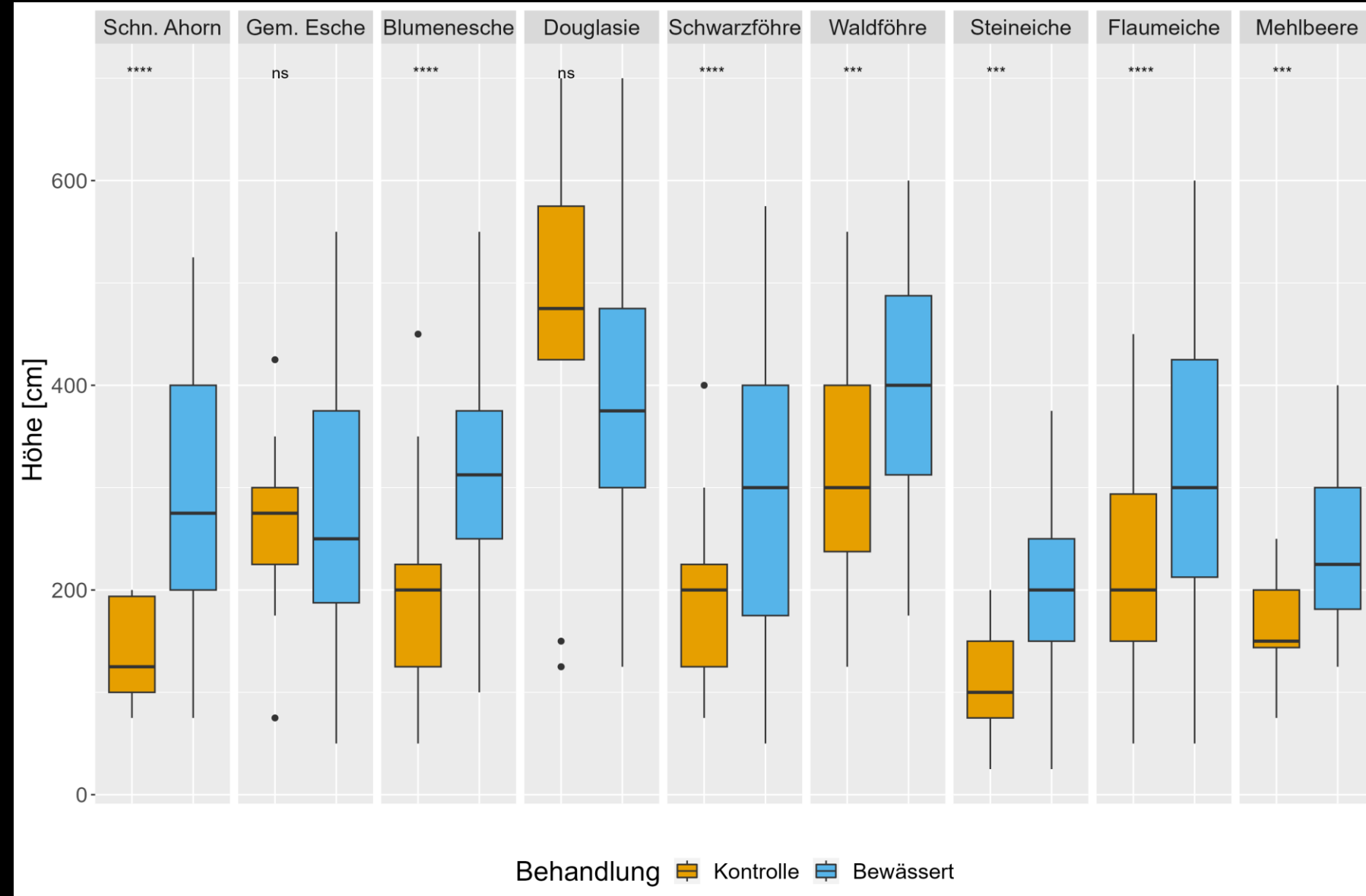
Foto: Andreas Rigling

# Verjüngung: Überlebenswahrscheinlichkeiten 2011-2024



- **Blumenesche und Flaumeiche:** Hohe Überlebensrate auf bewässerten und unbewässerten Flächen
- **Douglasie:** Sehr hohe Mortalität in den ersten Jahren, bleibt dann aber sehr stabil
- **Waldkiefer, Schwarzkiefer und Mehlbeere:** Nur mittlere Überlebensraten bei beiden Behandlungen
- **Schneeballblättriger Ahorn, gemeine Esche:** ohne Bewässerung nur geringer Erfolg
- **Steineiche:** Tiefe Überlebensrate → Frost?

# Verjüngung: Höhe



- **Bewässerung:** Alle Arten profitieren mit Ausnahme der Douglasie.
- **Douglasie:** Beste Wachstumsleistung.
- **Waldkiefer, Schwarzkiefer, Flaumeiche, Blumenesche, Esche, Schneeb. Ahorn:** mittleres Wachstum.
- **Steineiche und Mehlbeere:** bleiben klein.

# Baumartenempfehlung auf Trockenstandorten

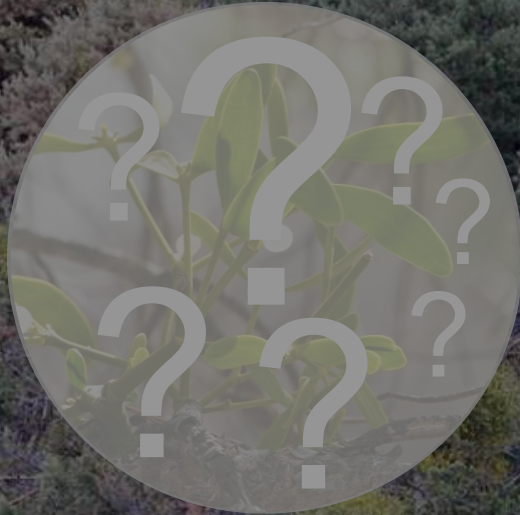


- **Flaumeiche** und **Blumenesche**: Erfolgversprechendste Arten, dank hoher Überlebensraten und gutem Wachstum, sogar bei trockenen Bedingungen.
- **Douglasie**: Hohes Potential auf Trockenstandorten trotz hoher Mortalität in jungen Jahren → neigt zu Invasivität bei Trockenheit und auf saurem Substrat. Waldbrandrisiko?
- **Schwarzkiefer**: Gutes Potential auf Trockenstandorten. Anfälligkeit gegenüber Schädlingen und Pathogenen.
- **Waldkiefer**: Weniger aussichtsreich als die anderen Arten, jedoch wichtige einheimische Baumart. Zusammen mit **Schneeballblättrigem Ahorn** und **Mehlbeere** kann sie als beigemischte Baumart wertvoll sein (Baumartendiversität fördern).

# Ablauf des Vortrages



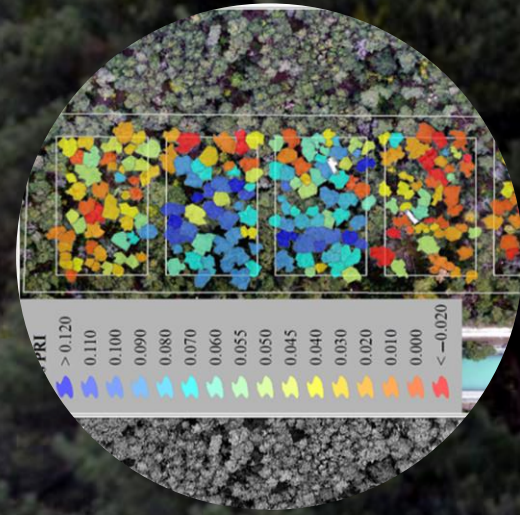
→ Die Anfänge



→ Eine Synthese

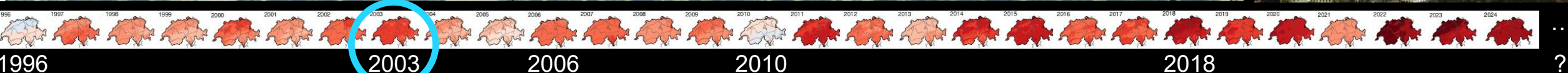


→ Die Zukunft?



→ Prozesse verstehen

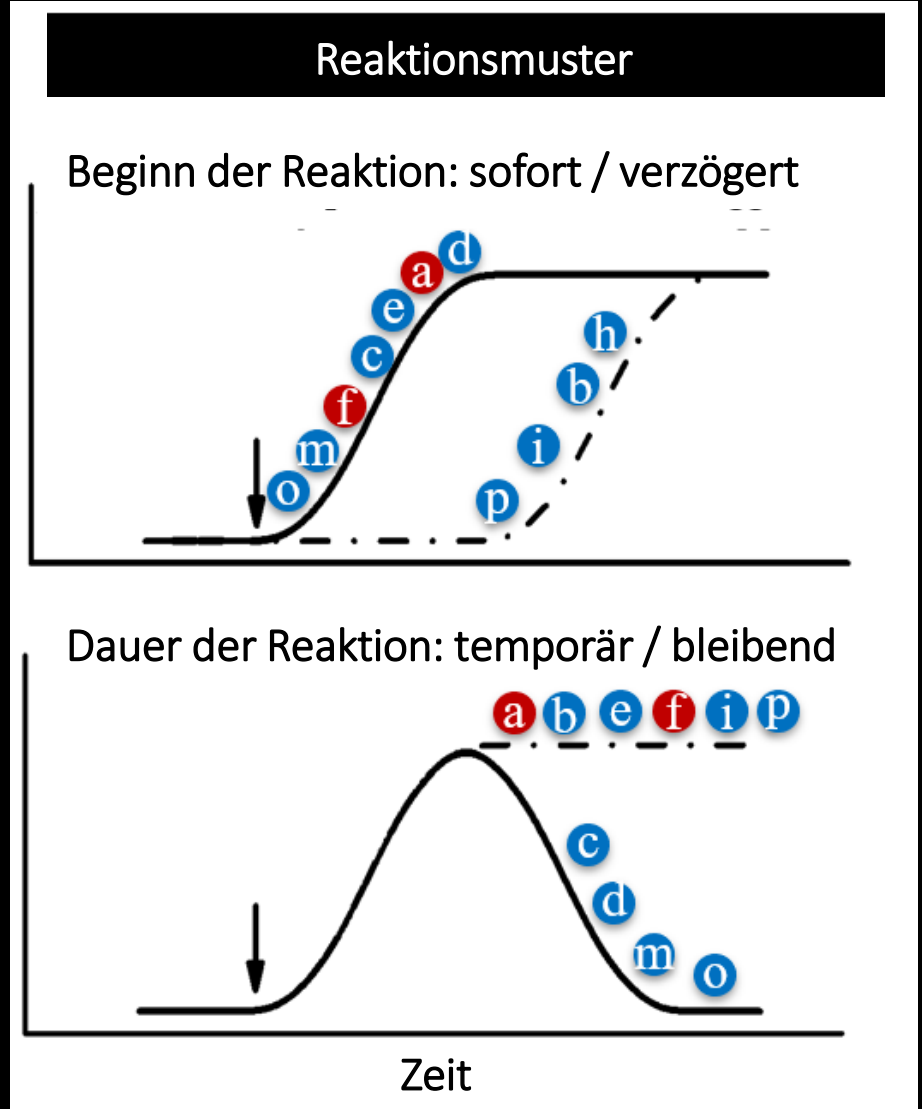
- Seit 2003
- 25 x 40 m, 876 Waldkiefer, 100 Jahre
- Jährliche Niederschläge ca. 600 mm
- Bewässerung: 700 mm/Jahr
- Seit 2014 Bewässerungsstop auf 1/3 der Flächen
- Messungen: ca. 50 Parameter (Minute - Jahr)
- Reaktion des Waldes auf unterschiedliche Wasserverfügbarkeit
- >20 internationale Forschungsteams



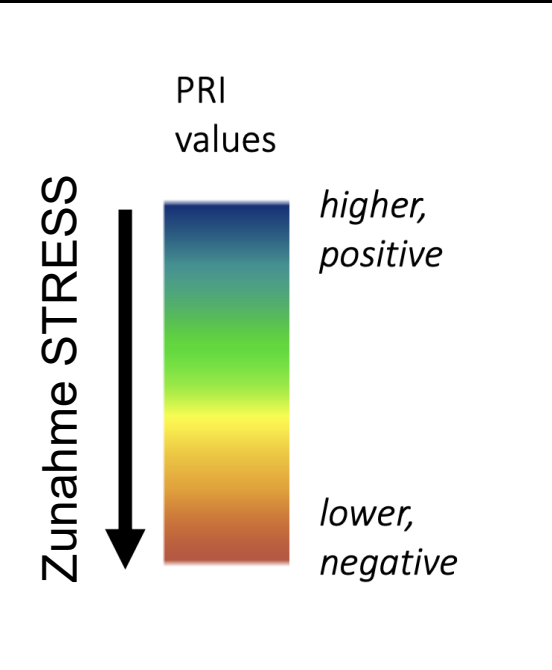
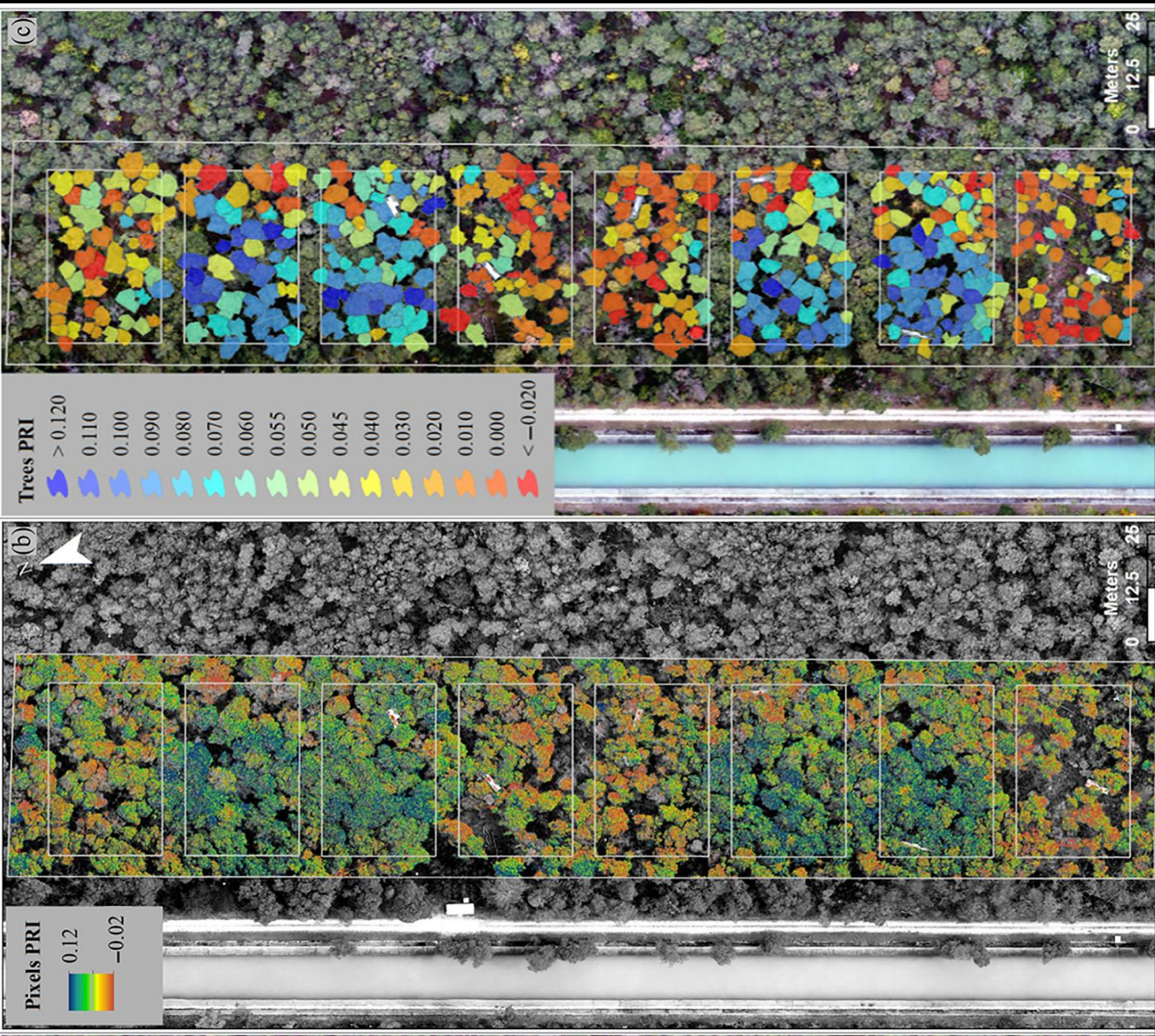
# 20 Jahre Bewässerung – was haben wir gelernt?

Baum-Reaktionen	
<b>a</b> Nadelverlust	↓
<b>b</b> Überlebensrate	↑
<b>c</b> Nadellänge	↑
<b>d</b> Trieblänge	↑
<b>e</b> Jahrringbreite	↑
<b>f</b> Jahrring d13C	↓
<b>g</b> NSC unlöslich	↓
<b>h</b> Feinwurzeln	↑
<b>i</b> Blattfläche LAI	↑

Ökosystem-Reaktionen	
<b>j</b> <i>Tomicus spec.</i>	↓
<b>k</b> Föhre/Eiche/Sträucher Sämlinge	↑
<b>l</b> Streuzersetzung	↑
<b>m</b> Pilzfruchtkörper	↑
<b>n</b> Bodenumusgehalt (SOM)	↑
<b>o</b> Bodenfeuchtigkeit	↑
<b>p</b> Basalfläche	↑
<b>q</b> Streufall	↑



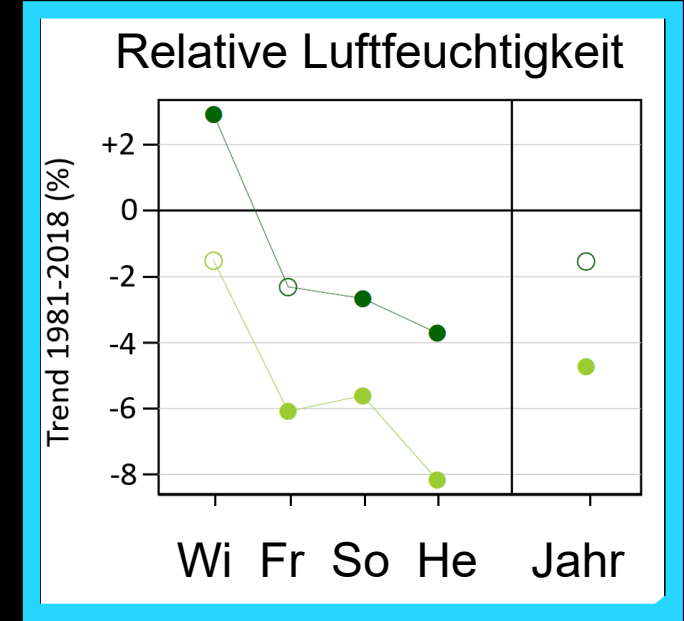
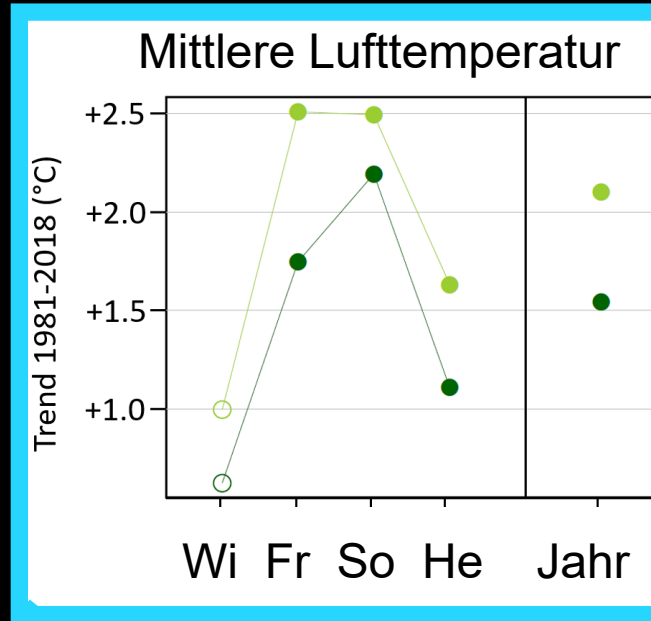
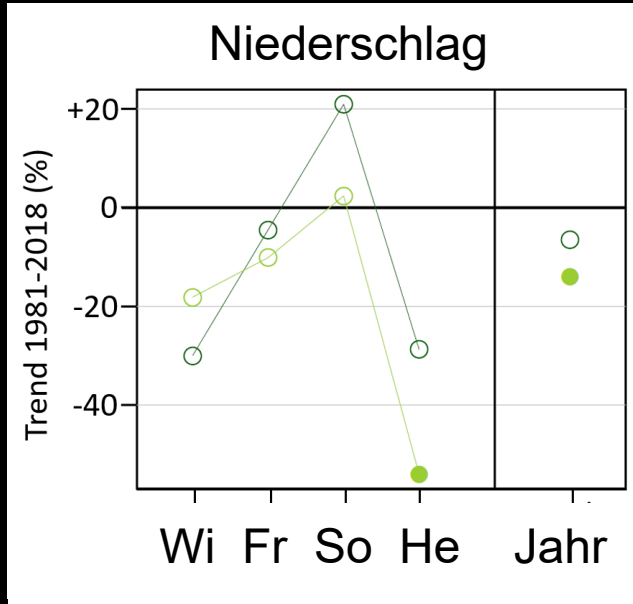
# Luftbilder zeigen Trockenstress der Bäume



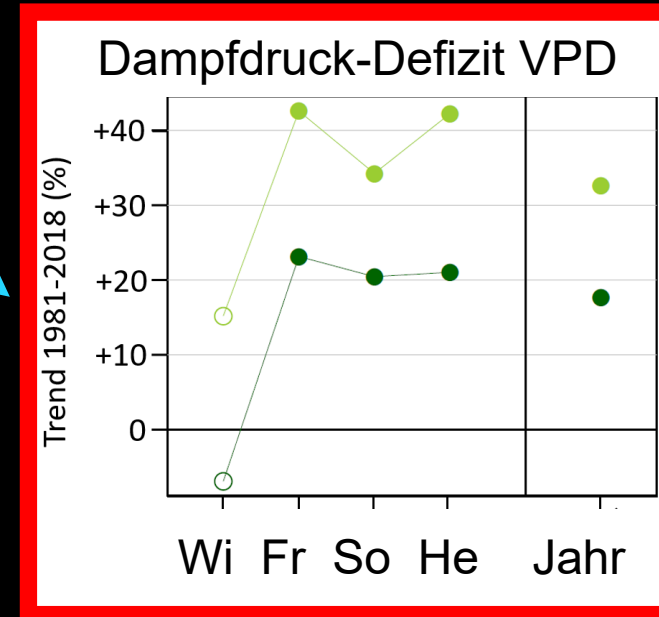
PRI: Photochemical reflectance

D'Odorico *et al.* (2021) Ein drohnenbasierter physiologischer Index liefert Aufschluss über die langfristige Akklimatisierung und die Reaktionen von Bäumen auf Trockenstress → Hochaufgelöste Kartierung von Trockenstress

# Klimaentwicklung 1981 – 2018: Welche Parameter zeigen Veränderungen?








- Sion
- Visp
- Trend:
- signifikant
- nicht-signifikant



# Erweiterung Bewässerungsexperiment: Regendächer & VPD Reduktion



-  Kontrolle (600 mm)
-  Bewässert (+ 600 mm)
-  Regendach (- 300 mm)
-  12 Messtürme
-  6 VPD Reduktionstürme (- 20-30% VPD)





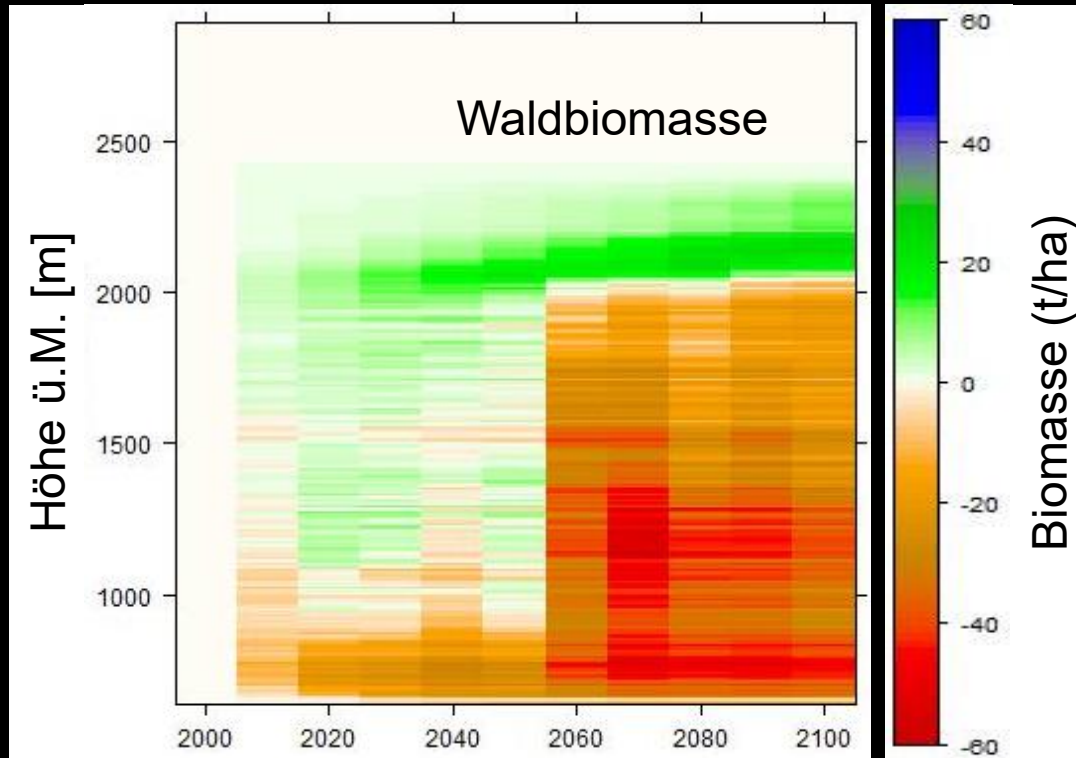
# Zusammenfassung



- **Inneralpine Trockentäler als Vorboten der Zukunft:** was vor 30 Jahren beobachtet wurde, ist heute andernorts eingetreten.
- **Waldkiefernsterben:** Trockenheit als Hauptfaktor, zusammen mit verschiedenen beitragenden biotischen und abiotischen Faktoren.
- **Kiefernmistel** als potentiell schwächender Faktor – vielerorts auf dem Vormarsch.
- Zukunft der inneralpinen, trockenen (Schutz)wälder: **Baumartenvielfalt als oberstes Ziel** → nur vielfältige und resiliente Wälder können die Schutzfunktion auf Trockenstandorten gewährleisten.
- **Langfristige Experimente** als wichtige Plattformen für interdisziplinäre Forschung. Testen von Klimawandelszenarien und verbessern des grundsätzlichen Verständnisses von Prozessen und ableiten von Massnahmen .

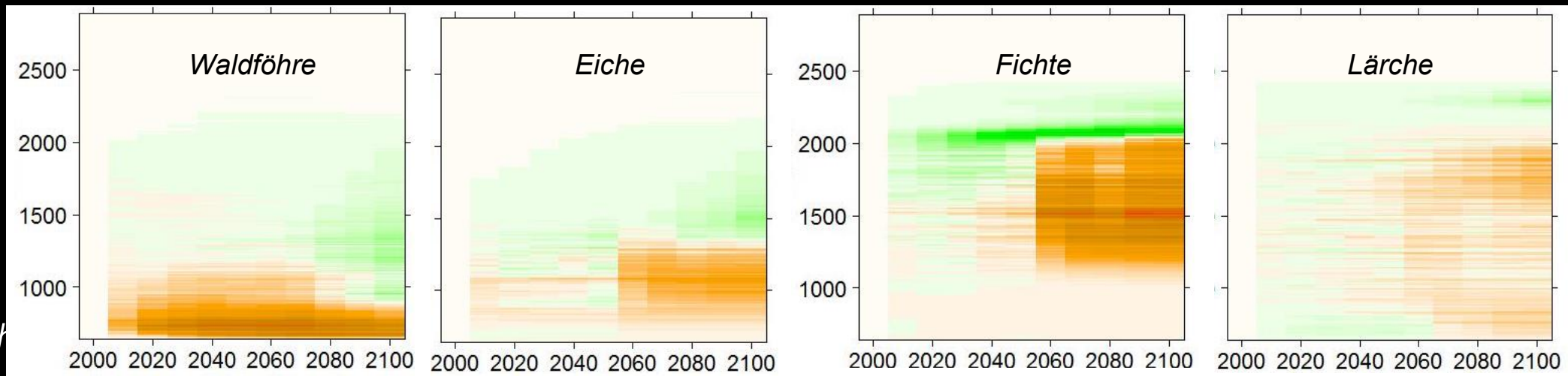


# Veränderung der Biomasse



(Auswertungen: Elkin ETHZ in Rigling et al. 2012)

- Häufung extremer Trockenjahre nach 2050 führt zu einem Zusammenbruch der Biomassen bis 2000 m ü.M.
- **Waldföhre**: Fortsetzung und Verschärfung der Mortalität, Verschiebung in höhere Lagen
- **Eiche**: profitiert bis 2050, danach massiver Rückgang
- **Fichte**: profitiert in mittleren u. höheren Lagen – nach 2050 wird es zu trocken
- **Lärche**: kann sich in höheren Lagen halten

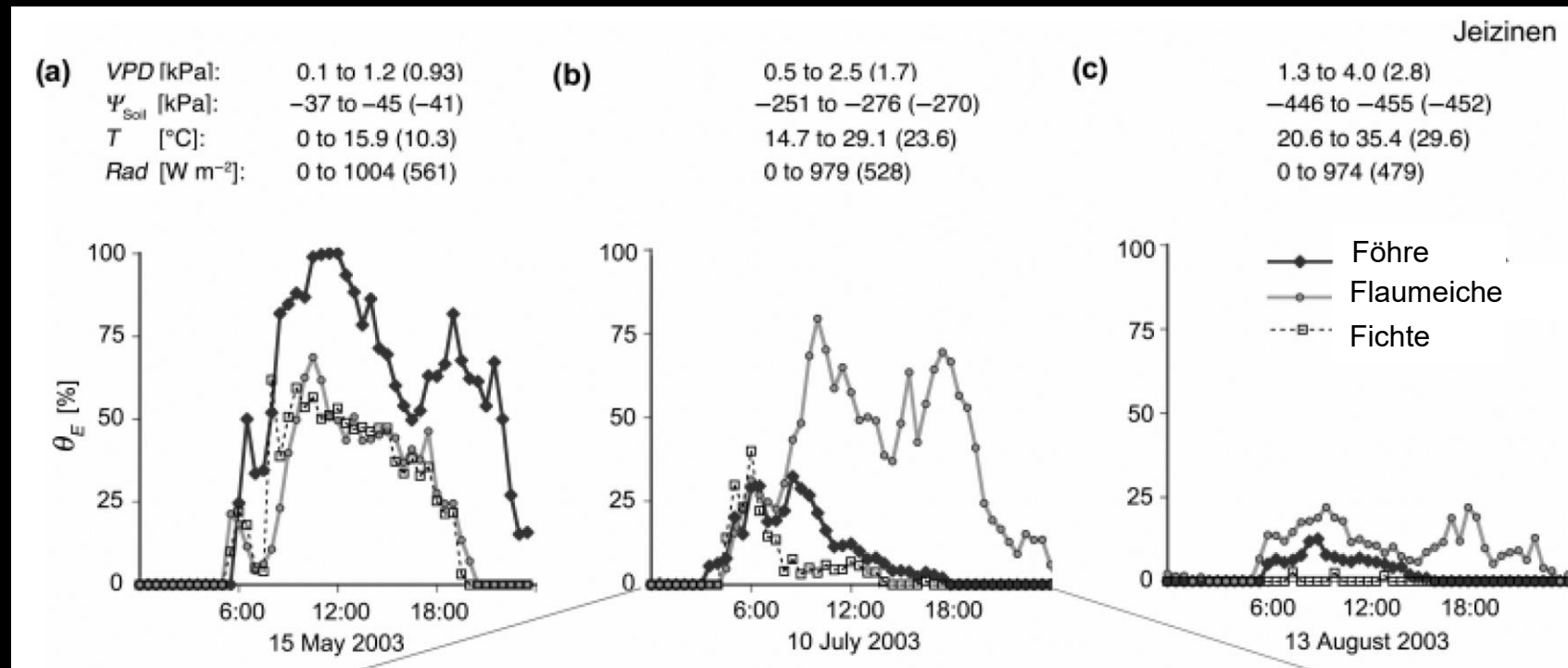


# Trockenheit reduziert Leitfähigkeit Spaltöffnungen und Zuckerproduktion

Feuchter Tag

Trockener Tag

Extrem trockener Tag



- Stomatäre Leitfähigkeit (Gasaustausch) ist baumarten-, standorts- und witterungsspezifisch
- Geschlossene Spaltöffnungen verringern die Kohlenstoffassimilation.
- Die Länge der Trockenperioden entscheidend für das Funktionieren und langfristige Überleben der Bäume (Kohlenstoffproduktion).



Bestäubung durch Insekten (Ramm 2006); Samenreife im Winter



Samenverbreitung durch Vögel, e.g. die Misteldrossel (*Turdus viscivorus*)



Samen werden von Vogel erbrochen oder mit dem Kot ausgeschieden



Keimung auf Kiefernrinde mit Hilfe einer Haftscheibe



Beginn der Infektion



Max. Alter > 30 Jahre



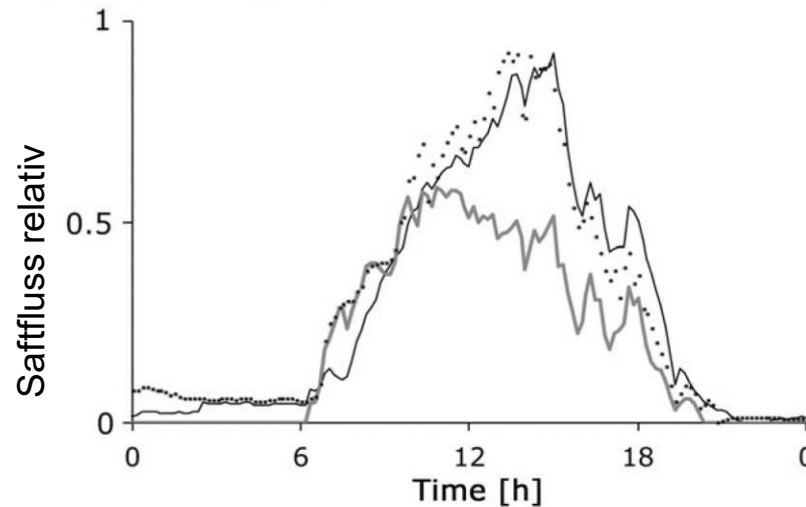
Kein aktives Eindringen der Wurzel (Haustorium) in den Ast, sondern Einschluss durch das Holz im Laufe der Jahre (Photo: Phytopathology, WSL)

- Lichtbedürftige und wärme-liebende Pflanze, die besonders gut auf jungen Wirtsästen im oberen Teil der Baumkronen gedeiht → empfindlich gegenüber Klimawandel

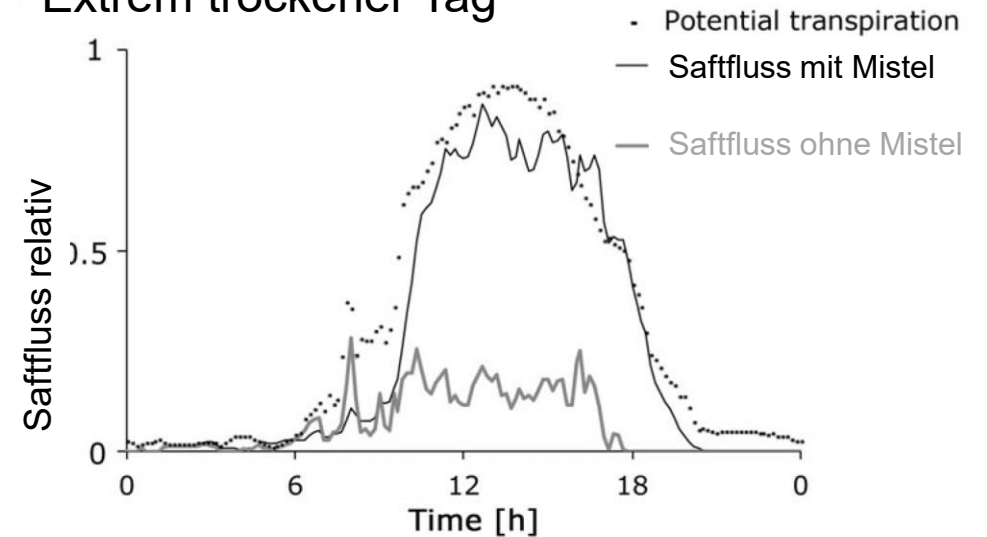
# Mistel erhöht Wasserverbrauch



Trockener Tag



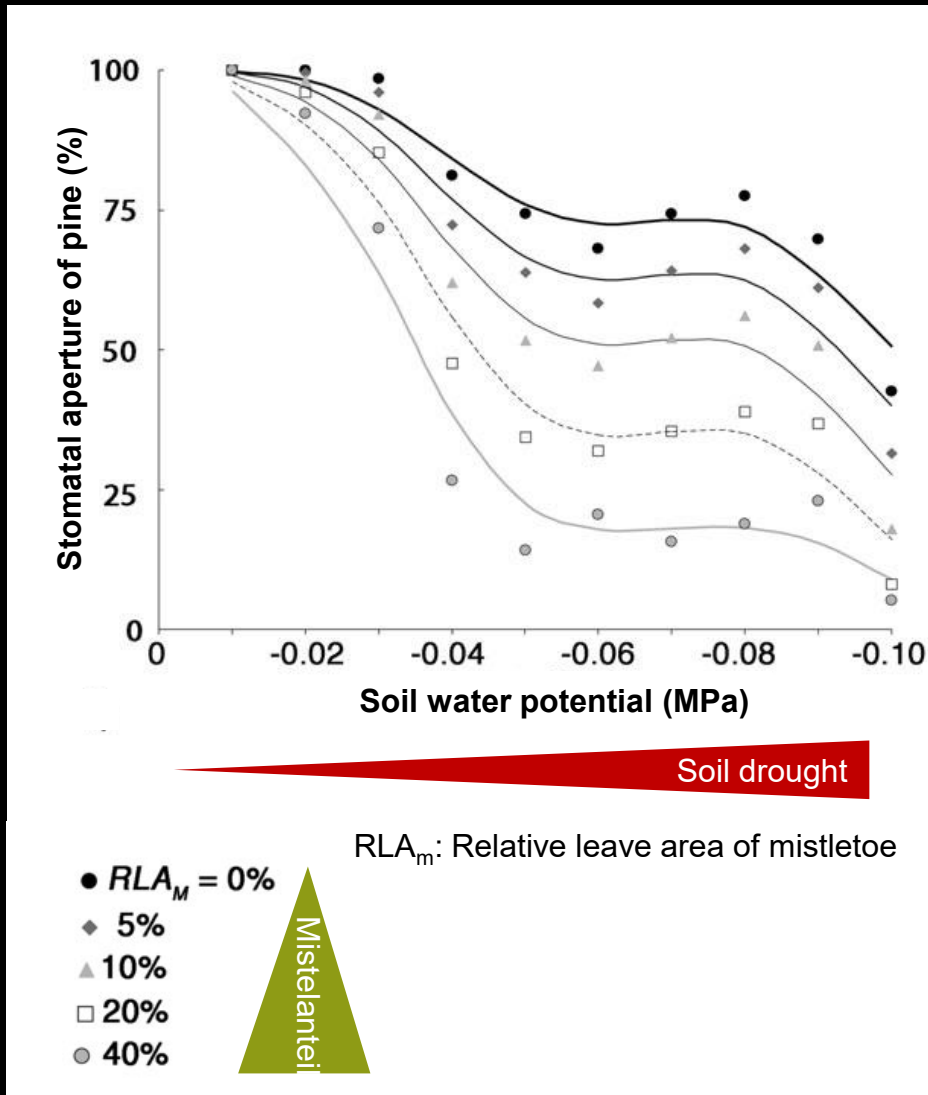
Extrem trockener Tag



- Mistel reguliert Spaltöffnungen kaum → Föhren müssen zusätzlichen Wasserverlust durch Misteln durch Schliessen ihrer eigenen Spaltöffnungen ausgleichen
- Geschlossene Spaltöffnungen verringern Photosyntheseleistung.
- Reduktion Nadelmasse → Schwächung Föhre → Erhöhung Absterberisiko

# Regulation der Spaltöffnungen der Kiefer und C-Assimilation

- Schliessung der Spaltöffnungen **reduziert die C-Produktion der Kiefer um bis zu 80%!** → mit deutlichster Ausprägung bei grosser Trockenheit.



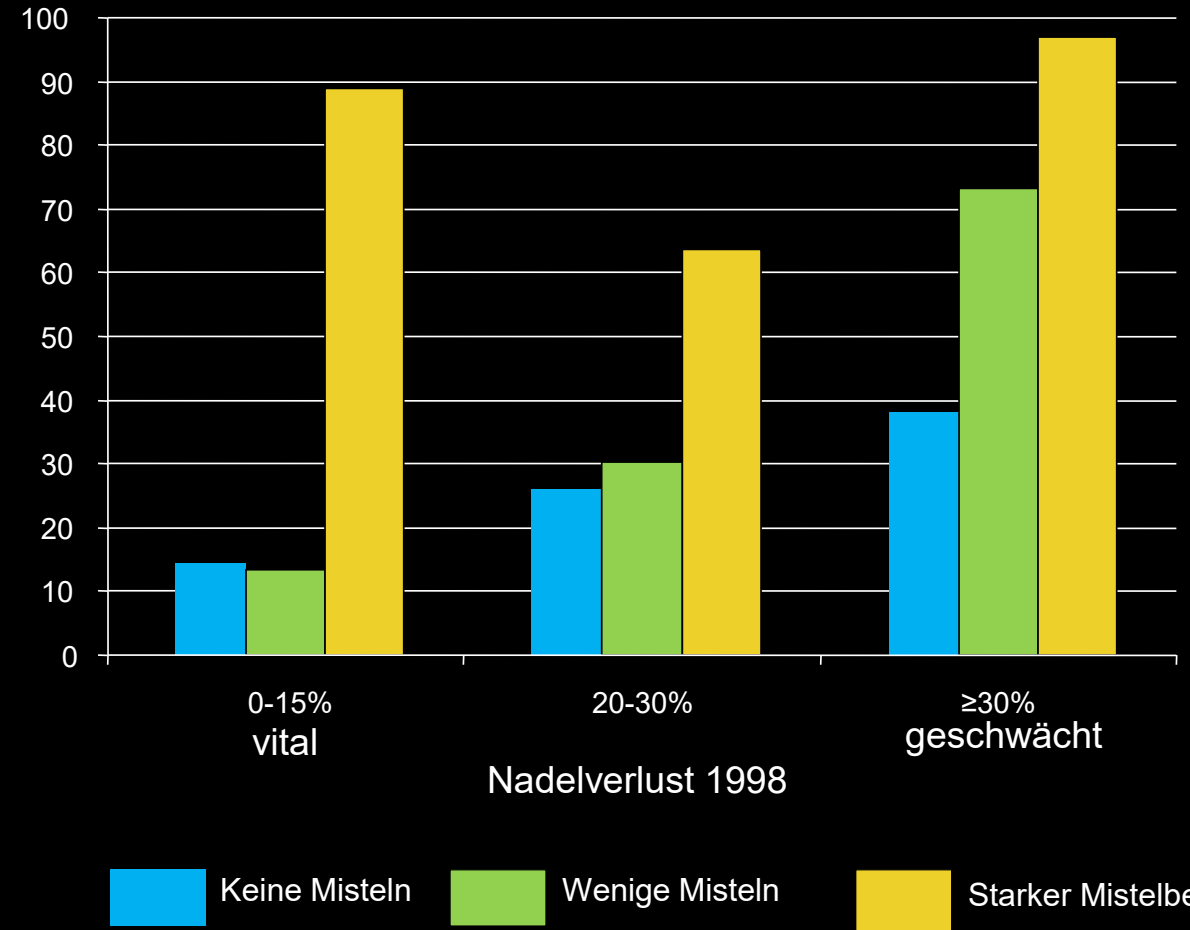
# Mistel-Impressionen



# Mistel und Kiefernsterblichkeit



Mortalität 1998-2003 [%] Level II Fläche Visp



- Mistelbefall erhöht Absterberaten von Föhren

# Zunehmende Häufigkeit in vielen Regionen Europas?

- Anstieg der oberen Verbreitungsgrenze in den CH Alpen um 200 m seit 1910.
- Zudem starke Zunahme in tieferen Lagen und speziell im Kt. Graubünden.
- Zunehmende Verbreitung in Deutschland, Polen, Ungarn und Ukraine.
- Direkte und indirekte Effekte des Wandels in Klima und Landnutzung als auslösende Faktoren?

Int J Biometeorol (2005) 50: 40–47  
DOI 10.1007/s00484-005-0263-5

ORIGINAL ARTICLE

Matthias Dobbertin · Nadine Hilker · Martine Rebetz · Niklaus E. Zimmermann · Thomas Wohlgemuth · Andreas Rigling

**The upward shift in altitude of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland—the result of climate warming?**

**forests** MDPI

Article

**Occurrence of European Mistletoe (*Viscum album* L.) on Forest Trees in Poland and Its Dynamics of Spread in the Period 2008–2018**

Pawel Lech <sup>1,\*</sup>, Anna Żólcia <sup>2</sup> and Robert Hildebrand <sup>1</sup>

**The European mistletoe (*Viscum album* L.): distribution, host range, biotic interactions, and management worldwide with special emphasis on Ukraine**

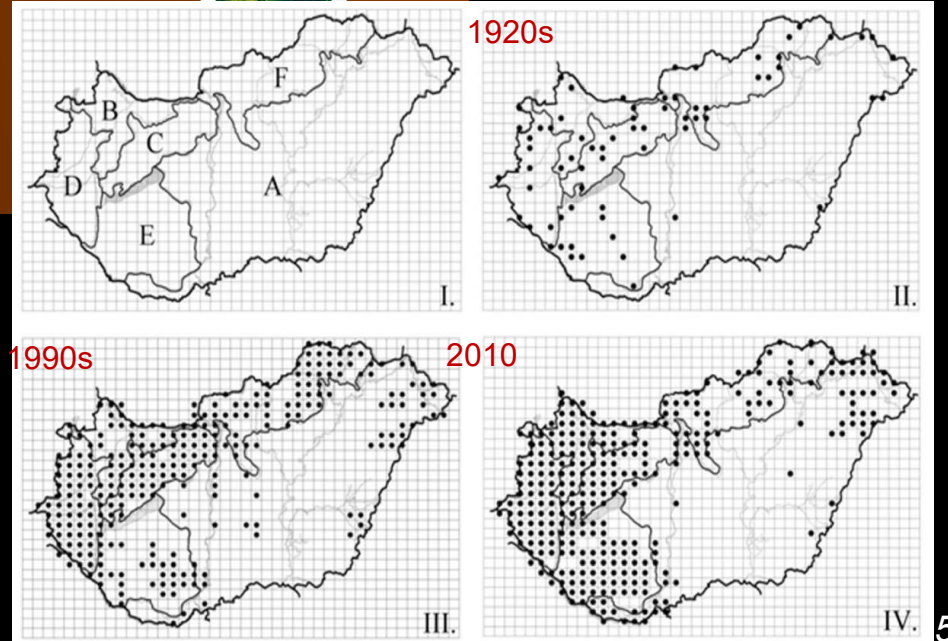
Authors: Yuliya Krasylenko, Yevhen Sosnovsky, Natalia Atamas, Grigory Popov, Volodymyr Leonenko, Katefina Janošiková, Nadiya Sytschak, Karol Rydlo, and Dmytro Sytnyk | AUTHORS INFO & AFFILIATIONS

Home > Folia Geobotanica > Article

**Changes in the Distribution of European Mistletoe (*Viscum album*) in Hungary During the Last Hundred Years**

Published: 12 August 2014  
Volume 49, pages 559–577, (2014) | Cite this article

Download PDF | Access provided by ETH Zürich Elektronische Ressourcen

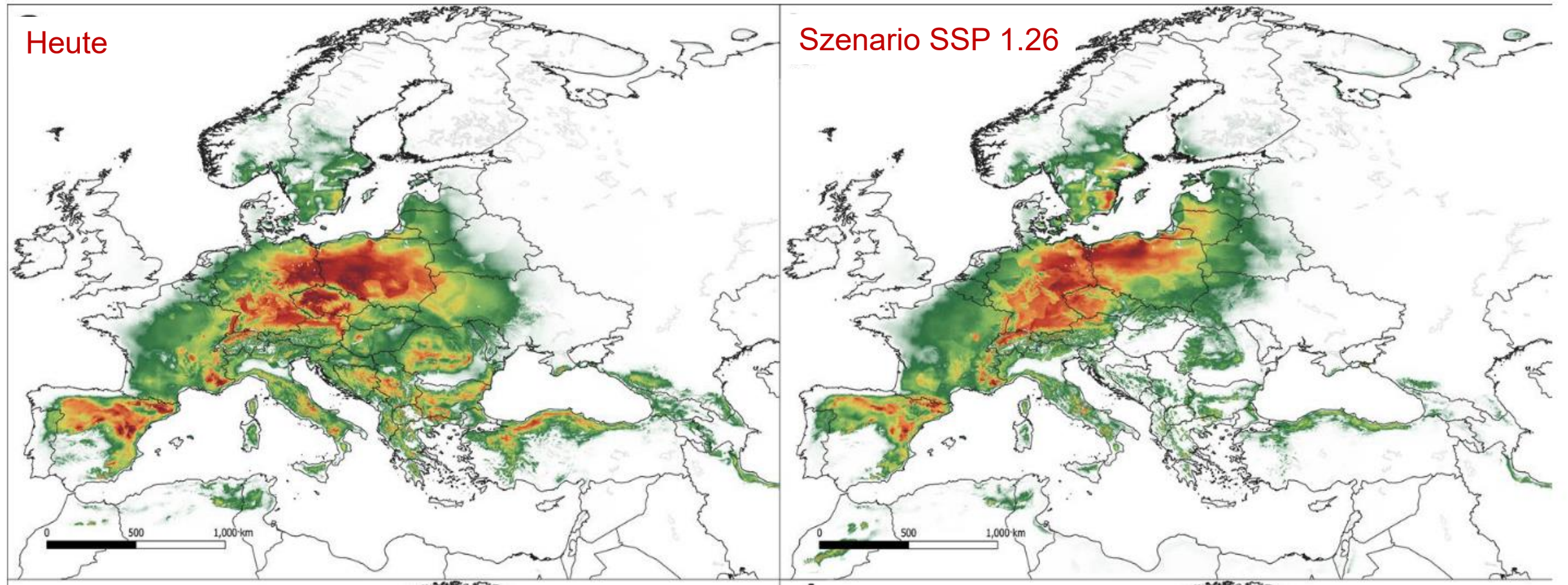


# Szenarien der zukünftigen Ausbreitung in Europa?

The future of *Viscum album* L. in Europe will be shaped by temperature and host availability

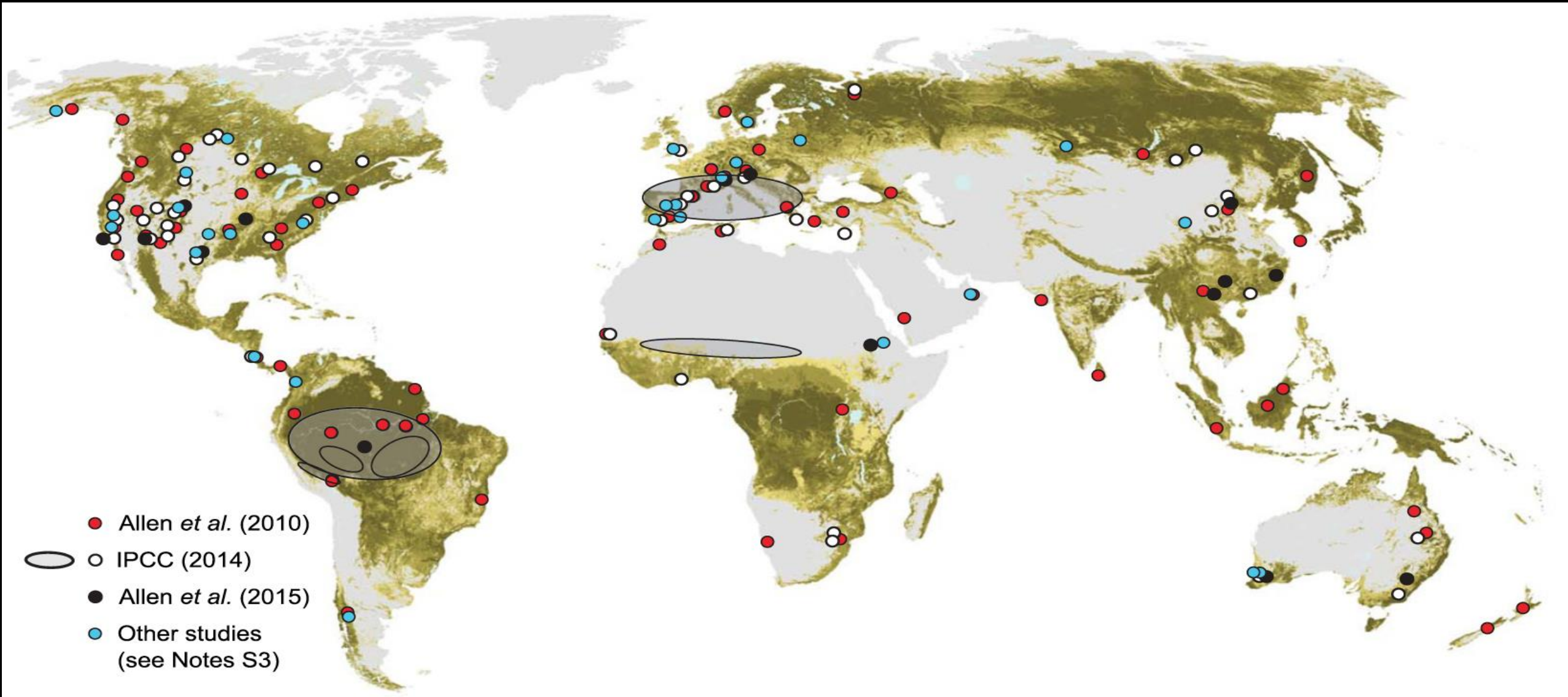
[Łukasz Walas](#), [Wojciech Kędziora](#), [Marek Ksepko](#), [Mariola Rabska](#), [Dominik Tomaszewski](#), [Peter A. Thomas](#), [Roman Wójcik](#) & [Grzegorz Iszkuło](#)

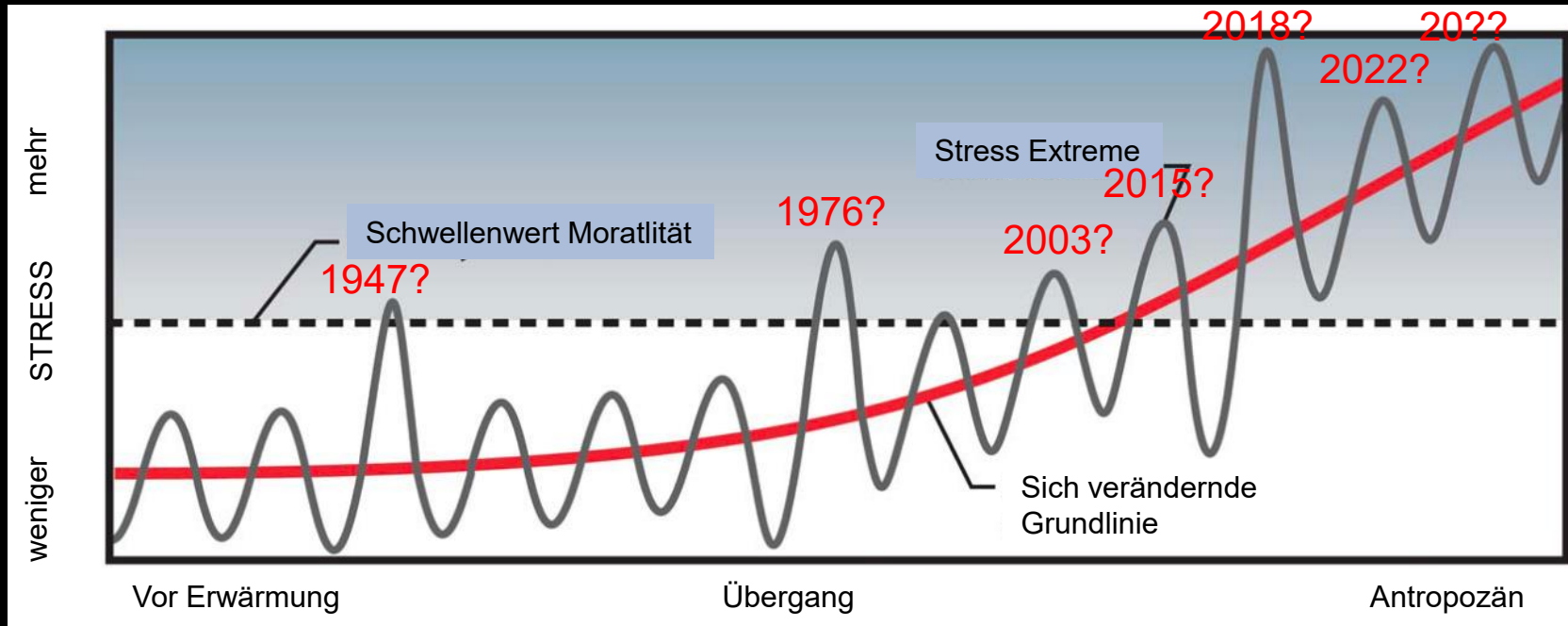
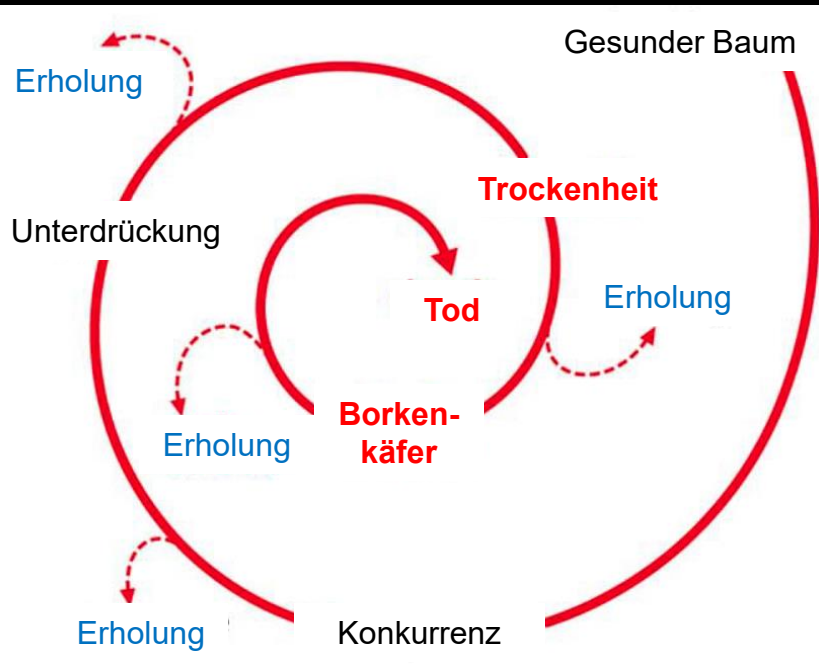
*Scientific Reports* 12, Article number: 17072 (2022) | [Cite this article](#)



- Vordringen im N und NO?
- Rückzug Balkan und Spanien (Trockenheit, Rückzug Wirtsbaum?)

# Trockenheit- und Hitze-bedingte Mortalität nimmt weltweit zu



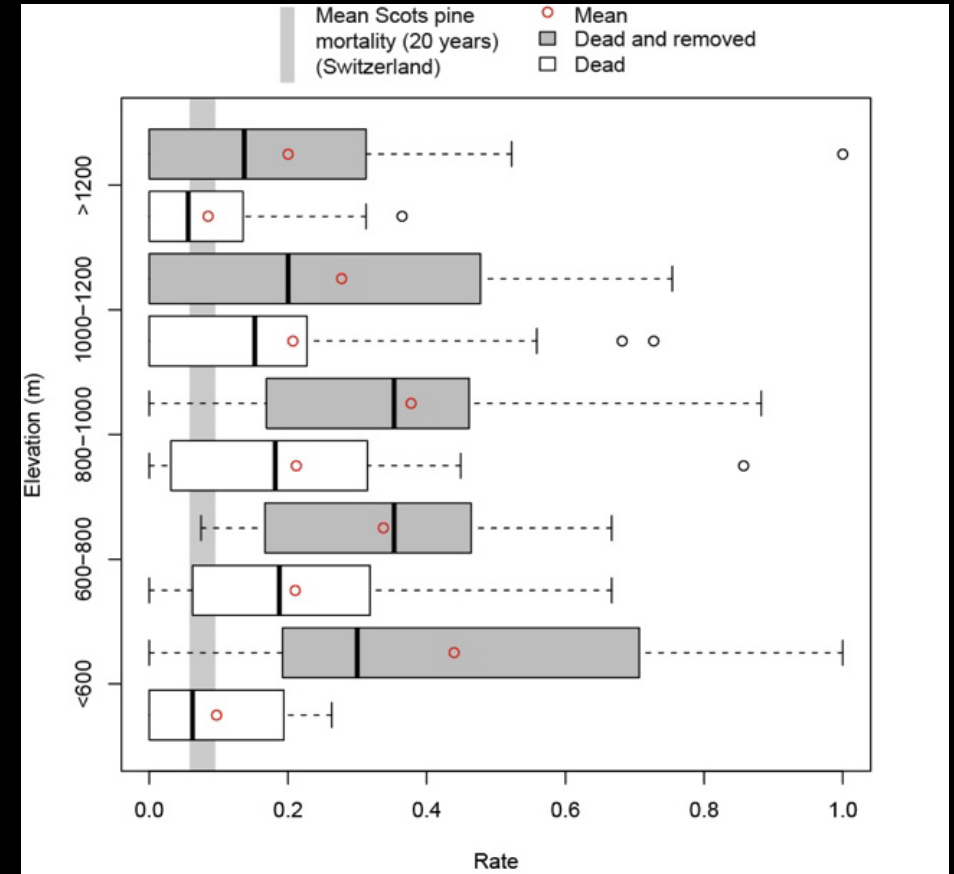
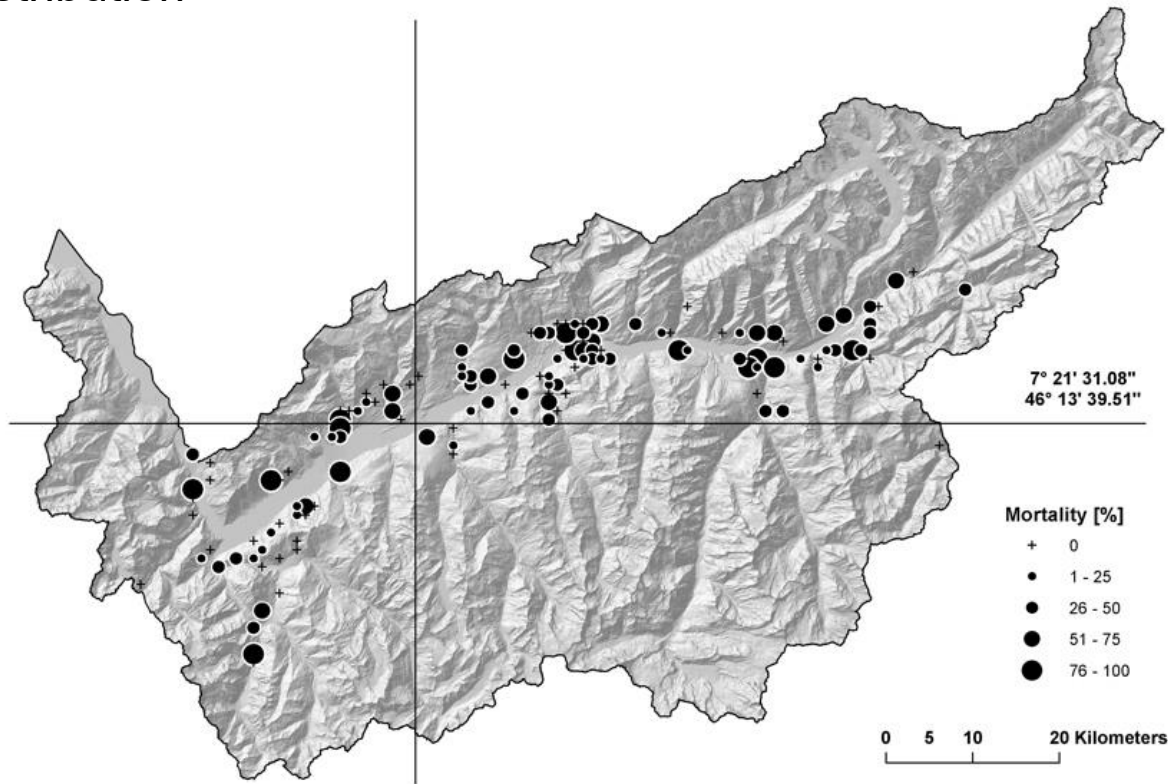


- Verschiedene Faktoren können zum Absterben führen.
  - Trockenheit ist oft mitbeteiligt
  - Kombination entscheidend
  - Erholung ist oft möglich

- Trockenheit hat es immer wieder gegeben → Heute kommt zunehmende Wärme (Anstieg Evapotranspiration) dazu:
  - Hotter drought treten auf und Mortalitätsschwelle öfter übertreten
  - Klimaextreme als entscheidende Faktoren.

# Mortality response along altitudinal gradient

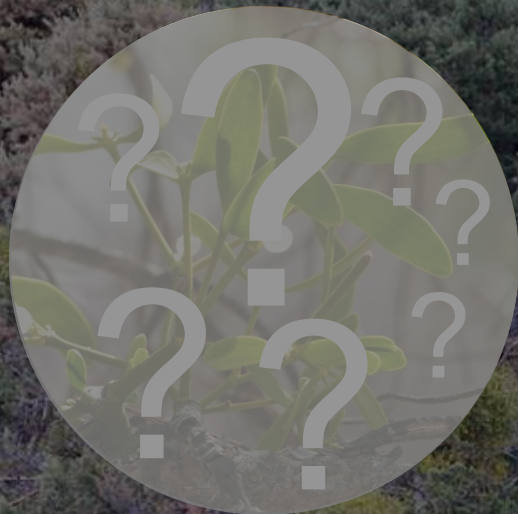
Longitudinal-latitude distribution



- Highest mortality at lowest altitudes, below 1200 m asl, on dry sites, and in stands with high stem density → drought as inciting factor for pine decline



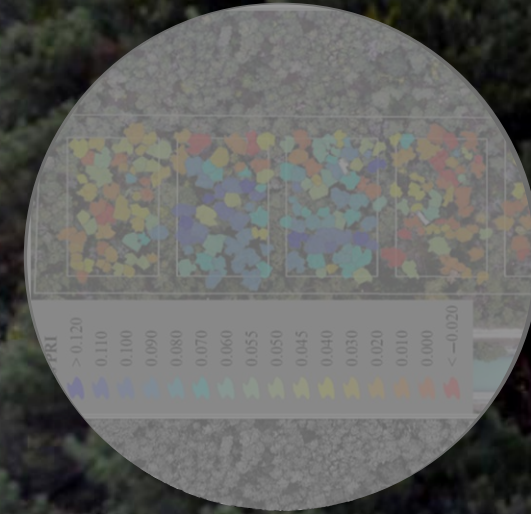
→ Die Anfänge



→ Eine Synthese



→ Die Zukunft?



→ Prozesse verstehen

