

Was bedeutet der Klimawandel für den Wald (im Kanton Uri)?

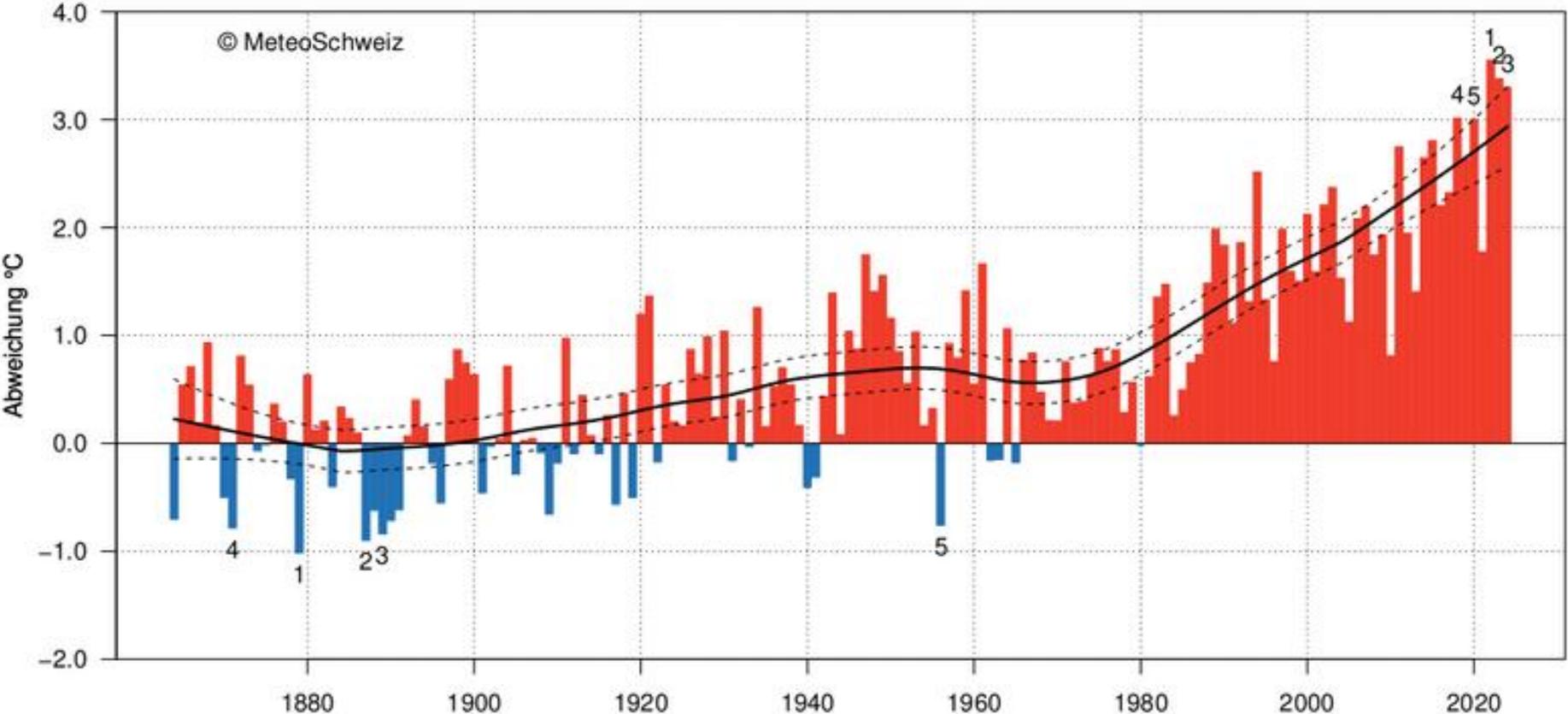


Harald Bugmann

Waldökologie, ETH Zürich, 8092 Zürich

Temperatur-Entwicklung 1864 - heute

Jahres-Temperatur – Schweiz – 1864–2024
Abweichung vom Durchschnitt 1871–1900

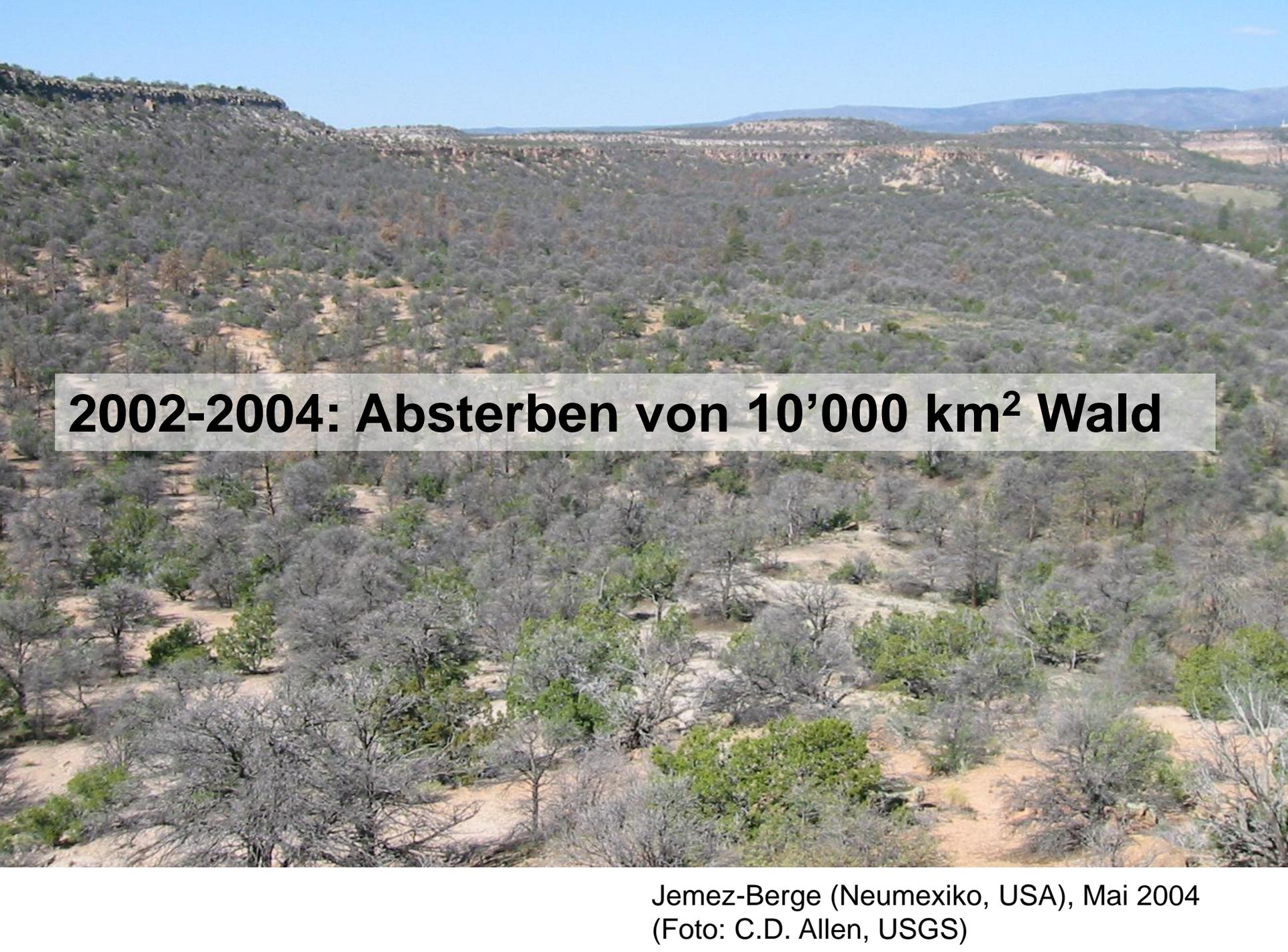


- Jahre über dem Durchschnitt 1871–1900
- Jahre unter dem Durchschnitt 1871–1900
- 30-jähriges geglättetes Mittel (LOESS) – Klima-Trendlinie
Veränderung 1871/1900–2024: +2.9°C [+2.5°C, +3.4°C]; pval: 0
- - - Unsicherheit LOESS (95%-Konfidenzintervall)

Jahr 2024: +3.3°C (Rang 3 ↓ ,159 ↑)
LOESS30-Wert 2024: +2.9±0.4°C
(aktuelles Klimamittel)



Jemez-Berge (Neumexiko, USA), Oktober 2002
(Foto: C.D. Allen, USGS)



2002-2004: Absterben von 10'000 km² Wald

Jemez-Berge (Neumexiko, USA), Mai 2004
(Foto: C.D. Allen, USGS)

Auch bei uns... seit Sommer 2018



**Tschechische Republik
ca. 25 Mio Bäume**

KREIS WALDSHUT 15. November 2018, 19:26 Uhr

Der Borkenkäfer vernichtet immer mehr heimische Fichten – mit großem finanziellen Schaden für die Waldbesitzer

Der Schädling Borkenkäfer frisst sich durch den Wald im Landkreis Waldshut. Auch zahlreiche Privatwaldbesitzer sind davon betroffen. 100 000 Festmeter Holz gehen 2018 dadurch verloren.



**Landkreis Waldshut:
ca. 100'000 Bäume**

Klimawandel setzt sich nun vielfach...



**Schaffhausen:
ca. 50'000 Bäume**

SCHADHOLZ
Borkenkäfer: Die Fichte kämpft ums Überleben
Heuer wird es zwei Millionen Festmeter an Borkenkäfer-Schadholz in Niederösterreich geben. Der Fichte geht es hier nicht mehr gut.

Von Anita Kiefer. Erstellt am 23. Oktober 2018 (02:54)



**Niederösterreich:
ca. 2 Mio Bäume**

Vollbild

Waldverband Österreich

14.03.2019

Das sind die Spätfolgen des Hitzesommers

Trotz Regen in den letzten Tagen kann von einer Normalisierung des Wasserhaushalts noch lange nicht die Rede sein. Die Forstbetriebe müssen entlang von Strassen grosszügig holzen.

Wir werden mit Störungen vertraut? 2019



Ajoie (JU),
Waldschutz Schweiz
(© Valentin Queloz)

© Emanuele Lingua

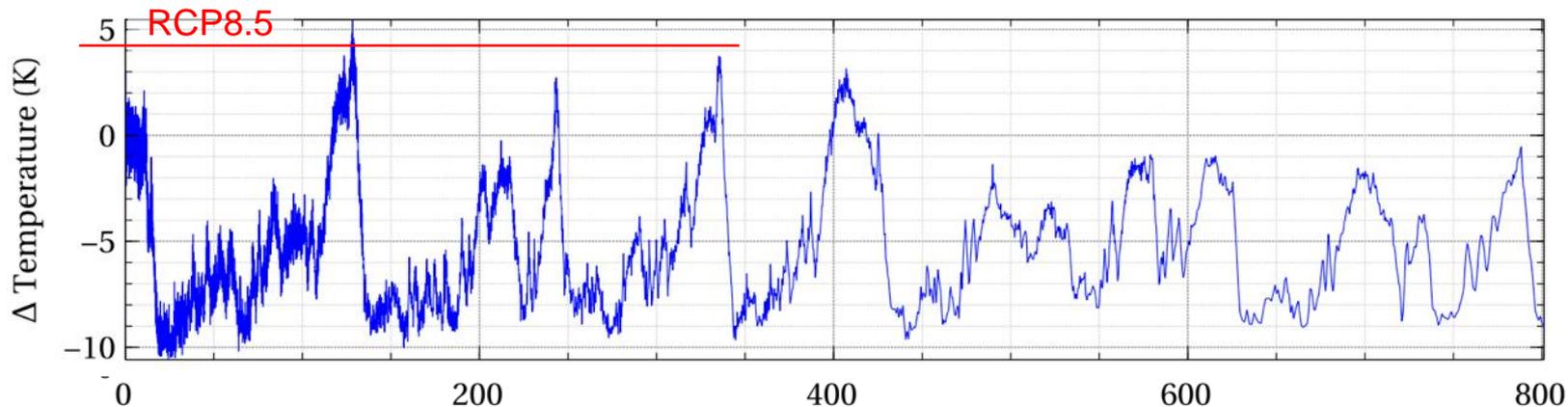
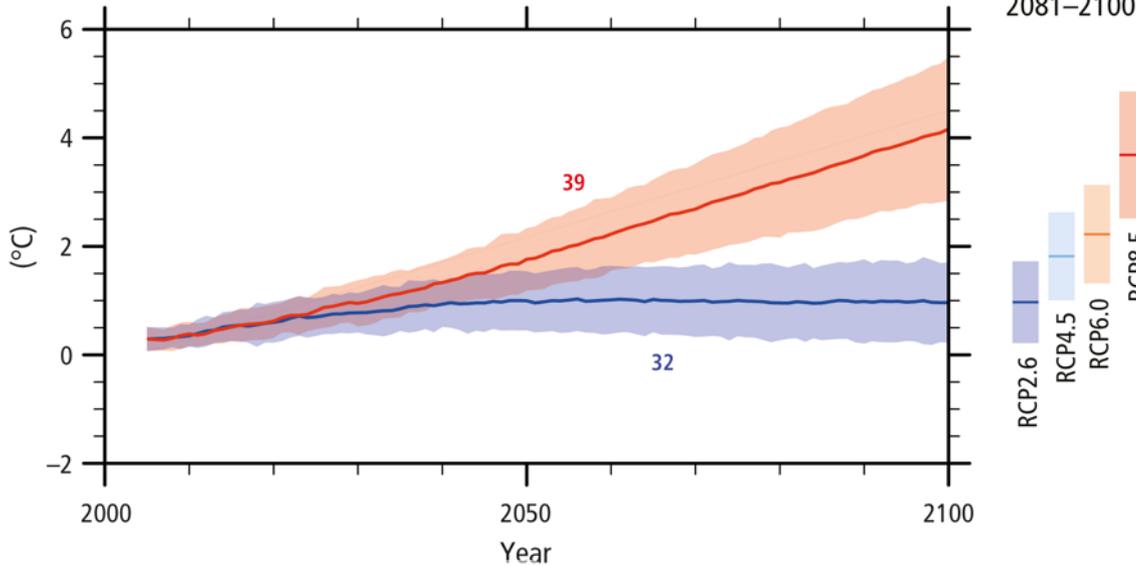
Bald Routine? Sommer 2022



Wie geht es weiter (bis ins Jahr 2100) ?

Global average surface temperature change
(relative to 1986–2005)

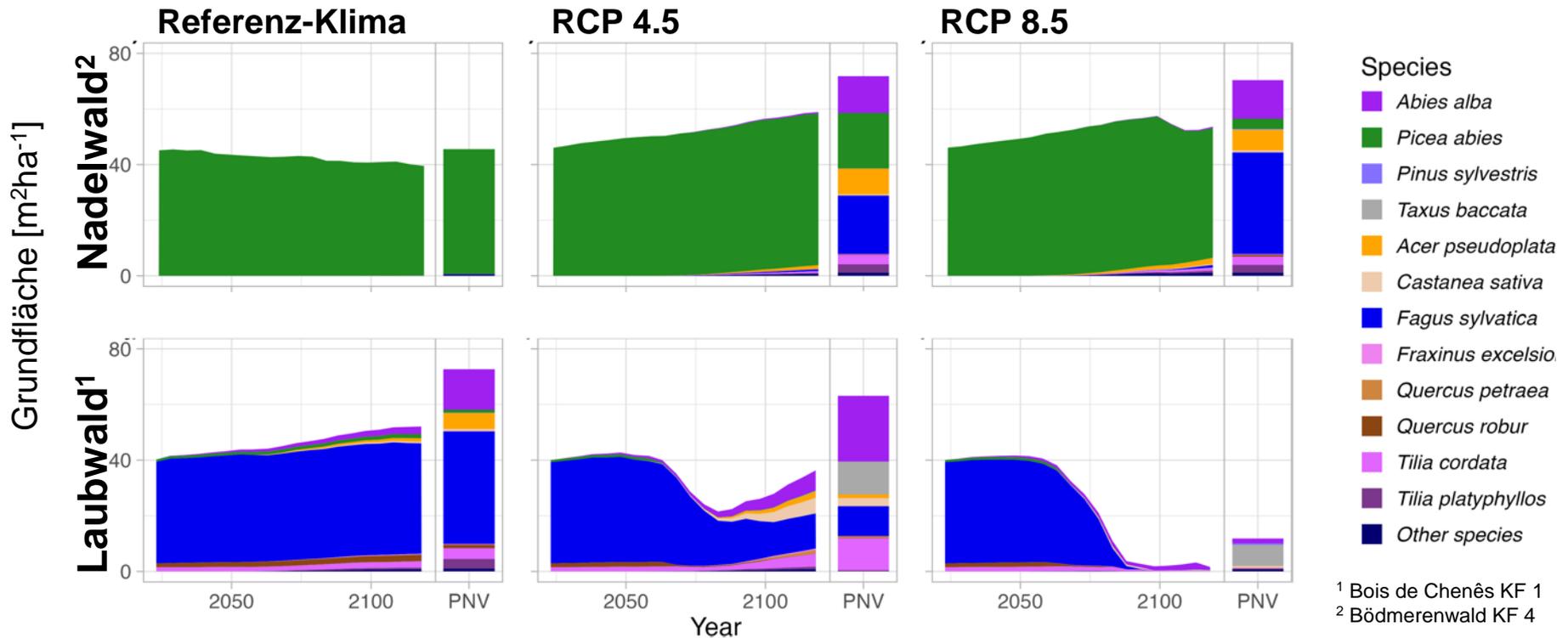
(a)



Alter (Hunderttausende von Jahren vor heute)

IPCC (2013), *Fifth Assessment Report*, Jouzel et al. (2007), *Science*

Entwicklung von Waldreservaten



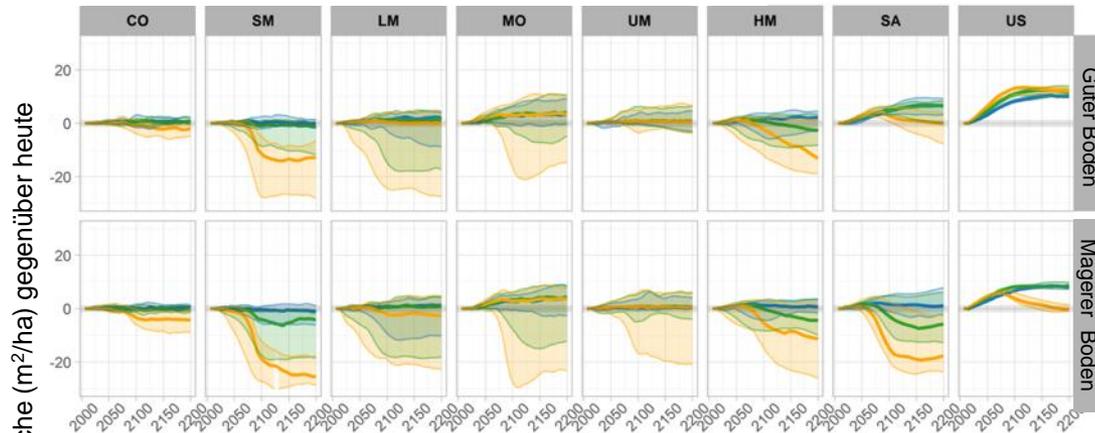
Klimawandel und Schweizer Wald

Tiefelage

Hochlage

Höhe über Meer

a) nur heute am Standort vorkommende Arten



Veränderung der Grundfläche (m²/ha) gegenüber heute

Klimaveränderung

- schwach
- mittel
- stark

Unsicherheit

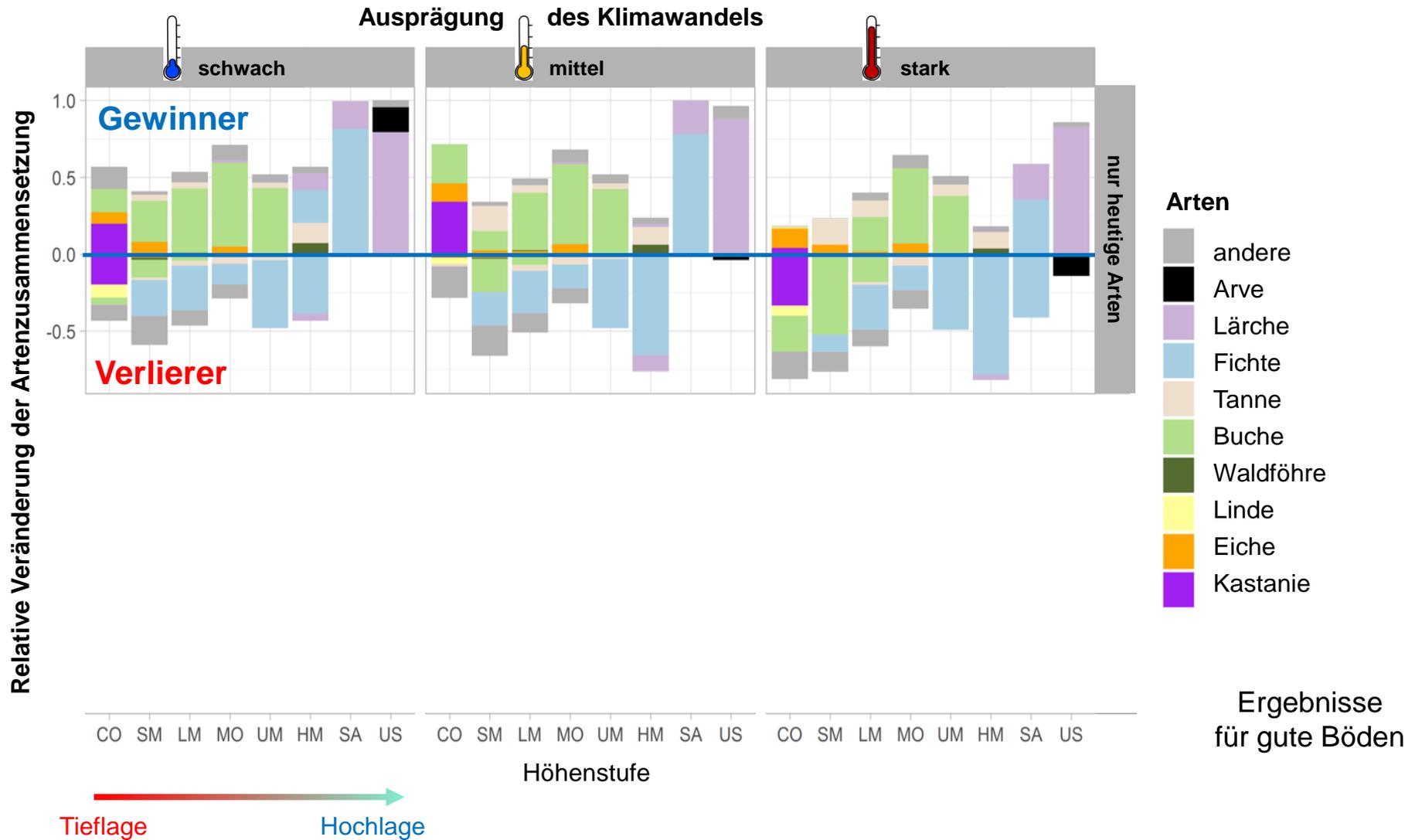
- Max
- Median
- Min

Grundfläche:

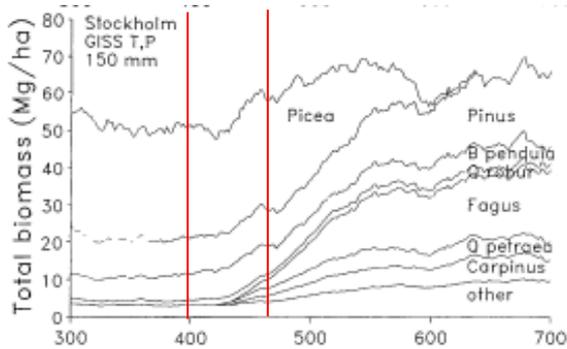
Querschnittsfläche aller Baumstämme (in m²)
1.3 m über dem Boden,
ausgedrückt pro Hektare
Einheit: m²/ha

Simulations-Jahr

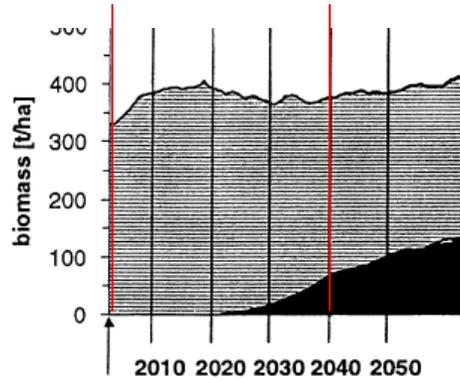
Klimawandel und Schweizer Wald



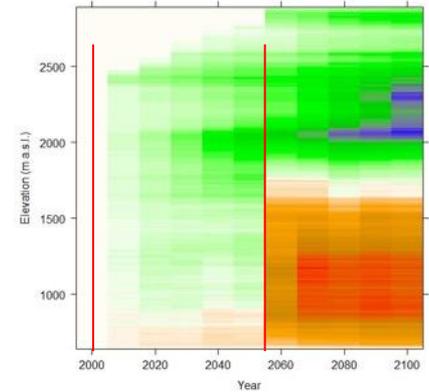
Es gibt Gemeinsamkeiten...



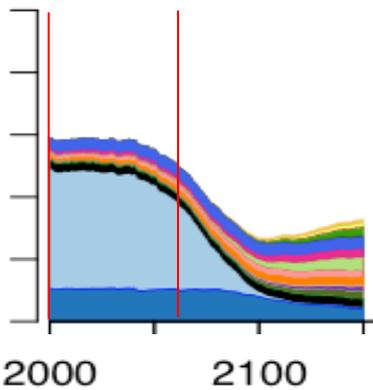
FORSKA; Prentice et al. (1991)



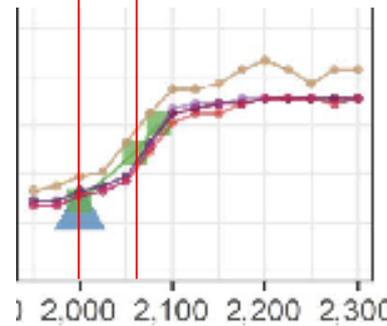
PICUS; Lexer & Hönninger (2002)



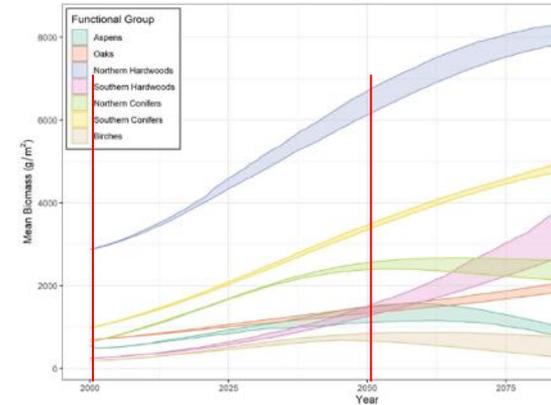
LandClim; Elkin et al. (2013)



ForClim; Elkin et al. (2013)



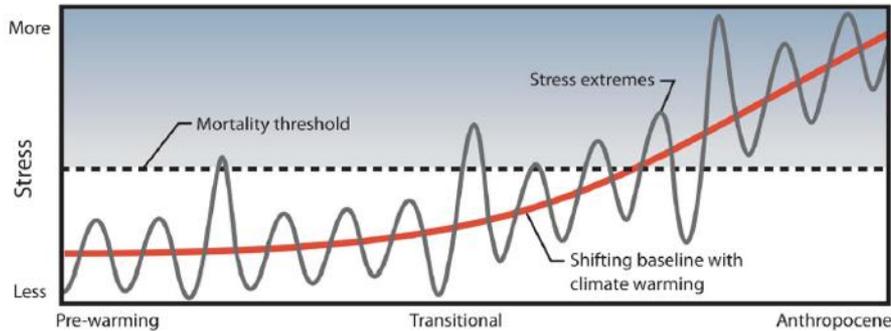
TreeMig; Scherrer et al. (2020)



LANDIS-II; Olson et al. (2021)

wissenschaftliche Untersuchungen zeigen *konsistent* eine **Verzögerung** von **50-70 Jahren** zwischen dem Beginn der **Klima-Veränderung** und dem Beginn der markanten **Veränderungen im Wald**

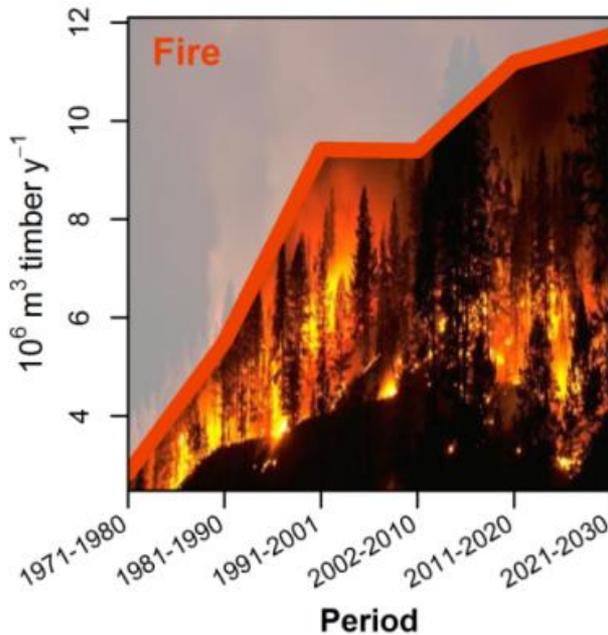
“Chronische” Änderung vs. Extreme



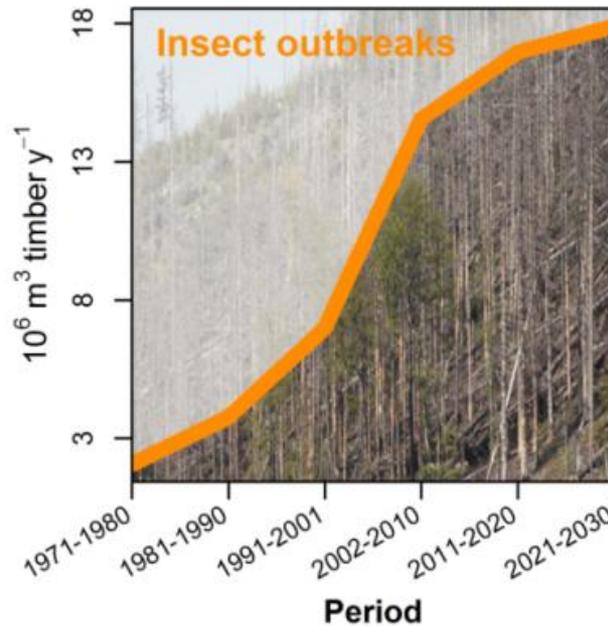
Allen et al. (2015), *Ecosphere*

Beobachtete Zunahme 1971-2010, Europa

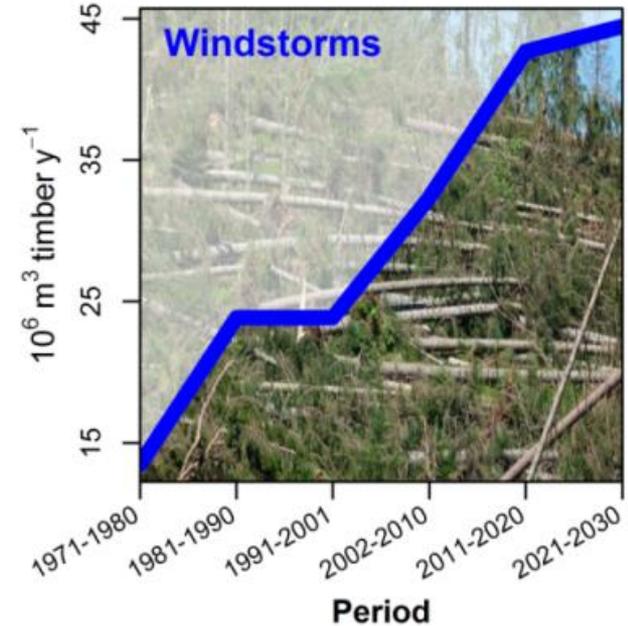
Seidl et al.(2014), *Nat. Clim. Change*



+231%



+602%



+139%

Testpflanzungen – ein wichtiges Werkzeug



18 Baumarten
56 Flächen

Langfristiges Ziel: Wir können für die Waldstandorte der Schweiz Baumarten empfehlen, die mit zunehmendem Klimawandel am besten gedeihen.

Vorgehen: Wir testen Baumarten in ihrem heutigen Verbreitungsgebiet und dort, wo das zukünftige Klima für sie als geeignet gilt, und erheben Daten während 30-50 Jahren...



Traubeneiche bei Samedan. Foto: KS



Lärchen bei Uznach. Foto: KS



Klimastation bei Bulle. Foto: MW

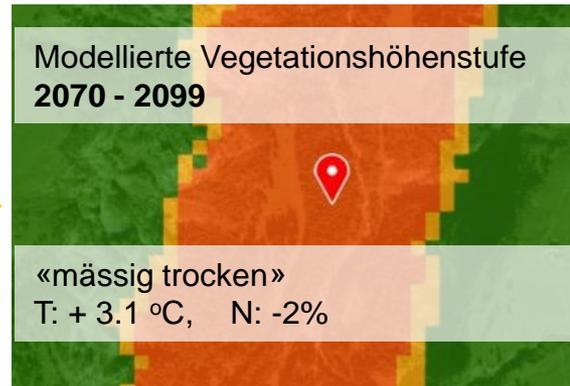
Testpflanzung Unterschächen (1/3)

Klimaszenarien für Ende des 21. Jahrhunderts

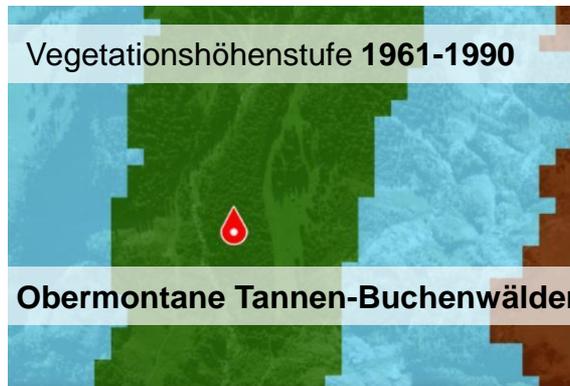
Erhöhung der Konzentration der Treibhausgase



RCP 4.5



- submontan
- untermontan
- obermontan
- hochmontan
- subalpin



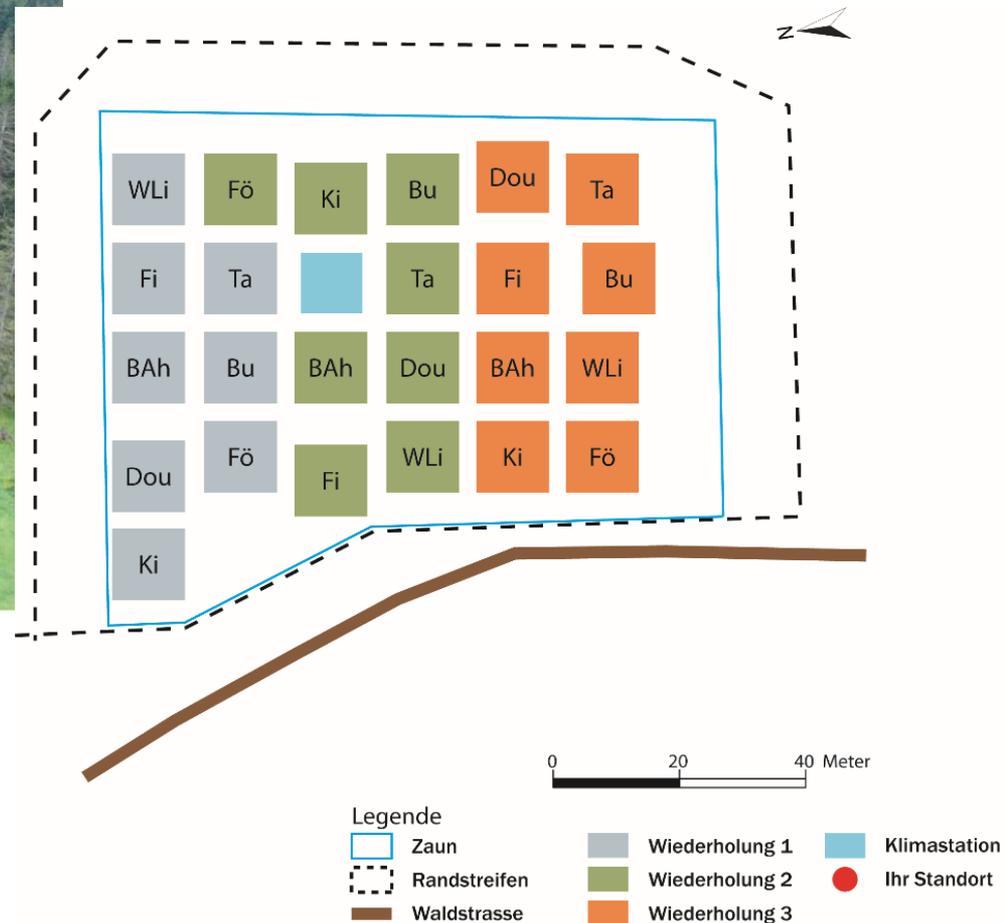
RCP 8.5



Gegen Ende des 21. Jahrhunderts werden andere Baumarten auf dieser Fläche besser wachsen als die Fichte – aber welche?

Testpflanzung Unterschächen (2/3)

Die Fläche in Unterschächen wurde im Frühjahr 2023 eingerichtet – wir testen zukunftsfähige Baumarten, aber auch die Fichte



8 Baumarten, 4 Provenienzen pro Baumart
 9 Pflanzen pro Provenienz pro Plot
 3 Wiederholungen:

$8 \times 4 \times 9 \times 3 = 864$ Pflanzen

2 m Pflanzabstand, 54 Aren gezäunte Fläche

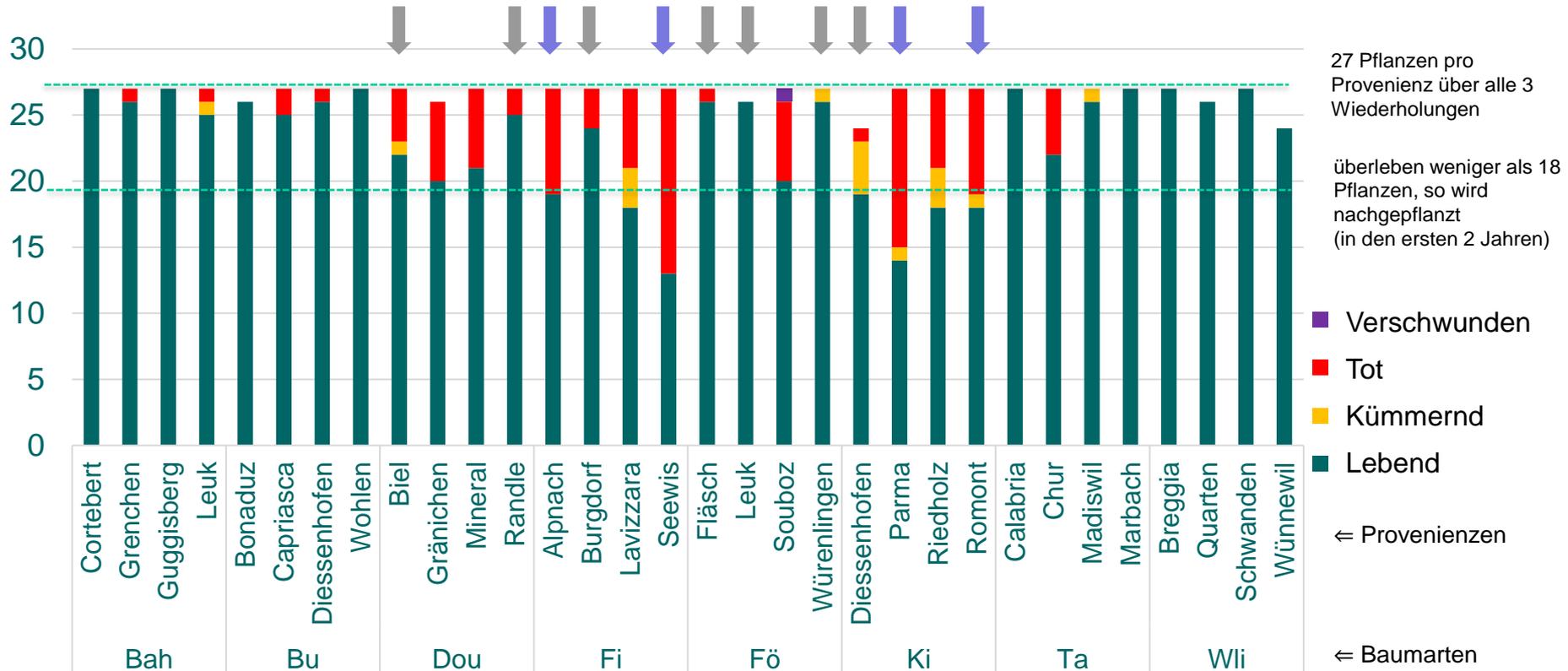
Testpflanzung Unterschächen (3/3)



Mortalitätsaufnahmen 2024

↓ Wurden im Frühjahr 2025 nachgepflanzt (tot in Aufnahme 2024)

↓ Wurden im Frühjahr 2024 nachgepflanzt



Zusammenfassung & Folgerungen

- Wald ist bereits vom anthropogenen Klimawandel betroffen, wird in Zukunft noch weitaus stärker betroffen sein
- Neben dem «schleichenden» Klimawandel werden Störungen eine wichtige Rolle spielen: Sturm, Insekten, Feuer, ...
- Wissenschaftliche Studien zeigen *konsistent* starke Veränderungen von Ökosystem-Eigenschaften bereits bei mässigem weiterem Klimawandel; unter zunehmender Trockenheit abnehmende bis zusammenbrechende Vorräte
- Heute Testen, welche Baumarten (aus unteren Höhenlagen) sich bereits bewähren, ist hilfreich für die Anpassung der Wälder an den Klimawandel («Assisted Migration»)
- Die Waldbewirtschaftung ist wichtig für diese Anpassung, die Wälder allein sind «zu langsam» (menschliche Ansprüche)

Was bedeutet der Klimawandel für den Wald (im Kanton Uri)?



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

<http://www.fe.ethz.ch>