

Klimaveränderung: Was kommt auf uns zu? Wie schnell wird sich der Wald verändern?



SWISS
FOREST
LAB



Harald Bugmann¹ & Peter Bebi²

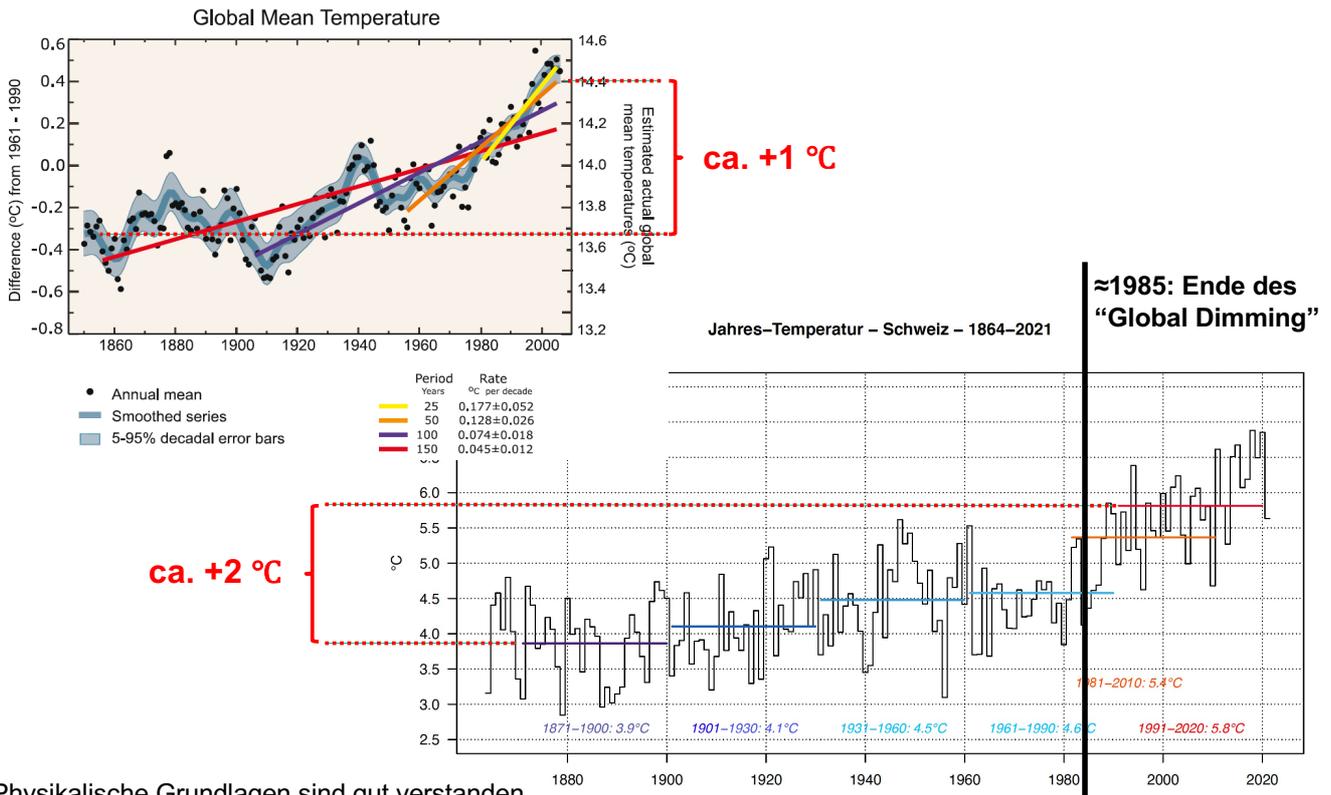
¹ Waldökologie, ETH Zürich

² CERC, SLF/WSL, Davos



KLIMAVERÄNDERUNG

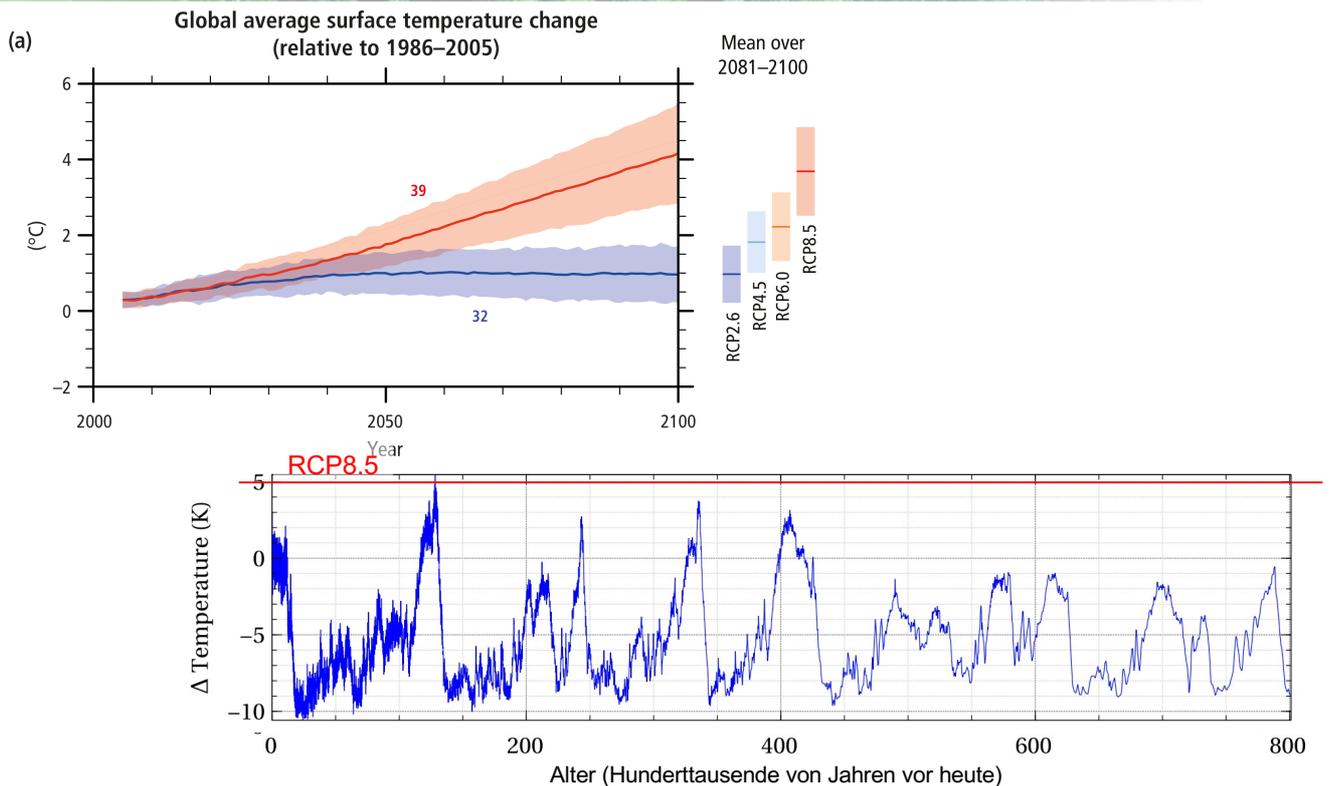
Globale Erwärmung und Gebirge



Physikalische Grundlagen sind gut verstanden (Pepin et al. 2015, *Nature Clim Change*)

© Meteo Schweiz, Mai 2022

Wie geht es weiter?



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

- RCP2.6 (“Zwei-Grad-Szenario”) bedeutet *global* +2 °C
- Gebirgsräume erwärmen sich ca. doppelt so stark
Global: ca. +1 °C bereits hinter uns gelassen;
+1.5 °C kaum mehr einzuhalten
CH hat sich bereits ca. +2 °C erwärmt!

Szenario	Global	CH	Analog [m]
RCP2.6	+ 2	+ 4	800
RCP8.5	+ 5	+ 8-10	1600-2000

- **Fazit:**

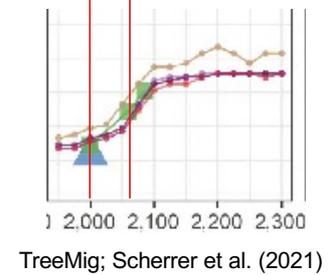
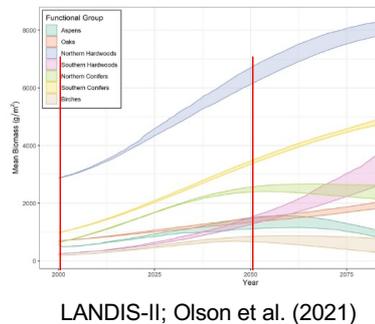
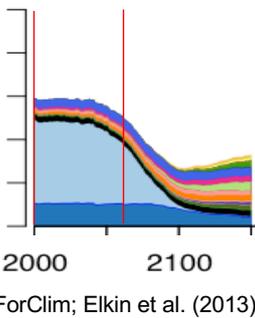
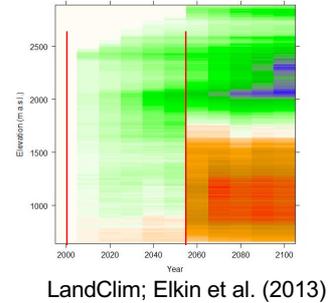
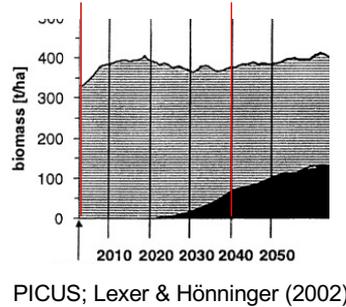
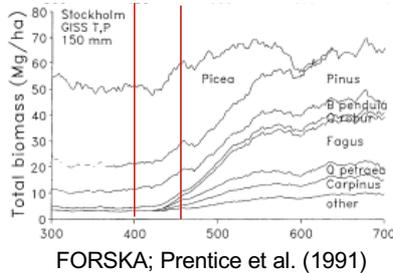
Darauf zu vertrauen, dass die Wälder sich in den nächsten 70-80 Jahren von selber genügend rasch anpassen können, ***so dass sie alle nachgefragten Leistungen kontinuierlich erbringen werden***, ist blauäugig

AUSWIRKUNGEN (MODELL-BASIIERT)

Es gibt Gemeinsamkeiten...



- Modellierungs-Studien ergeben *konsistent* einen Lag von ca. 50-70 Jahren zwischen Beginn des Klima-Änderungssignals und dem Beginn der markanten Veränderungen im Wald



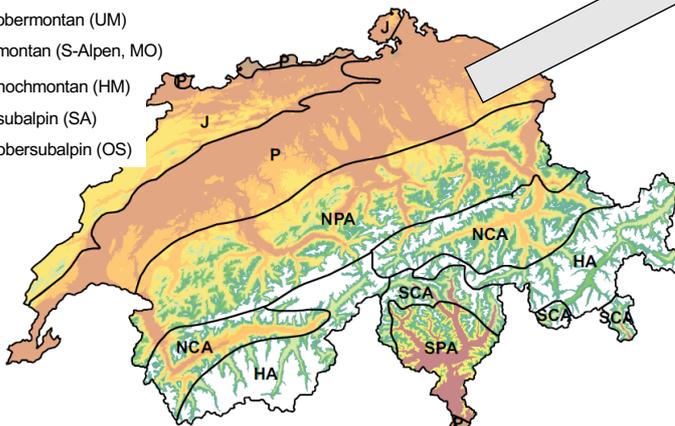
Klimawandel und Schweizer Wald (1/2)



Ziel: Hochaufgelöste Analyse der Auswirkungen des Klimawandels auf bewirtschaftete Waldbestände der Schweiz

Höhenstufen:

- kollin (CO)
- submontan (SM)
- untermontan (LM)
- obermontan (UM)
- montan (S-Alpen, MO)
- hochmontan (HM)
- subalpin (SA)
- obersubalpin (OS)



71 typische Bestände aus LFI*



2 Artensätze:

- nur heutige
- mit Einwanderung



Unsicherheiten

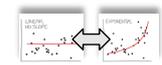
3 Klimaszenarien + Klima 1981-2010



2 Bodentypen: reich und mager



8 Versionen eines Waldmodells

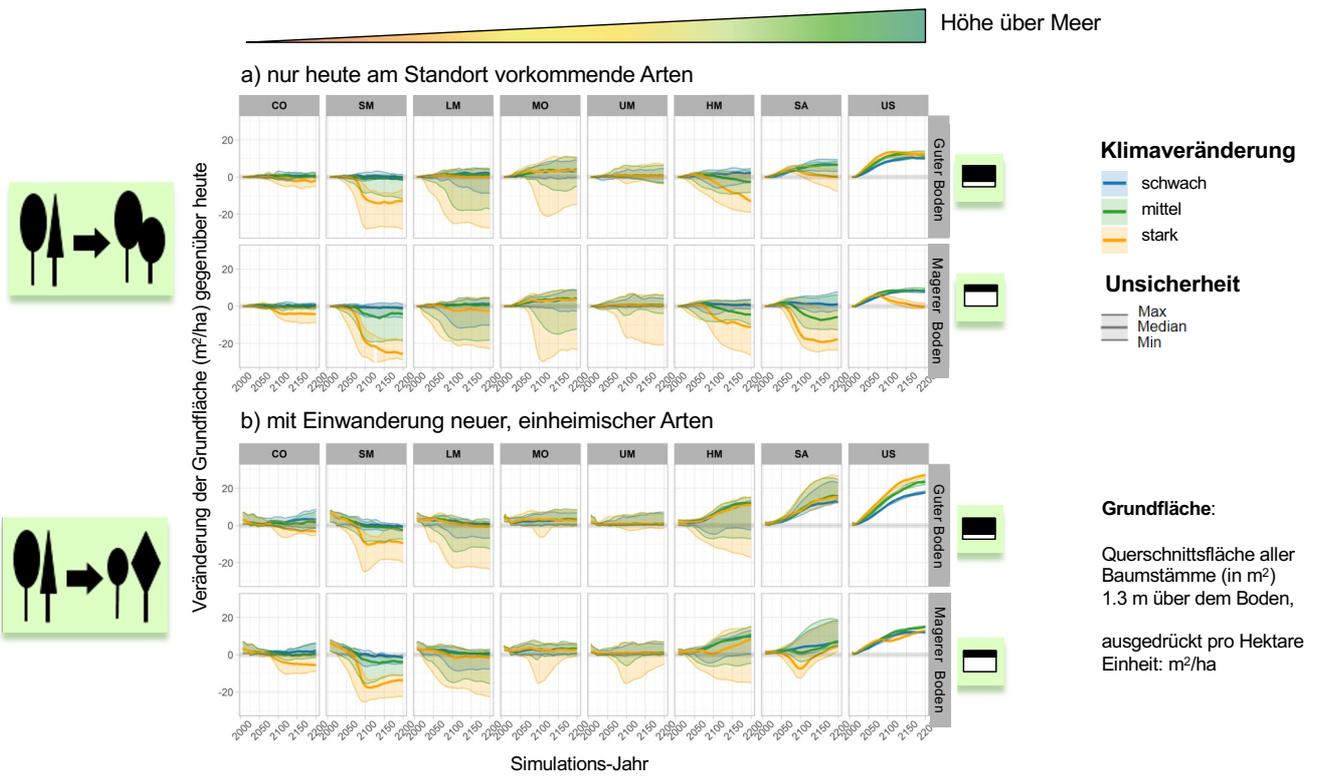


aus Bircher (2015), Diss ETH Zürich

* LFI = Landesforstinventar der Schweiz

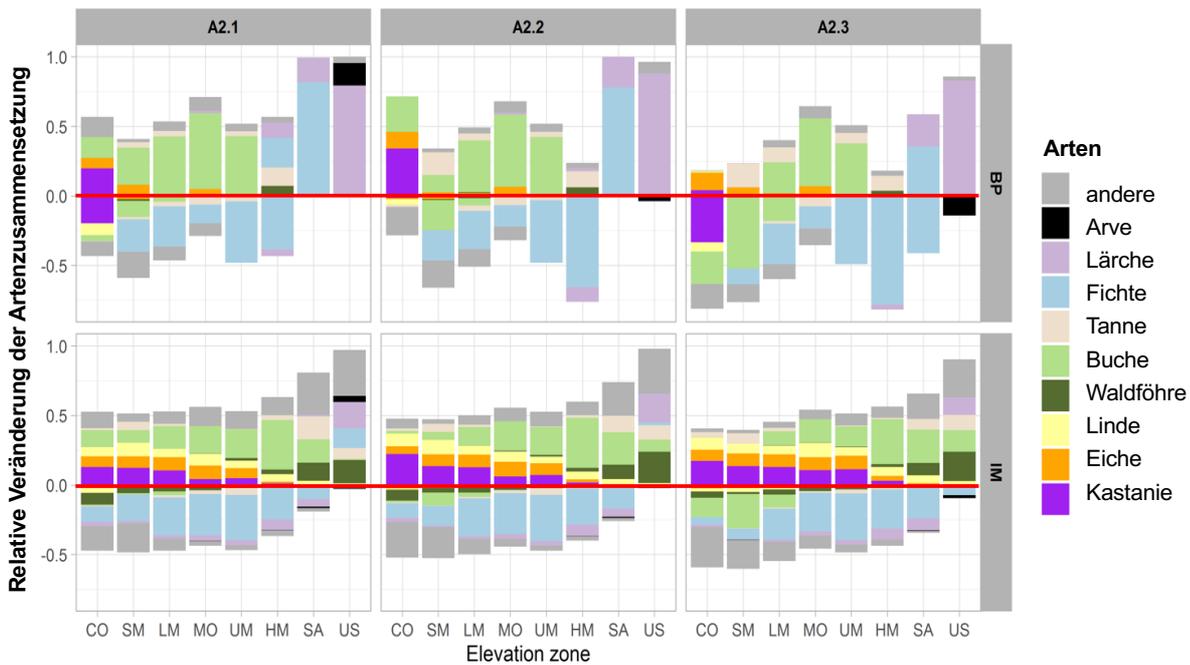
Huber et al. (2021), *Ecol Applications*

Klimawandel und Schweizer Wald (2/2)



Bugmann & Huber (2020), SZF; Huber et al. (2021), *Ecol Applications*

Klimawandel und Schweizer Wald



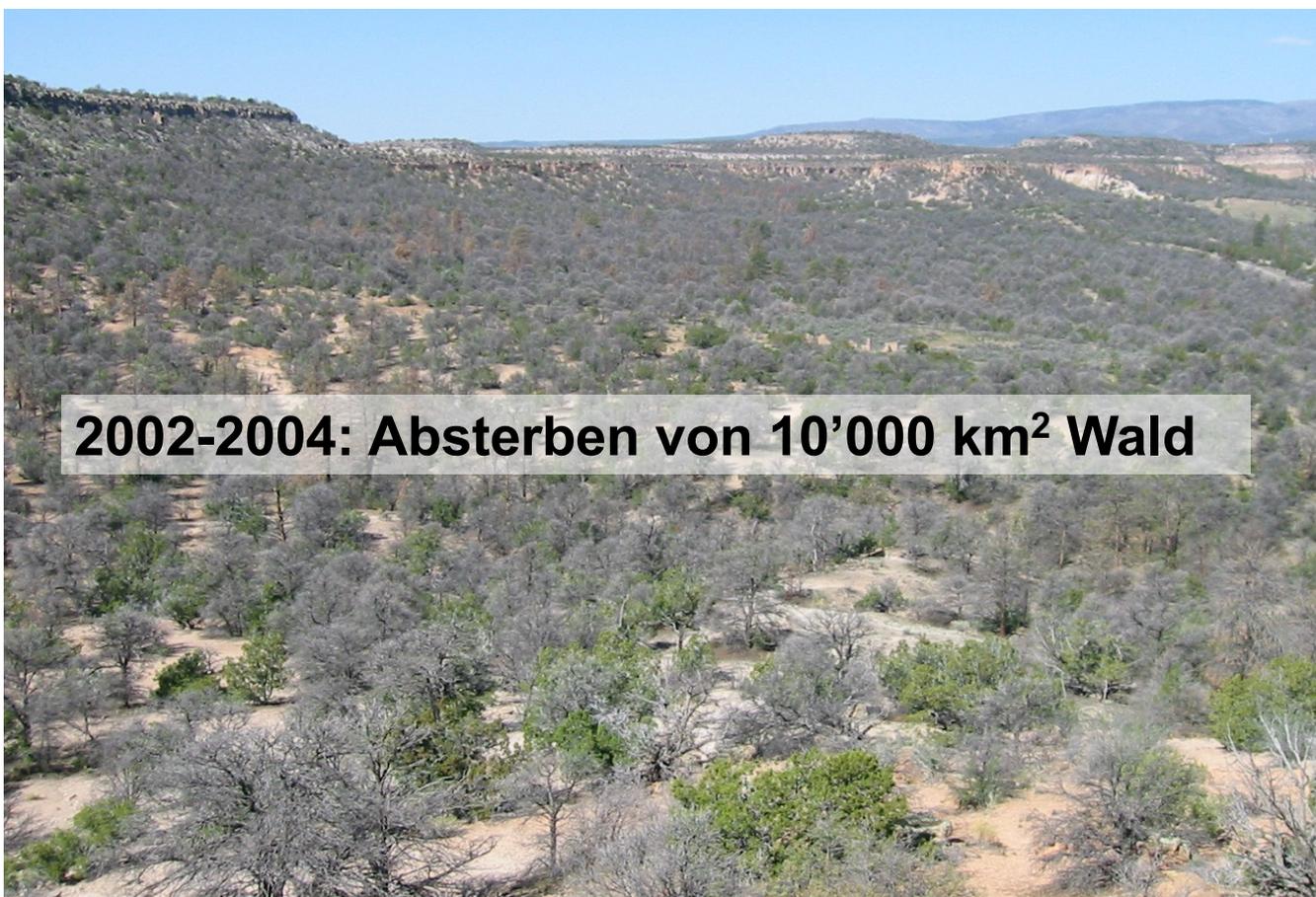
Huber et al. (2021), *Ecol Applications*

- Modellierungs-Studien ergeben *konsistent* einen Beginn der Umwälzungen im Wald ca. 50-70 Jahre nach Beginn des Klimawandels
- Starker Klimawandel hat ca. 1980 begonnen; man rechne...
- Wichtigste Auswirkungen und Faktoren:
 - Grosse, teils negative Veränderungen der Grundfläche
 - Gewinner: je nach Höhenlage verschieden
 - Verlierer: v.a. Fi
 - Grosse Bedeutung der Bodeneigenschaften (Standort)
 - Pflanzung kann negative Auswirkungen stark mindern

HALT!
EXTREMEREIGNISSE



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

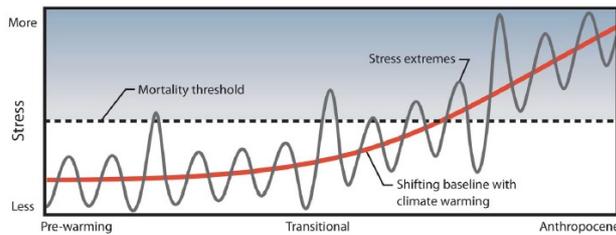


Jemez-Berge (Neumexiko, USA), Mai 2004
(Foto: C.D. Allen, USGS)

Wir werden mit Störungen vertraut



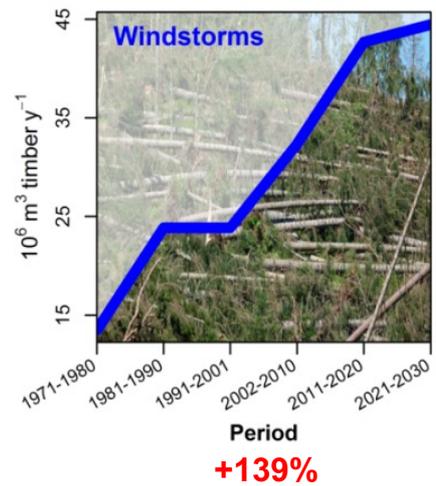
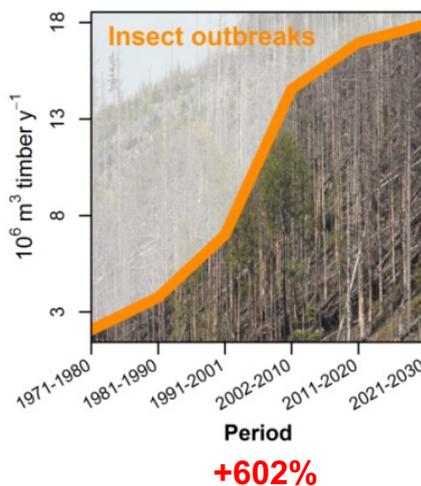
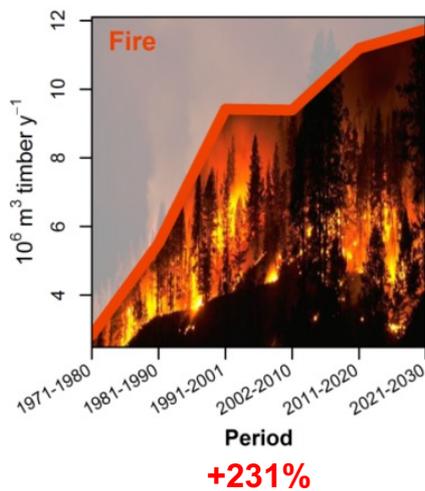
“Chronische” Änderung vs. Extreme



Allen et al. (2015),
Ecosphere

Beobachtete Zunahme 1971-2010, Europa

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



Schweizweite Analyse der Wiederbewaldung nach Störungen (mit LFI-Daten)



- 14% der Schweizer Wälder wurden in den letzten 25 Jahren gestört (v.a. Wind und Insekten)
- Wiederbewaldung nach Störungen erhöhte den Laubholzanteil in tieferen Lagen, vor allem in standortsfremden Fi-Wäldern
- In höher gelegenen Fi-Wäldern wächst vor allem wieder die Fi ein, falls nicht andere Baumarten gepflanzt und begünstigt werden



Gandberg (GL): Blick nach unten...



... und Blick nach oben (Fotos: M. Caduff)

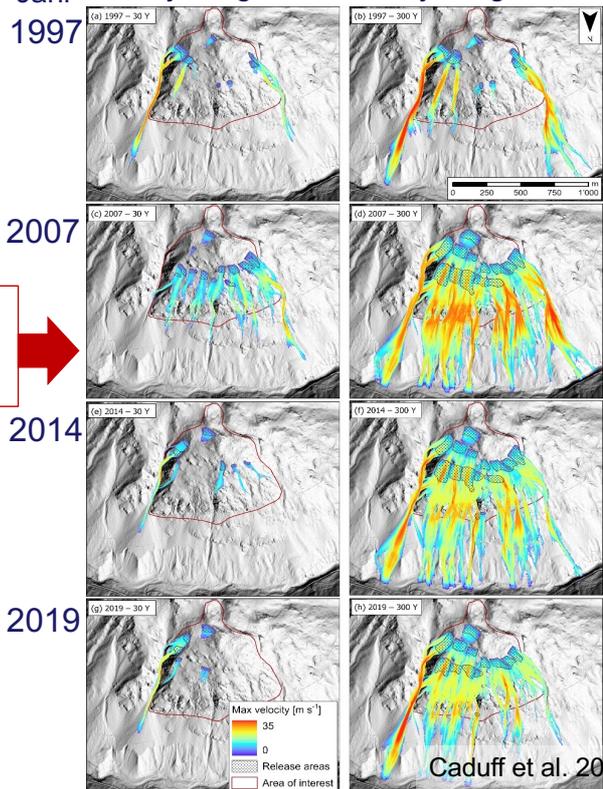
Scherrer et al. (2022), *Ecosystems*

Schutzfunktion nach Störungen: Beispiel Gandberg



Maximales Schutzdefizit nach ca. 10-15 Jahren

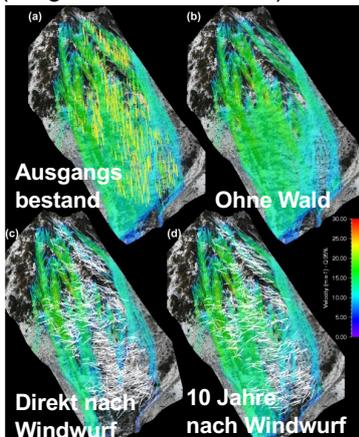
Lawinensimulation RAMMS



Schutzfunktion nach Störungen



Steinschlagschutz auf Windwurffläche
(Ringebach et al. 2022)



- Steinschlag-Experimente und Simulations-Modelle deuten ebenfalls auf **erhöhten Steinschlagschutz** nach **Windwurf** und **Käferbefall** hin (aber: nur wenig Daten zur Langzeitwirkung!)



Foto: U. Wasem / WSL



Foto: C. Rickli / WSL

- Schutzfunktion bezüglich **Murgang** und flachgründigen **Rutschungen** ist nach Störungen eindeutig **reduziert**

➔ Differenzierte Beurteilung notwendig!

Fazit: Schutzfunktion



- Wirkung von Totholz gegen Lawinen und Steinschlag ist vielfach besser als erwartet
- Räumlich unterschiedlicher Rückgang der verbleibenden Schutzwirkung gibt wichtige Hinweise zur Priorisierung der Behandlung und Verjüngungsförderung auf Störungsflächen
- In verschiedenen Projekten (MountEx an WSL, Interreg-Projekt MOSAIC mit WSL und HAFL) werden diesbezüglich Grundlagen weiterentwickelt

GESAMT-FAZIT

- Wenn es nur den “chronischen” Klimawandel gäbe, wäre mit ersten grossen Auswirkungen auf den Wald in ca. 20-30 Jahren zu rechnen
- Auswirkungen sind teils positiv, teils negativ – es sind keine Verallgemeinerungen möglich; es kommt auf den Standort an
- Extremereignisse
 - führen bereits (jetzt...) zu Umwälzungen: sie sind die Auslöser für rasche Veränderungen
 - sind auch eine Chance für die Reorganisation und Anpassung des Ökosystems
- **Wo Störungen** und ein **Schutzdefizit** zu erwarten sind und **klima-angepasste Arten** nicht von selber einwachsen, besteht **Handlungsbedarf** zur aktiven Unterstützung der Wiederbewaldung mit **zukunftsfähigen Baumarten**

Klimaveränderung: Was kommt auf uns zu? Wie schnell wird sich der Wald verändern?



SWISS
FOREST
LAB



Herzlichen Dank für Eure Aufmerksamkeit!

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

<http://cerc.slf.ch>