

# Ausgewählte Ergebnisse des Forschungsprogramms Wald und Klimawandel

Tagung « Klimawandel und Wald – eine ökonomische Sicht »

Zollikofen, HAFL, 29. April 2015

Dr. Peter Brang

Leiter des Forschungsprogramms «Wald und Klimawandel»  
von BAFU und WSL

Eidgenössische Forschungsanstalt WSL



# Inhalt

---

- Wie ändert sich das Klima?
- Welche Fragen stellen sich aufgrund der Klimaänderung?
- Was sind die Hauptergebnisse der bisherigen Forschung?



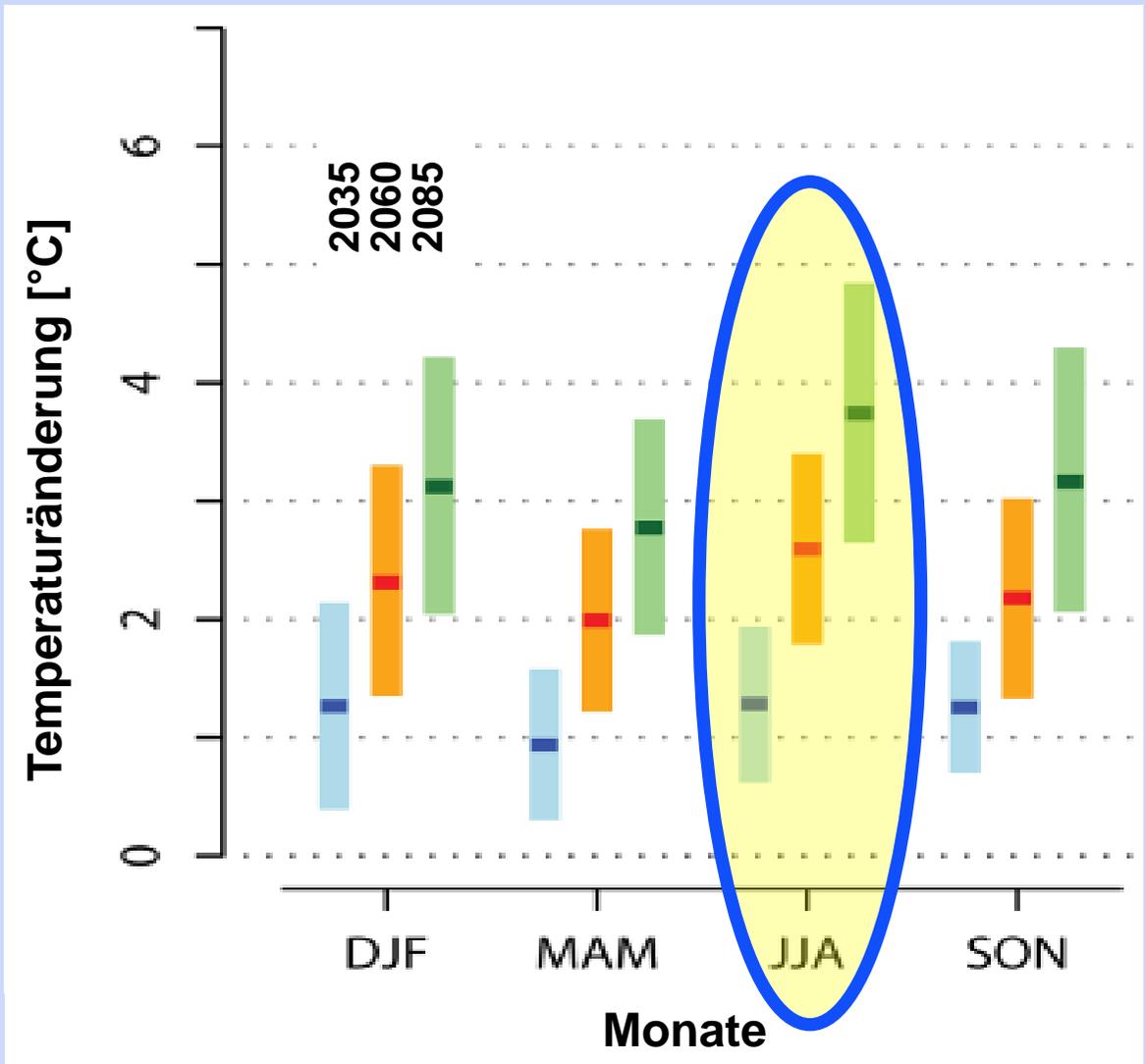
# Das Klima hat sich geändert

- Seit 1988 Temperatur in CH > Durchschnitt der Periode 1961-1990
- Schweizweit wärmste Jahre seit Messbeginn: 2014, 2011, 1994, 2003, 2002, 2007, ...
- Niederschläge: kein klarer Trend

**→ Die Klimaänderung ist da!**



# Temperaturänderung im 21. Jahrhundert (gegenüber 1980-2009)



Mittleres  
Klimaszenario  
A1B

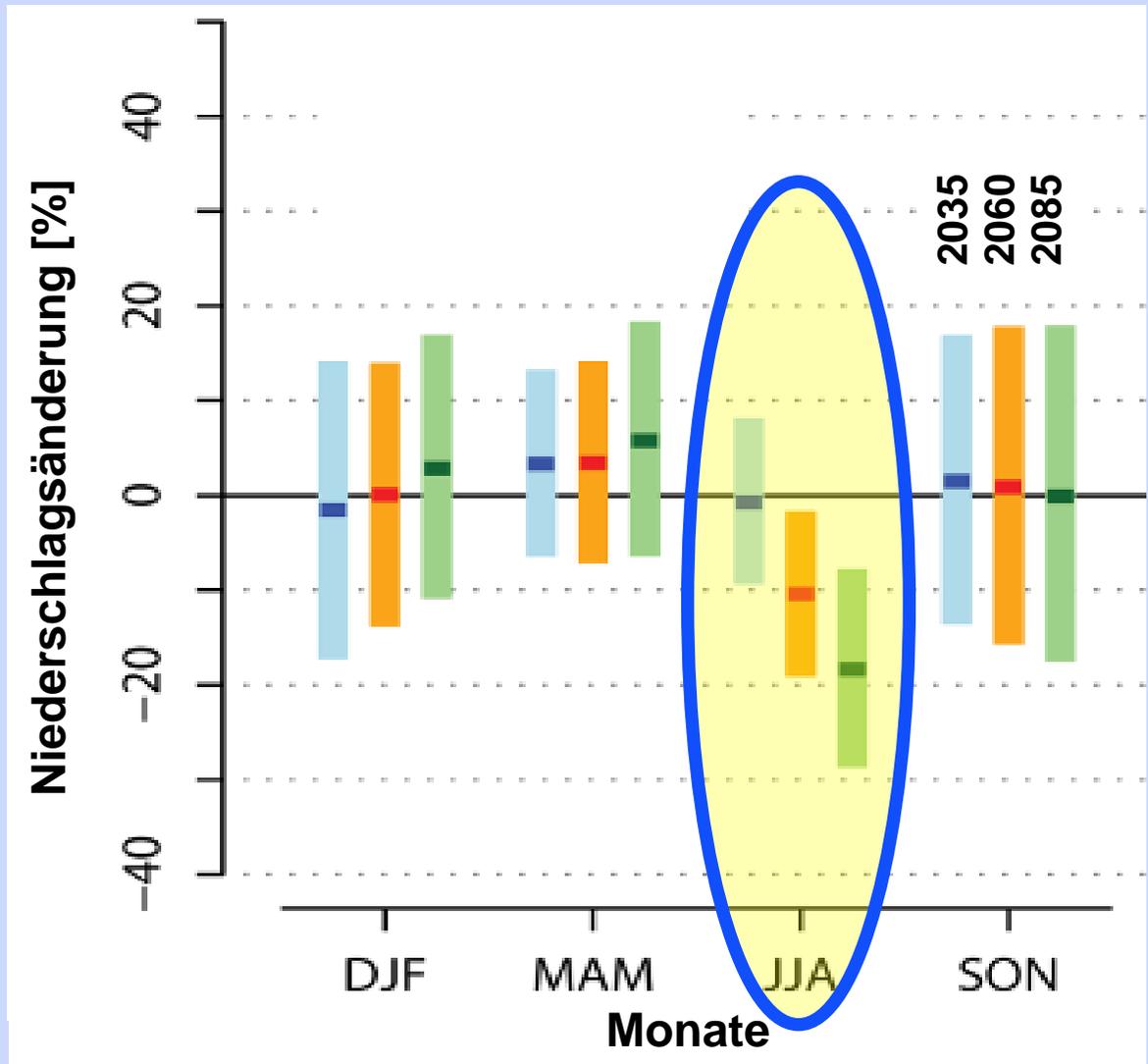
Stärkste  
Erwärmung im  
Sommer

Variation  
unterschiedlicher  
Klimamodelle

Quelle: © CH2011



# Niederschlagsänderung im 21. Jahrhundert (gegenüber 1980-2009)



Mittleres  
Klimaszenario  
A1B

Geringe  
Änderungen,  
im Sommer ab ca.  
2050 trockener

Variation  
unterschiedlicher  
Klimamodelle

Quelle: © CH2011



# Ausmass der Klimaänderung

---

- Es gibt kein «richtiges» Klimaszenario
- Bis 2070-2099 ist gegenüber 1980-2009 eine Temperaturzunahme von 2,7-4,1 °C zu erwarten (Szenario A1B)
  - +3 °C entsprechen 400-500 m tieferer Höhenlage
  - +4 °C                      600-700 m
- Vermehrte Sommertrockenheit eher erst ab 2050



# Fragen zu Wald und Klimawandel

- In welchem Mass können die Bäume an ihrem jetzigen Standort ein wärmeres und trockeneres Klima ertragen? Gibt es dabei genetische Unterschiede?
- Wie könnte sich das Klima auswirken auf Wachstum, Mortalität und Verjüngung der Bäume und auf Schädlinge?
- Können die Baumarten durch «Wanderung» mit der Geschwindigkeit der Standortsänderung von selbst Schritt halten?
- Wie entwickelt sich die Waldstruktur?
- Wie entwickeln sich die Waldleistungen?  
An welchen Standorten und in welchen Beständen sind sie allenfalls gefährdet?
- Mit welchen Massnahmen können die Bewirtschafter den Wald an den Klimawandel anpassen?  
Was kosten diese Massnahmen?



# Forschung zu Wald und Klimawandel

---

- Seit etwa 1990 ein grosses Forschungsthema
- Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» von BAFU und WSL, 2009-2015, 46 Projekte; kombiniert Forschung und Umsetzung



# Beispiele von Projekten

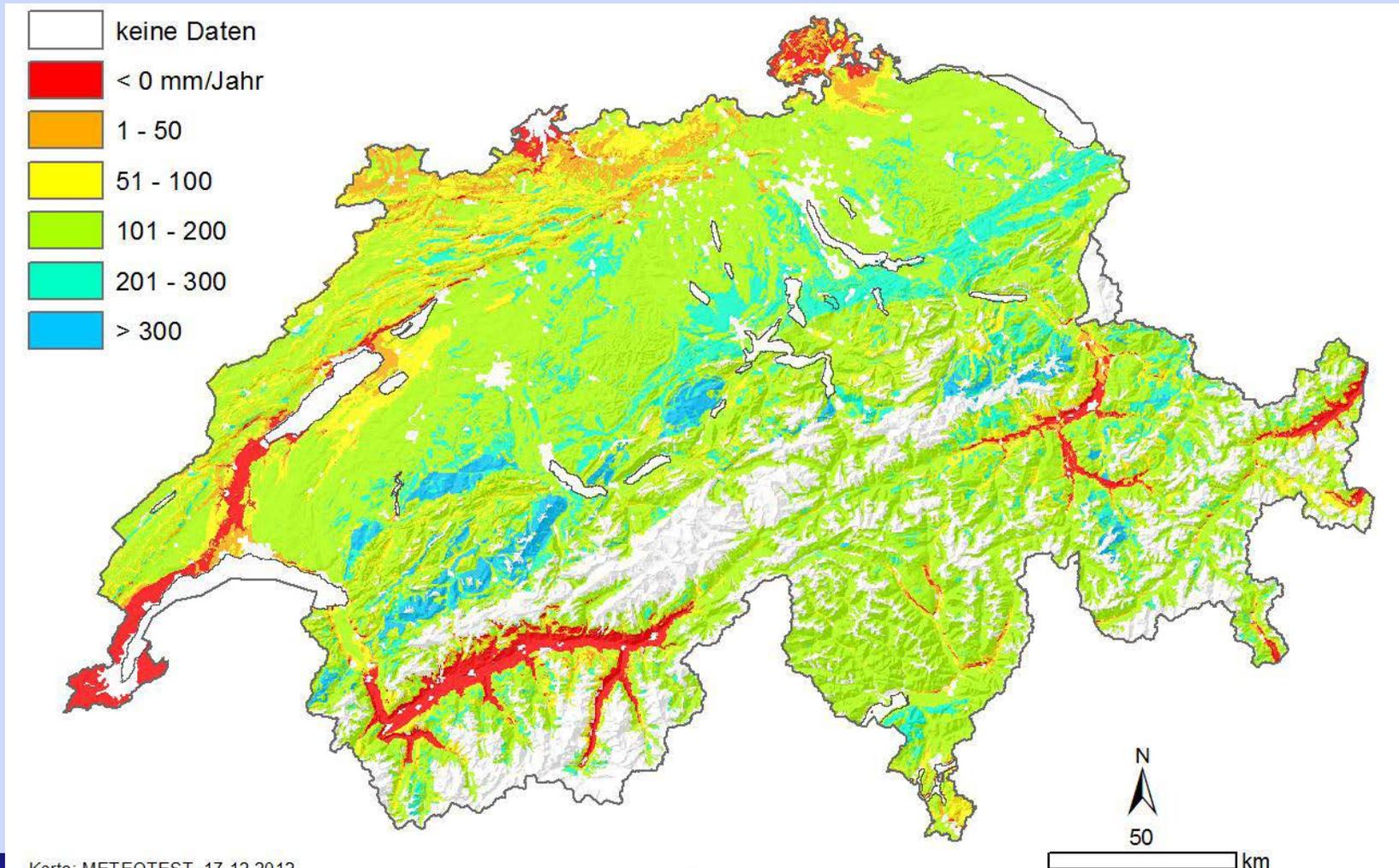
---

- Standortsspezifische Trockenheitsrisiken  
Projektleitung: Remund (MeteoTest); Walthert (WSL)
- Auswirkung auf Baumwachstum  
Lévesque (WSL)
- Genetische Unterschiede bei Baumarten  
Heiri (WSL)
- Auswirkung auf Borkenkäfer  
Wermelinger (WSL)
- Potenzialkarten der Baumartenverbreitung  
Zimmermann (WSL)
- Ökonomische Konsequenzen von Adaptationsstrategien  
Pauli (HAFL)



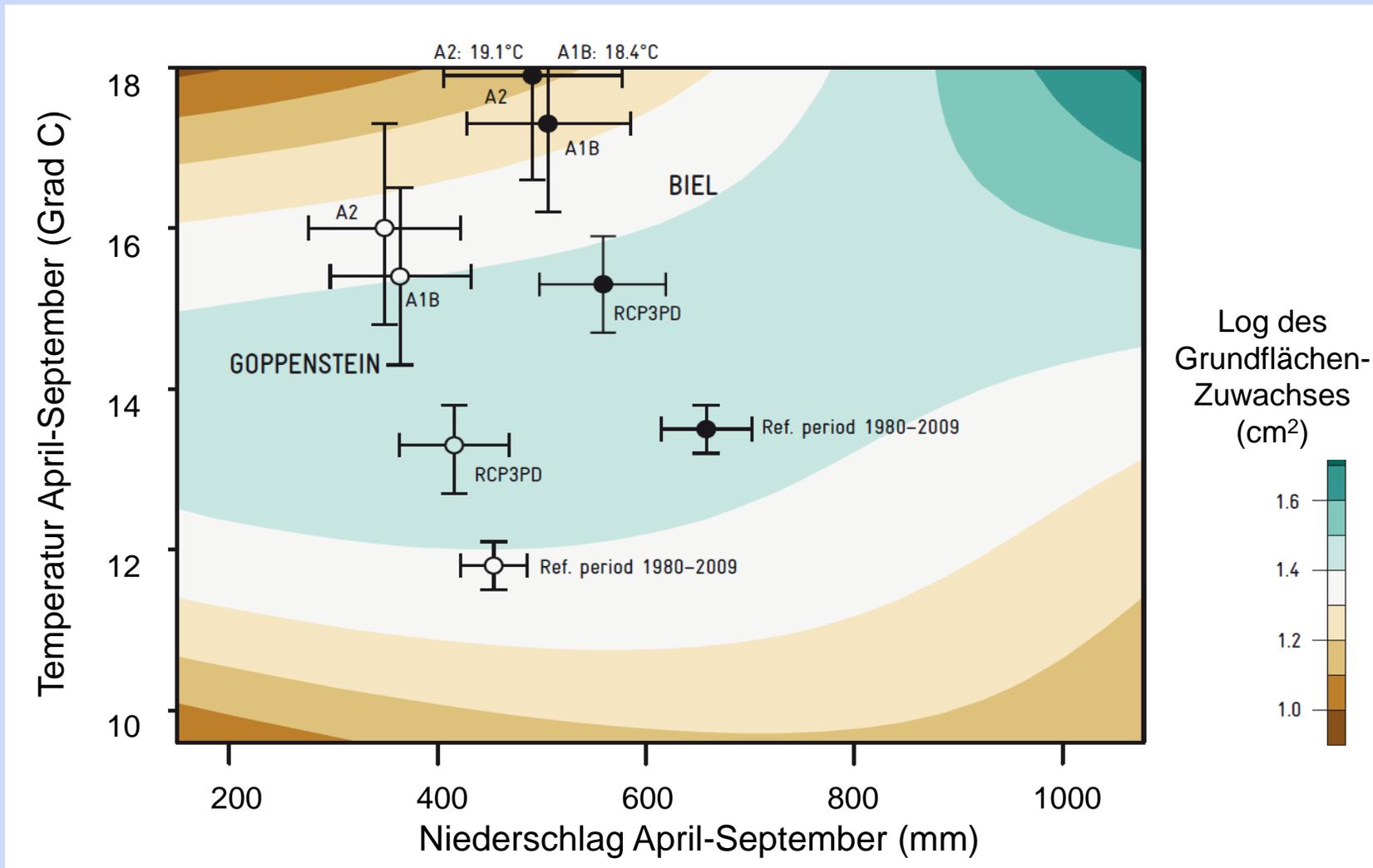
# Standortsspezifische Trockenheitsrisiken

## Trockenheitsindex «site water balance», Klima heute



# Auswirkung auf Grundflächenzuwachs von Fichten

Heute und 2085; 11 Standorte, dargestellt: Goppenstein VS, 1225 m ü.M. / Biel BE, 750 m ü.M.



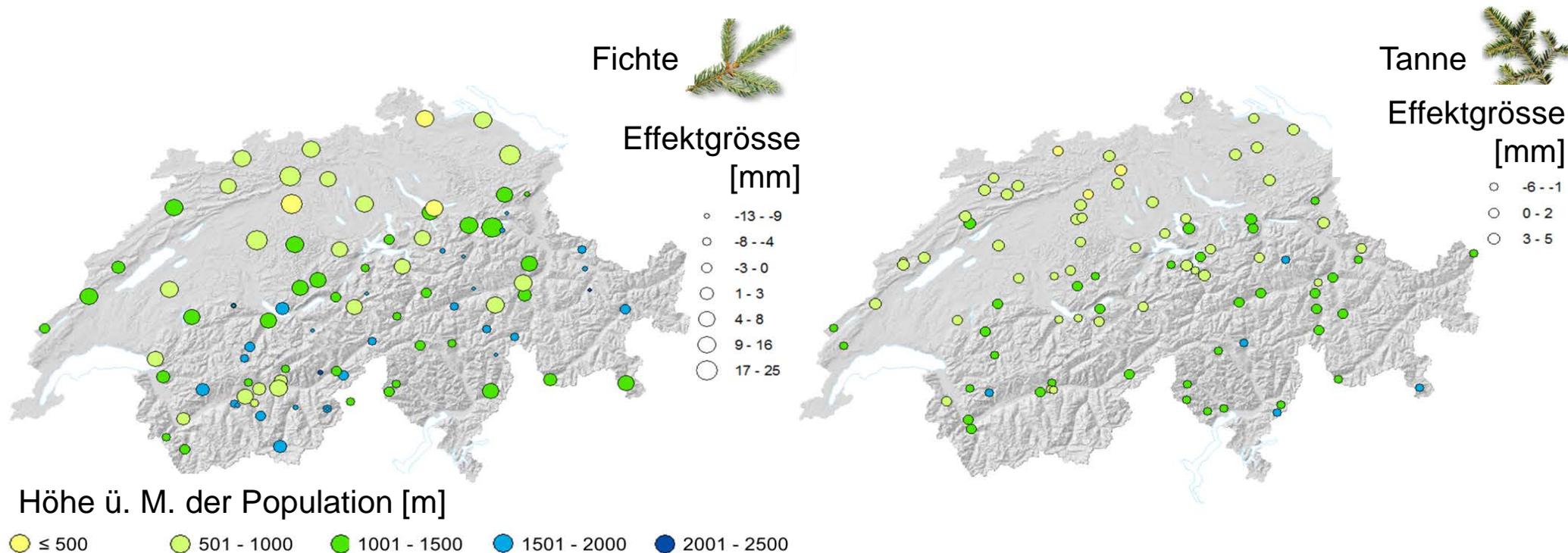
# Genetische Unterschiede zwischen Populationen



Versuchsfläche mit Sämlingen von je 3 Mutterbäumen von rund 90 Herkünften von Tanne (Bild), Fichte und Buche zur Beschreibung der genetischen Variation

# Geografische Unterschiede

Untersuchung von potentiell **adaptiver genetischer Variation**



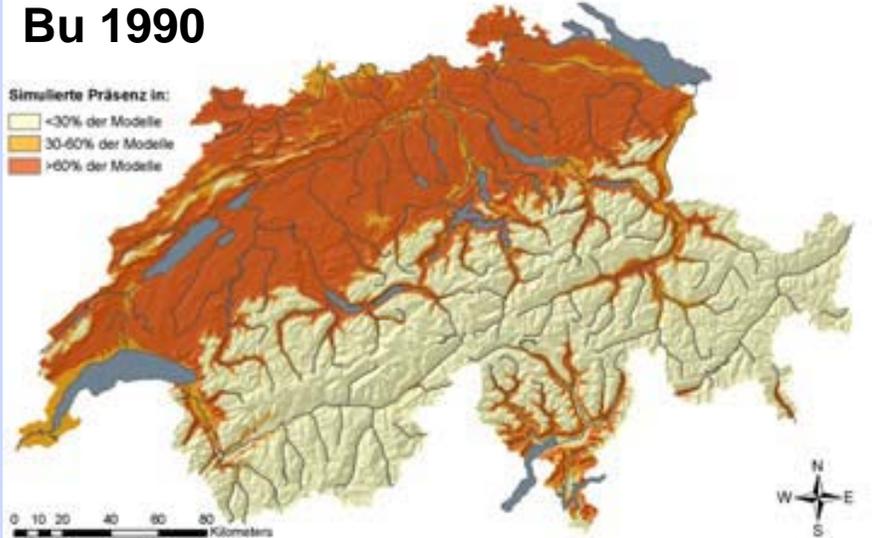
Geografische Variation im jährlichen Höhenzuwachs von Sämlingen von je 92 Schweizer Fichten- und Tannenherkünften. Grosse Kreise zeigen überdurchschnittlichen, kleine unterdurchschnittlichen Zuwachs an. Bei Fichte deutliche Unterschiede zw. Herkünften aus unterschiedlicher Höhenlage, bei Tanne geringe.

# Potentiellies Verbreitungsareal von Buche und Fichte

## Bu 1990

Simulierte Präsenz in:

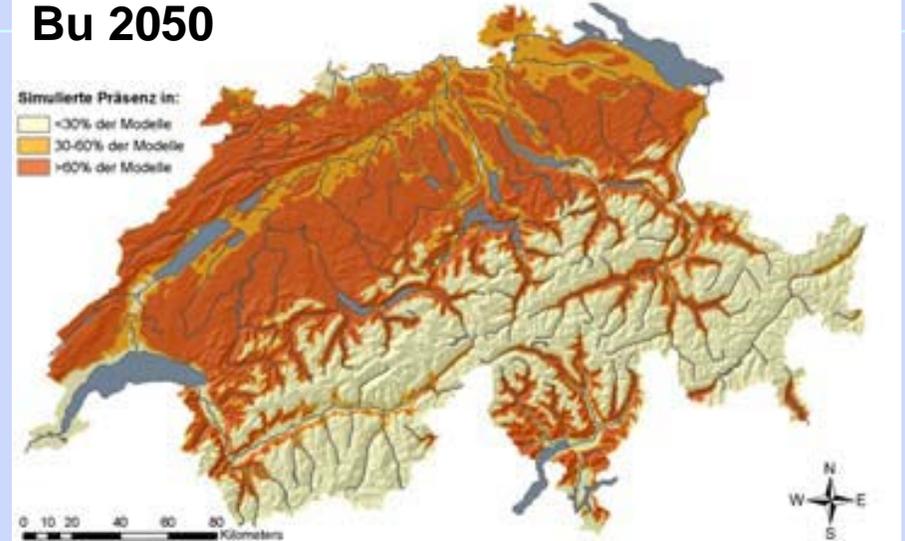
- <30% der Modelle
- 30-60% der Modelle
- >60% der Modelle



## Bu 2050

Simulierte Präsenz in:

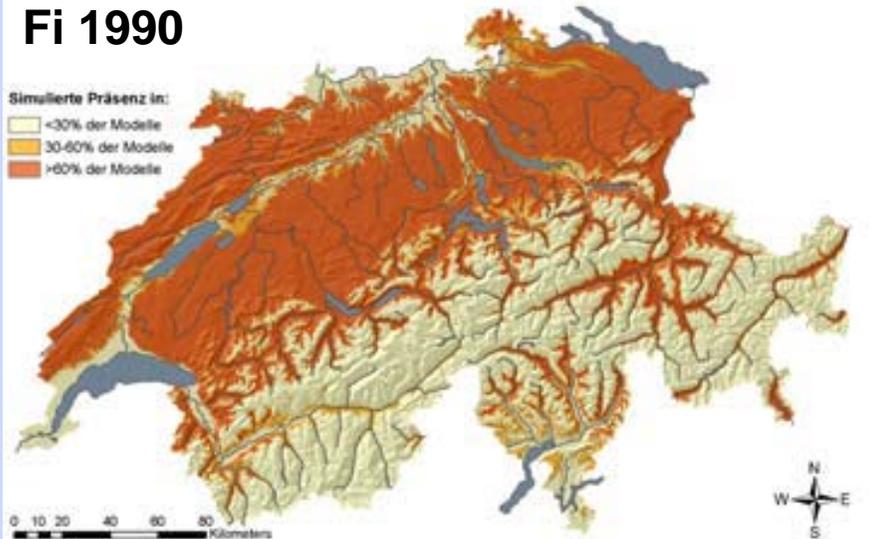
- <30% der Modelle
- 30-60% der Modelle
- >60% der Modelle



## Fi 1990

Simulierte Präsenz in:

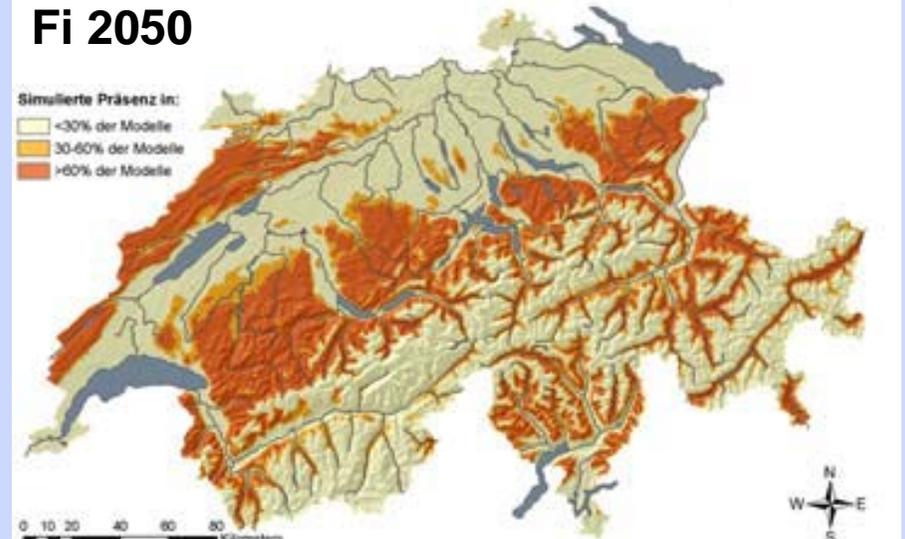
- <30% der Modelle
- 30-60% der Modelle
- >60% der Modelle



## Fi 2050

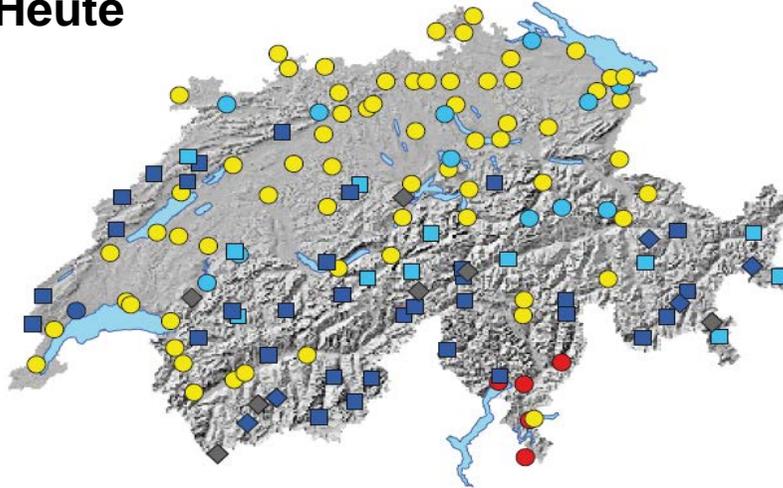
Simulierte Präsenz in:

- <30% der Modelle
- 30-60% der Modelle
- >60% der Modelle

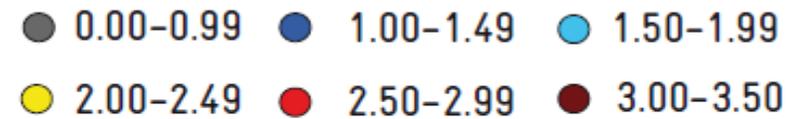


# Auswirkung auf Borkenkäfer

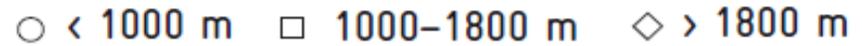
Heute



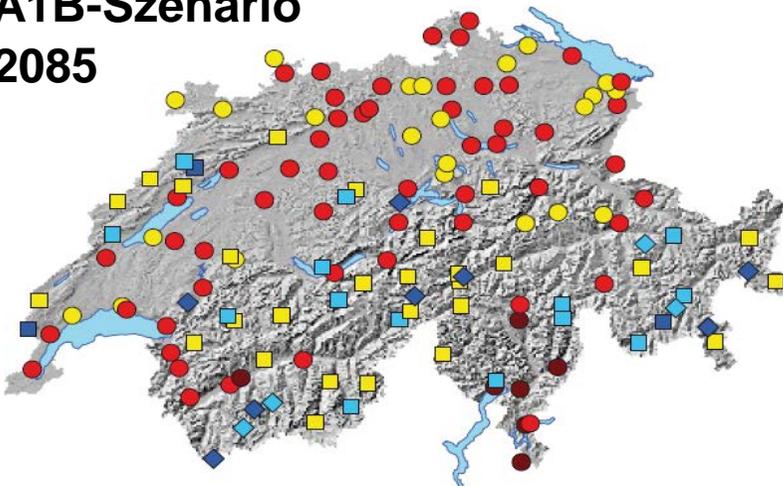
Mittlere Anzahl  
Borkenkäfergenerationen



Höhe über Meer



A1B-Szenario  
2085



# Ökonomische Konsequenzen von Adaptationsstrategien

---

- Wie beeinflussen Adaptationsstrategien (Baumartenwechsel, verkürzte Umtriebszeiten) und natürliche Störungen die Erlöse und Kosten der Holzproduktion?
- Hauptresultat: Senkung der Umtriebszeit beeinflusst die Kosten am stärksten, und kann die Kosten verstärkter Pflanzungen und erhöhter Zwangsnutzungen je nach Strategie kompensieren



# Extremereignisse

Mit Klimawandel  
verbundene  
Extremereignisse für  
Waldentwicklung  
mindestens so wichtig  
wie die mittlere  
Klimaänderung

Trockenperioden:

- Einfluss auf Wachstum
- Insektenkalamitäten
- Waldbrände



# Überraschungen mit Schädlingen

Klimawandel und  
Globalisierung lassen  
Überraschungen  
erwarten

1950 Kastanienwelke  
1970 Ulmenwelke  
1980 Tannensterben  
1985 Eichensterben  
2006 Eschenwelke

Unterschiedlich  
folgenschwer – welche  
Baumart ist die nächste?



→ **Mischwald**



# Antworten zu Wald und Klimawandel

---

- In welchem Mass können die Bäume an ihrem jetzigen Standort ein wärmeres und trockeneres Klima ertragen? (begrenzt). Gibt es dabei genetische Unterschiede? (ja)
- Wie könnte sich das Klima auswirken auf Wachstum, Mortalität und Verjüngung der Bäume und auf Schädlinge? (auf Bäume vorwiegend negativ, aber nicht durchwegs)
- Können die Baumarten durch «Wanderung» mit der Geschwindigkeit der Standortsänderung von selbst Schritt halten? (an Berghängen ja, aber Alpen = Wanderungshindernis)
- Wie entwickelt sich die Waldstruktur? (Phasen mit geringer Bestandesdichte sind zu erwarten)
- Wie entwickeln sich die Waldleistungen? An welchen Standorten und in welchen Beständen sind sie allenfalls gefährdet? (grosse Standortsunterschiede, Sorgenkind Fichte)
- Mit welchen Massnahmen können die Bewirtschafter den Wald an den Klimawandel anpassen? (Mischwald, Senkung Umtriebszeit, Pflanzung, ...). Was kosten diese Massnahmen? (tendenziell teuer)



# Schlussfolgerungen

---

- Langfristig einschneidende Standortveränderungen, v.a. ab etwa 2050
- Negative Auswirkungen auf Waldleistungen herrschen vor
- Anpassungsbedarf im Waldbau, bei wichtigen Waldleistungen intensivere Bewirtschaftung



An aerial photograph of a vast, dense forest of coniferous trees. The trees are packed closely together, creating a rich green and dark green canopy. In the lower-left quadrant, a small, light-colored rocky outcrop is visible, partially covered by vegetation. The overall scene is a lush, natural landscape.

**Dank an  
zahlreiche Mitarbeiter im Forschungsprogramm  
das BAFU für die Unterstützung der Forschung**