

# Die Baumartenwahl ist der Schlüssel zur Anpassung an den Klimawandel



Dr. Peter Brang, Eidg. Forschungsanstalt WSL  
SFL Dialogue, Birmensdorf, 5.11.2019



# Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder

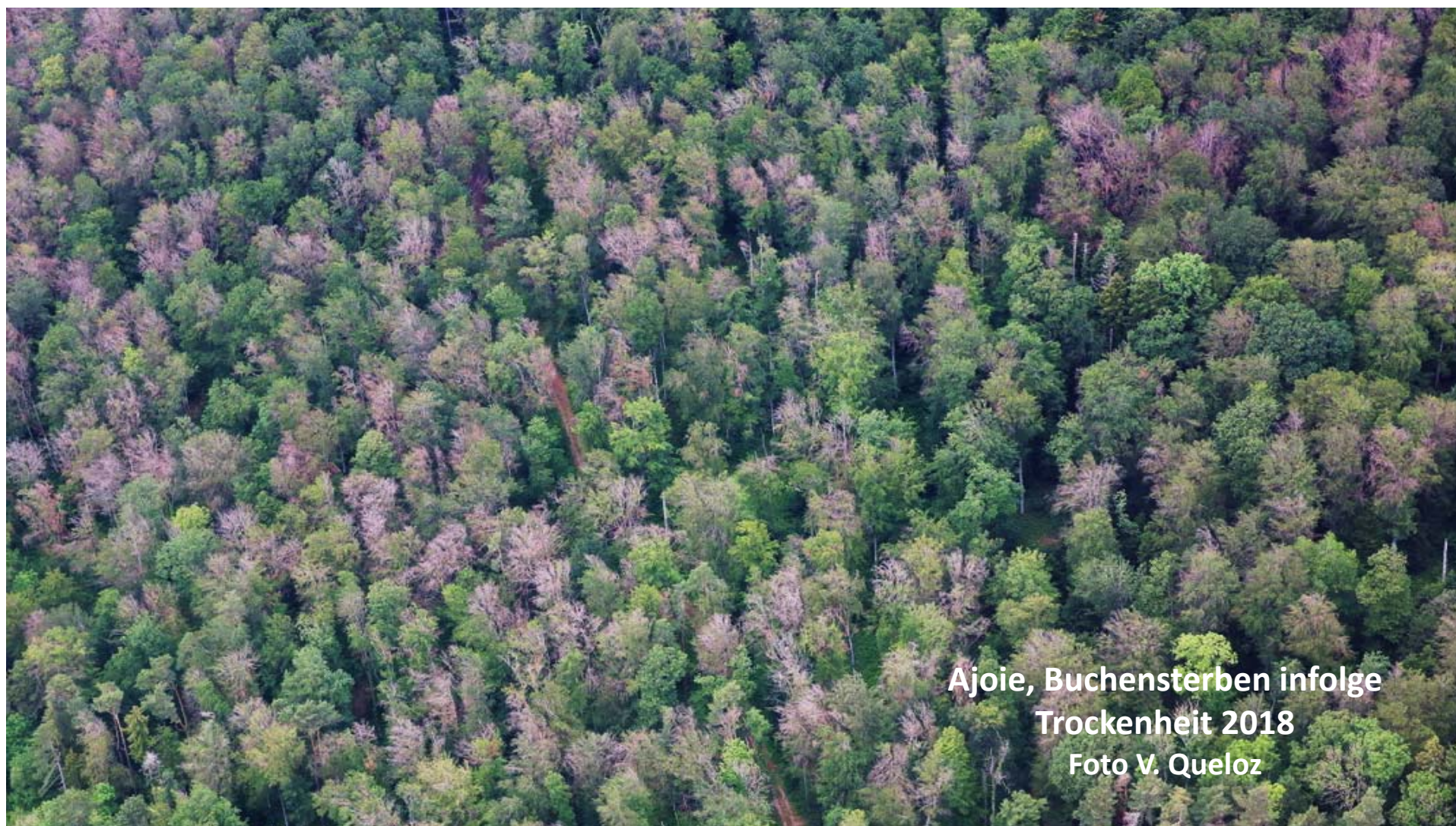
- Heute standörtlich geeignete Baumarten zunehmend unter **Stress**
- Baumarten auf **Wanderschaft** (verzögert)
- Vermehrte **Störungsereignisse**
  - Trockenperioden ↗
  - Waldbrand ↗
  - Schädlinge ↗
  - Sturm, Schnee ?
- **Baumsterben, je nach Baumart, Alter, Vitalität, Standort unterschiedlich**
- Waldleistungen gefährdet, aber nicht der Wald





Lusen, Bayerischer Wald





Ajoie, Buchensterben infolge  
Trockenheit 2018

Foto V. Queloz





# Bäume sind Migranten!

Pollendiagramm Lago d'Origlio (TI), bei Lugano  
von vor 15'000 Jahren bis heute

Quelle: Tinner et al. 1999 *Journal of Ecology* 87: 273-289

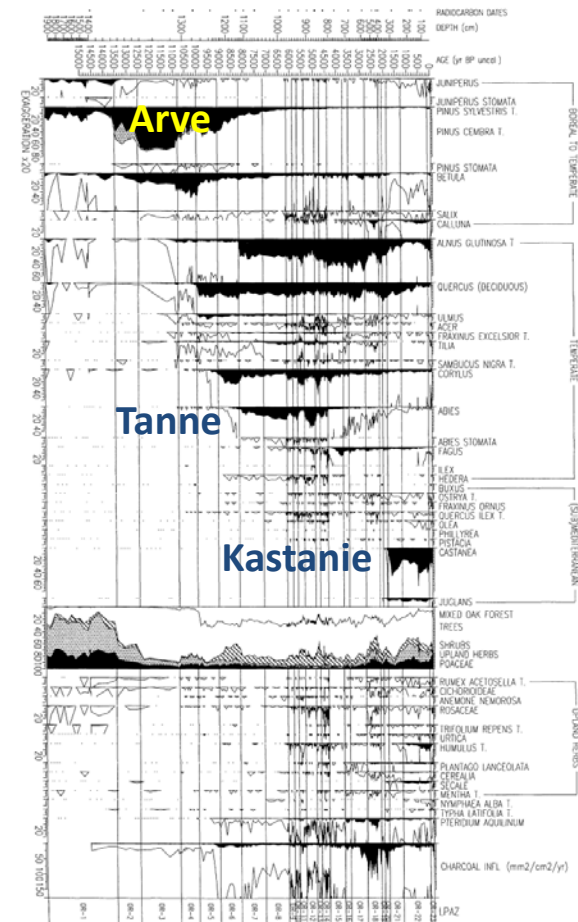


Fig. 3 Percentage pollen diagram (selected taxa) of Lago di Origlio (416 m a.s.l.), southern Switzerland. The Cannabaceae, the water plants, and the ferns are excluded from pollen sum. LPAZ, OR = local pollen assemblage zones of Lago di Origlio.



# Was ist bezüglich Anpassung machbar?

- Ein Baumartenwechsel in einem Waldgebiet dauert – bei der üblichen Bewirtschaftung – eine Umtriebszeit





# Was ist bezüglich Anpassung machbar?

- Ein Baumartenwechsel in einem Waldgebiet dauert – bei der üblichen Bewirtschaftung – eine Umtriebszeit
- Mit Jungwaldpflege, Durchforstung und vorzeitiger Nutzung diese Dauer verkürzen
- Mit Durchforstungen die Resilienz bei Trockenheit erhöhen (Projekt ForRISK, Bottero et al.)
- Störungsereignisse nicht verhinderbar, aber im Ausmass eindämmbar
- Störungsereignisse nutzen, um den Baumartenwechsel zu beschleunigen
- Zukunftsfähige Baumarten und Herkünfte fördern und pflanzen



# Samenbaumförderung

St. Margrethenberg,  
Weiserfläche Fallrüti, 1500 m ü.M.

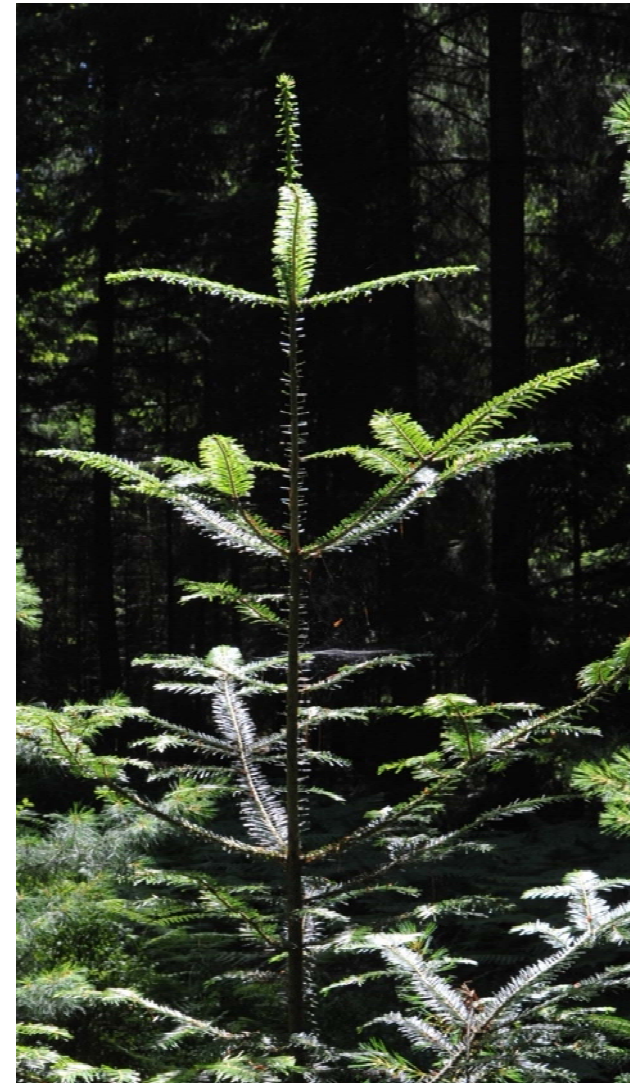
Geförderte Weisstanne





# Baumart: Schlüssel zur Anpassung ...

- weil sich die Baumartenzusammensetzung in der Vergangenheit bei ähnlich starken Klimaänderungen geändert hat
- weil Wälder je nach Klima durch andere Baumarten aufgebaut sind
- weil von Störungen oft nur einzelne Baumarten betroffen sind
- weil Mischbestände bezüglich Störungen resistenter und resilienter sind





## Gesucht: der Wunderbaum, der ...

Trockenheit und Hitze erträgt,  
Sturm und Nassschnee widersteht,  
nie von Schädlingen und Krankheiten befallen wird,  
kaum verbissen wird,  
rasch wächst und konkurrenzstark ist,  
einen grossen Holzwert aufweist,  
sich gut natürlich verjüngt,  
gut riecht,

...

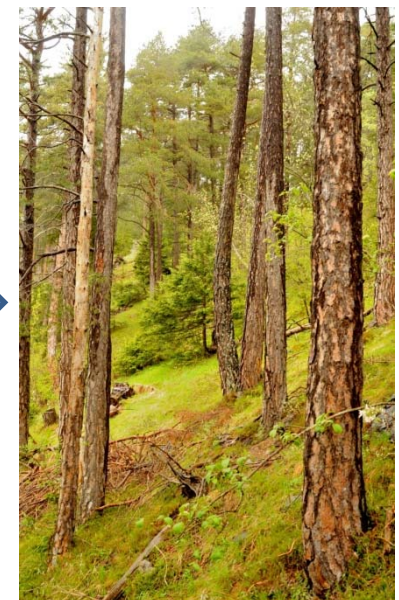


# Grundidee: Orientierung an «analogen» Waldstandorten

- Wo ist es heute schon so warm und trocken, wie es hier in Zukunft sein wird?
- Baumartenempfehlung für diese zukünftigen Standorte berücksichtigen
- Grundlagen entwickelt, um an jedem Punkt im Schweizer Wald den analogen Waldstandort zu finden, für 2 Klimazukünfte



Fichten-Tannenwald



Föhrenwald



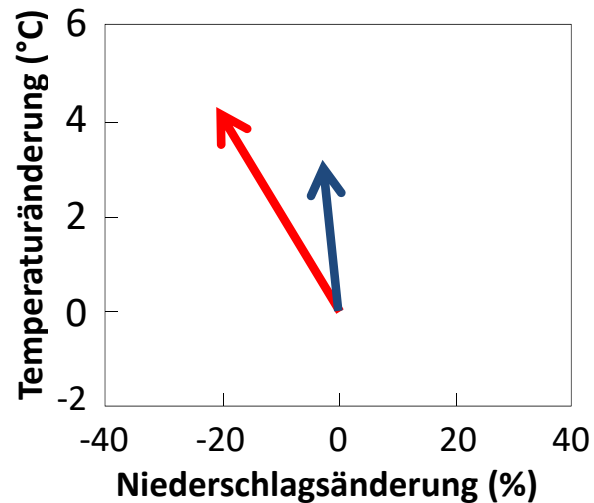
# Aufbau auf bestehenden Grundlagen



## 2 mögliche Klimazukünfte für Periode 2070-2099

2 regionale Klimamodelle für das «mittlere» A1B-Emissions-Szenario gem. IPCC 4 bilden den Fächer der möglichen «Klimazukünfte» etwa ab

Verlauf von Temperatur und Niederschlag, Apr-Sep, 2001-2099 vs. 1981-2000 für Schweiz



### Klimawandel

«mässig» T: + 3.1 °C, N: -2%

«stark» T: + 4.3 °C, N: -19%

Modellherkunft:

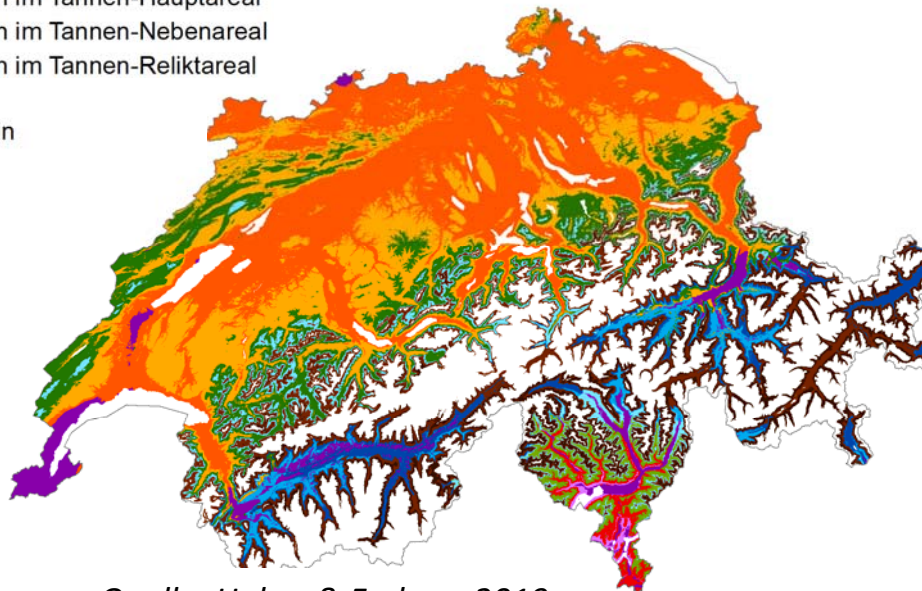
«trocken»: CLM, «weniger trocken»: RegCM3



# Modell Höhenstufen inkl. Buchenareal und colline Stufe

- hyperinsubrisch
- collin
- collin mit Buche
- submontan
- untermontan
- obermontan
- unter-/obermontan
- hochmontan im Tannen-Hauptareal
- hochmontan im Tannen-Nebenareal
- hochmontan im Tannen-Reliktareal
- subalpin
- obersubalpin

Heute



Quelle: Huber & Frehner 2019

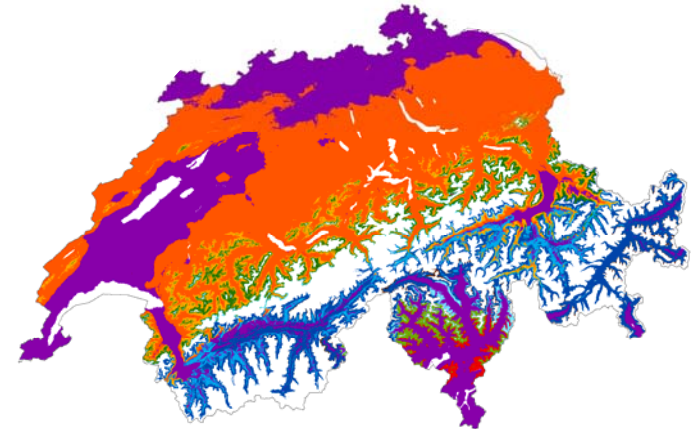
«Mässiger» Klimawandel / +3.1 °C, -2% N

2070 - 2099

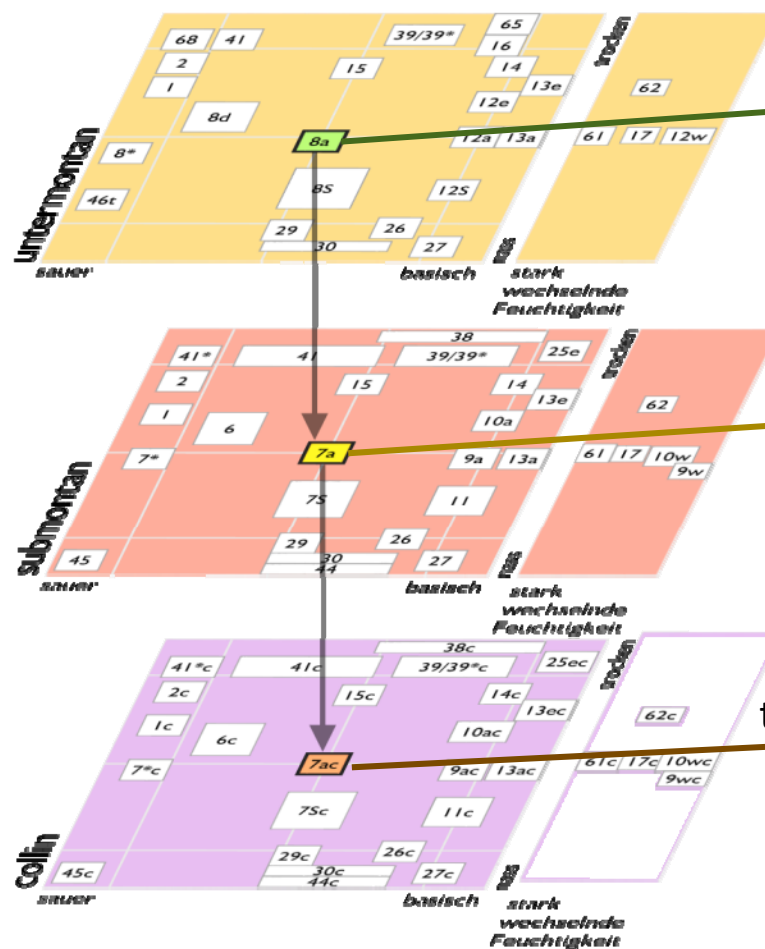


«Starker» Klimawandel / +4.3 °C, -19% N

2070 - 2099



# Standortsanalogien in heutigem und zukünftigem Klima



8a Typischer  
Waldhirschen-  
Buchenwald

heute

7a Typischer  
Waldmeister-  
Buchenwald

Weniger  
trockene  
Klima-  
zukunft

7ac (= collines  
Pendant zu 7a)

trockenere  
Klima-  
zukunft

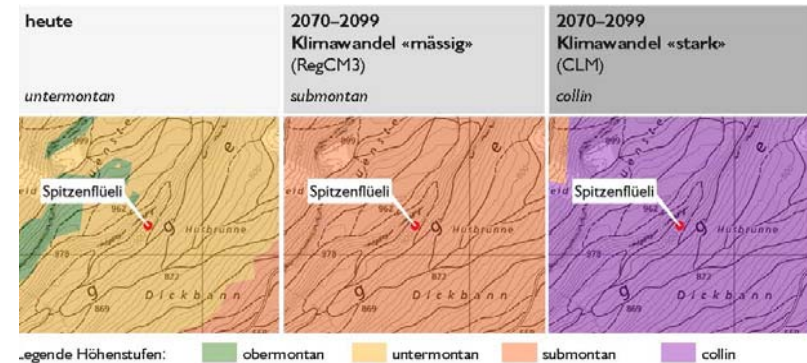


Quelle: Frehner et al.  
2018, WSL Bericht 66



# Spitzenflüeli, Oberbuchsites SO (900 m ü.M.)

Klima heute	Zahnwurz-Bu-Wald (12a)	Bu
Mässiger Klimawandel	Lungenkraut-Bu-Wald (9a)	Bu
Starker Klimawandel	9a, kolline Variante (9ac)	TEi, HBU, SAh, HBU, Ki, SLi, WLi

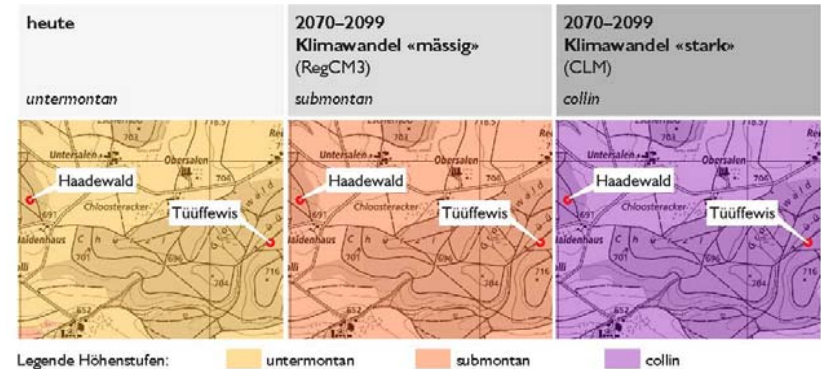


- Stangen- bis schwaches Baumholz; 90 Bu, 10 Ta (Es, BAh)
- Waldfunktion Holzproduktion (v.a. Energieholz)
- Waldbauliche Beurteilung:
  - Baumartenzusammensetzung fix, Korrektur unverhältnismässig
  - Durchforstung defizitär, fraglich
  - Samenbäume zukunftsfähiger BA fördern
  - Geringer Handlungsbedarf

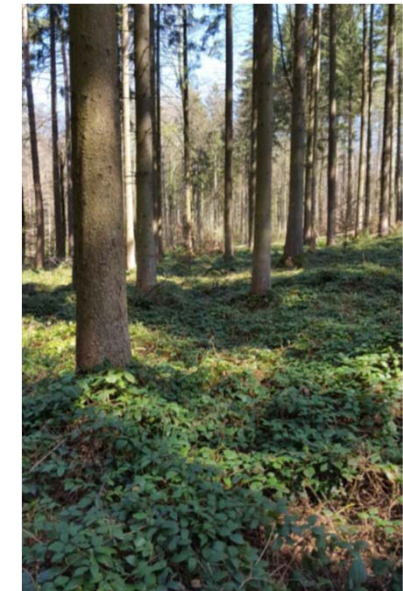


# Tüüffewis, Homburg TG (700 m ü.M.)

Klima heute	Waldhirsen-Bu-Wald (8a)	Bu
Mässiger Klimawandel	Waldmeister-Bu-Wald (7a)	Bu
Starker Klimawandel	7a, kolline Variante (7ac)	HBu, Ki, Fö, TEi



- Mittleres-starkes Baumholz; 100 Fi, darunter Brombeere, wenig Verjüngung Bu, Ta, BAh; Waldfunktion Holzproduktion
- Waldbauliche Beurteilung:
  - Zunehmend gefährdet (Sturm, Borkenkäfer), evtl. vorzeitig nutzen
  - Variante 1: Baumartenwechsel, zügige flächige Verjüngung mit Naturverjüngung & Ergänzungspflanzungen
  - Variante 2: Dauerwaldbewirtschaftung, Verjüngung in kleinen Lücken mit Ergänzungspflanzungen





www.tree-app.ch

Fachgrundlagen: M. Frehner, B. Huber  
Realisierung: geOps AG  
Beratung: M. Frehner, U. Rutishauser

2'636'330,1'187'389

Mockup

Standortstyp

19f - Waldsimsen-Ta-Bu-Wald auf Pseudogley

Höhenstufe heute

obermontan

### Baumartenempfehlung

100% obermontan

86% untermontan

76% submontan



📄 Tanne Buche Fichte



📄 Vogelbeere Hängebirke Zitterpappel Douglasie Fichte



📄 Grauerle Mehlbeere



📄 Götterbaum



In Zukunft zusätzlich passende Baumarten einblenden

Standort

Empfehlung

Einstellungen

# Offene Fragen

- Kann man schon heute die Baumarten an ihren zukünftig passenden Standorten pflanzen, so dass sie sich später natürlich vermehren?
- Wo liegen die ökologischen Grenzen der Baumarten?
- Wie viel Klimaanpassung lässt sich mit genetisch vorangepassten Bäumen herausholen?



Eiche, Malbun (FL), 1360 m ü.M.



# Projekt Testpflanzungen zukunftsfähiger Baumarten

2018-2050

Foto: SRF

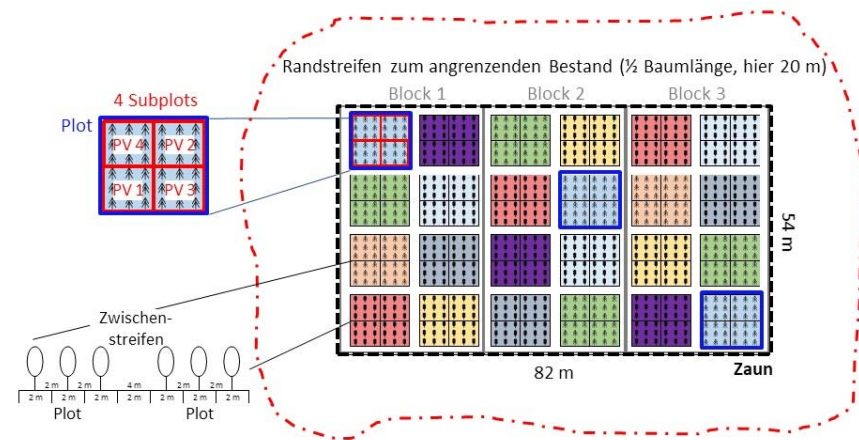
[www.testpflanzungen.ch](http://www.testpflanzungen.ch)  
[www.testpflanzungen.ch/fr](http://www.testpflanzungen.ch/fr)

Bestehende Versuchspflanzung  
in Mutrux VD



# Testpflanzungen: Projektidee und Stand

- Habitatverschiebungen vorwegnehmen: Pflanzungen von Baumarten auf grossen Umweltgradienten, auch wo sie *in Zukunft* passendes Klima finden dürften
- Koordinierte Versuche: Viele Testpflanzungen mit 18 Baumarten und je 7 Provenienzen
- Stand: Baumarten gewählt, Pflanzgut in Anzucht, Testflächen gewählt, Pflanzschema pro Fläche in Diskussion
- Flächeneinrichtung 2020-2022  
Partner: WSL, BAFU, 20 Kantone, ...





# Flächennetz ermöglicht umfassende Aussagen

- Aus 172 gemeldeten Flächen 57 gewählt
- Jede TP gleich angelegt, behandelt und über 30-50 Jahre beobachtet



# Fazit

- Weniger geplante Eingriffe, mehr Störungsmanagement
- Kein Eingriff ohne Klimawandel im Hinterkopf
- Eine vielfältigere Baumartenzusammensetzung mit zukunftsfähigen Arten ist der Schlüssel zur Anpassung und zur Sicherstellung von Waldleistungen

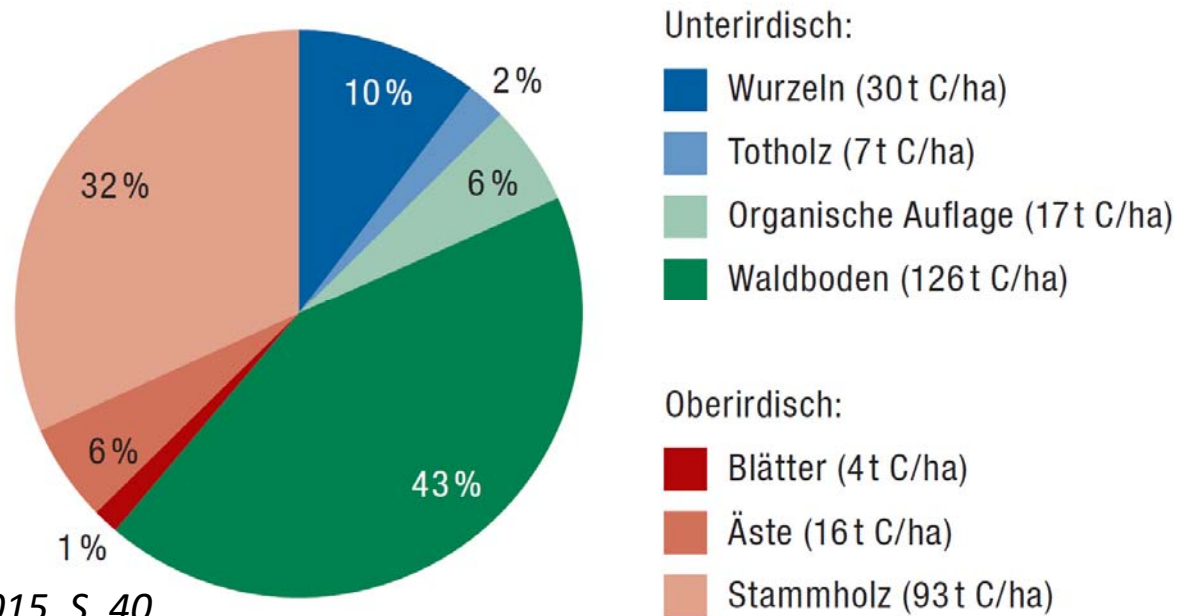






# Mildert der Wald den Klimawandel, oder ist er sein Opfer?

- Schweizer Wald mit höchstem Kohlenstoffvorrat pro Fläche in Europa: 270 t C/ha (lebende Bäume: 121 t C/ha; Boden + Totholz 149 t C/ha)
- Wald speichert jährlich 3% der Schweizer Treibhausgasemissionen





# Ausmass der Klimaänderung und Waldstandorte

Tannen-Fichtenwald  
hochmontan

3,1-4,3 °C entsprechen 500-700 Höhenmeter

m ü.M.  
1400

Tannen-Buchenwald  
obermontan

Buchenwald  
untermontan

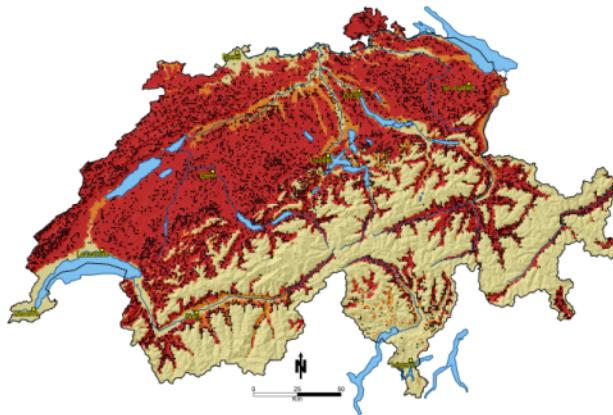


900

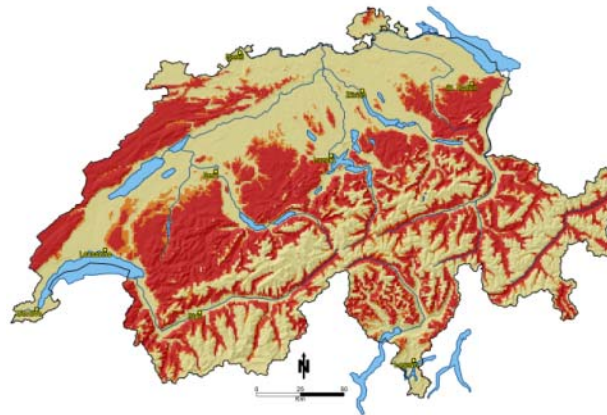


# Habitateignung - Fichte

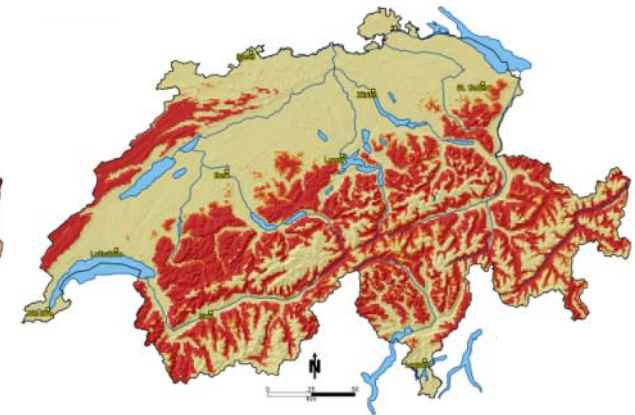
Klima 1950-2000





Klima 2021-2050



Klima 2051-2080



 mit hoher Wahrscheinlichkeit  
geeignetes Habitat

 Wahrscheinlichkeit für geeignetes  
Habitat gering

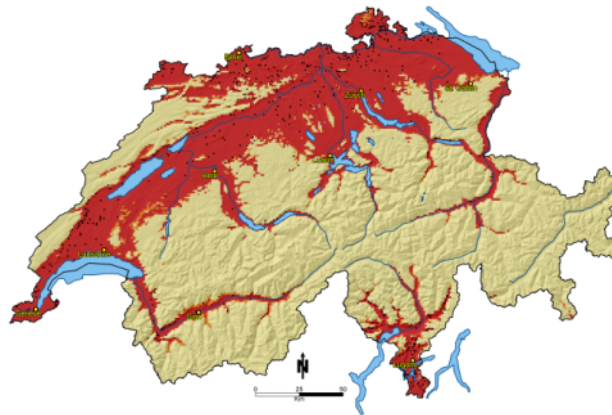
 Situation unklar



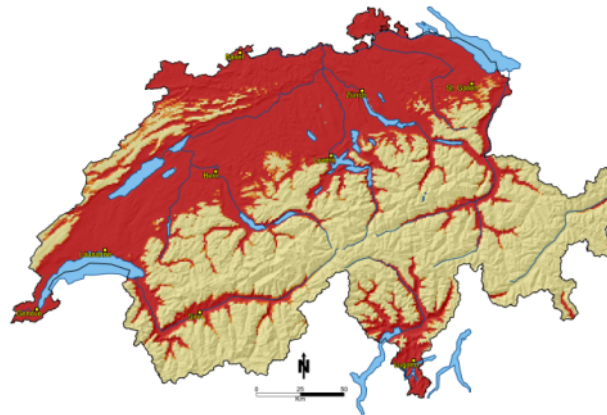


# Habitateignung - Traubeneiche

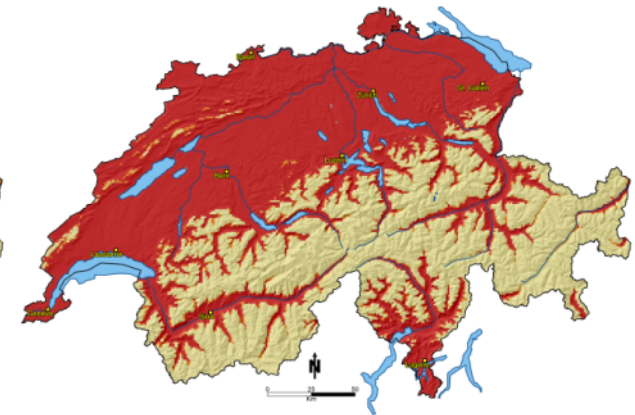
Klima 1950-2000




Klima 2021-2050



Klima 2051-2080

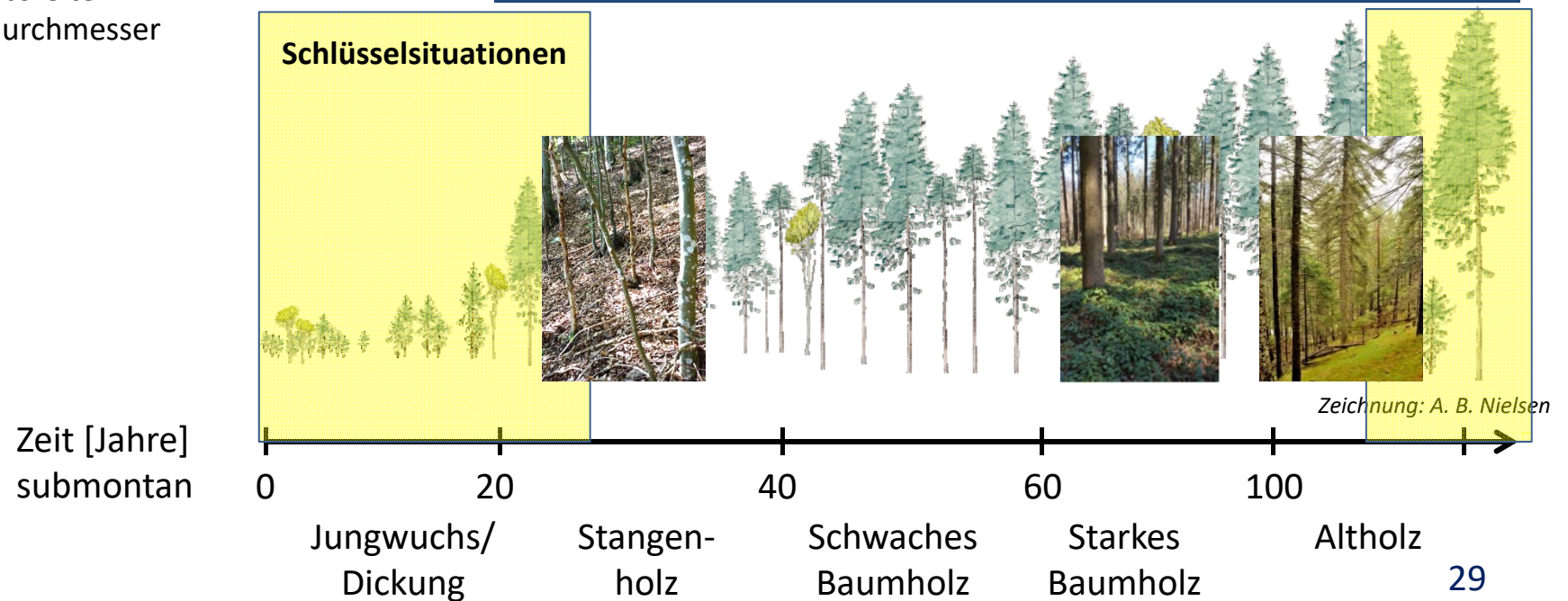
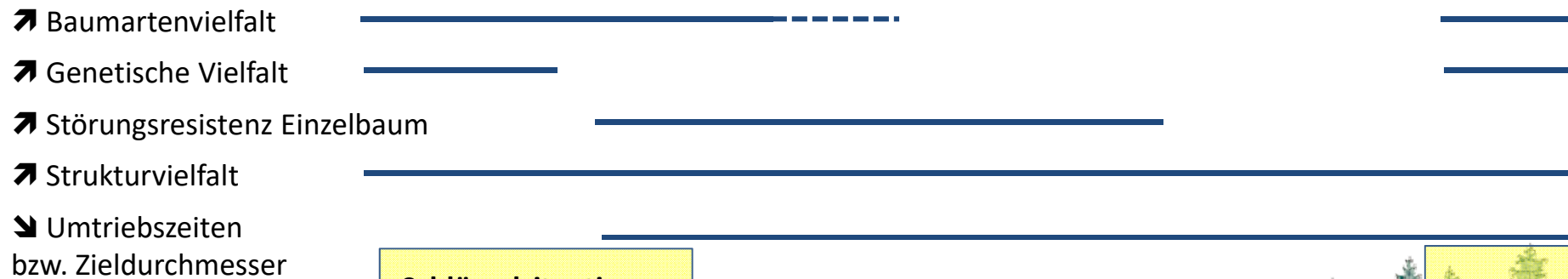


 mit hoher Wahrscheinlichkeit  
geeignetes Habitat

 Wahrscheinlichkeit für geeignetes  
Habitat gering

 Situation unklar

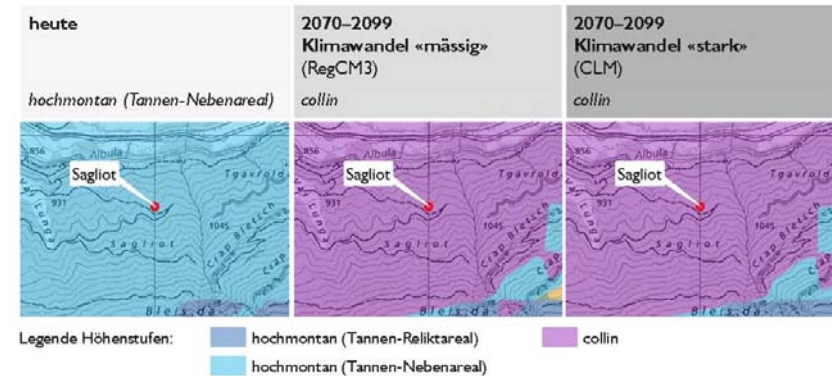
# Anwendung von 5 Adaptationsprinzipien je nach Entwicklungsstufe





# Sagliot, Albula GR (1350 m ü.M.)

Klima heute	Karbonat-Ta-Fi-Wald mit Weisssegge (52)	Ta, Fi (Fö)
Mässiger & starker KW	52, kolline Variante (52c)	TEi, WLi (FAh, SAh, Ki, SLi)



- Starkes Baumholz; 80 Fi 20 Ta, in Lücken Verjüngung Fi (im Zaun auch Ta, MBe, Ki); Holzproduktion/Naturgefahrenschutz
- Waldbauliche Beurteilung:
  - Fi gefährdet (Trockenheit, Borkenkäfer)→Verjüngung beschleunigen
  - Baumartenwechsel: Schlagen von Lücken, Naturverjüngung mit Ergänzungspflanzungen (Ki, WLi, SAh) in Kleinzäunen, Schürfen zur Verjüngung der Föhre
  - Wildhuftiereinfluss behindert Baumartenwechsel stark

