



**Die Baumartenwahl ist der Schlüssel
zur Anpassung an den Klimawandel**

Auswirkungen des Klimawandels auf Wälder

- Heute standörtlich geeignete Baumarten zunehmend unter **Stress**
- Baumarten auf **Wanderschaft** (verzögert)
- Vermehrte **Störungssereignisse**
 - 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

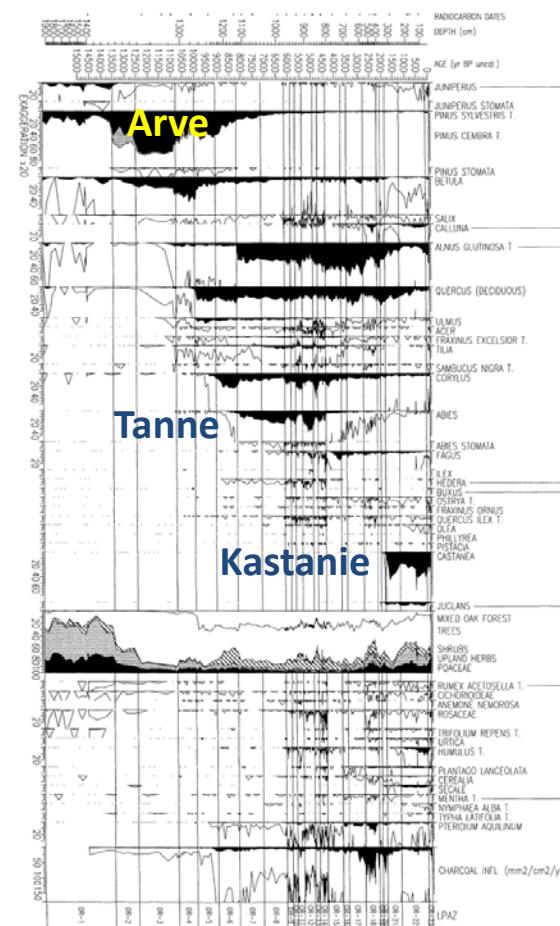


Fig. 3 Percentage pollen diagram (selected taxa) of Lago di Origlio (416 m a.s.l.), southern Switzerland. The Cannabaceae, the water plants, and the ferns are excluded from pollen sum. LPAZ, OR = focal pollen assemblage zones of Lago di Origlio.

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.)
- Störungssereignisse nicht verhinderbar, aber im Ausmass eindämmbar
- Störungssereignisse nutzen, um den Baumartenwechsel zu beschleunigen
- Zukunftsfähige Baumarten und Herkünfte fördern und pflanzen

Samenbaumförderung

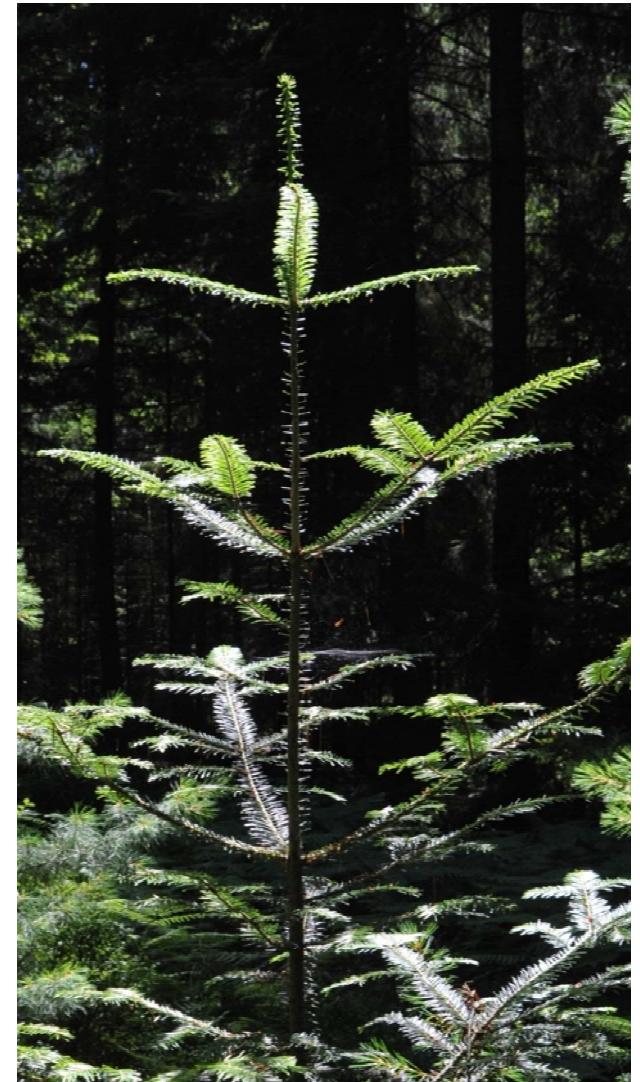
St. Margrethenberg,
Weiserfläche Fallrüti, 1500 m ü.M.

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 resilenter 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



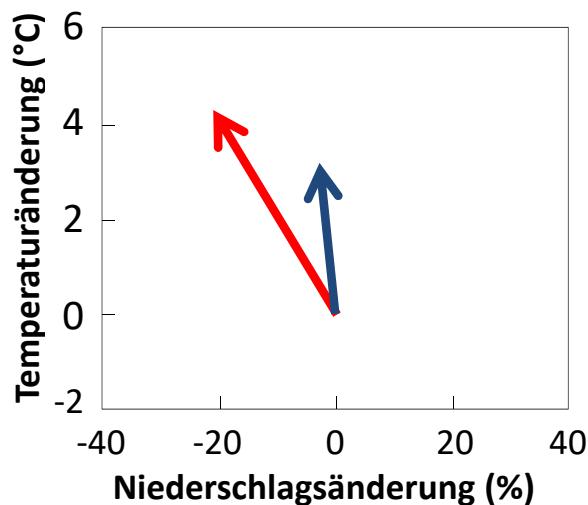
Aufbau auf bestehenden Grundlagen



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%

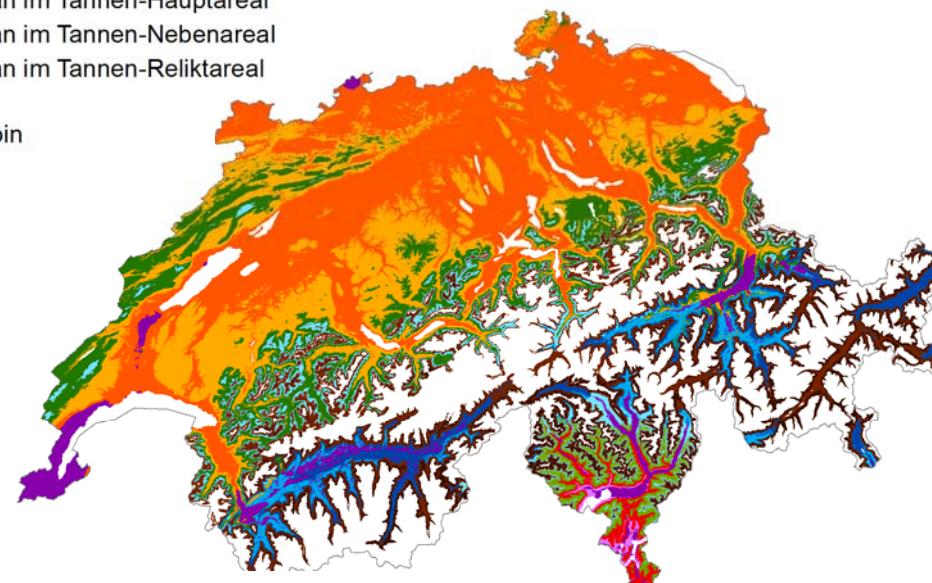
«stark» T: + 4.3 °C, N: -19%

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

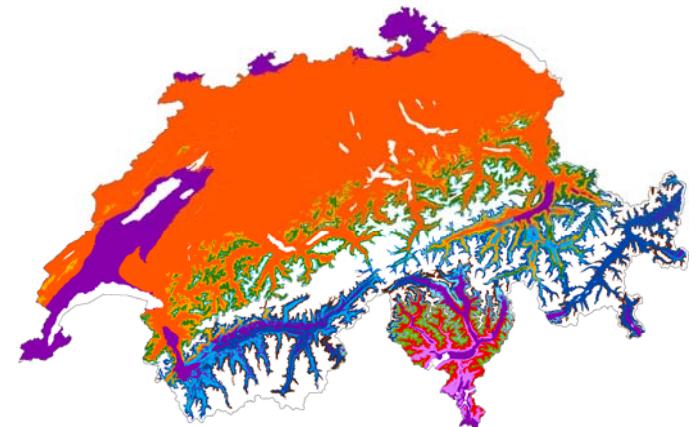
Heute



Quelle: Huber & Frehner 2019

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

2070 - 2099

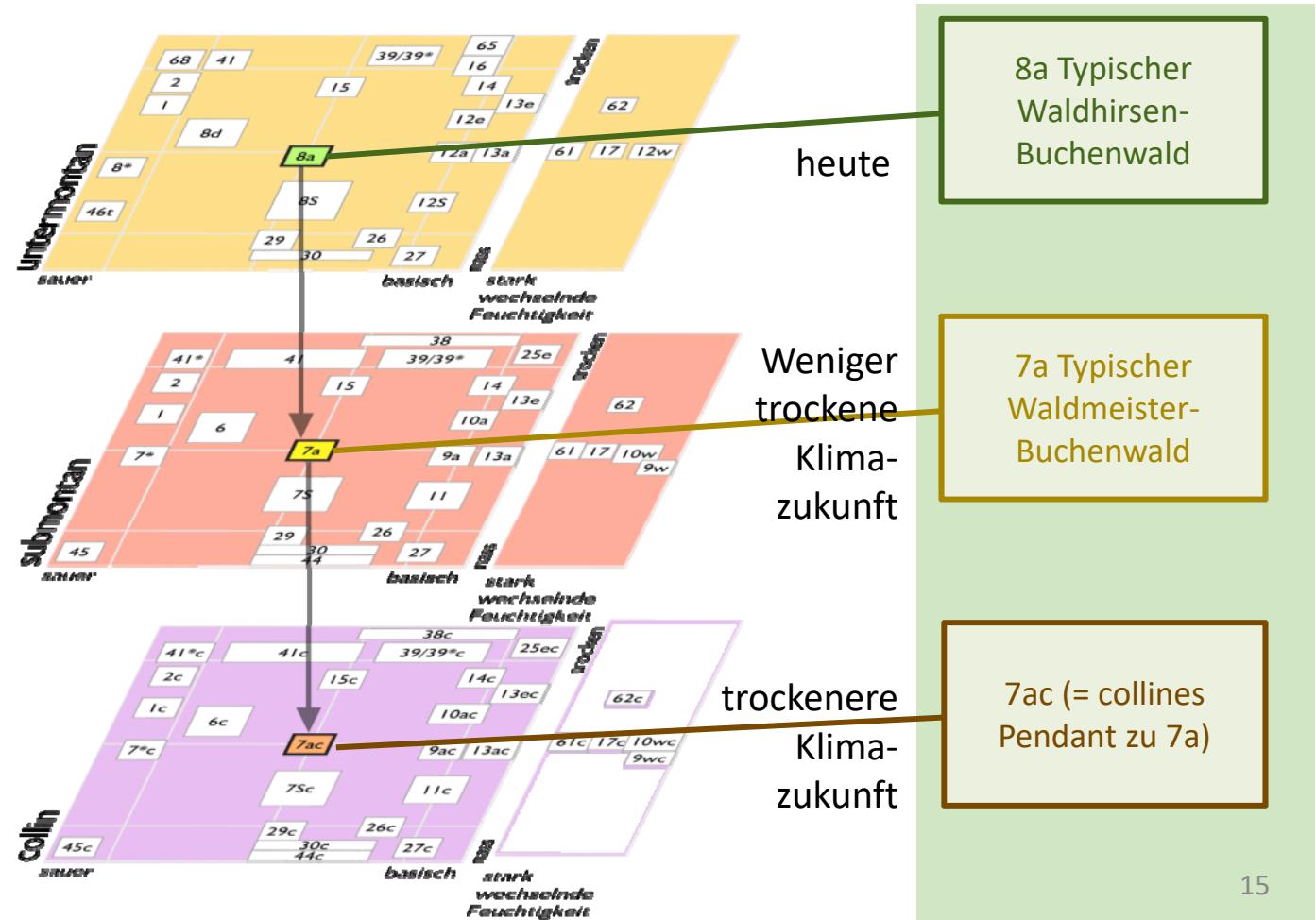


«Starker» Klimawandel / +4.3 °C, -19% N

2070 - 2099

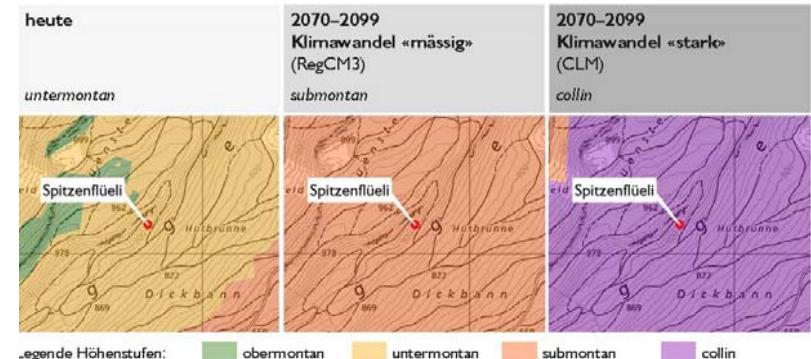


Standortsanalogien in heutigem und zukünftigem Klima



Spitzenflüeli, Oberbuchsiten 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

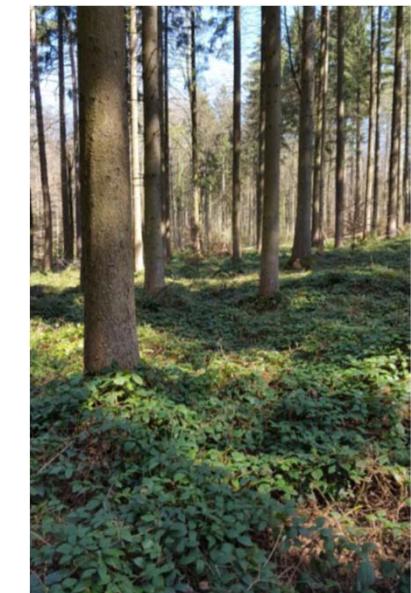
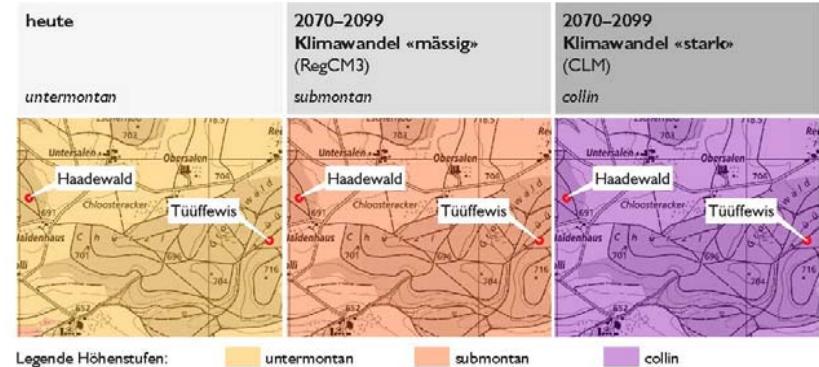


- Stangen- bis schwaches Baumholz; 90 Bu, 10 Ta (Es, BAh)
- Waldfunktion Holzproduktion (v.a. Energieholz)
- Waldbauliche Beurteilung:
 - Baumartenzusammensetzung fix, Korrektur unverhältnismässig
 - Durchforstung defizitär, fraglich
 - Samenbäume zukunftsfähiger BA fördern
 - Geringer Handlungsbedarf



Tüffewis, Homburg TG (700 m ü.M.)

Klima heute	Waldhirszen-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



2'636'330,1'187'389

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

Höhenstufe heute
obermontan

Mockup

Baumartenempfehlung

19f obermontan 8b untermontan 7b 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 verjüngen?
- 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



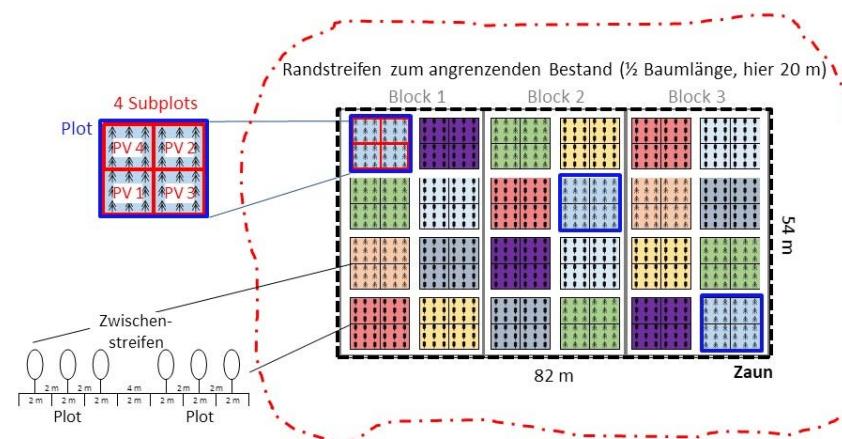
Foto: SRF

www.testpflanzungen.ch
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, ...
www.testpflanzungen.ch



Flächennetz ermöglicht umfassende Aussagen

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



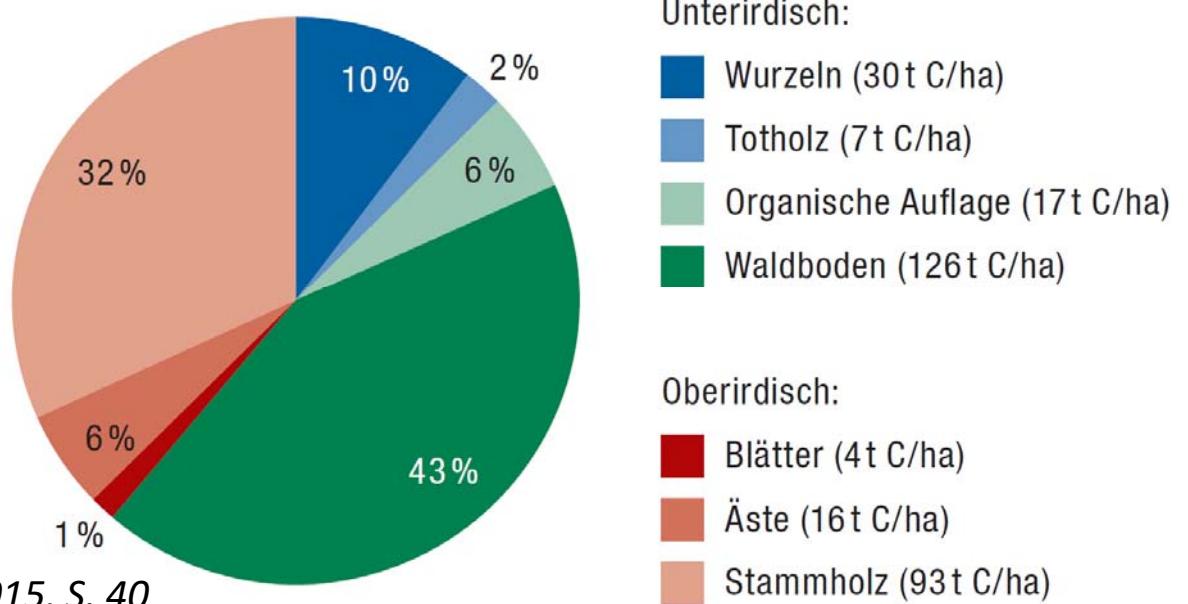
Fazit

- 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

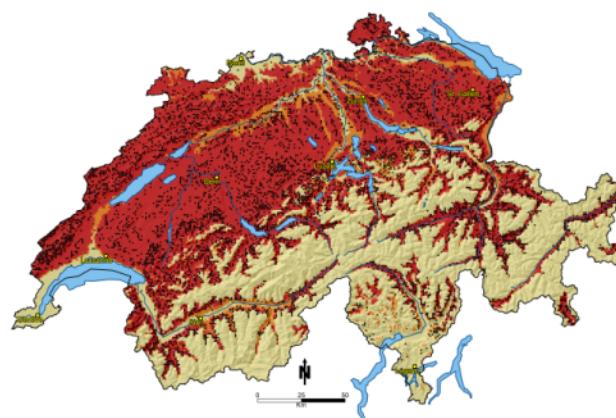
900

26



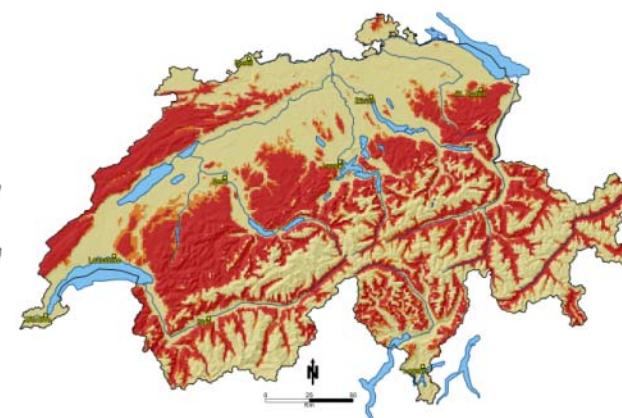
Habitateignung - Fichte

Klima 1950-2000



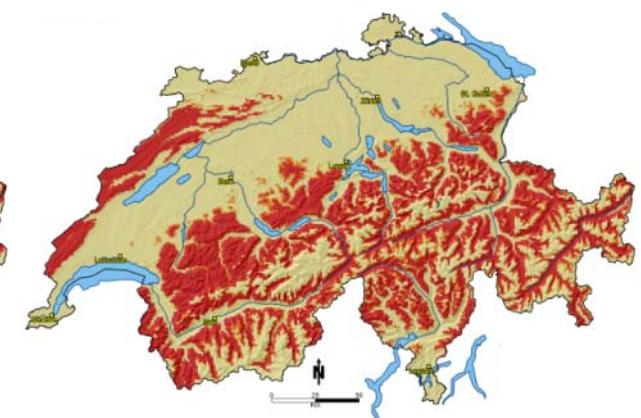
■ mit hoher Wahrscheinlichkeit
geeignetes Habitat

Klima 2021-2050



■ Wahrscheinlichkeit für geeignetes
Habitat gering

Klima 2051-2080

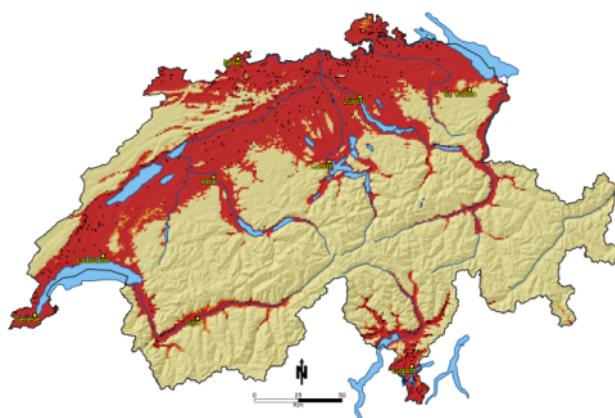


■ Situation unklar

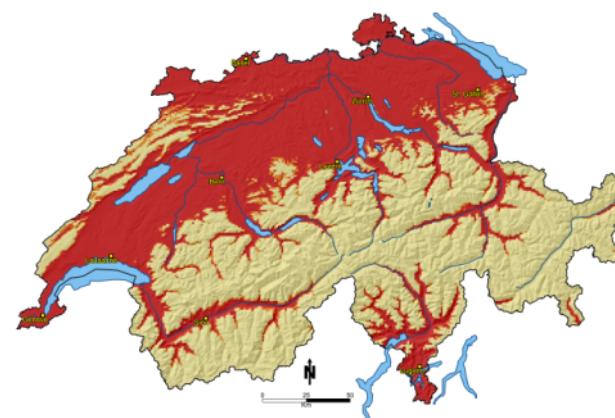


Habitateignung - Traubeneiche

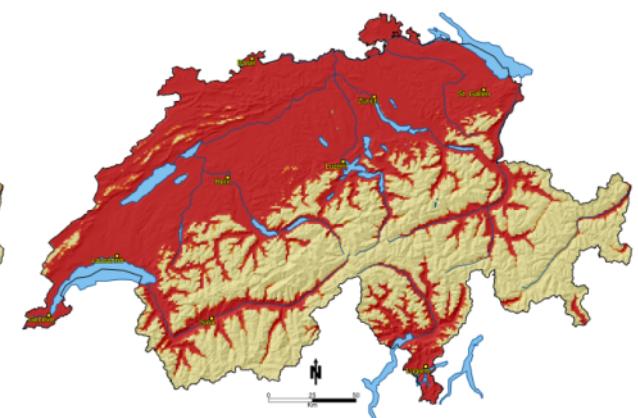
Klima 1950-2000



Klima 2021-2050



Klima 2051-2080



■ mit hoher Wahrscheinlichkeit
geeignetes Habitat

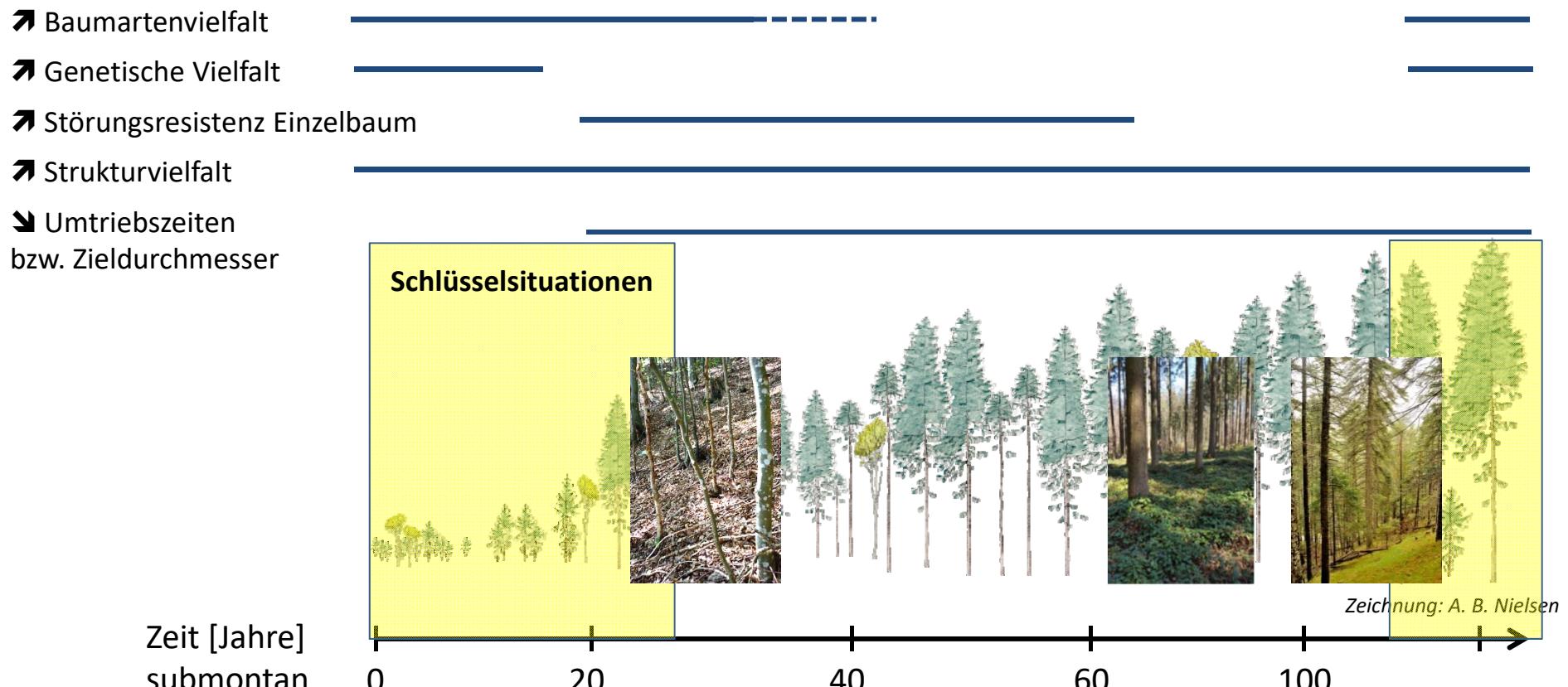
■ Wahrscheinlichkeit für geeignetes
Habitat gering

■ Situation unklar

Zimmermann et al. <http://www.wsl.ch/lud/portree/>

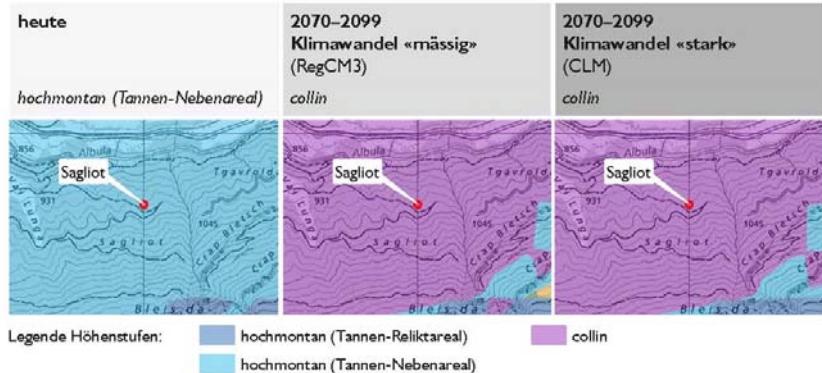


Anwendung von 5 Adaptationsprinzipien je nach Entwicklungsstufe



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

