Dokumentation

GWG - Wintertagung 12. 2. 2016 an der ETHZ

Gebirgswald im Klimawandel

Die GWG befasst sich 2016 sowohl an der Winter- als auch an der Sommertagung mit dem Thema Klimawandel:

Ziele der beiden Tagungen

- ***Oberziel:*** Fachgerechte Integration des Klimawandels in die Behandlung von Gebirgswäldern
- ***Wintertagung, 12.2.2016, Zürich:*** Die Teilnehmenden kennen relevante Forschungsergebnisse zu Auswirkungen des Klimawandels auf Gebirgswälder und deren Bewirtschaftung
- ***Sommertagung, 29.-31.8.2016, Savognin:*** Die Teilnehmenden kennen Möglichkeiten zur Integration des Klimawandels in die waldbauliche Entscheidungsfindung und tragen zur Entwicklung von Instrumenten zur Entscheidungsunterstützung bei.

Programm

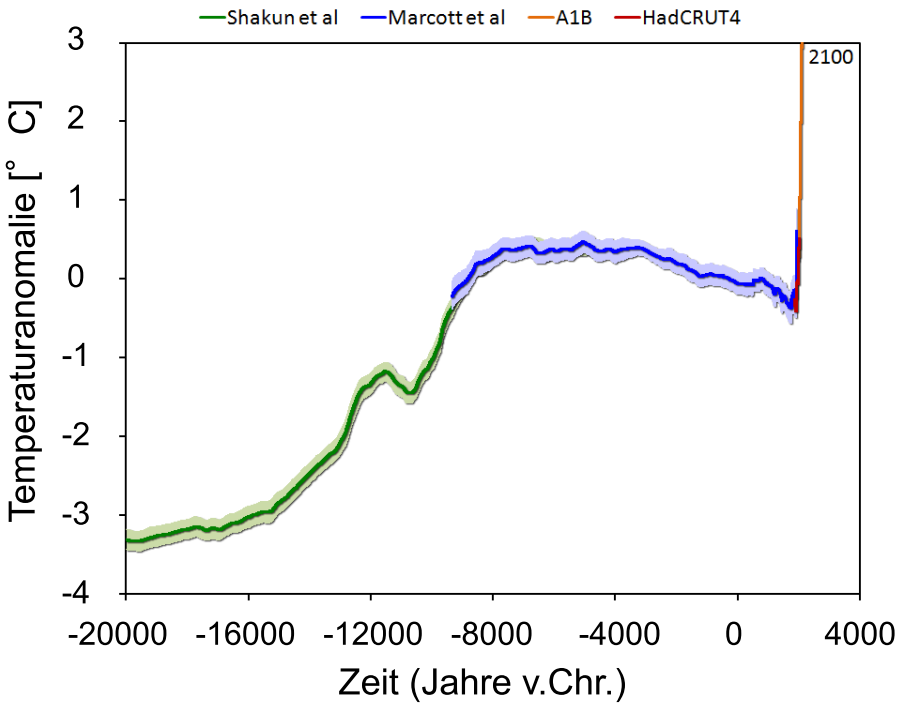
Zeit	Inputreferat / Programmpunkt	Folien Anhang
09.15 – 09:25	Begrüssung (Beat Fritsche), Einführung in die Tagung (Dr. Peter ***Brang***)	⇨ **S. 2 - 4**
09.25 – 10.00	Jan ***Remund*** (Genossenschaft Meteotest, Bern): Ausmass des Klimawandels und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Wäldern	⇨ **S. 5 - 13**
10.00 – 10.25	Dr. Peter ***Bebi***, (SLF/WSL, Davos): Auswirkung des Klimawandels auf Naturgefahren und Schutzwaldleistungen	⇨ **S. 14 - 23**
10.25 – 10.45	Pause	
10.45 – 11.10	Dr. Monika ***Frehner*** (Sargans) und Dr. Ludwig ***Zgraggen*** (Zürich): Auswirkung der Klimaänderung auf die NaiS-Standorte	⇨ **S. 24 - 40**
11.10 – 11.35	Prof. Dr. Niklaus ***Zimmermann*** (WSL, Birmensdorf): Auswirkungen des Klimawandels auf die Baumartenverteilung in Gebirgswäldern	⇨ **S. 41 - 59**
11.35 – 12.00	Niklaus ***Zepf*** (Axpo, Leiter Unternehmensentwicklung): Umgang mit Unsicherheiten am Beispiel der Wasserkraft	⇨ **S. 60 - 69**
12.00 – 12.45	Diskussion (Moderation Peter Brang)	
12.45 – 14.15	Abschluss und Mittagessen im Restaurant Palmhof	
14.30 – 15.45	GWG-Mitgliederversammlung	

Gebirgswald im Klimawandel
GWG-Wintertagung 2016

GWG GSM GSM

Zürich, 12. Februar 2016

Der Klimawandel ist aussergewöhnlich

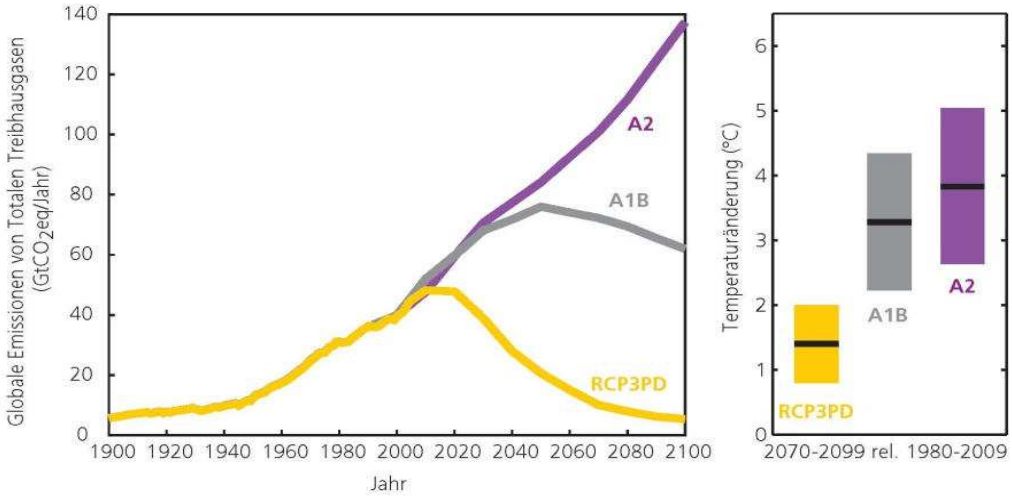


Globaler Temperaturverlauf seit der letzten Eiszeit vor 20.000 Jahren, bis zum Jahr 2100 verlängert für ein mittleres Emissionsszenario mit etwa 3 Grad globaler Erwärmung. Grafik: Jos Hagelaars

Quelle: http://www.scilogs.de/klimalounge/palaeoklima-das-ganze-holozaen/

GWG GSM GSM

Treibhausgasausstoss → Klimaerwärmung



Links: Entwicklung von vergangenem und zukünftigem Ausstoss von anthropogenen Treibhausgasen

Rechts: Zunahme der Jahresdurchschnittstemperatur in der Schweiz für die Periode 2070-2099 im Vergleich zur Periode 1980-2009. RCP3PD, A1B, A2: Klimaszenarien.

GWG
GSM
GSM

Vorgeschichte: einige ganztägige Kurse

2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018

Andere Forschungsprojekte

F'programm Wald & Klimawandel

2000 und 2006 Forum für Wissen WSL

Wald & Klimawandel Susten VS (nur 8 Teilnehmer …)

GWG-Sommertagung Isenfluh BE
Climat – Sylviculture Plasselb FR

Klimawandel & Eschenwelke (Kanton AG)

Waldwirtschaft & Klimawandel (FOWALA, Interlaken)
Réchauffement climatique & végétation forestière (VD)

Waldbau / Klimawandel (GWP/Kanton SG)

Waldbau / Klimawandel (GWP/Kanton GL)
Waldbau / Klimawandel (WSL/Kanton BE)

Kurs Eiche (FOWALA)

SFV-Jahresversammlung
GWG-Wintertagung
GWG-Sommertagung
Ca. 6 regionale «Waldtests»

Forum für Wissen WSL 29.11.

GWG
GSM
GSM

Ziele der GWG-Tagungen 2016

- Wintertagung:
  Die Teilnehmenden kennen relevante Forschungsergebnisse zu Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren, Gebirgswälder und deren Bewirtschaftung

- Sommertagung:
  Die Teilnehmenden kennen Möglichkeiten zur Integration des Klimawandels in die waldbauliche Entscheidungsfindung und tragen zur Entwicklung von Instrumenten zur Entscheidungsunterstützung bei

GWG
GSM
GSM

Programm Wintertagung

Wann	Wer	Was
09.15	Beat Fritsche, Peter Brang	Begrüssung
09.25	Jan Remund (Meteotest, Bern)	Ausmass des Klimawandels und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Wäldern
10.00	Dr. Peter Bebi (SLF/WSL, Davos)	Auswirkung des Klimawandels auf Naturgefahren und Schutzwaldleistungen
10.25		Pause
10.45	Dr. Monika Frehner (Sargans) & Dr. Ludwig Zgraggen (Zürich)	Auswirkung der Klimaänderung auf die NaiS-Standorte
11.10	Prof. Dr. Niklaus Zimmermann (WSL, Birmensdorf)	Auswirkungen des Klimawandels auf die Baumartenverteilung in Gebirgswäldern
11.35	Niklaus Zepf (Axpo, Leiter Unternehmensentwicklung)	Wie kann man Unsicherheiten im Management berücksichtigen? Das Beispiel Wasserkraft
12.00	Dr. Peter Brang (WSL)	Diskussion
12.45		Abschluss und Mittagessen im Restaurant Palmhof
14.30		GWG-Mitgliederversammlung

GWG
GSM
GSM

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Office fédéral de l'environnement OFEV
Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Uffizi federal d'ambient UFAM

Meteotest

Ausmass des Klimawandels und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Wäldern

Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe

Wintertagung 2016

Gebirgswald im Klimawandel

12.02.2016

Jan Remund, Beat Rihm und Sabine Augustin

Einleitung

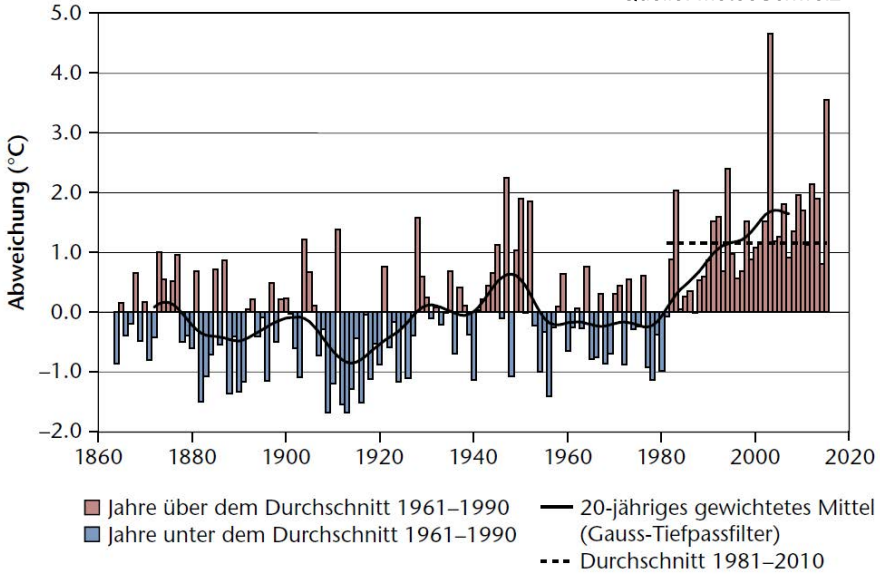
Meteotest

Der Klimawandel schreitet voran:

Temperaturanstieg: +1.8°C seit 1850 (weltweit: 0.9°C)

Abweichung «Sommer-temperatur» (Juni-Juli-August) vom Mittel 1961-90

Quelle: MeteoSchweiz



Einleitung: Auswirkung auf Wald?

→ Analyse der Sommerperioden:

– **April – September** («Wachstums-Periode der Bäume»)

→ Temperatur:

– kleinere Schwankungen

– klare Trends

– starke Zunahme ab 2030

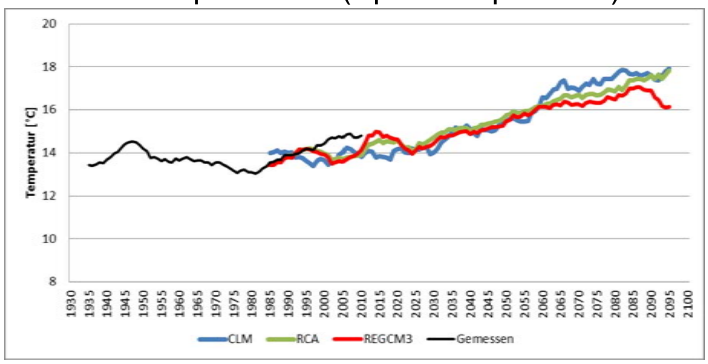
→ Niederschlag:

– grössere Schwankungen

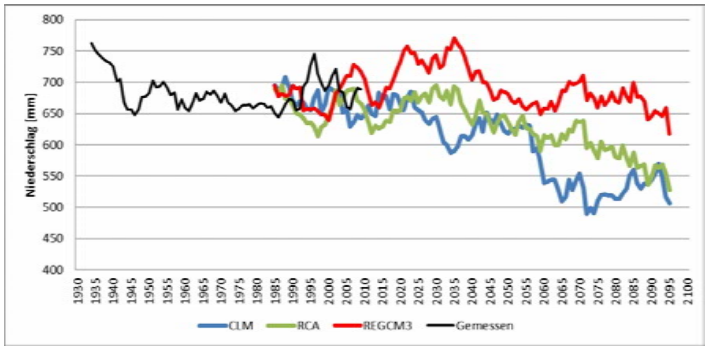
– historisch kaum Trends

– zukünftig grosse Unterschiede

Sommertemperaturen (April – September)



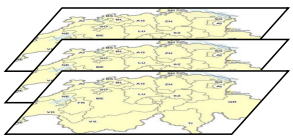
Sommerniederschlag (April – September)



Szenario: A1B, Mittel aus 15 Stationen

Methode

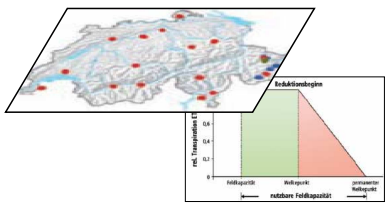
Grundlagen



– Klimadaten
– Klimaszenarien
– Informationen: Baumarten, Areal-Statistiken., …
– Boden: NFk, …
– Deposition
– …..

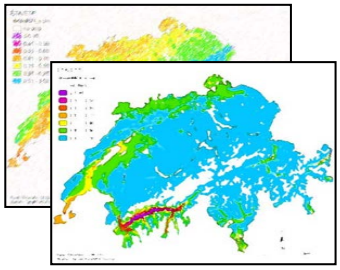
Regionalisierung

– Interpolation
– Verschneiden einfacher Informationen
– Übertragung von Auswerte- und Modellergebnissen



Resultate

– Art der Gefährdung und Bewertung mittels Indikatoren
– Ausmass der Gefährdung



Datengrundlagen

Historische Periode: Stationsdaten:

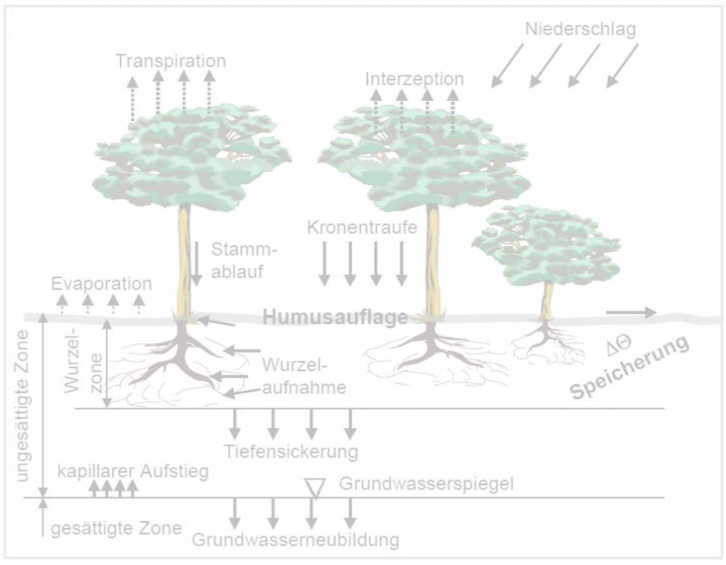
- Stationen der MeteoSchweiz: 1931–2013 (meist: 1981-2010)
  - 30-500 Stationen (abhängig von Jahr und Parameter)
- Interpolation der Temperatur, Niederschlag, Windgeschwindigkeit, Taupunkt und Globalstrahlung als Basis für
- Berechnung der Evapotranspiration (Romanenko)

Zukünftige Daten: Modelldaten (Gitterpunkte):

- Ein Szenario: **A1B** (RCP 6.0) [«Mittleres Szenario»]
- Drei regionale Klimamodelle (trocken, mittel, feucht) [CLM, RCA, RegCM3]
  - basierend auf einem globalen Modell (ECHAM5) (200 x 200 km)
- Statistisches «downscaling» von 25 x 25 km → 250 x 250 m
  - Mittels «change factor method» (Basis: Klimakarten 1981-2000)
- Tages- und Monatswerte 1981 – 2100

Methoden – Waldinformationen

Klimadaten → Auswirkungen: Trockenheit: Ja oder Nein?



Quelle: Hörmann et al. 2003

Ziel: einfaches Modell des Wasserbudgets für die ganze Schweiz

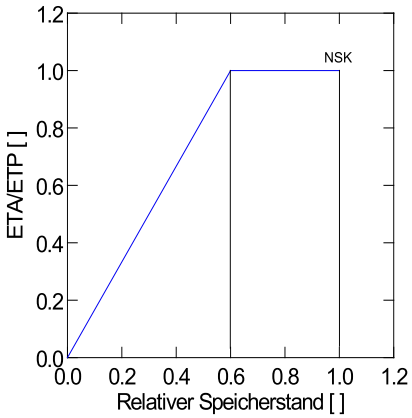
Grund: für komplexes Modell stehen nicht überall benötigte Daten zur Verfügung

Methoden – Indikatoren

In Vorstudie „Schätzung standortspezifischer Trockenstressrisiken in Schweizer Wäldern“ (2011) zeigten sich zwei Trockenheitsindizes als besonders geeignet für Regionalisierung:

- **Site Water Balance** (**SWB**), nach Grier & Running / Spellmann [1, 2]
  - Monatswerte
  - Differenz August - April
- Verhältnis der **aktuellen zur potentiellen Evapotranspiration: ETa/ETp**
  - Monats- und Tageswerte
  - Einfaches und komplexeres Modell
  - Mittel der Monate April - August

→ Für beide Indizes werden Daten zum Bodenwasserspeicher benötigt

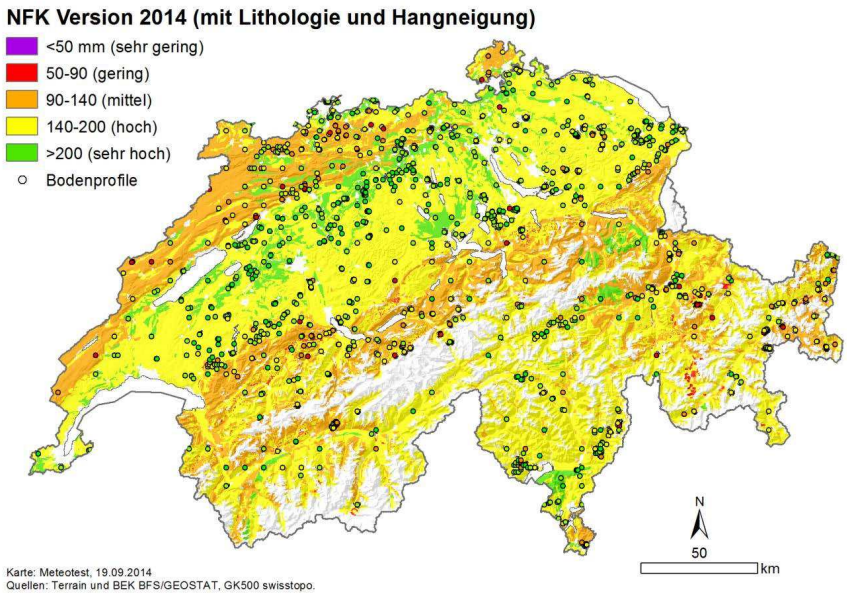


[1]: Spellmann, H. et al. (2007): Risikovorsorge im Zeichen des Klimawandels. AFZ – Der Wald 23: S. 1246-1249.
[2]: Spellmann, H. et al. (2011): Waldbauliche Anpassungsstrategien für veränderte Klimaverhältnisse. AFZ-Der Wald 19-12.

Grundlage – Bodenspeicher

Nutzbare Feldkapazität für flächenhafte Anwendungen und Wälder nicht vorhanden → Schätzung auf empirischer Basis:

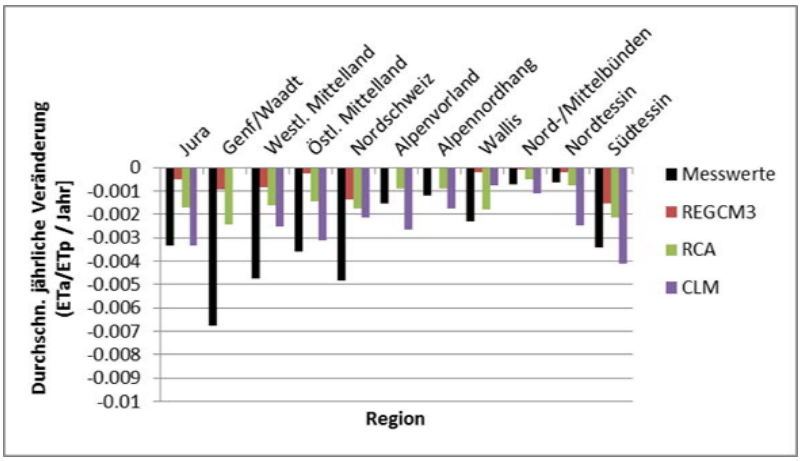
- 1240 gemessenen Bodenprofilen, Lithologie-Karte der Schweiz
- Beziehung zwischen Lithologie u. Verwitterung (T/U/S) Renger et al. 2008 [3]
- Gruppierung d. Lithologien nach Verwitterungs-Charakt.
- Zuordnung der 1240 Profile
- Alle nFK-Ansprachen nach Ansatz KA5 [4]

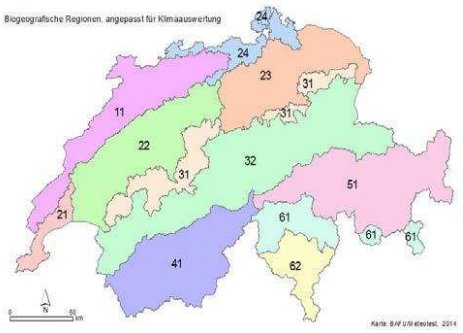


[3]: Bodenkundliche Kartieranleitung KA5
[4]: Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe „Kennwerte des Bodengefüges“ zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. http://www.boden.tu-berlin.de/fileadmin/fg77/_pdf/publikationen/bodenphysikalischeKennwerte.pdf

Resultate – historische Trends

ETa/ETp 1981-2010, (Vegetations-Periode, Vergleichsperiode Modell-Messungen)

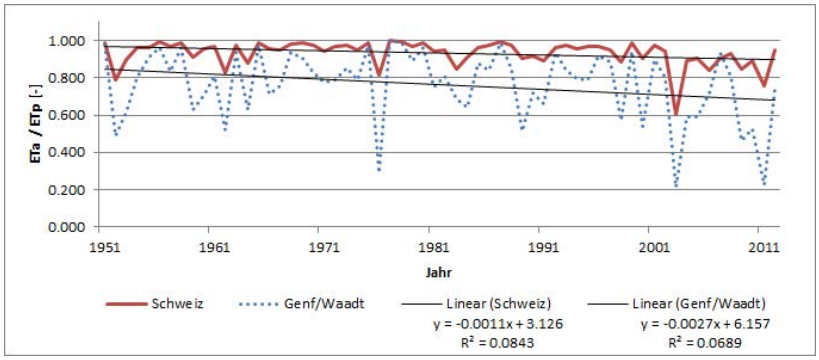




- Starke Zunahme der Trockenheit im Westen und Norden
- Klima-Modelle unterschätzen Trends in diesen Regionen
- CLM Modell trifft im Mittel den historischen Trend am besten (aber nicht im Tessin)
- Im Tessin ist RCA Modell am besten
- REGCM3 ist überall zu «feucht»

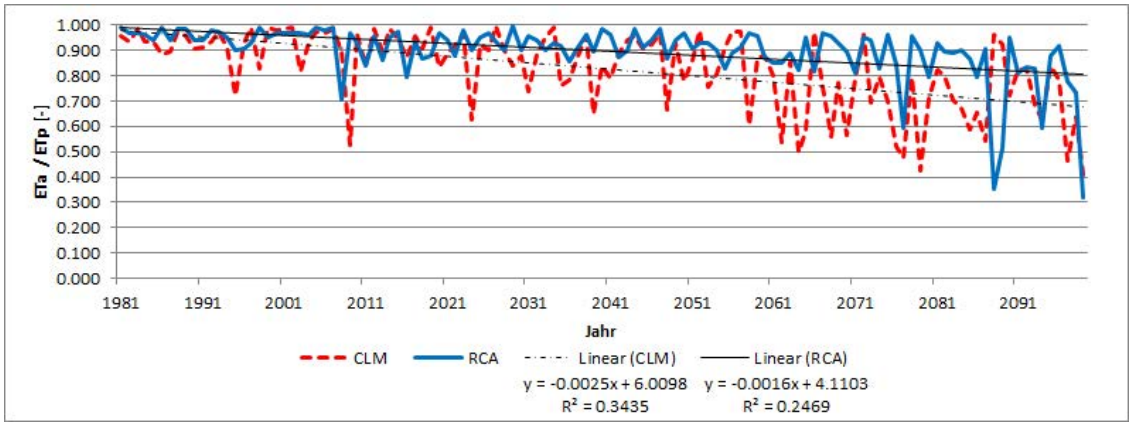
Resultate – Trends ETa/ETp

historisch



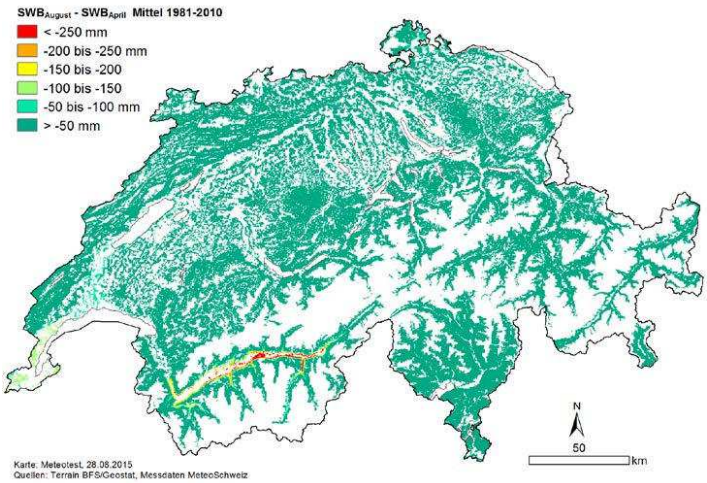
- Trend verstärkt seit 2000:
  (-0.2 / 100 Jahre)
- Variabilität nimmt stark zu (3-fach)

zukünftig

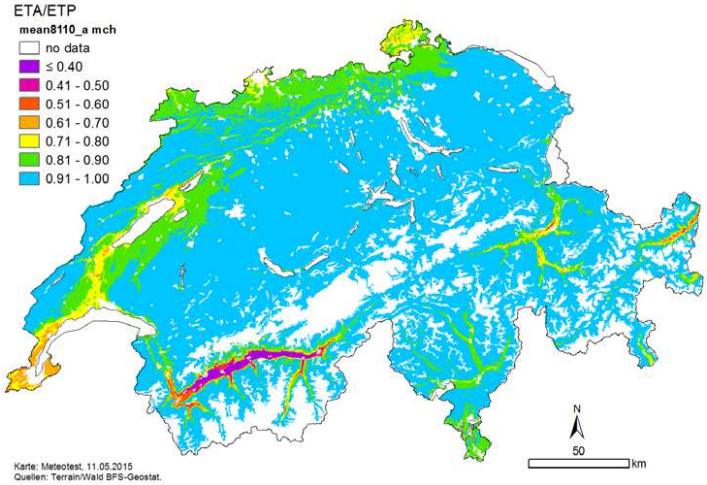


Resultate – 1981-2010

SWB: August – April

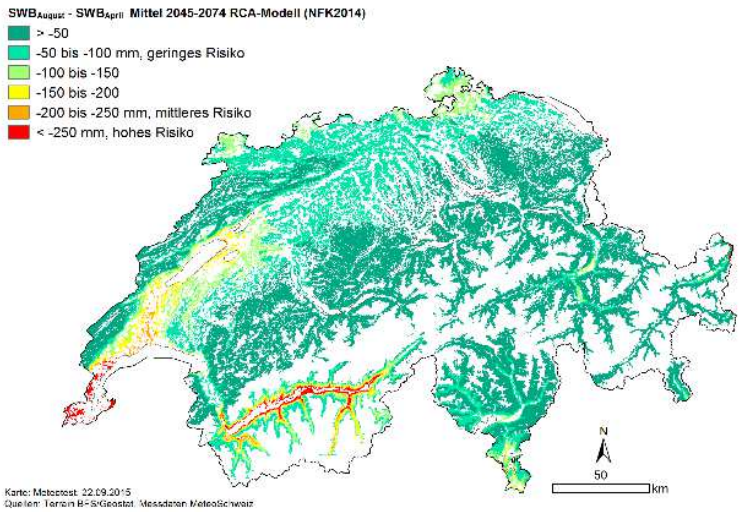


ETa/ETp: Mittel April bis August

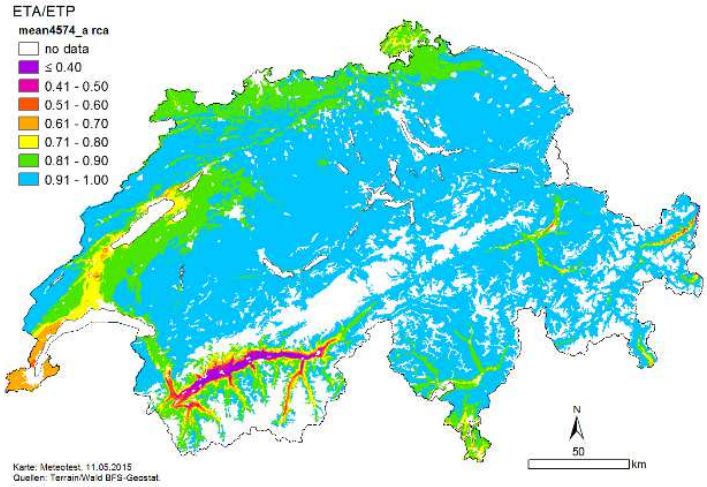


Resultate – 2045-74, RCA

SWB: August – April

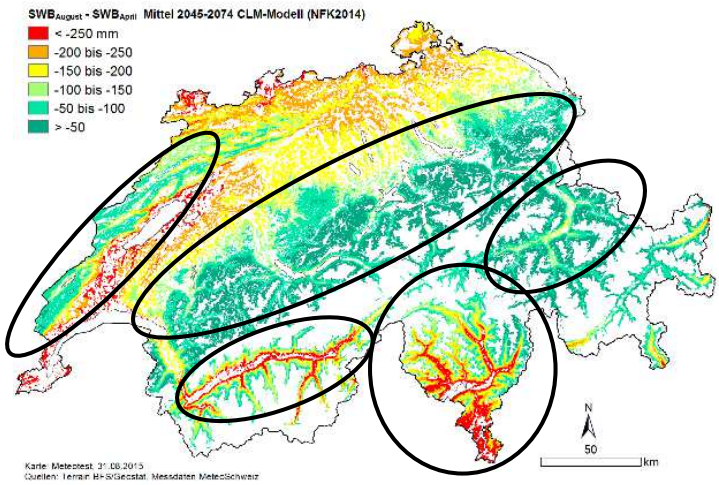


ETa/ETp: Mittel April bis August

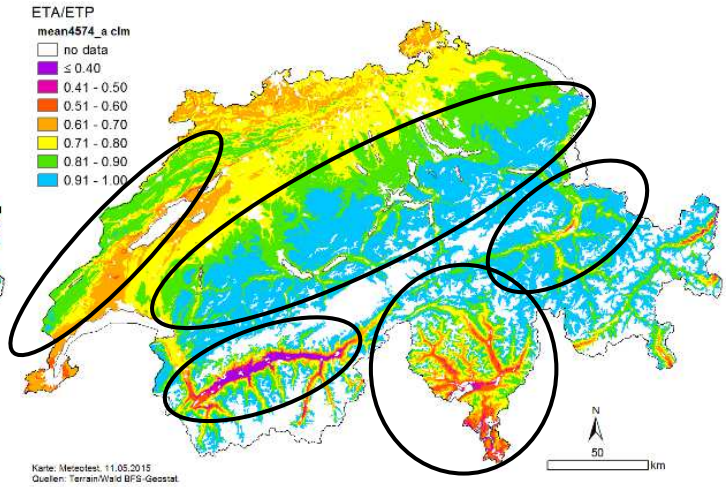


Resultate – 2045-74, CLM

SWB: August – April



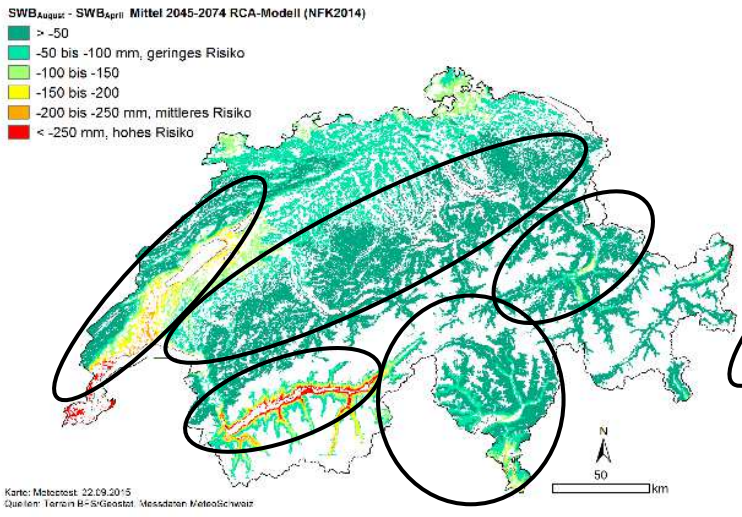
ETa/ETp: Mittel April bis August



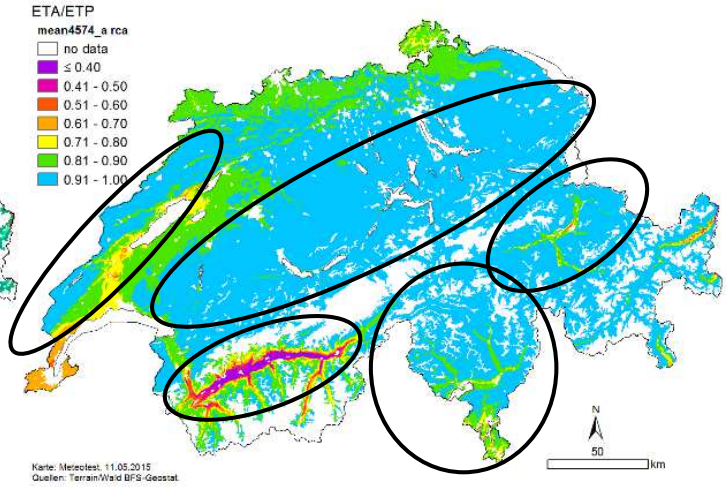
1. Jura/Westschweiz: wird trockener
2. Wallis: ist trocken, wird noch trockener
3. Alpennordhang/GR: bleibt feucht
4. Tessin: unsicher

Resultate – 2045-74, RCA

SWB: August – April



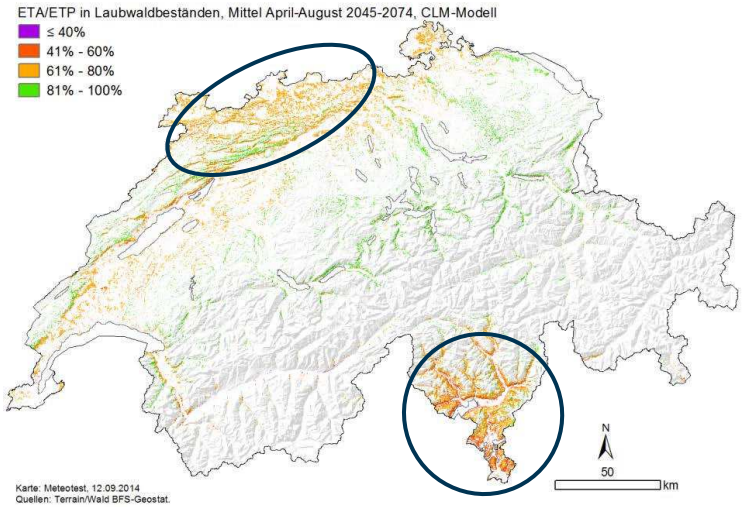
ETa/ETp: Mittel April bis August



1. Jura/Westschweiz: wird trockener
2. Wallis: ist trocken, wird noch trockener
3. Alpennordhang/GR: bleibt feucht
4. Tessin: unsicher

Resultat – Klimasensitive Wälder

Analyse für Laubwälder (>50% Laubholz)



Kritisch: Jura und Tessin

2045-74: CLM-Modell

Berechnung der Flächenanteile

		Fläche Laubwald (ha)		
NFK-Klasse	ETA/ETP Klasse	Messdaten 1981-2010	CLM-Modell 2045-2074	RCA-Modell 2045-2074
< 90 mm	0-0.4	-	-	-
	0.4-0.6	-	20	10
	0.6-0.8	47	127	28
	0.8-1.0	283	183	292
90 – 140 mm	0-0.4	81	93	87
	0.4-0.6	351	6'053	483
	0.6-0.8	10'205	71'455	9'659
	0.8-1.0	91'276	24'312	91'684
140 – 200 mm	0-0.4	114	103	105
	0.4-0.6	636	16'437	926
	0.6-0.8	2'394	61'127	3'374
	0.8-1.0	113'469	38'946	112'208
> 200 mm	0-0.4	59	110	110
	0.4-0.6	139	3'407	235
	0.6-0.8	5'828	66'519	6'470
	0.8-1.0	104'903	40'843	104'064
Total		329'785	329'735	329'735

Fazit

Das Klima ändert sich

- Trockenheit nimmt in den letzten 60 Jahren statistisch signifikant zu – speziell ausserhalb der Alpen
- In vielen Regionen sind die beobachteten Trends stärker als die modellierten (Genf/VD)
- Das CLM-Modell (A1B Szenario) gibt die Verhältnisse im Schnitt am besten wieder
- Die Variabilität des Klimas nimmt stark zu
- **Die Trockenheit wird deutlich zunehmen**
- Die weiteren Entwicklung der Trockenheit ist in einzelnen Regionen ungewiss (v.a. Süden), weil
  - Niederschlagsentwicklung und
  - Geschwindigkeit der Änderungen unsicher
- Je länger der Vorhersagehorizont – desto grösser die Unsicherheit

Ausmass des Klimawandels und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt von Wäldern

Fragen & Anregungen?

Meteotest

www.meteotest.ch

Auswirkung des Klimawandels auf Naturgefahren

Peter Bebi

SLF / WSL

GWG-Tagung, 12. Februar 2016

Klimawandel und Naturgefahren ????

Bröckelnde Berge, neue Gewässer

Erderwärmung belastet Alpenraum

Ist El Niño auch eine Gefahr für die Schweiz?

Mehr Regen, weniger Schnee, Steinschlag, Überflutungen, Wassermangel: Der Klimawandel bringt Extreme - mit drastischen Folgen für die Alpen. Es werden Dinge geschehen, "die außerhalb des menschlichen Erfahrungsbereichs liegen", warnt ein Experte.

SONNE STRAHLT SCHWÄCHER, KALTES MEERWASSER STEIGT AUF

Erderwärmung gestoppt – Forscher vor einem Rätsel

HORROR-FELSSTURZ MIT ZWEI TOTEN

Zerbricht der Klimawandel unsere Alpen?

Kein Schnee in den Alpen

SCHOCKIERENDER WELTKLIMA-BERICHT

UNSER PLANET STIRBT!

Warnung vor Naturgefahren

Die Hitzewelle ist da

Es wird heiss in der Schweiz. Bereits ist das Thermometer viele
30 Grad gestiegen – und es wird noch heisser. Die Bundesbehö
Empfehlungen, wie man die Tage übersteht.

Neue Zürcher Zeitu

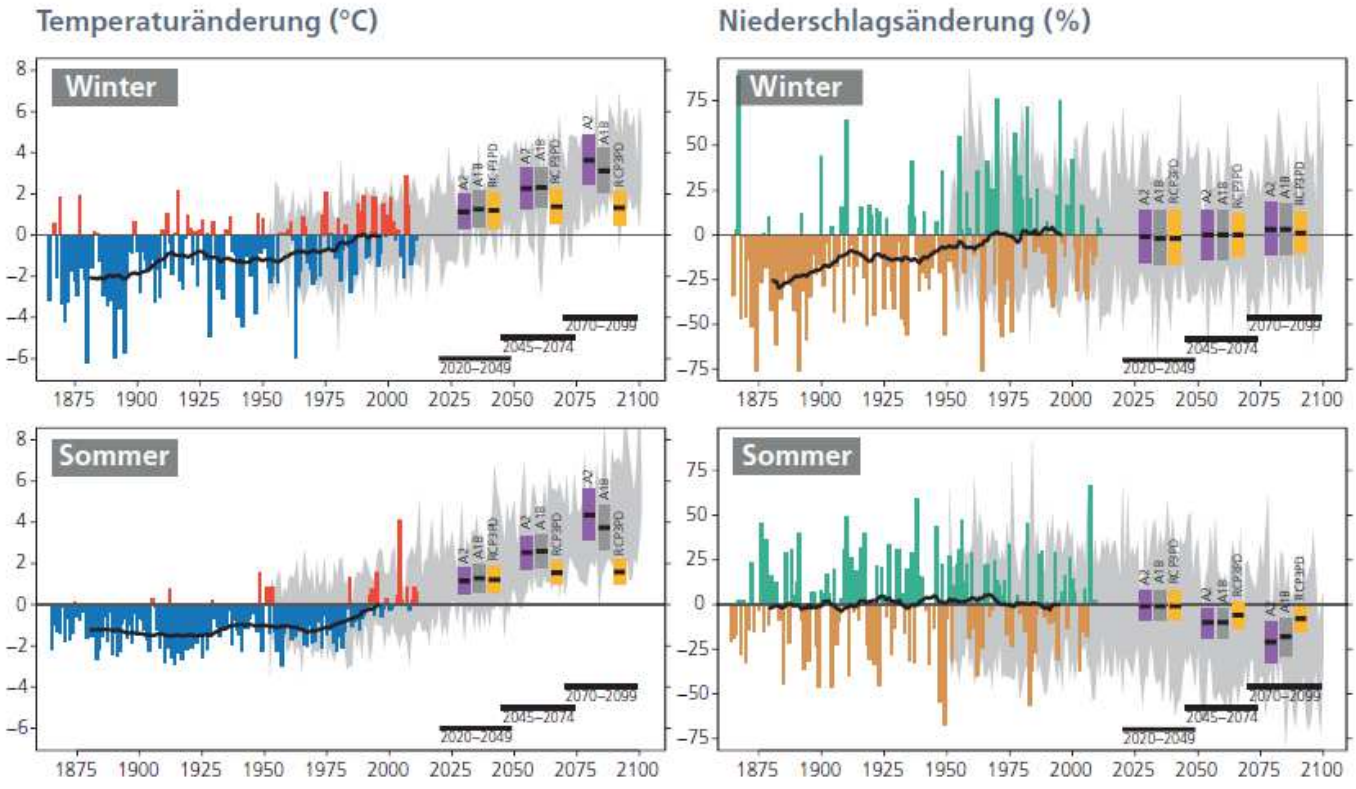
Klimawandel

Die Schweiz, der sicherste Ort der Erde?

Und plötzlich droht ein Lawinenwinter

von Adrian Müller - In den Bergen liegt dreimal mehr Schnee als

Von was wir ausgehen: Temperatur und Niederschlag



Quelle: CH2011

Von was wir ausgehen: Starkniederschlag

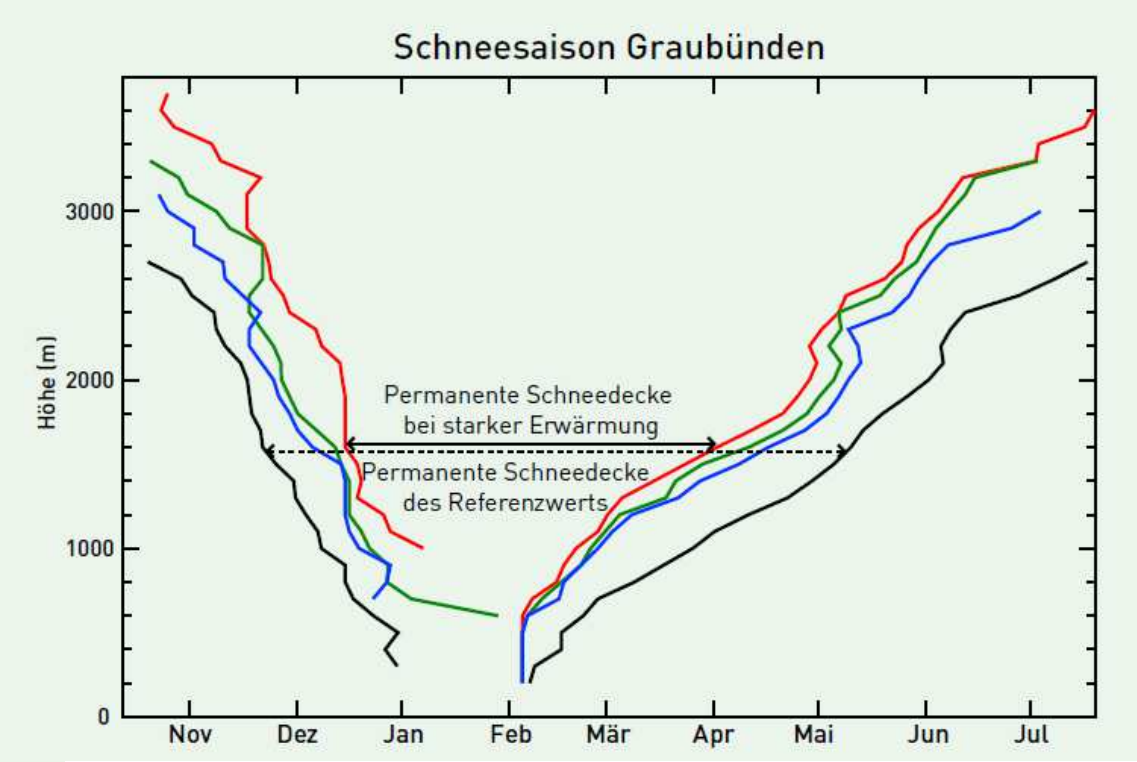
Starkniederschlagszenarien für ein mittleres und extremes Szenario für die Wiederkehrperioden 5 und 50 Jahre (Veränderung Tagesniederschlag in %

Saison	Mittelland, Jura				Voralpen, Alpen				Südschweiz			
	mittel [Δ%]		extrem [Δ%]		mittel [Δ%]		extrem [Δ%]		mittel [Δ%]		extrem [Δ%]	
	5 J	50 J	5 J	50 J	5 J	50 J	5 J	50 J	5 J	50 J	5 J	50 J
DJF	+4	0	+6	+4	+4	0	+11	+4	-6	-2	+13	+7
MAM	+3	+1	+16	+16	+2	0	+6	+4	0	-2	+2	+7
JJA	+5	+3	+5	+9	+2	+4	-2	+3	+1	0	-8	+4
SON	+10	+12	+15	+17	+2	+7	+8	+13	+6	+6	+14	+14

Quelle: Klimasensitivität Naturgefahren GEO7 / BAFU, Basierend auf Gobiet et al. 2014????

Grosse Unsicherheiten!

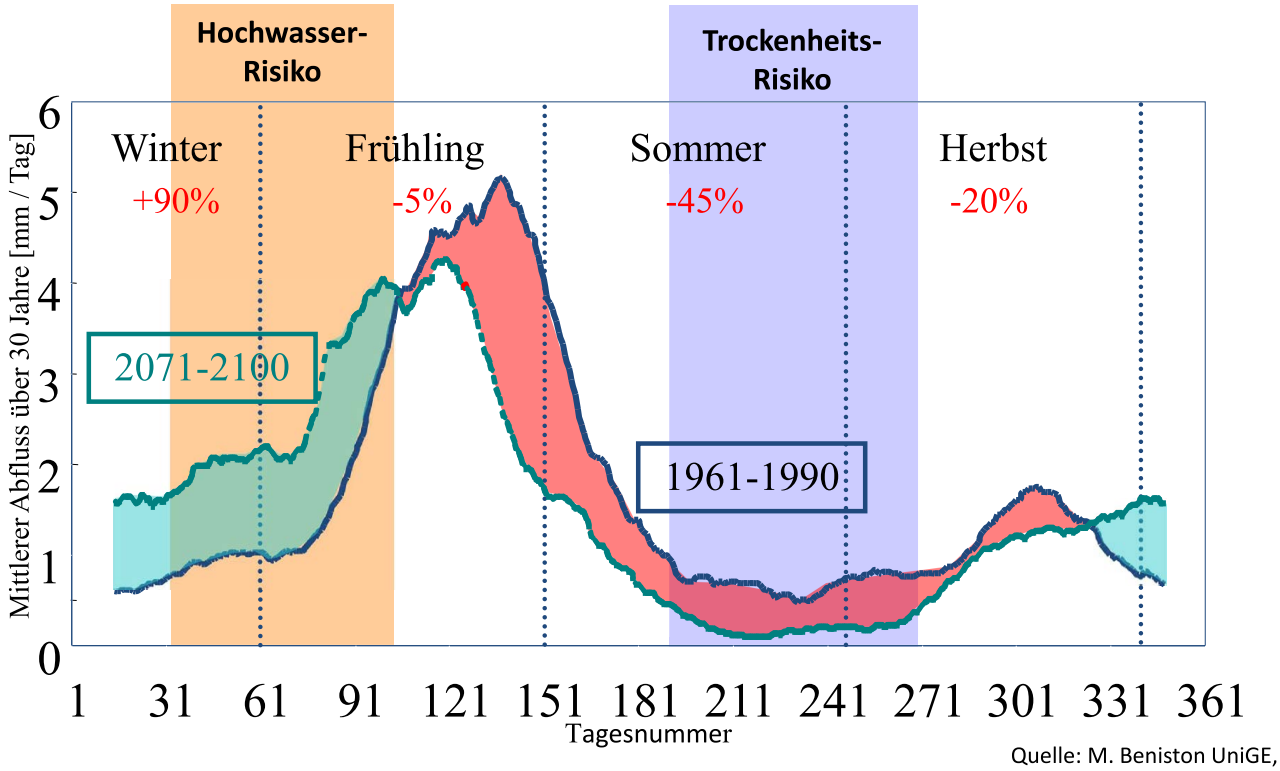
Von was wir ausgehen: Schneebedeckung



Schneebedeckungsdauer für Referenzperiode (2001-2010, schwarz und 3 verschiedene Klimaszenarien)

Quelle C. Marty und M. Bavay, SLF

Von was wir ausgehen: Saisonale Verschiebungen

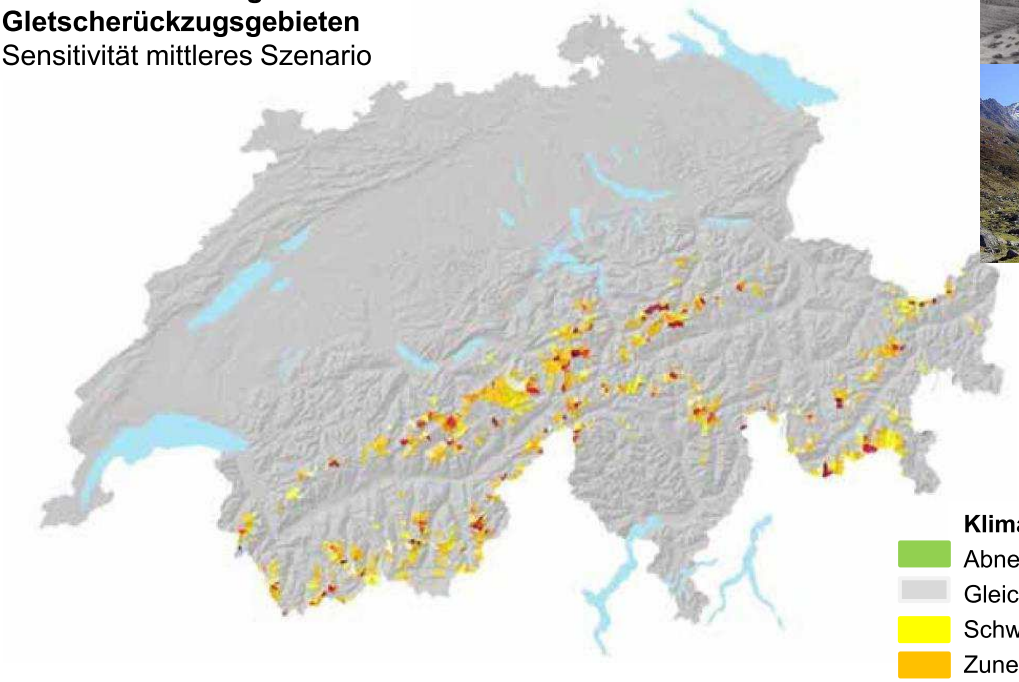


Quelle: M. Beniston UniGE,

Von was wir ausgehen: Gletscherschwund

Wildbach:
Geschiebelieferung aus Gletscherückzugsgebieten
Sensitivität mittleres Szenario

Scalettagletscher 1806 (Zeichnung Escher) und 2003



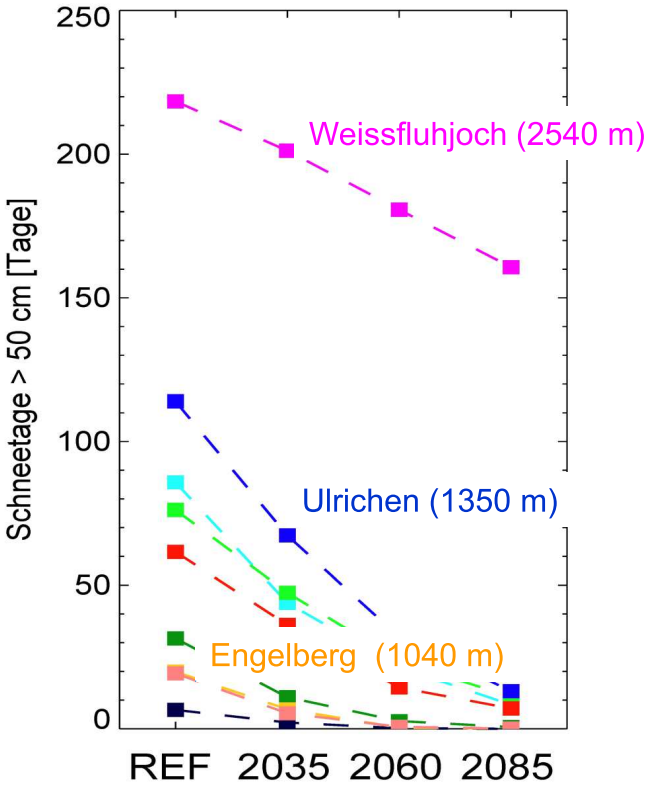
Quelle: Klimasensitivität Naturgefahren GEO7 / BAFU,

Auswirkungen des Klimawandels auf Lawinen

Grossschneefälle und Lawinen auch in Zukunft zu erwarten (grosse zeitliche Variabilität kritischer Wettersituationen), aber....

Weniger und feuchterer Schnee

- Deutlich weniger Schneetage mit mächtiger Schneedecke (> 50 cm), vor allem unterhalb von 1500 m ü.M
- Mögliche Zunahme von Winterniederschlägen kompensiert Erwärmung höchstens oberhalb von ca. 3000-3500 m
- Zunahme von Nasschneesituationen im Vergleich zu Trocken-schneesituationen



Schmucki et al. 2025 / SLF (basierend auf A1b-Szenario)

Besonders relevante Situationen für Waldlawinen

1. Trockene Lawinen bei kohäsionsarmem Schnee

- nach kalten Schneefallperioden
- Bei genügend mächtiger Schneedecke
- v.a. subalpin (zB offene Lärchenbestände), eher N-exp.

➡ **abnehmender Trend in allen Höhenstufen**

2. Nasschneesituationen

- Nach Erwärmung / Regen
- Bei genügend mächtiger Schneedecke und/ oder sehr geringer Bodenrauhigkeit (Gleitschneelawinen)
- Bisher vor allem aus montanen Laub- und Mischwäldern, eher S-exp.

➡ **Verlagerung der Problemzonen nach oben**

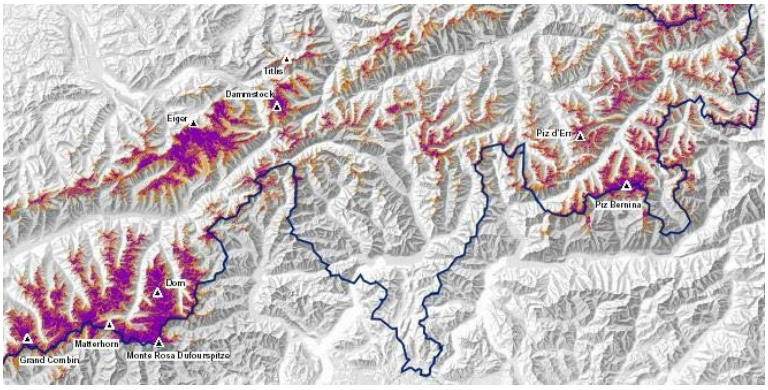
Flugplatzlawine Samaden. Foto: L. Saladin, aus N. Bischoff (1987)

Verschüttete Arlbergbahn im März 1988 (Quelle: F. Perzl)

Auswirkungen auf Steinschlag

Erhöhung der Steinschlagaktivitäten am ehesten aus Permafrostgebieten (d.h. meist deutlich oberhalb Waldgrenze):

- Kombination von hohen Temperaturen und viel Sommerniederschlag
- Zunahme von Steinschlag / Felsstürzen aus Permafrostgebieten hängt stark von Topografie, Geologie und Struktur des Felsmaterials ab.



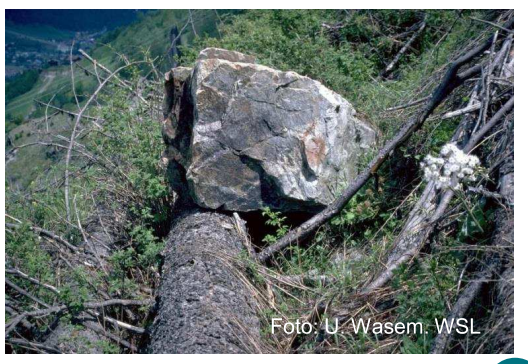
Permafrosthinweiskarte (Quelle: BAFU)

Ein 200 t schwerer Steinbrocken blockiert die Julierpassstrasse

Auswirkungen auf Steinschlag

Es gibt auch Hinweise auf gebietsweise erniedrigte Steinschaggefährdung durch den Klimawandel (zB. Gruner et al. 2004, Saas und Oberlechner 2012)

- Abnahme Frost-Tauwechsel-Tage in tieferen Lagen (Nach kalten Wintern wird wird eher mehr Steinschlag beobachtet)
- Jahreszeitliche Verschiebungen der Steinschlaghauptaktiviäten vom Frühling in den Sommer möglich.
- Veränderung des Waldes (durch den Klimawandel) ist vielfach wichtiger für den Steinschlag als Prädispositionen ausserhalb des Waldes

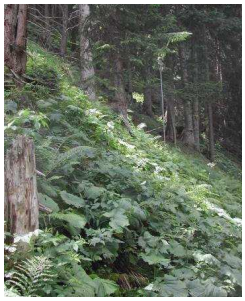


Sich ändernde Einflussgrössen für Steinschlagschutz im Wald selber:

- **Waldstruktur, Entwicklungsphase, Störungen, Bewirtschaftung**

- **Längerfristige Veränderung der Baumartenzusammensetzung**

- **Bodendämpfungseigenschaften (Schneebedeckung, Gefrier- und Auftauprozessee, Bodenvegetation,...)**



Flachgründige Rutschungen und Murgänge:

Bisher kaum Trends, aber...

- Steigende Schneefallgrenzen und erhöhte Frequenzen von Starkniederschlägen (> 80-100 mm bei feuchten Boden und > 30-40 mm bei gesättigten Boden) können die Gefährdung von Rutschungen und Hangmuren gebietweise erhöhen.

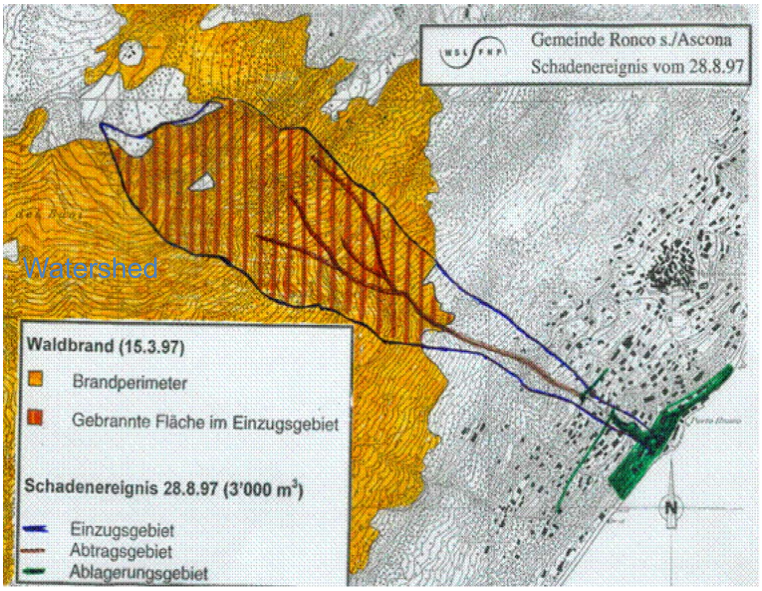
- Die Hydrophobie von Bodenoberflächen kann durch Trockenperioden erhöht werden -> ev. erniederigte Stabilität bei darauffolgenden Starkniederschlägen.

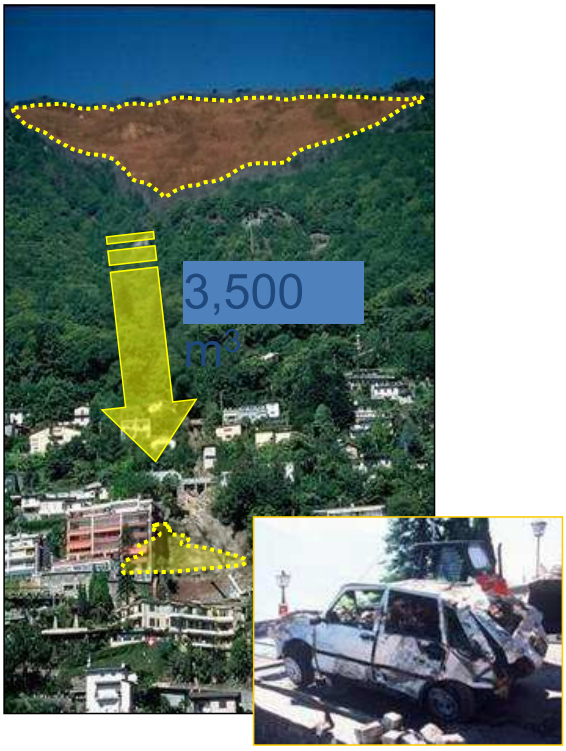
Andererseits gibt es auch Studien, die eine abnehmende Disposition für Murgänge bzw. eine Verschiebung in höhere Gebiete vermuten (zb. Jomelli et al. 2009).

(Fotos: C. Rickli, WSL)

Flachgründige Rutschungen und Hangmuren

Ronco s/Ascona
Feuer 15. 3. 1997; Murgang 28.8.1997

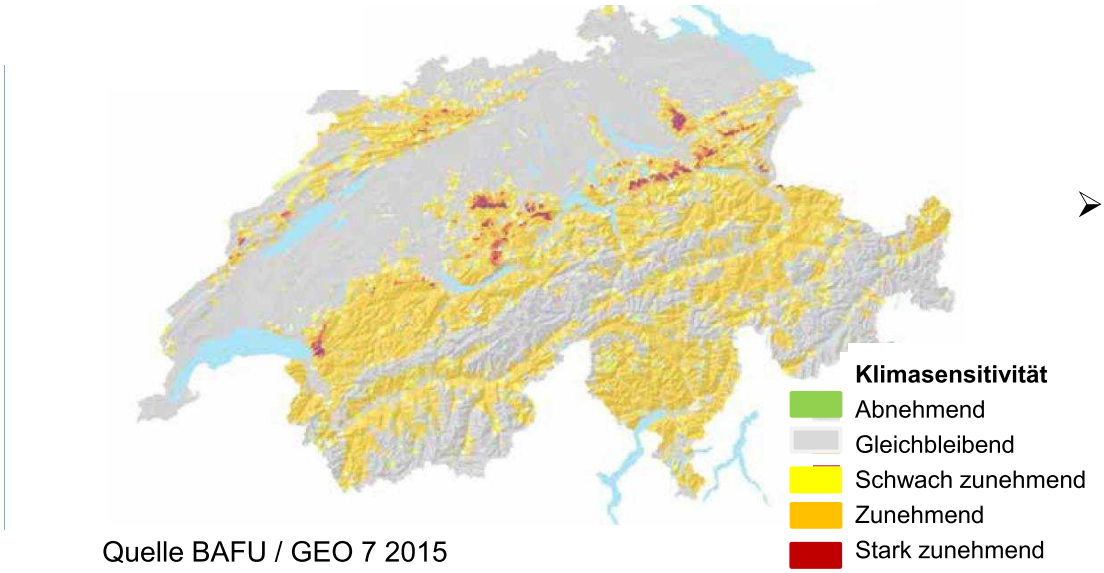




Quelle: Marxer und Conedera, WSL

Flachgründige Rutschungen und Hangmuren

Aggregierte Resultate:
Klimasensitiviät von Hangmuren aus steilen Hängen
Frequenz
Sensitivität **mittleres Szenario**



Quelle BAFU / GEO 7 2015

- Disposition für Hanmuren ist regional unterschiedlich, stärker in nördlichen Alpen
- Grundsätzlich nimmt Bedeutung einer schützenden Waldwirkung in den meisten Gebieten eher zu.

Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasser

- Anzeichen, aber keine Evidenz für Zusammenhang zwischen Klimaänderung und Hochwasser (Köplin et al. 2014).

- Als gesichert gilt, dass:
- sich das Verhältnis Schnee/Regen ändert (-> Zunahme von Hochwasserfrequenzen eher in höheren Gebieten)
- weniger Wasser in Gletschern gespeichert wird.
- sich die Saisonalität von Hochwasserereignissen ändert

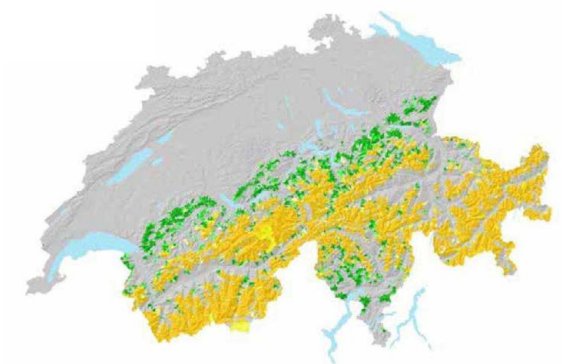
Foto: P. Waldner / WSL

⟹ Bedeutung der Waldwirkung nimmt in den meisten Gebieten eher zu.

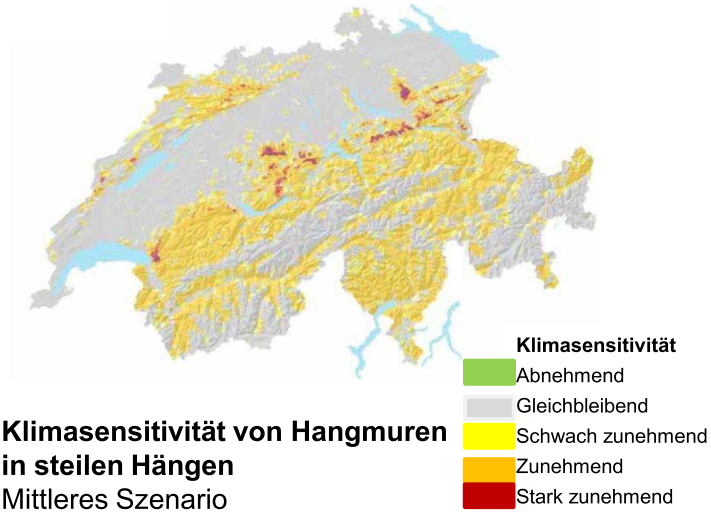
Folgerung 1:

- Lokal und regional unterschiedliche Einwirkungen des Klimawandels auf verschiedene Naturgefahrenprozesse

- Erhebliche Unsicherheiten



Klimasensitivität von Nasschneelawinen
Mittleres Szenario



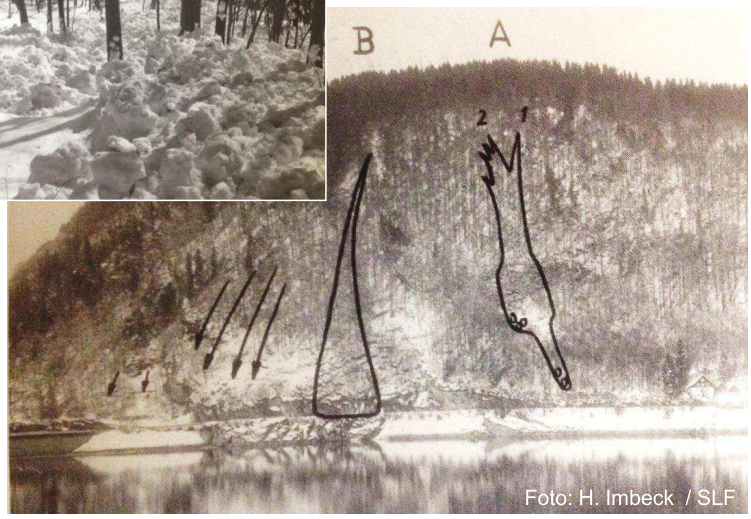
Klimasensitivität von Hangmuren in steilen Hängen
Mittleres Szenario

Quelle: BAFU /GEO7 2015

Folgerung 2:

Relative Bedeutung von verschiedenen Naturgefahrenprozesse wird sich gebietsweise verschieben

⟹ Bestände die wir heute begründen, müssen in 100 Jahren zum Teil vor anderen Naturgefahren schützen und anderen Anforderungen gewachsen sein als heute!



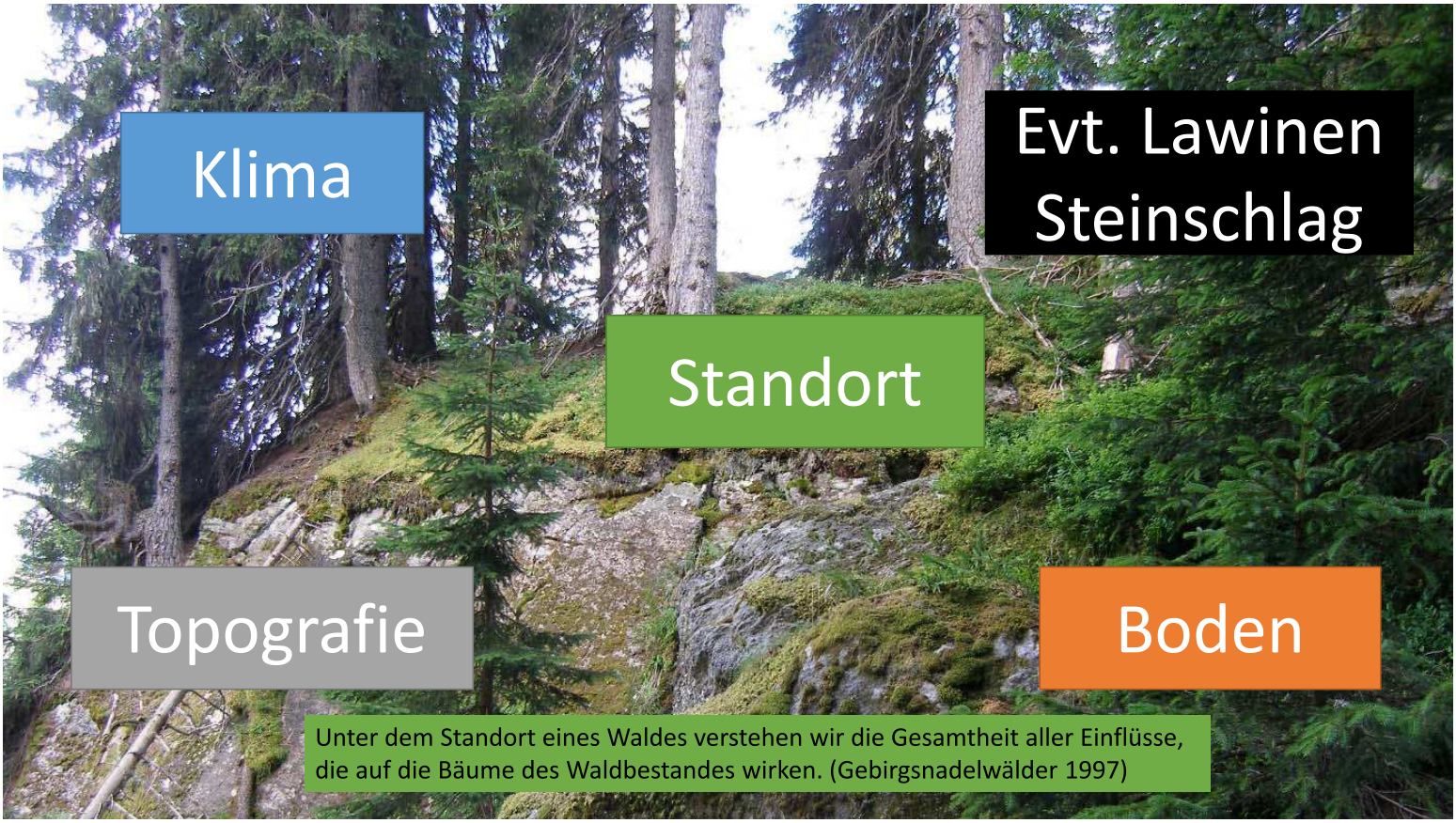
- Bsp. Links : Gugelberg (Wägital, Kt. Schwyz) mit Lawinen vom 22. Januar 1987 auf ca. 1050 m.ü.M
- Relative Bedeutung von Steinschlagschutz im Vergleich zu Lawinenschutz nimmt hier noch mehr zu.

Folgerung 3:

Zukünftige Veränderungen des Schutzwaldes selber (durch Klima, Bewirtschaftung und natürliche Störungen) sind sehr relevant im Vergleich zu «waldunabhängigen» Auswirkungen vom Klimawandel auf Naturgefahren

Auswirkung der Klimaänderung auf die NaiS-Standorte

Ludwig Zgraggen, Andreas Zischg, Barbara Huber, Sabine Braun, Martin Scherler, Jacques Burnand, Gabriele Carraro, Päivi van Wijnkoop und Monika Frehner



Kriterien für Abgrenzung der Höhenstufen auf wüchsigen Standorten

Obersubalpin

Obersubalpin dominieren Arve und Lärche
Subalpin dominiert Fichte, evt. Lärche und einzelne Tannen

Subalpin

Subalpin Rotten oder schmale, lange Kronen, abholzige Stämme
Hochmontan geschlossenen Bestände, Kronen meist nicht bis zum Boden, vollholzige Stämme

Hochmontan

Hochmontan keine Buche in Baumschicht
Obermontan Buche in Baumschicht

Obermontan

Obermontan Tanne und Fichte werden 5 – 10 m höher als Buche
Untermontan Buche wird ähnlich hoch wie Tanne und Fichte

Untermontan

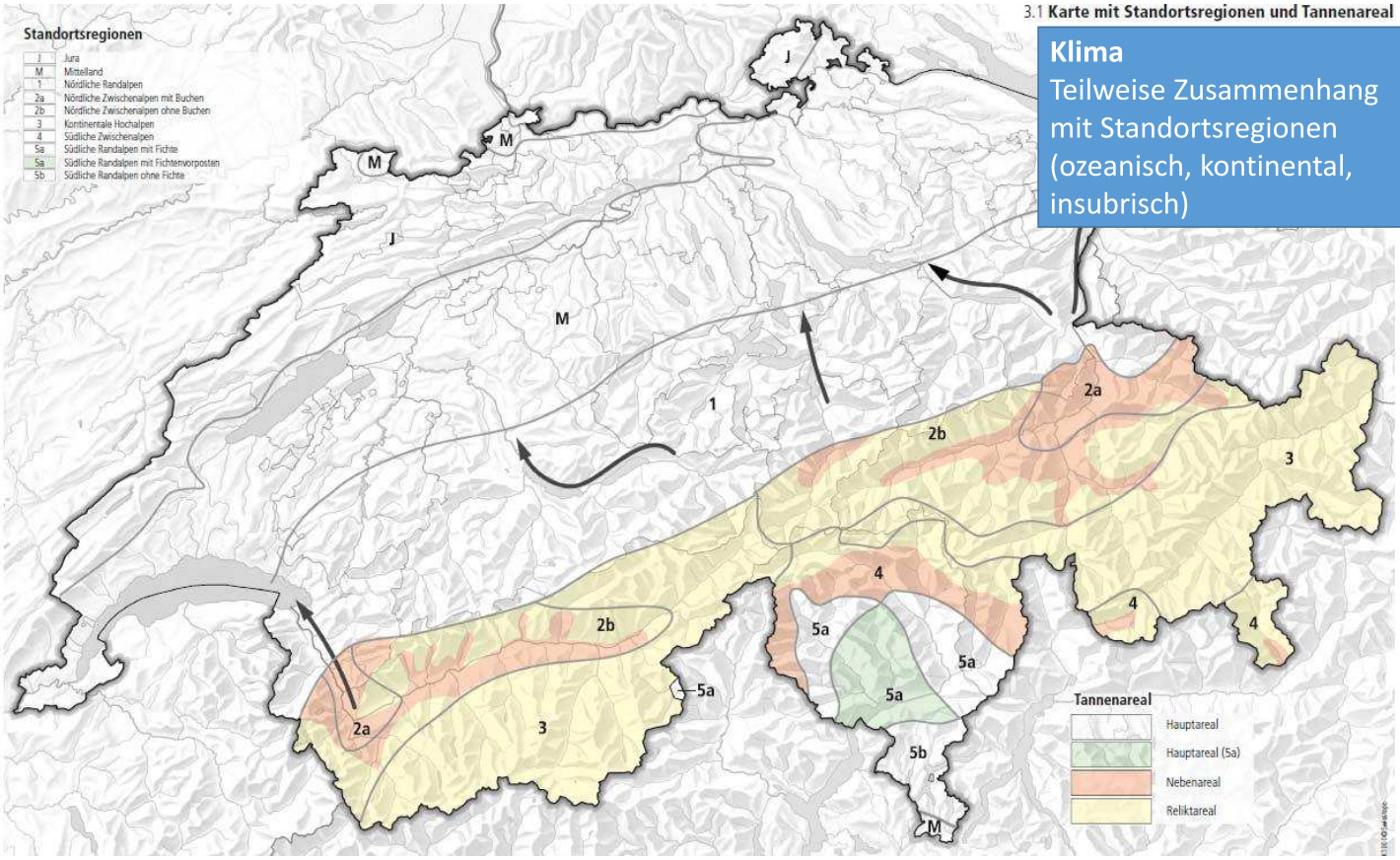
Untermontan Buche dominiert stark
Submontan Buche dominiert weniger stark, wärmeliebende Baumarten wie Kirsche und Eiche im Bestand

Submontan

Submontan Buche vital
Collin Buche beschränkt vital, nur noch in Schattenlagen, wärmeliebende Baumarten wie Eiche und Kastanie nehmen zu

Collin

Klima
Starker Zusammenhang mit Höhenstufen: gegen oben nimmt Wärme ab und die Niederschläge nehmen zu

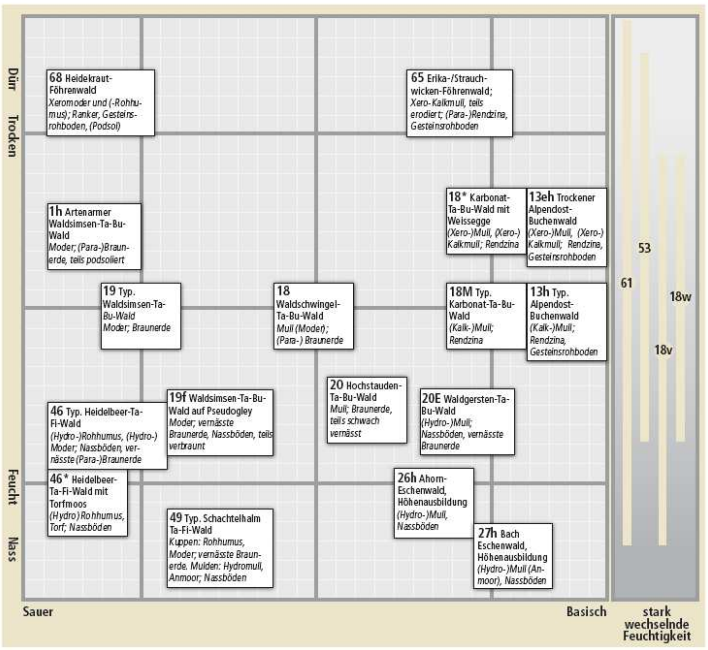


3.1 **Karte mit Standortsregionen und Tannenareal**

Klima
Teilweise Zusammenhang mit Standortsregionen (ozeanisch, kontinental, insubrisch)

In jeder Standortsregion pro Höhenstufe ein Ökogramm

Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) obermontan



Zu den einzelnen Nais-Standortstypen sind Angaben zu Baumarten, Wüchsigkeit, Waldbau etc. vorhanden

Topografie
Enger Zusammenhang mit Achse Nass – Trocken
Südexponiert, Kuppenlage eher trocken
Nordexponiert, Mulde eher feucht

Boden
Zusammenhang mit Achse Sauer – Basisch (z. B. auf Kalk basische Standorte)
Zusammenhang mit Achse Nass – Trocken, stark tonhaltige Böden eher nass, sehr durchlässige Böden eher trocken

Klima
Bei viel Niederschlag eher feuchter, bei wenig Niederschlag eher trocken

Forschungsprojekte „Mit welchen Klimaparametern kann man Grenzen plausibel erklären,
die in NaiS verwendet werden um Ökogramme auszuwählen?“ und
„Adaptierte Ökogramme“, Teil A und B

2.2.2016

Barbara Huber, Andreas Zischg, Ludwig Z’graggen, Monika Frehner, Gabriele Carraro, Jacques Burnand, Päivi van Wijnkoop

Vorgehen

1. Erarbeitung von detaillierten Klimakarten.
2. Eruierung von Klimaparametern (unter Berücksichtigung weiterer Standortsfaktoren) für:

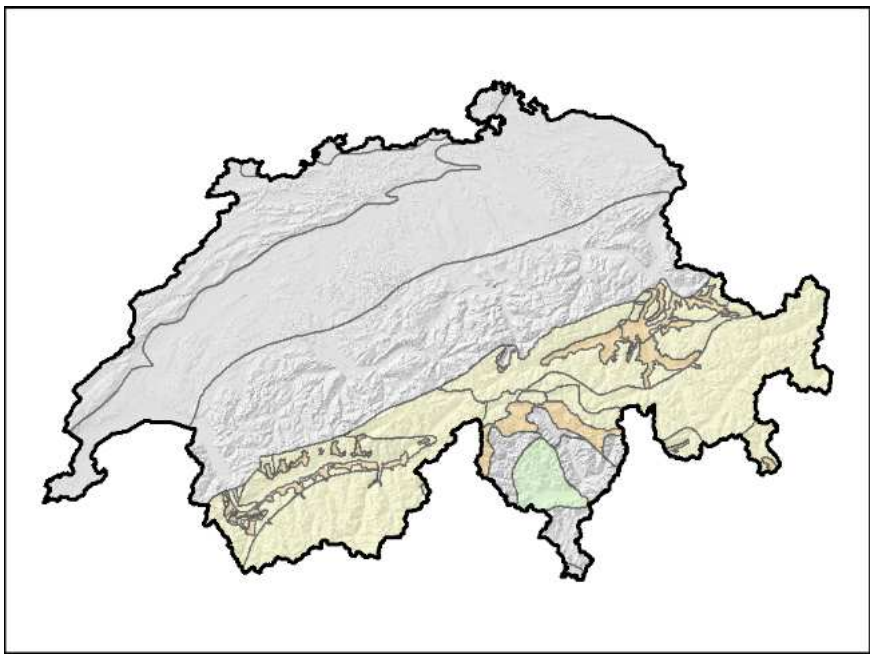
- Obergrenzen von Höhenstufen
- Flaumeichengrenze im Wallis
- Grenzen von Buchen-Areal, Tannen-Haupt- und Tannen-Nebenareal.

3. Quantifizierung und Modellierung dieser Grenzen (heutiger Zustand).

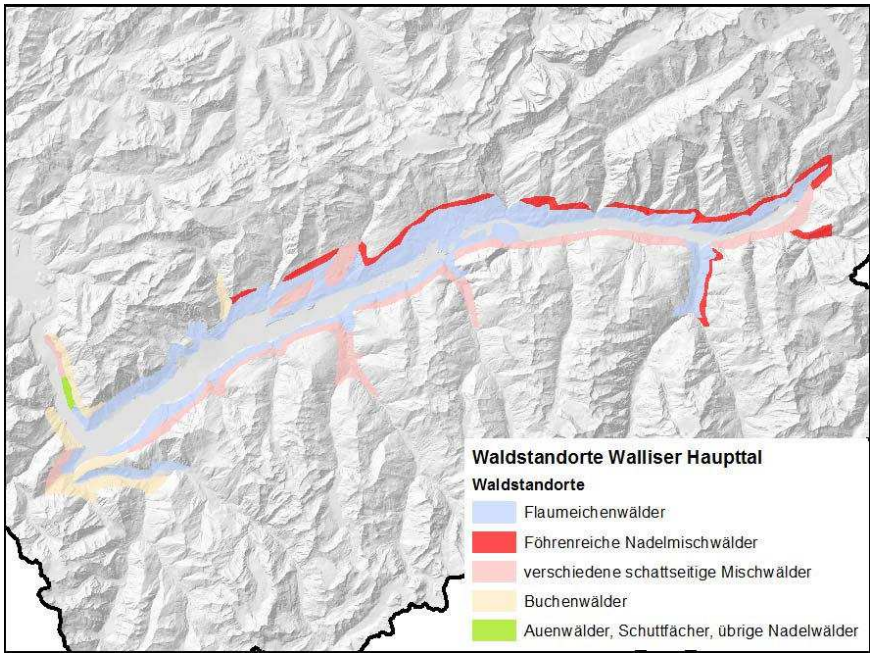
4. Verschiebung der modellierten Grenzen mit zwei Klimaszenarien (CLM und RegCM3) für die Zeitperiode 2070-2099.

Bei den Höhenstufengrenzen wurden folgende Kantone berücksichtigt: SG, AR, BS/BL, SH (NaiS-nahe Standortskartierungen vorhanden), GR (Höhenstufenkarte vorhanden), UR (ca. 20% der Fläche mit Standortskartierung) und BE (fehlende Grundlagen).

Anpassung Standortsregionenkarte aus NaiS (2005)



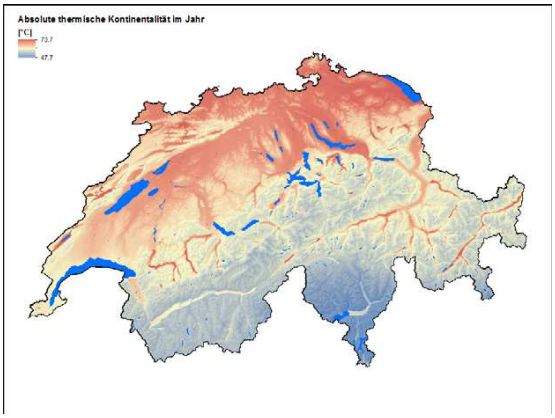
Korrektur / Verfeinerung Waldtypen Wallis aus NaiS (2005)



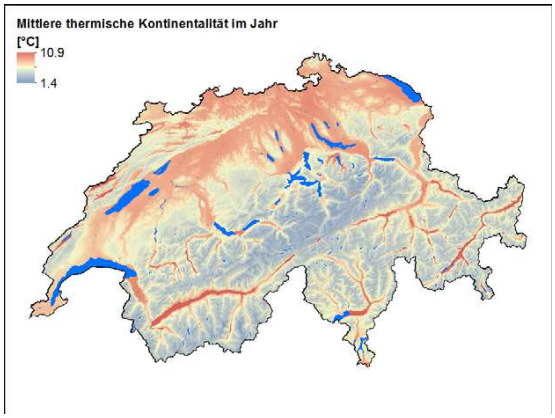
Neue Klimakarten für Periode 1960-1991

- Lufttemperatur (inkl. Einfluss Exposition, Kaltluftseen, Gletscherflächen)
- Thermische Kontinentalität
- Relative Luftfeuchtigkeit
- Globalstrahlung
- Verdunstung
- Nord- und Südföhn (Föhnhäufigkeit, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte und potenzielle Evapotranspiration bei Föhn)
- Ausserdem Verfeinerung der bestehenden Niederschlagskarten von HADES
- Mittlerer letzter Frosttag und frostfreie Vegetationsperiode

Thermische Kontinentalität

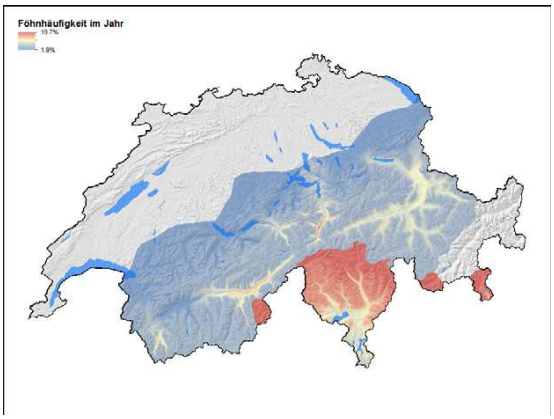


Absolute thermische Kontinentalität im Jahr

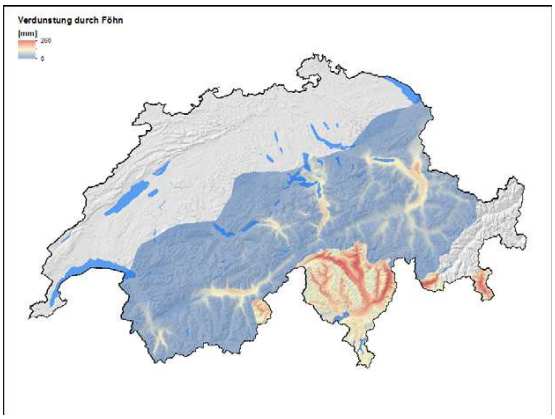


Mittlere thermische Kontinentalität im Jahr

Föhn



Häufigkeit von Föhn im Jahr

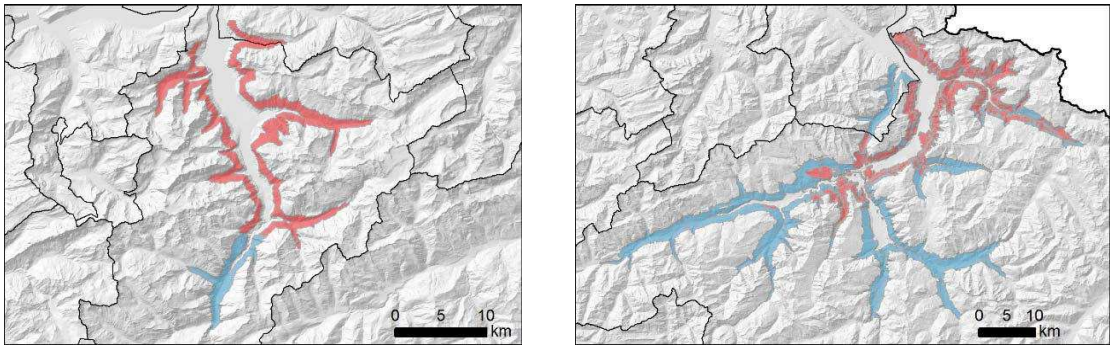


Föhnbedingte Verdunstung im Jahr

Klimaparameter, die nicht in Zukunft modelliert werden

- Wind
- Föhnhäufigkeit
- Relative Luftfeuchtigkeit
- Globalstrahlung

Vorgehen bei der Modellierung der Arealgrenzen



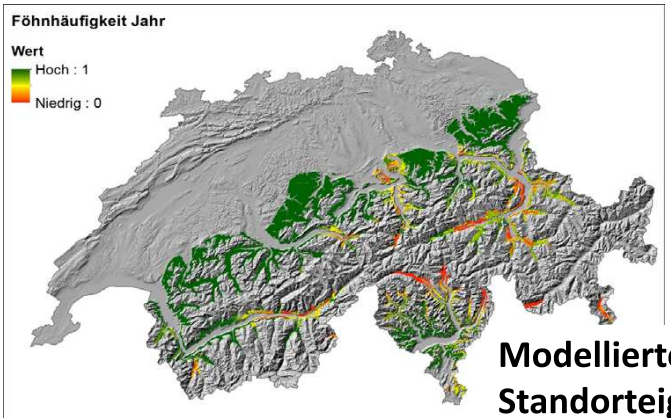
Bsp. Kanton Uri und Graubünden: Verwendete Stichproben für die Modellierung der Arealgrenze des Buchenareals.
Rot: Buchenareal im Höhenbereich 800-1300 m
Blau: im Höhenbereich 800-1300 m ohne Buchen

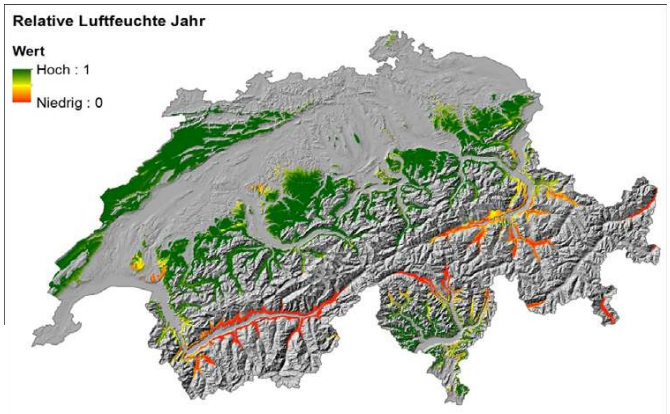
Verwendete Klimaparameter für die Arealmodellierung

Buchenareal (Aufteilung in 55 Lithologie-Klassen):
Föhnhäufigkeit im Jahr, relative Luftfeuchte im Jahr, Niederschlag Juni-August, thermische Kontinentalität auf 1000m im Jahr, Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration. Neu dazukommend: Mittlerer letzter Frosttag.

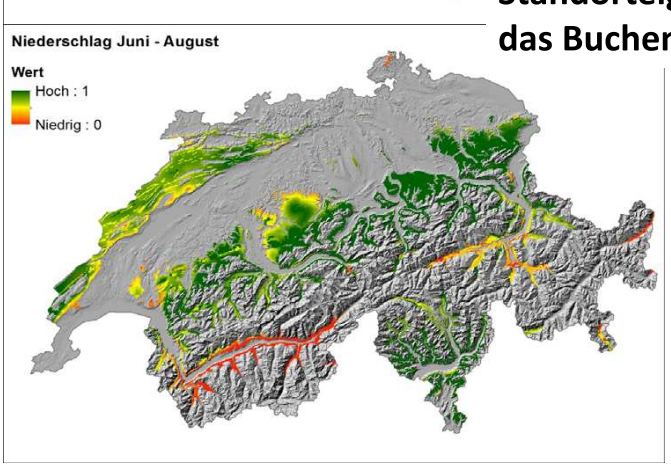
Tannen-Hauptareal (Aufteilung in 55 Lithologie-Klassen):
Thermische Kontinentalität auf 1000m im Jahr, relative Luftfeuchte im Jahr, Niederschlag Juni-August, Föhnhäufigkeit im Jahr. Neu dazukommend: Mittlerer letzter Frosttag.

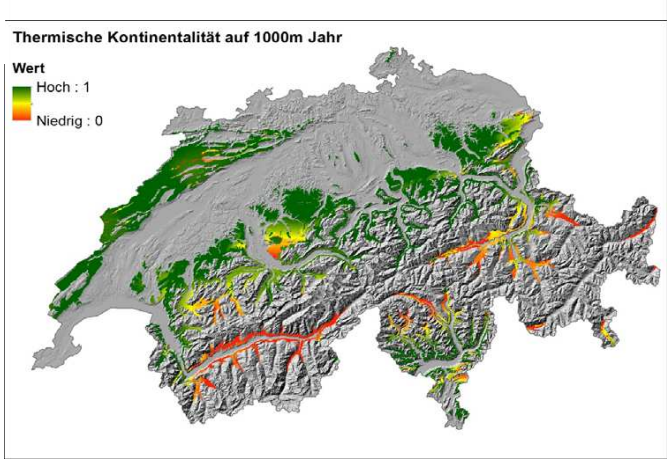
Colline Stufe und Flaumeichenareal (Aufteilung in 2 Lithologie-Klassen [Schotter und Sande, Rest]):
Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration, mittlere Höchstwerte Lufttemperatur im Juli, mittlere Tiefstwerte Lufttemperatur im April , Globalstrahlung im Jahr, Niederschlag Juni-August, mittlere potenzielle Evapotranspiration im Juli, thermische Kontinentalität im Jahr.





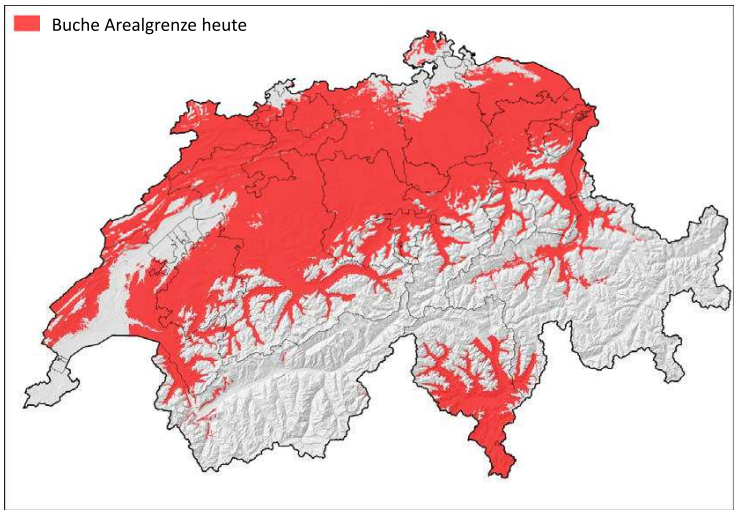
Modellierte Standorteignungen für das Buchenareal heute

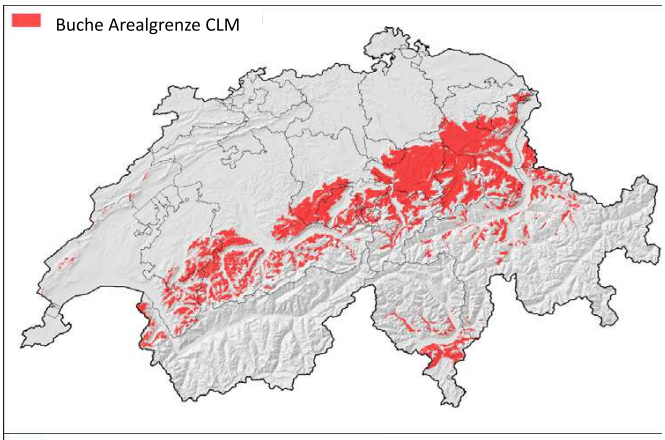


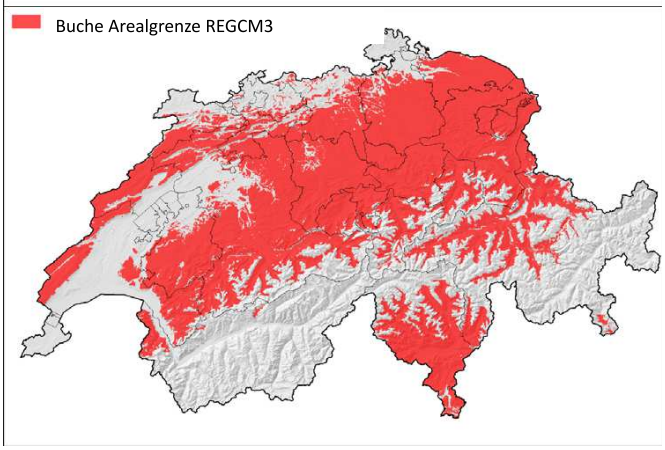


Buchenverbreitungsareal

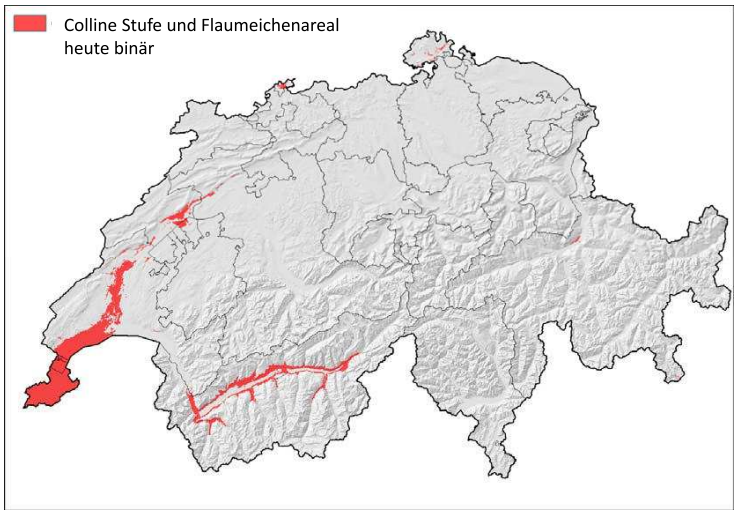
Colline Stufe wird verbessert!

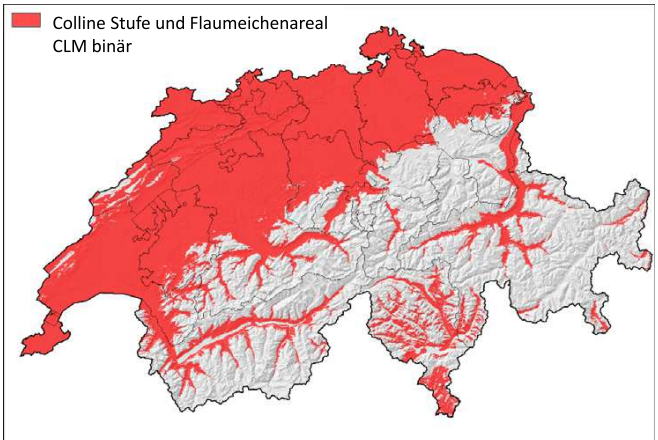


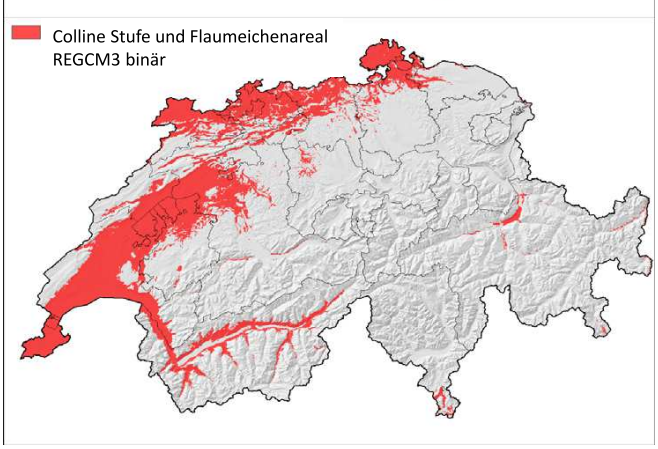


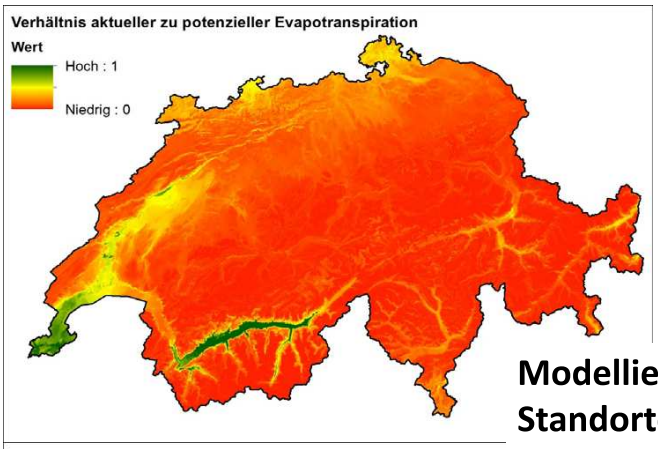


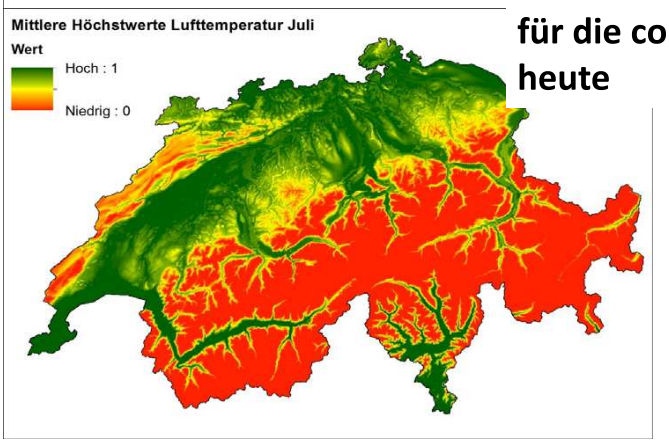
Modellierte Verbreitung der collinen Stufe und des Flaumeichenareals



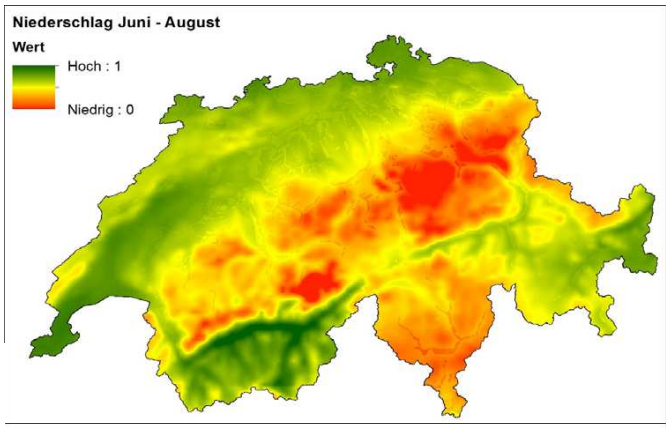


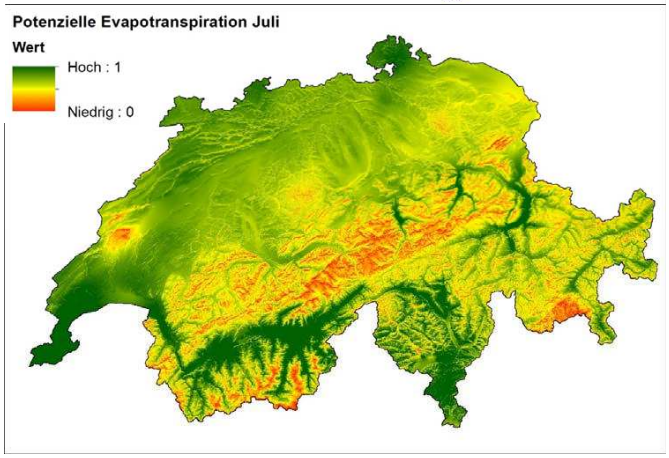




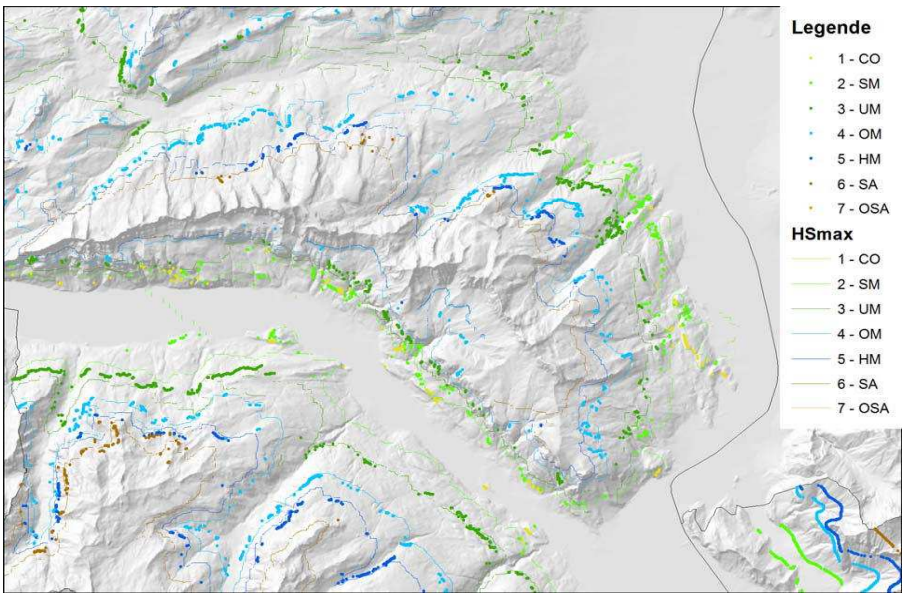


Modellierte Standorteignungen für die colline Stufe heute





Modellierung der Höhenstufengrenzen



Modellierte Höhenstufen Kanton SG (Ausschnitt). Punkte = Stichprobe, Linien = modellierte Höhenstufengrenzen

Verwendete Klimaparameter für die Höhenstufenmodellierung

Obergrenze submontan:
Mittlere Höchstwerte der Lufttemperatur im Jahr, Globalstrahlung im April, Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration, Niederschlag April-September, thermische Kontinentalität Jahr, z.T. noch Föhnhäufigkeit im Jahr.

Obergrenze untermontan:
Mittlere Lufttemperatur im Jahr, Globalstrahlung im April, Föhnhäufigkeit im Jahr, Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration, Niederschlag April-September, thermische Kontinentalität im April.

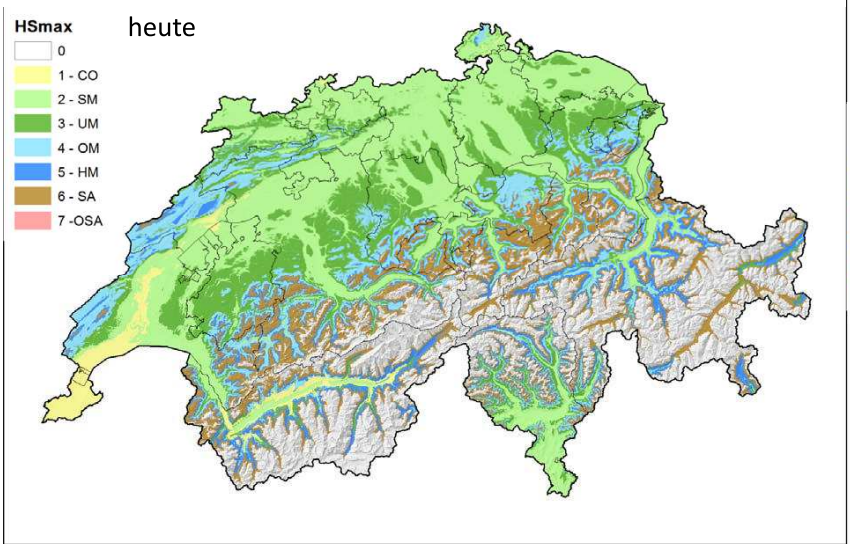
Obergrenze obermontan:
Mittlere Lufttemperatur im Jahr, Globalstrahlung im April, Föhnhäufigkeit im Jahr, Niederschlag April-September, thermische Kontinentalität im April, Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration.

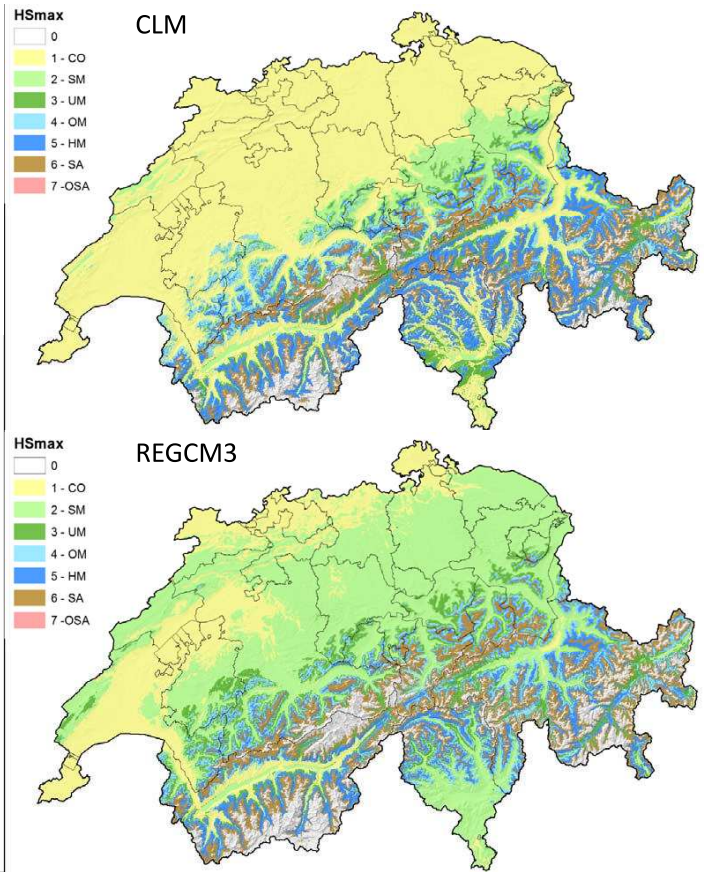
Obergrenze hochmontan:
Mittlere Lufttemperatur im Jahr, Globalstrahlung im April, thermische Kontinentalität im April, Föhnhäufigkeit im Jahr, Niederschlag April-September, Verhältnis aktueller zu potenzieller Evapotranspiration.

Obergrenze subalpin:
Mittlere Höchstwerte Lufttemperatur im Juli, Globalstrahlung im April, thermische Kontinentalität im Jahr, Föhnhäufigkeit im Jahr, Niederschlag April-September.

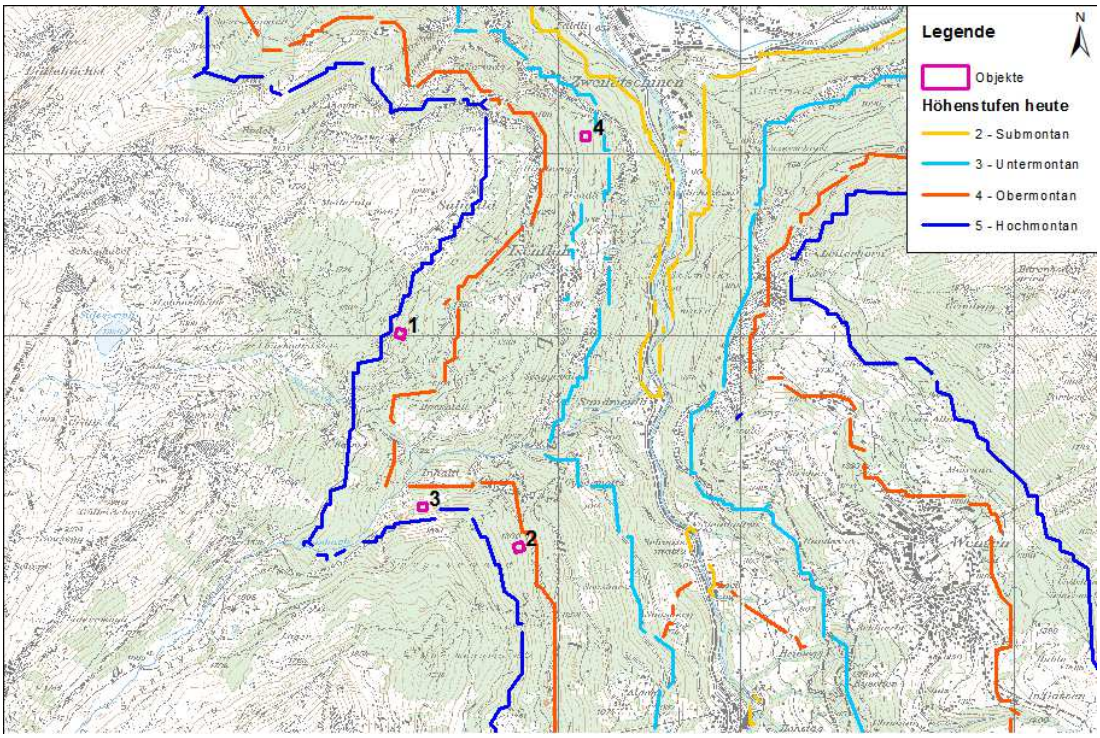
Bei allen Formeln Verwendung von 7 Lithologie-Klassen.

Bsp. Verschiebung der Höhenstufengrenzen (Periode 2070-2099)





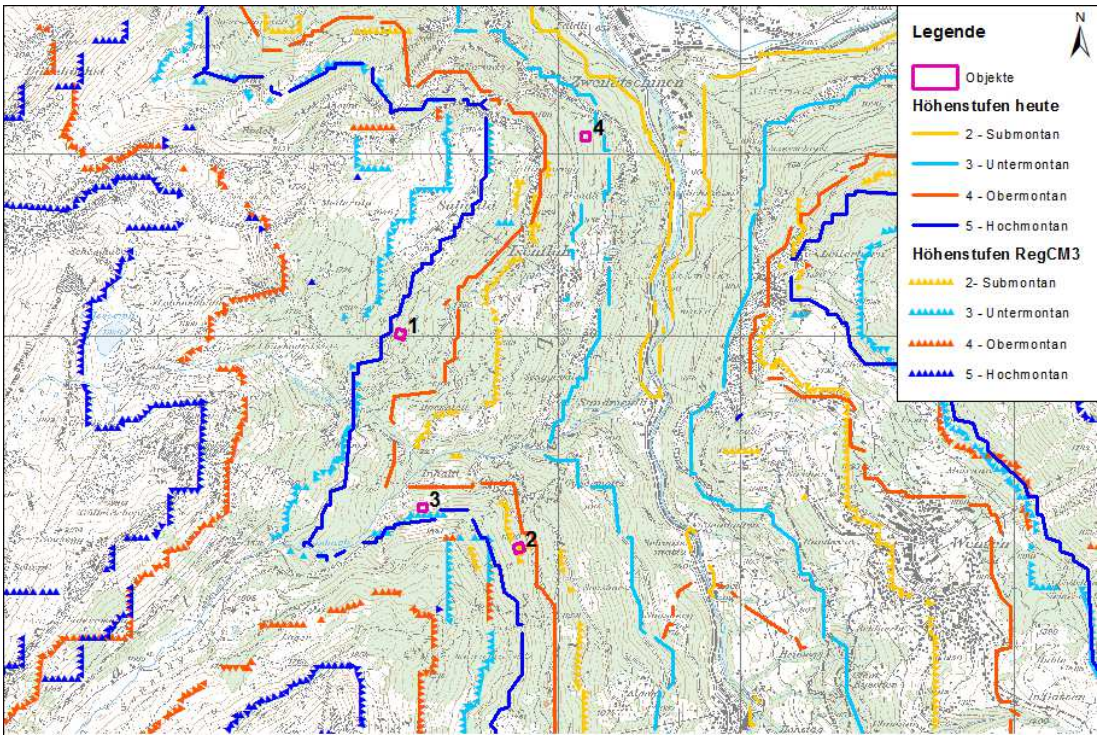
Modellierte Höhenstufen heute Etwa auf 50 Höhenmeter genau



GWG-Sommertagung 2009

Modell heute
Objekt 1 hochmontan
Objekt 2 hochmontan
Objekt 3 hochmontan
Objekt 4 obermontan

Modellierte Höhenstufen heute und RegCM3 2070 - 2099

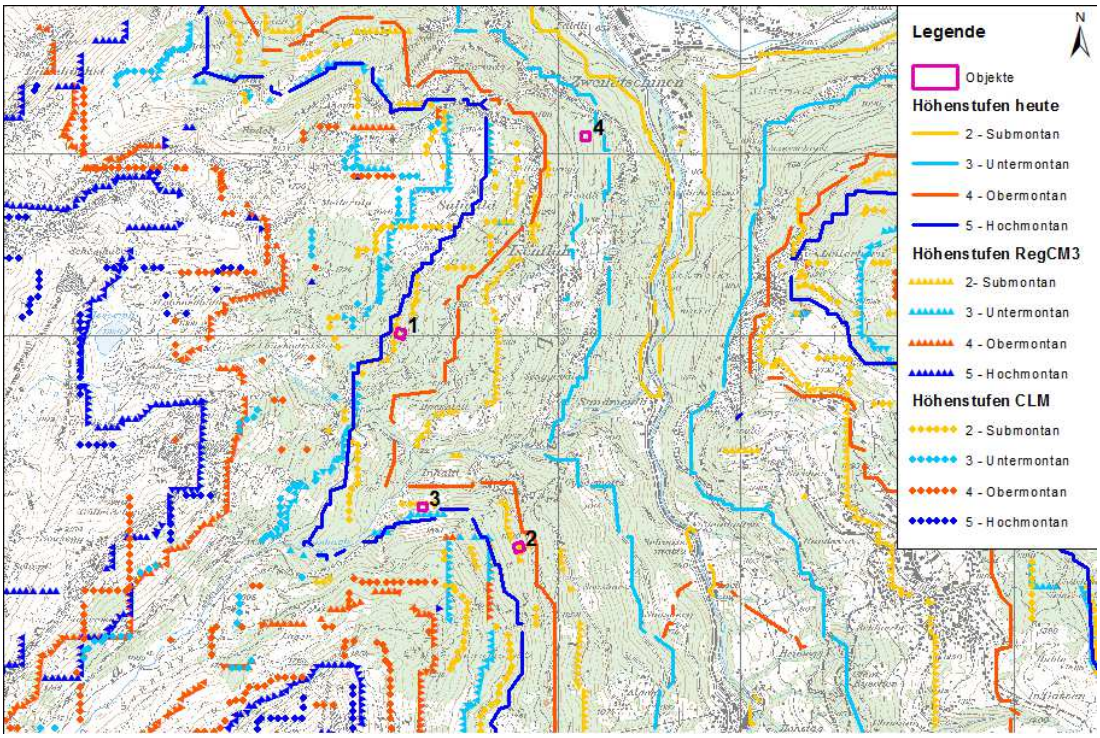


GWG-Sommertagung 2009

Modell heute
Objekt 1 hochmontan
Objekt 2 hochmontan
Objekt 3 hochmontan
Objekt 4 obermontan

Modell RegCM3 2070 – 2099
Objekt 1 untermontan
Objekt 2 sub/untermontan
Objekt 3 unter/obermontan
Objekt 4 submontan

Modellierte Höhenstufen heute sowie RegCM3 und CLM 2070 - 2099



GWG-Sommertagung 2009

Modell heute
Objekt 1 hochmontan
Objekt 2 hochmontan
Objekt 3 hochmontan
Objekt 4 obermontan

Modell RegCM3 2070 – 2099
Objekt 1 untermontan
Objekt 2 sub/untermontan
Objekt 3 unter/obermontan
Objekt 4 submontan

Modell CLM 2070 – 2099
Objekt 1 sub/untermontan
Objekt 2 submontan
Objekt 3 sub/untermontan
Objekt 4 submontan

GWG-Sommertagung 2009

Tagung heute
Objekt 1 Blockschutt Ta-Fi-Wald 48 und Zwergbuchs-Fichtenwald 53 hochmontan
Objekt 2 Hochstauden-Fichten-Tannenwald 50, hochmontan
Objekt 3 Hochstauden-Tannen-Fichtenwald 50, unten Hochstauden-Tannen-Buchenwald hoch/obermontan
Objekt 4 Tannen-Buchenwald auf Blockschutt 18abl, Übergang zu Trockenem Zahnwurz-Buchenwald 12e ober/untermontan

Tagung mit Klimawandel
Objekt 1 Ta Nährstoffversorgung wird kritisch, Chancen für Bah, Mb, Vb
Objekt 2 Bei +4 °C submontaner Buchenwald, bei +6°C Sei, Habu, Bah, Bu, Vb
Bei +4°C Fichte an Grenze, bei +6°C keine Fichte. Ta unsicher. Buche profitiert ab sofort, ebenso Bah, Vb, Bi
Objekt 3 Bei +4 °C Buchen-Tannenwald, bei +6°C Buchen-Eichen. Fichte bekommt mehr Probleme wegen Borkenkäfer, Bergahorn wegen Schnee, Tanne wird wichtiger als Lawinenschutz, Eibe und Laubholz profitiert.
Objekt 4 Bei +4 °C Buchen-Eichen, bei +6°C Eichen. Fichten bekommt Probleme Buche, Bergahorn, Mehlbeere profitieren

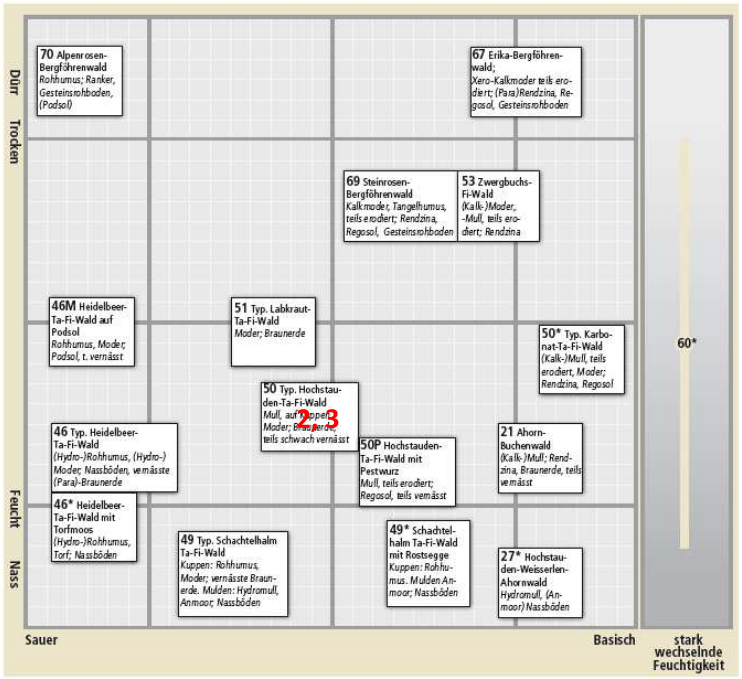
Modell heute
Objekt 1 hochmontan
Objekt 2 hochmontan
Objekt 3 hochmontan
Objekt 4 obermontan

Modell RegCM3 2070 – 2099
Objekt 1 untermontan
Objekt 2 sub/untermontan
Objekt 3 unter/obermontan
Objekt 4 submontan

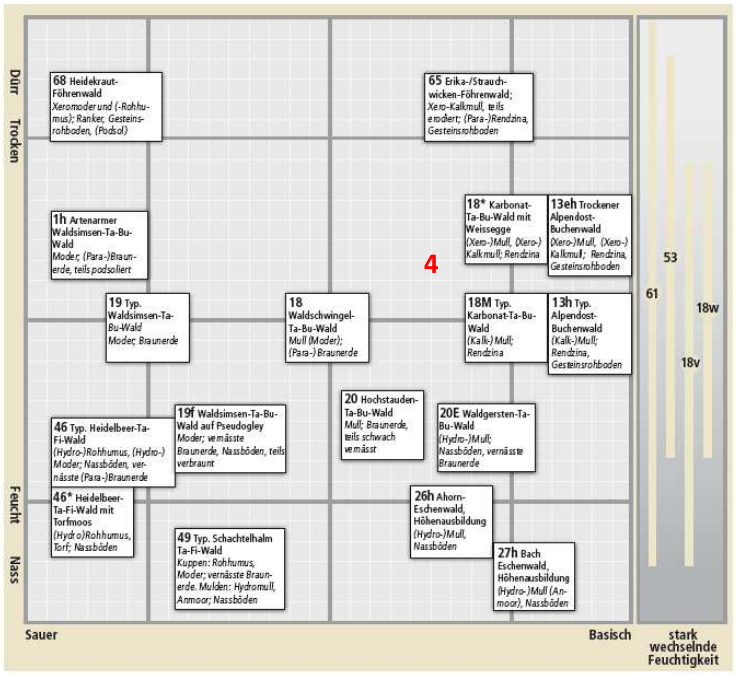
Modell CLM 2070 – 2099
Objekt 1 sub/untermontan
Objekt 2 submontan
Objekt 3 sub/untermontan
Objekt 4 submontan

GWG-Sommertagung 2009 Standortstypen der Objekte Klima heute

Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) hochmontan
Hauptareal der Tanne

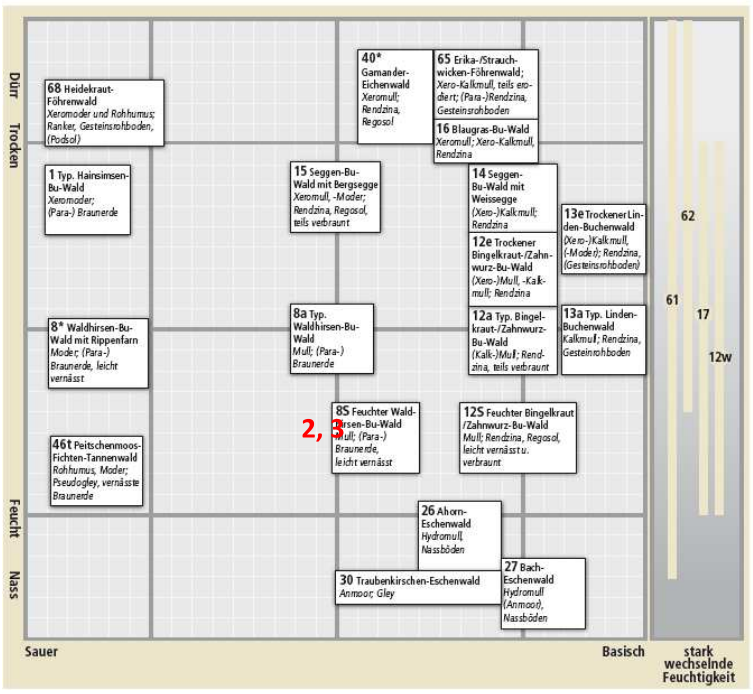


Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) obermontan

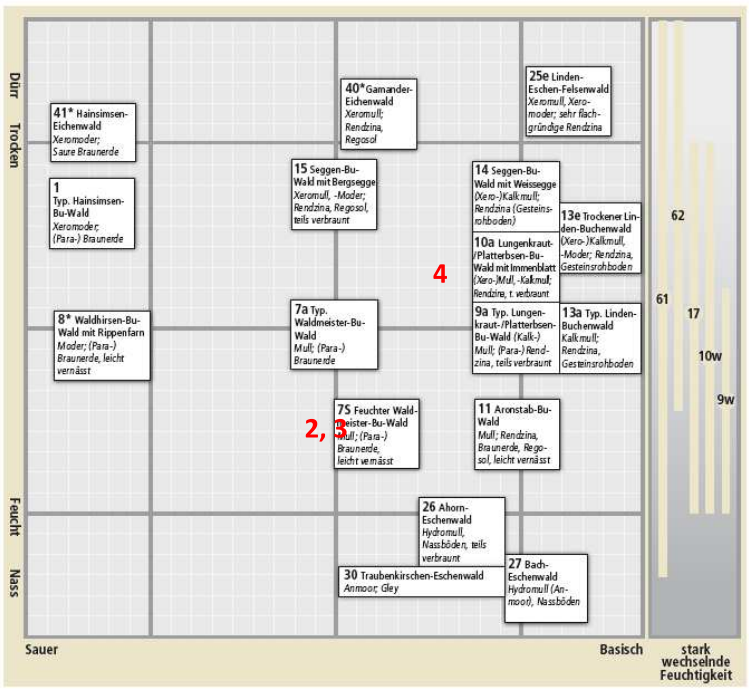


GWG-Sommertagung 2009 Standortstypen der Objekte Klima 2070 - 2099

Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) untermontan



Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) submontan

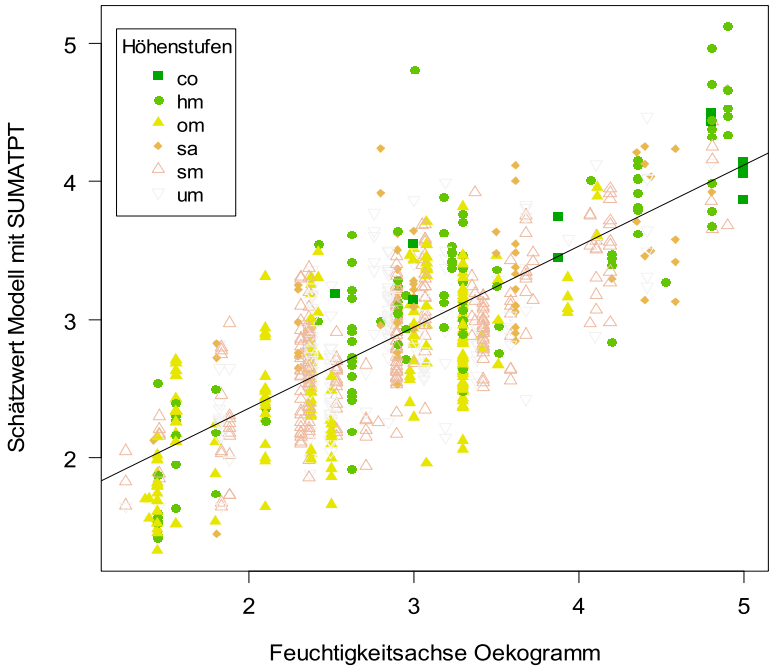


Modell für Feuchteachse vom Ökogramm

Von Sabine Braun

Erklärende Variablen

- Region und Höhenstufe der Vegetationsaufnahme
- Koordinaten
- Trockenheitsindikatoren
- Temperatur, Dampfdrucksättigungsdefizit, Regenmenge
- Vernässung: eingestuft bei der Profilaufnahme in Stufen 0 (nicht vernässt) bis 5 (sehr stark vernässt)
- Geländeform, ausgelesen aus Swisstopo 1:25‘000:
  - Exposition
  - Neigung
  - Relative Lage im Gelände



Modell für Feuchteachse vom Ökogramm

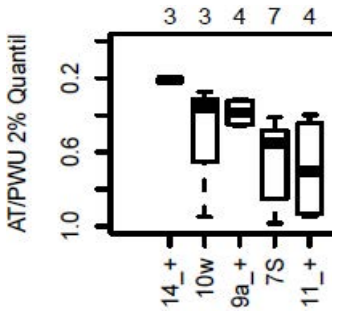
Von Sabine Braun

- Mit dem Modell kann 58% der Variation der Standortstypen im Ökogramm erklärt werden

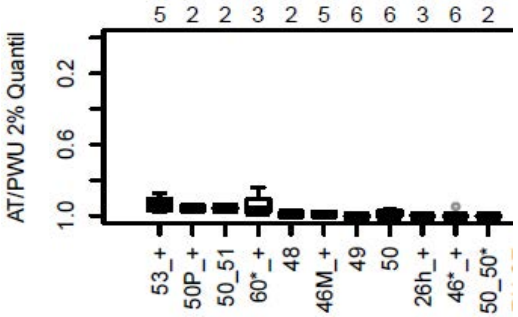
- Es wurden verschiedene Trockenheitsindikatoren verwendet, SUMATPT (Summe der aktuellen Transpiration dividiert durch die Summe der potentiellen Transpiration, berechnet über die Vegetationsperiode) ergibt knapp das beste Ergebnis.

Trockenheitsindex der Bodenprofile aus der WSL-Bodendatenbank

Berechnet von Martin Scherler



Jura submontan

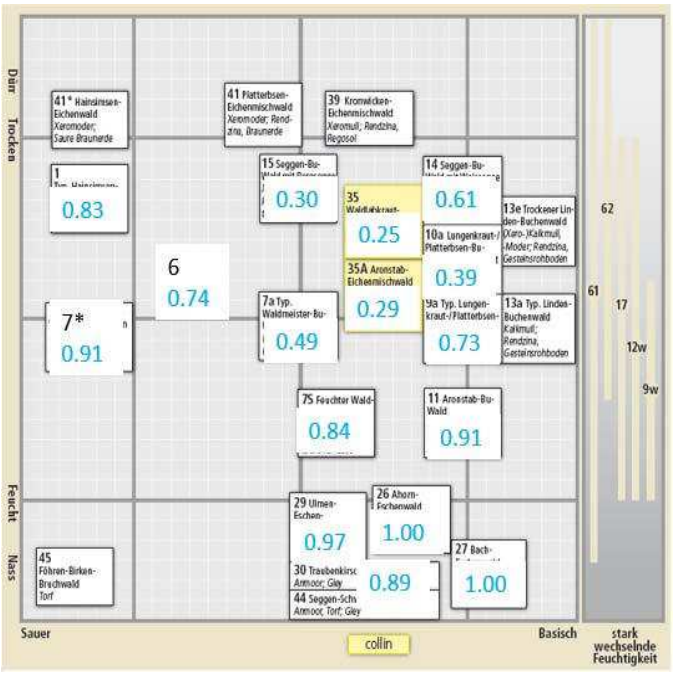


Nördliche Randalpen hochmontan

Gute Differenzierung in unteren Lagen, wenig in höheren Lagen.

Die Zahlen oben entsprechen der Anzahl Bodenprofile, die Zahlen unten dem Nais-Standortstyp, bei Zahlen handelt es sich um einen Übergang zwischen zwei Nais-Standortstypen, bei einer Zahl inkl. + um einen Nais-Standortstyp inkl. Übergänge.

Verschiebung innerhalb vom Ökogramm?



Ökogramm Mittelland collin und submontan. Blau eingetragen die Medianwerte vom AT/PWU 2 % Quantil

Vergleich

Trockenheitsindex berechnet mit Klimaszenarien

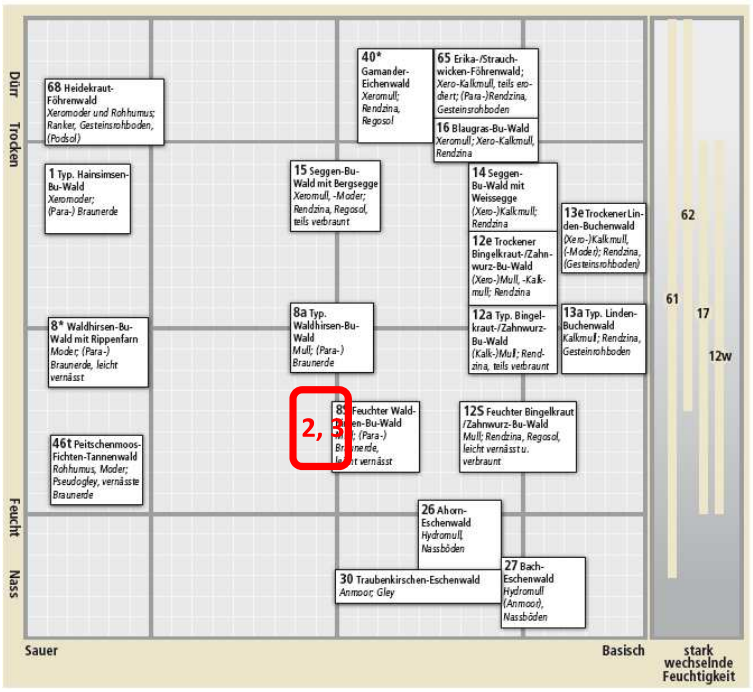
Trockenheitsindex vom Standort nach Verschiebung der Höhenstufe mit Klimawandel am gleichen Ort im Ökogramm

Trotz mehr als 1000 ausgewerteter Bodenprofile sind zu wenig Daten vorhanden, um das für alle Standortstypen und Regionen zu machen.

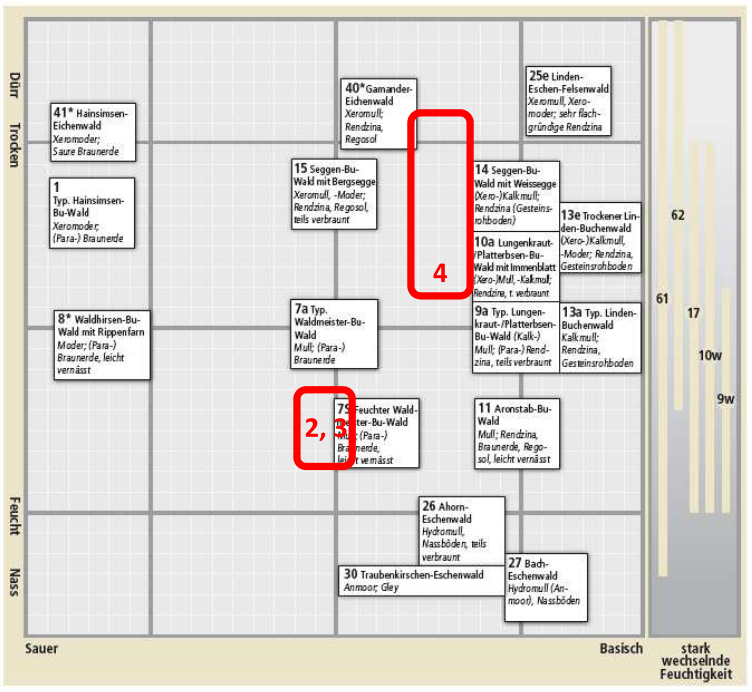
Tendenz: In den unteren Höhenstufen muss im mittleren und oberen Teil des Ökogrammes damit gerechnet werden, dass eine Verschiebung Richtung oben stattfindet.

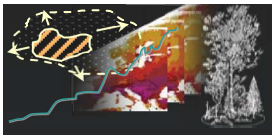
GWG-Sommertagung 2009 Standortstypen der Objekte Klima 2070 - 2099

Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) untermontan



Ökogramm Nördliche Randalpen (Region 1) submontan





GWG
GSM
GSM

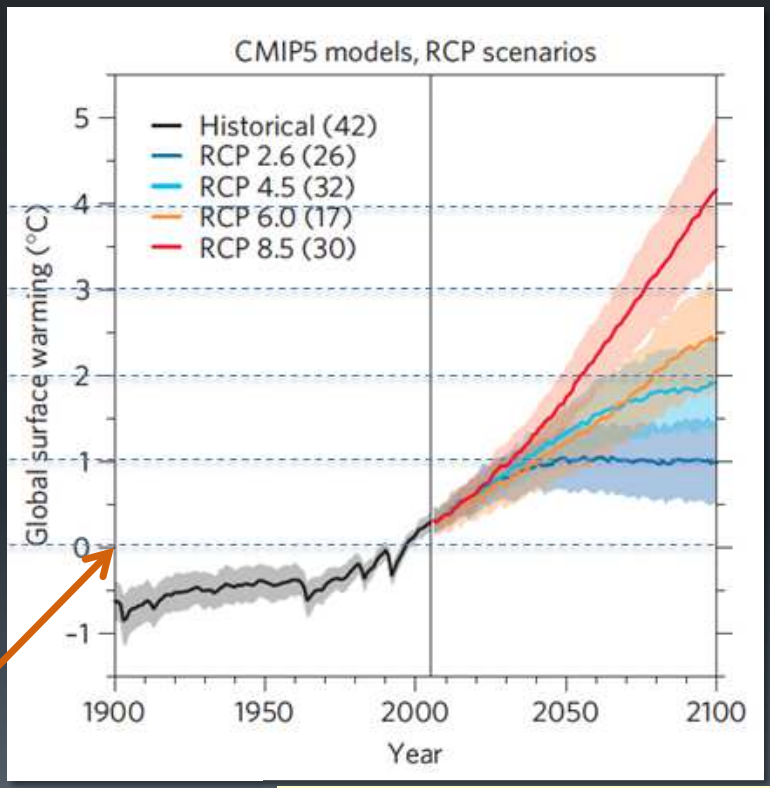
WSL
© NE Zimmermann
ETH zürich

Auswirkungen des Klimawandels auf Baumartenverteilung und Bestandesstrukturen in (Gebirgs-)Wäldern der Schweiz

Niklaus E. Zimmermann, WSL & ETH
Nicolas Bircher, ETH

Erwartete Klimaveränderung

- Neue RCPs ersetzen die alten SRES Szenarien



Scenariodaten relative zum beobachteten (1986 – 2005) Klima

Knutti & Sedlaceck, 2013, *Nature Climate Change*

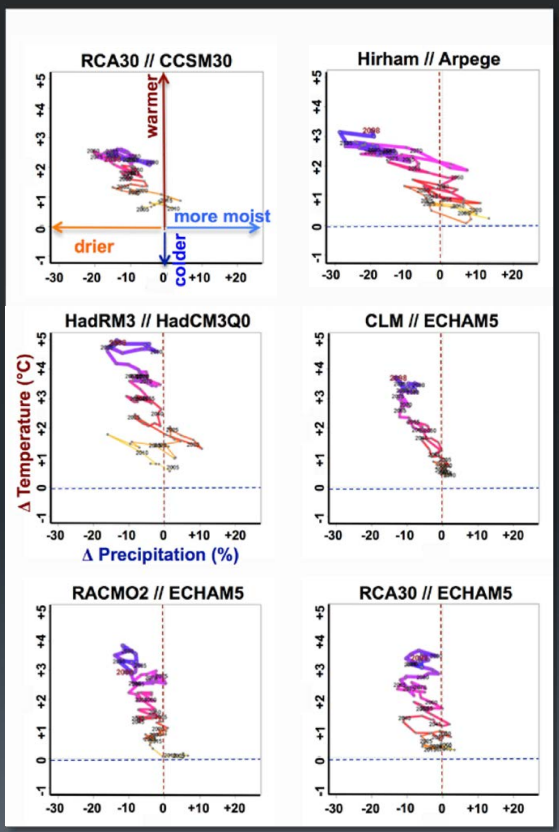
Erwartete Klimaveränderung

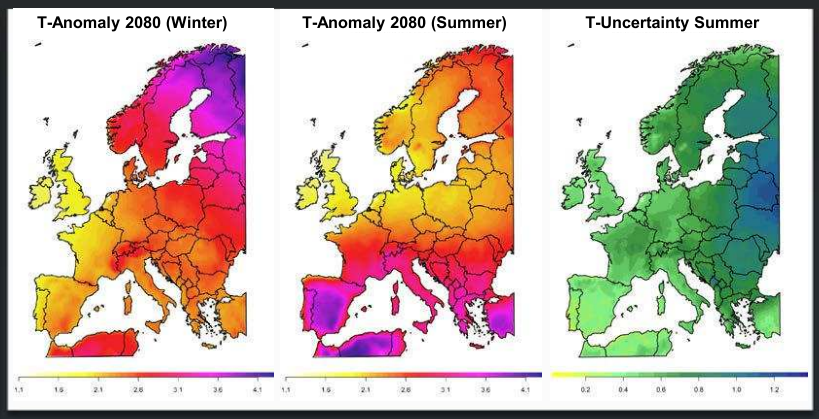
- 6 Regionale Klima-Modelle (**RCMs**) angetrieben von 6 GCMs
- ... aus dem europäischen FP6 ENSEMBLES Projekt
- 6 Statistische Modelle zum Erklären der räumlichen Muster
- Ergibt 6x6=36 Modelle unter zukünftigem Klima
- Modell-Ensembles: 0-30%; 30-60%; 60-100%

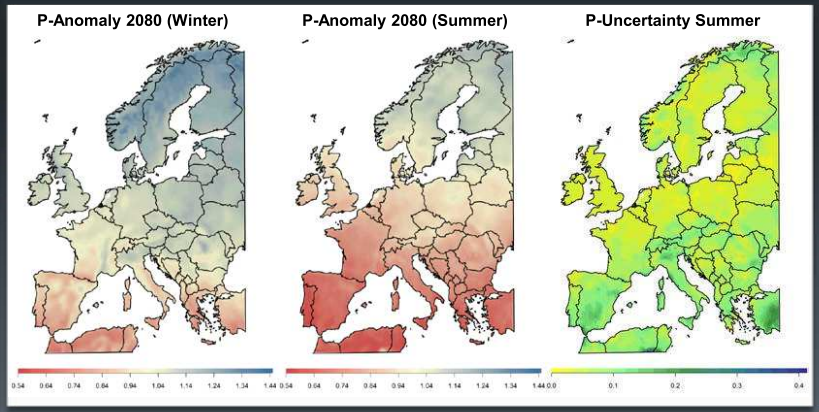
Model **RCM**/GCM	Scenario: A1Fi	A1B	A2	B1	B2
CLM/ECHAM5, run by MPI	–	x	x	x	–
RACMO2/ECHAM5, run by KNMI	–	x	–	–	–
HADRN3/HadCM3, run by HC	–	x	–	–	–
HIRHAM3/Arpège, run by DMI	–	x	–	–	–
RCA30/CCSM3, run by SMHI	–	x	x	–	x
RCA30/ECHAM5, run by SMHI	–	x	x	x	–

Erwartete Klimaveränderung

- Ensemble (6RCMs): Projektion der A1B Klimaveränderung

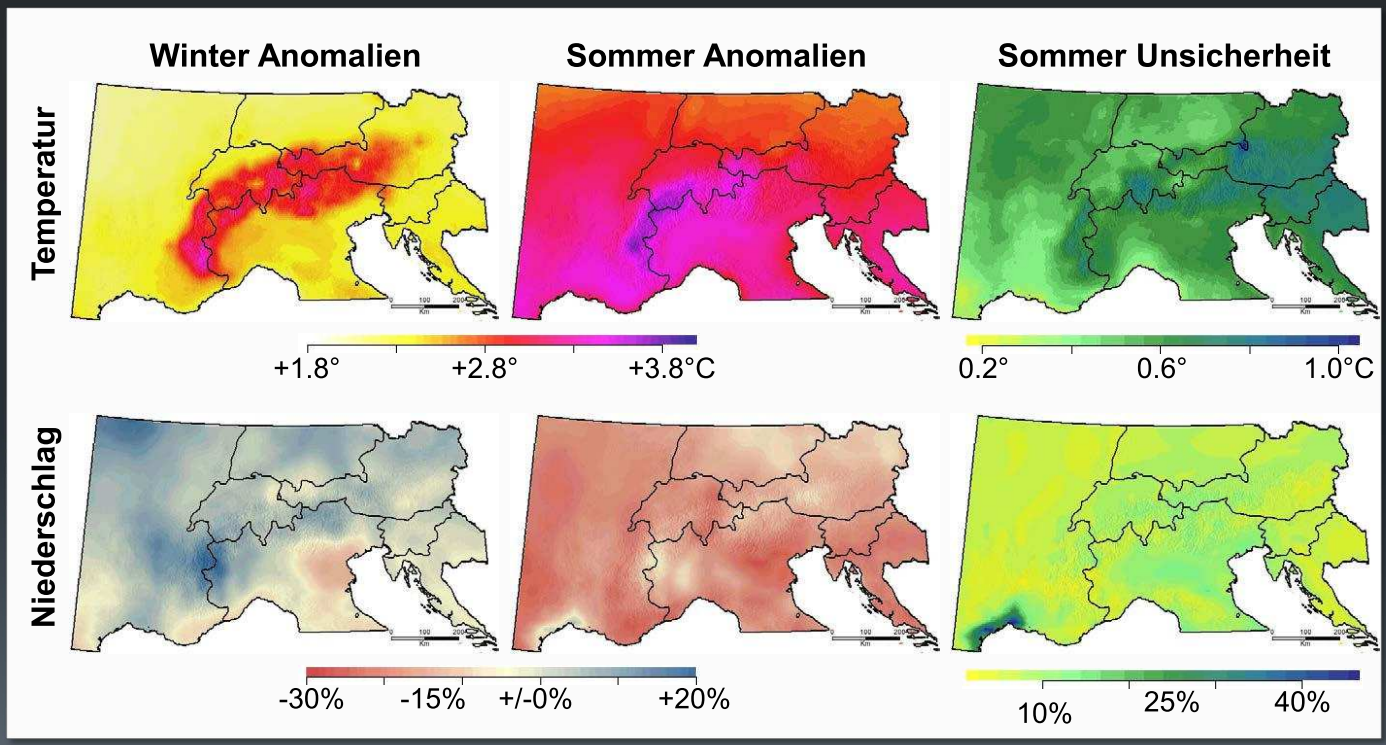






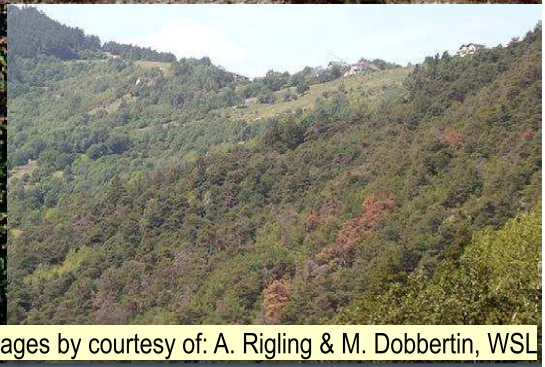
Erwartete Klimaveränderung

- Das Klima im Gebirge ändert stärker als im Tiefland…



Extreme Trockenheit – Baumsterben

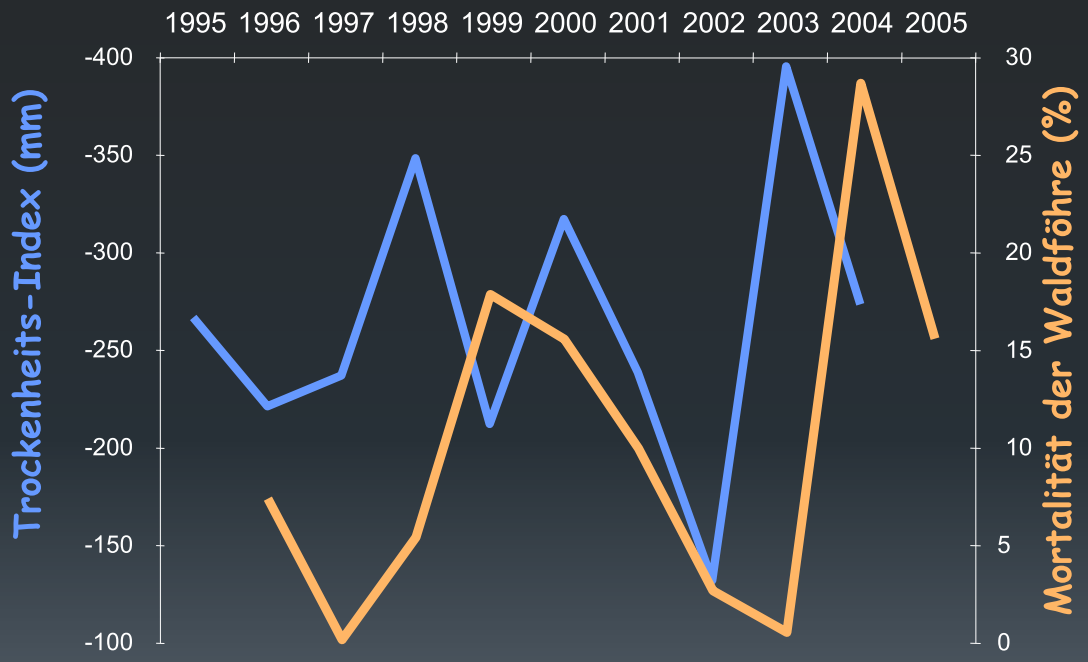
- Föhren sterben in den Tieflagen des Wallis…
- werden durch Flaumeiche ersetzt



Images by courtesy of: A. Rigling & M. Dobbertin, WSL

Extreme Trockenheit – Baumsterben

- Trockenheit und Baum-Mortalität im Wallis



Rigling et al., 2013, *Global Change Biology*

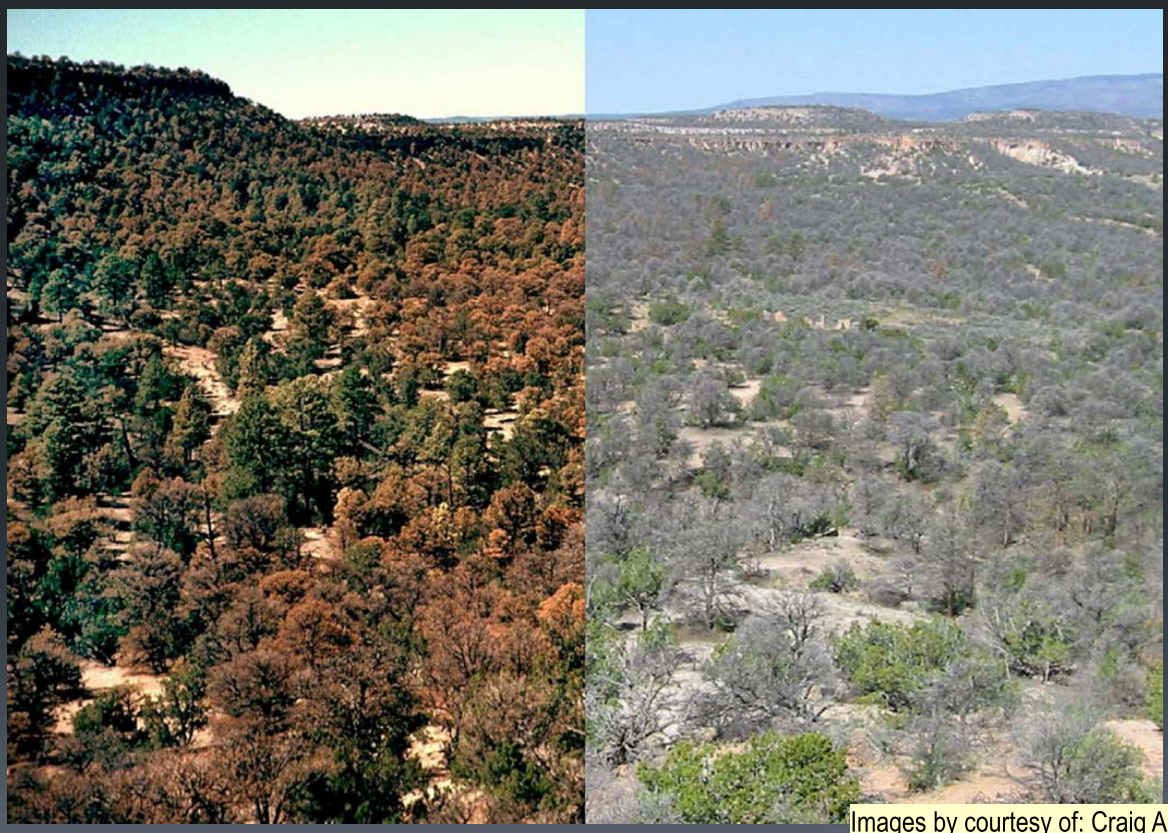
Warme Winter – Borkenkäfer-Epidemien

- >13‘000‘000 ha Föhrenwald sind in Kanada seit abgestorben… (Kurz et al. 2008)

Source: Internet

Extreme Trockenheit – Baumsterben

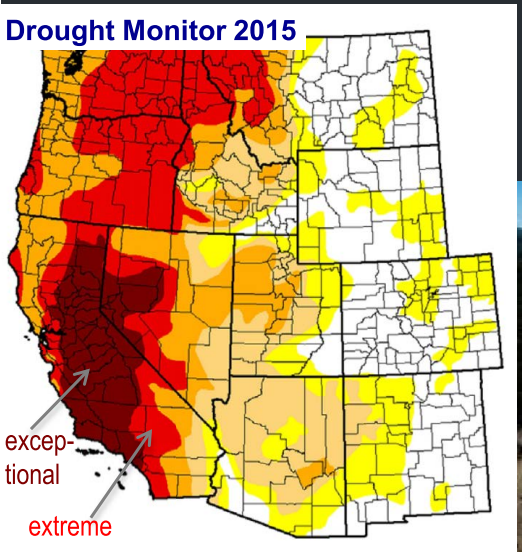
- SW-USA erlebt eine extreme Trockenheit (seit 5 Jahren)



Images by courtesy of: Craig Allen, USDA FS

Extreme Trockenheit – Baumsterben

- Bislang sind vor allem Föhren abgestorben (SW-USA).
- Nun sterben in Kalifornian auch Eichen durch Trockenheit (bislang: nur von Krankheiten, wie "*sudden oak death*")



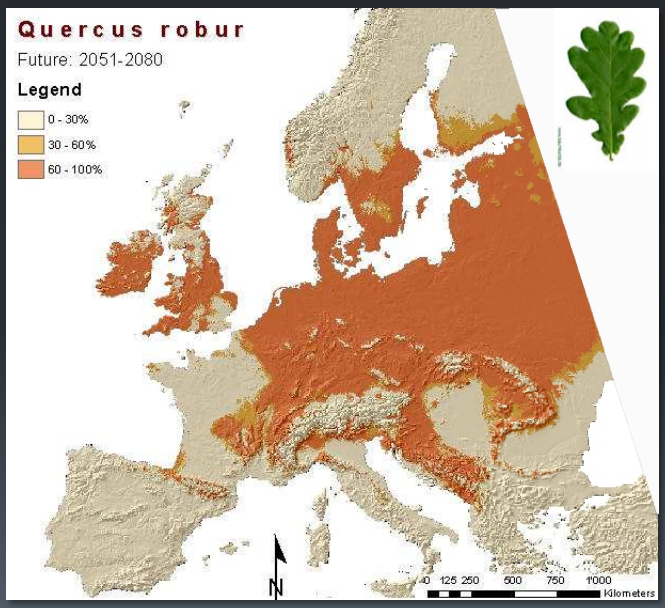
Source: Internet

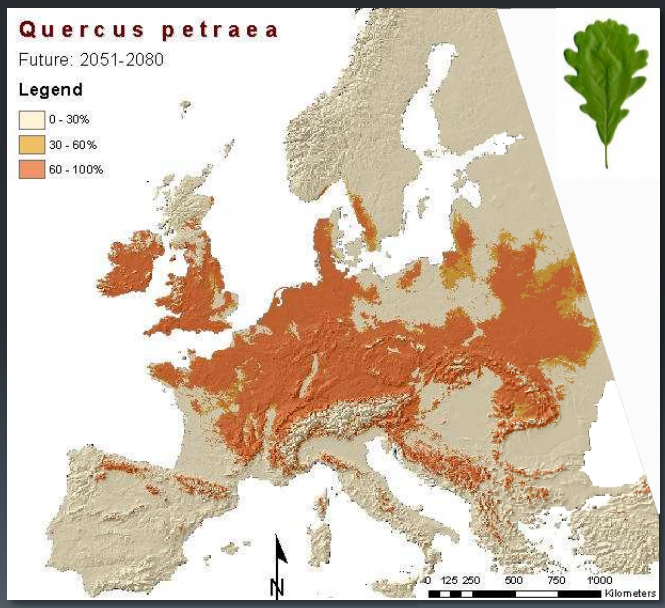
GWG Wintertagung 2016 – Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe 22.02.20 16 ETH zürich WSL

SDMs – Projected Species Responses

- Zwei zentraleuropäische Eichenarten
- Ensemble Vorhersage von mehreren SDMs and RCMs

Geeignetes Habitat in: 0-30% | 30-60% | 60-100% aller Modell/Klima-Kombinationen

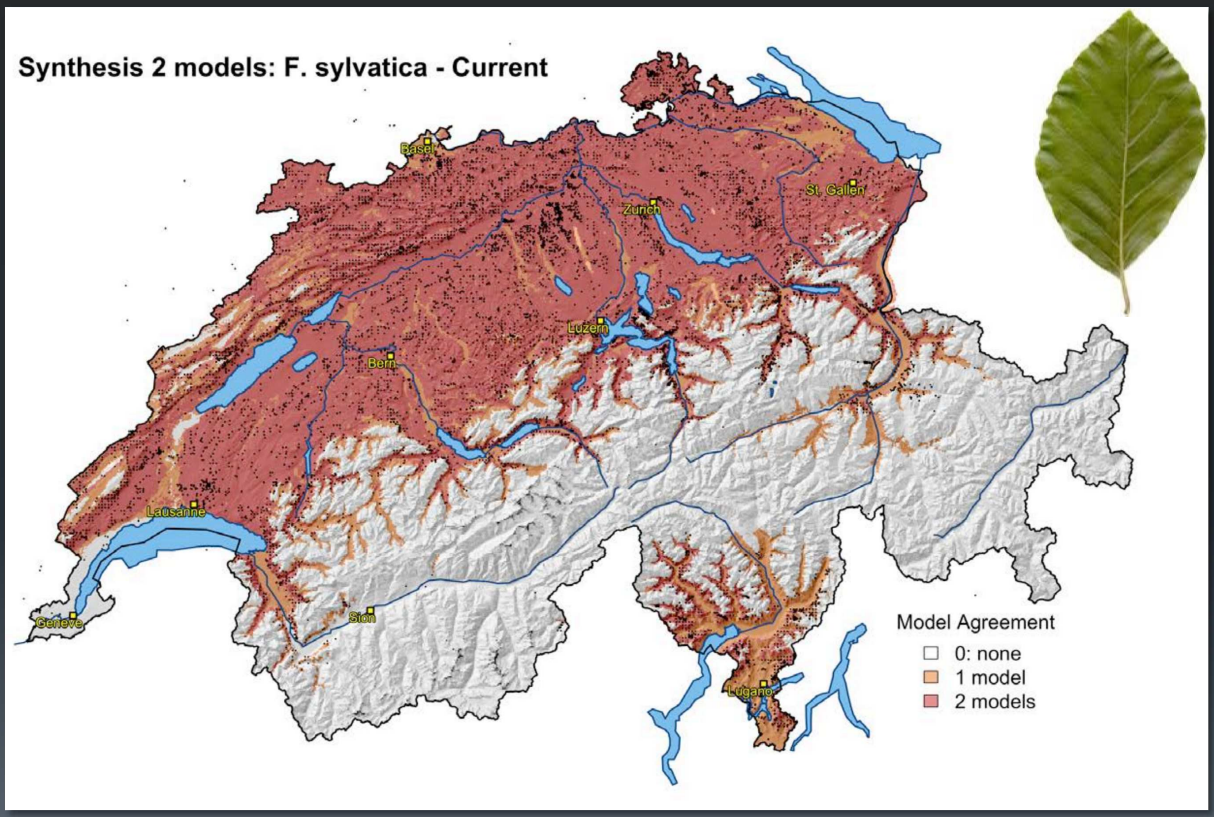




Zimmermann et al., in prep.

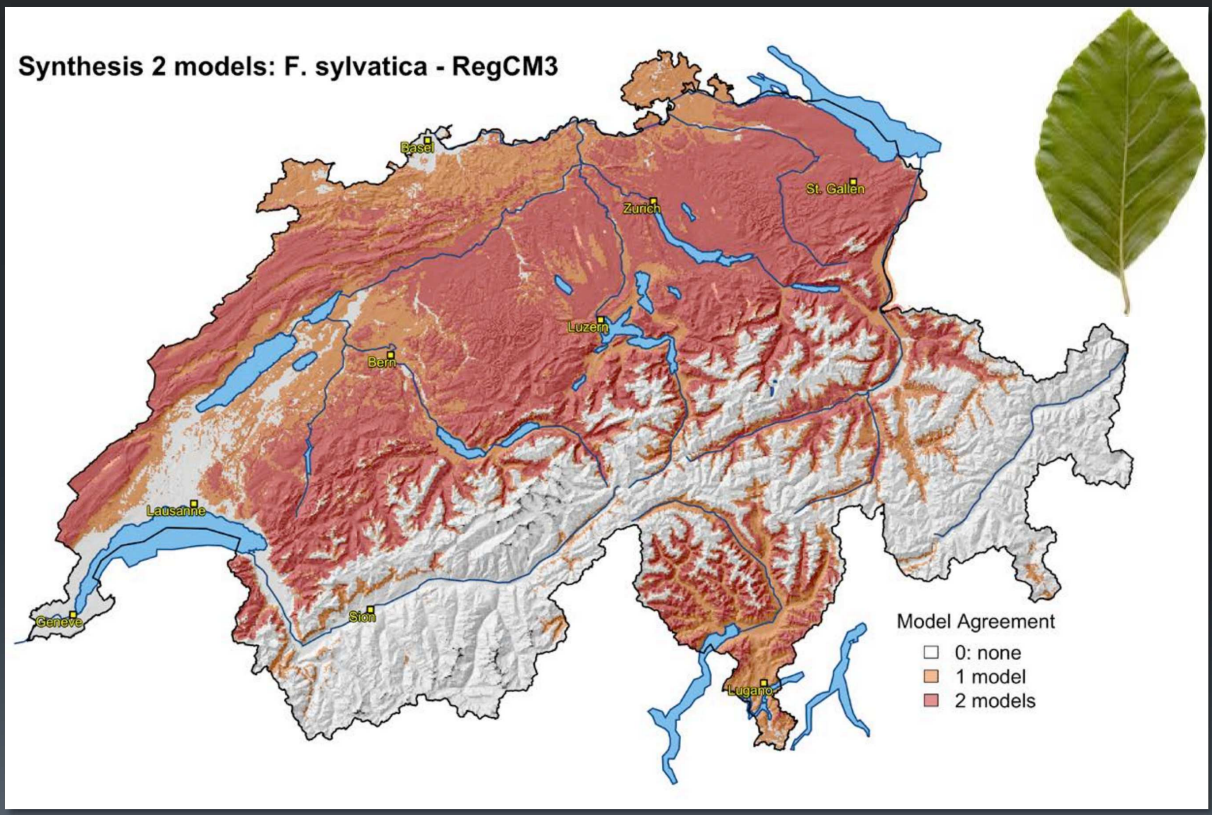
Modellvergleiche

- *Fagus sylvatica* – Heutiges Klima



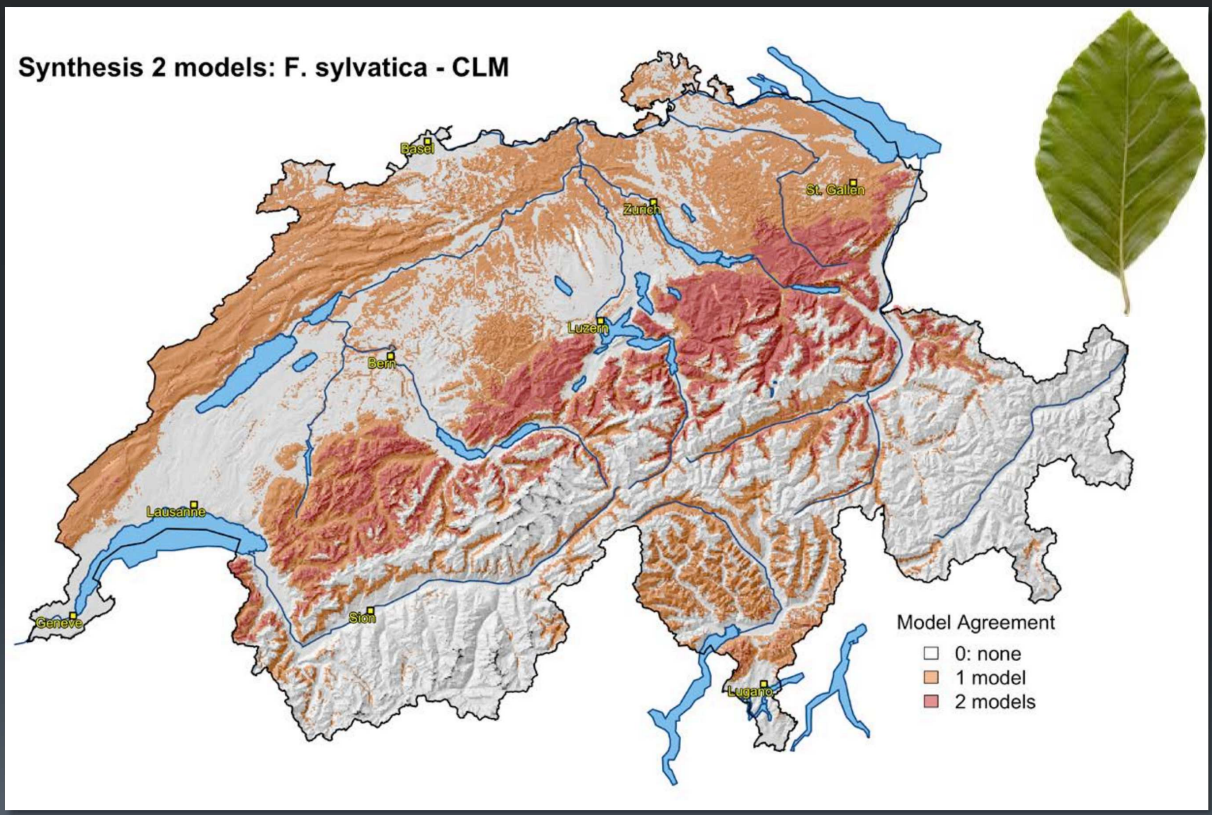
Modellvergleiche

- *Fagus sylvatica* – RegCM3 um 2100



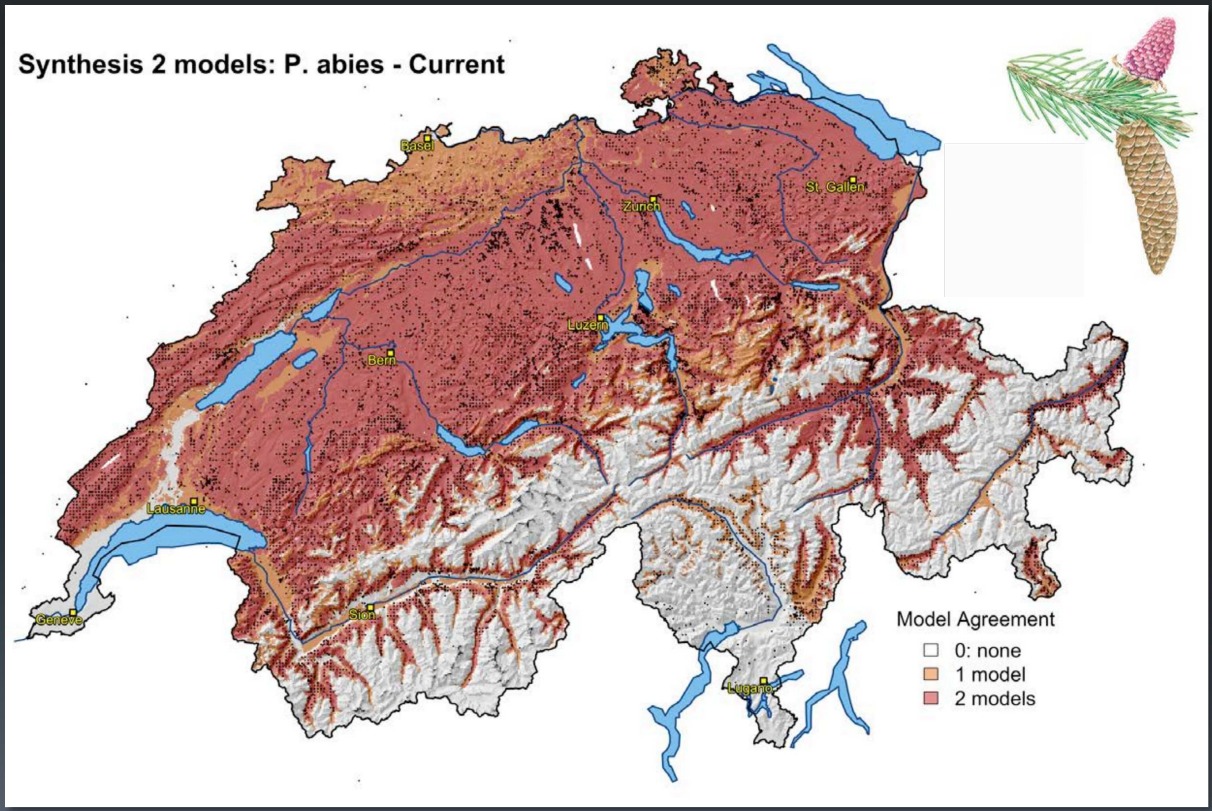
Modellvergleiche

- *Fagus sylvatica* – CLM um 2100



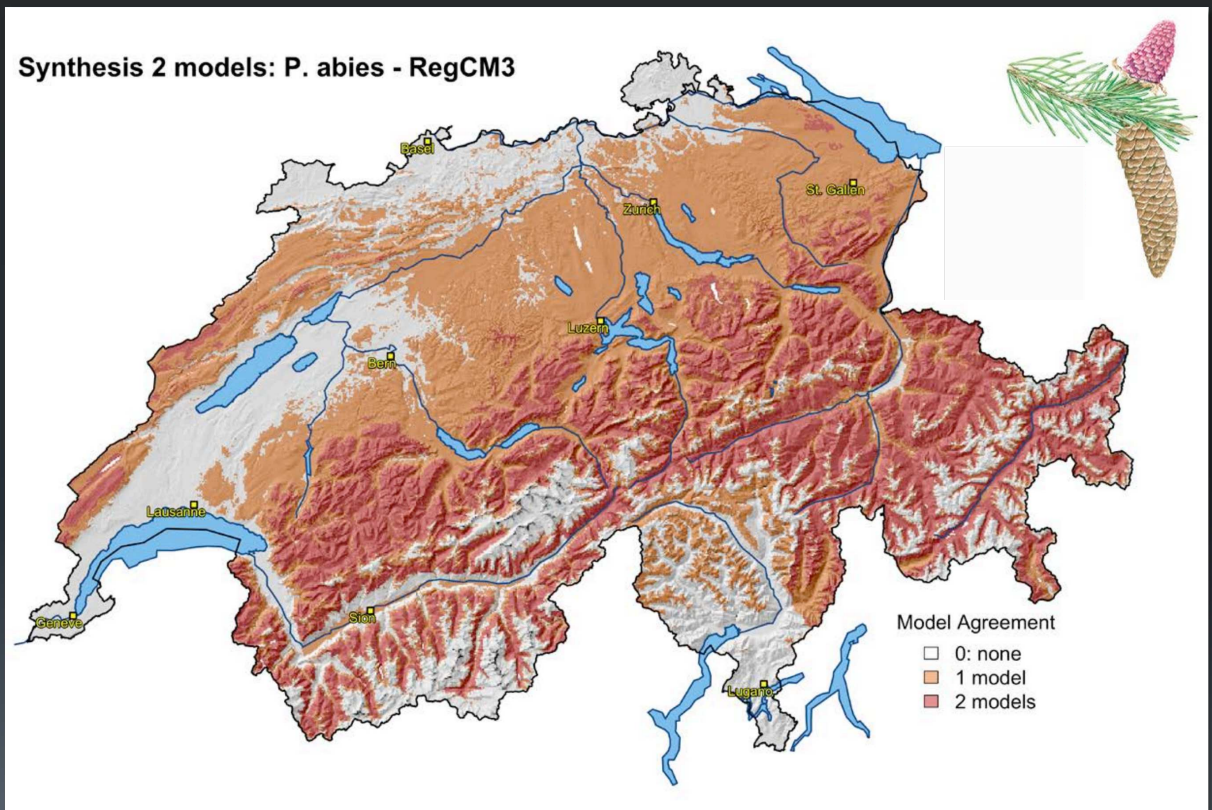
Modellvergleiche

- *Picea abies* – Heutiges Klima



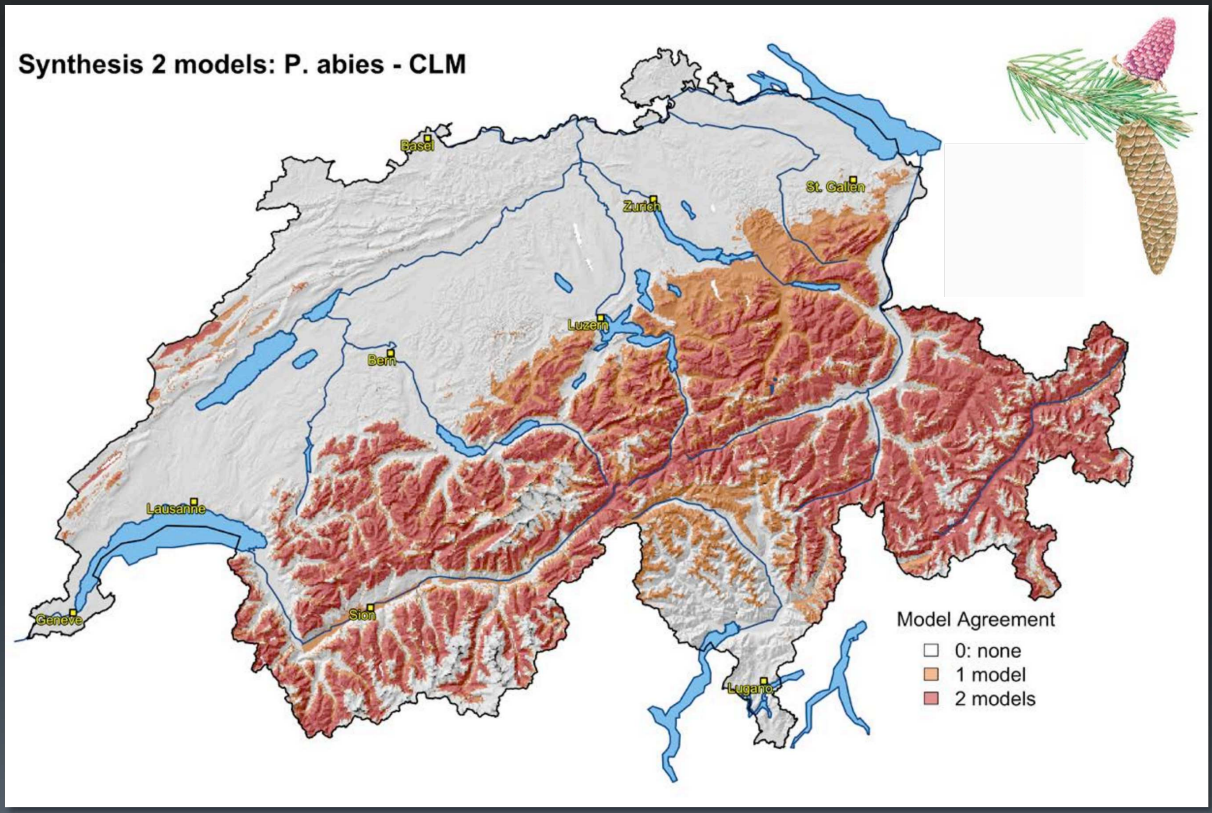
Modellvergleiche

- *Picea abies* – RegCM3 um 2100



Modellvergleiche

- *Picea abies* – CLM um 2100



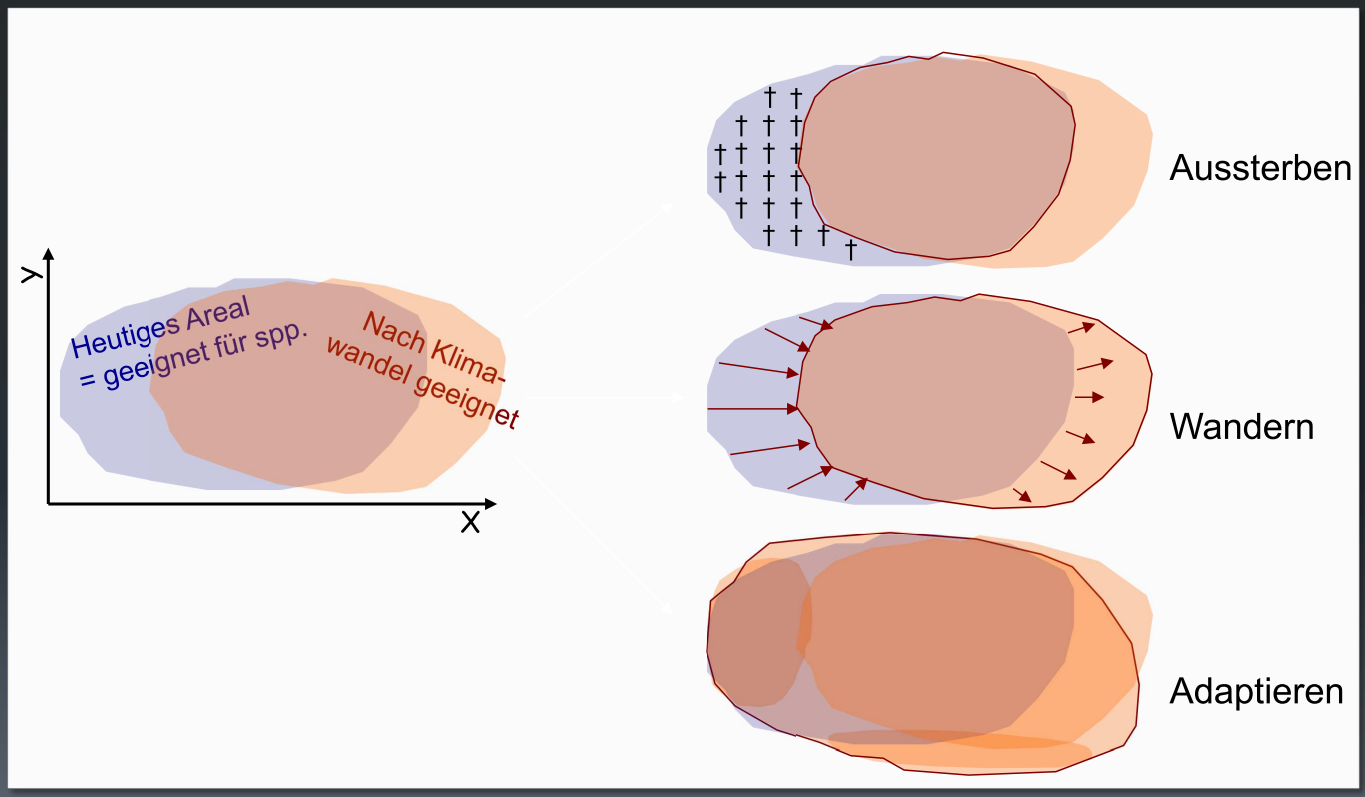
Reaktion auf Klimawandel

- Das Dilemma der “wärmeren Welt” im Modell-Output…

• Zu kalt/nass, heute • Keine Evidenz für Präsenz der Art heute • Wird die Art hierhin wandern nach Erwärmung? • Wenn ja, wie schnell?	Geeignetes Habitat unter heutigem UND zukünftigem Klima	• Zu warm/trocken (Zukunft) • Keine Evidenz für Präsenz unter solch zukünftigem Klima • Wird die Art lokal oder generell aussterben? • Wenn ja, wie rasch?

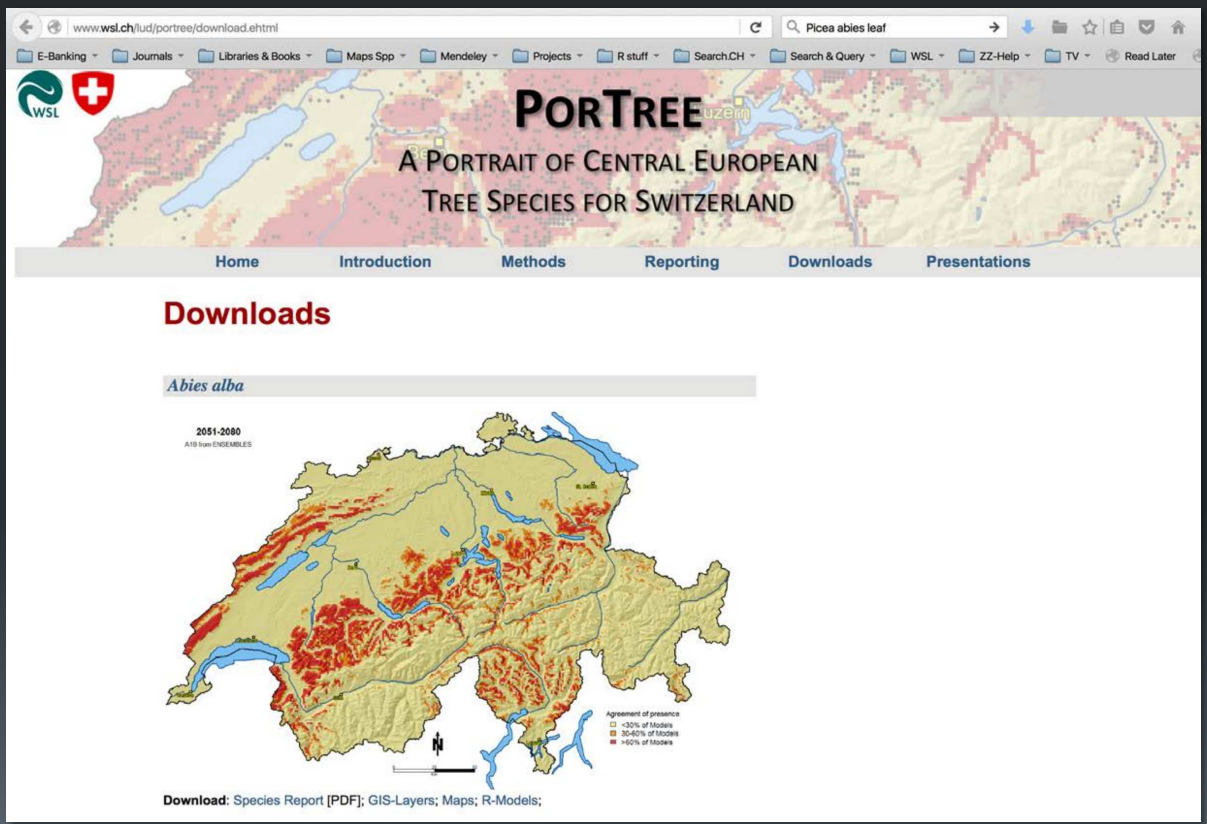
Reaktion auf Klimawandel

- Wandern, Aussterben oder Adaptieren



PorTree Website aus Wald&CC Prgm

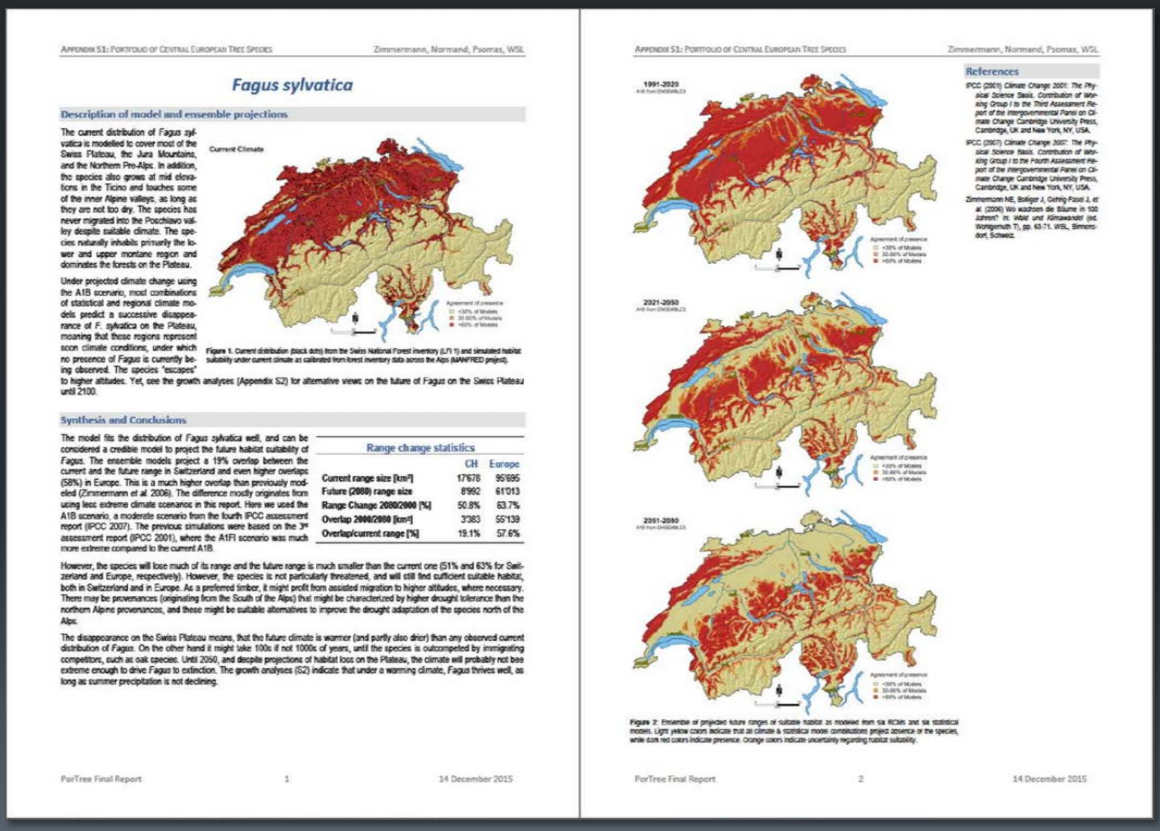
- www.wsl.ch/lud/portree



PorTree Website

PorTree Website aus Wald&CC Prgm

- Arten-Portraits sind online abrufbar



Fagus sylvatica

Description of model and ensemble projections

Synthesis and Conclusions

Range change statistics

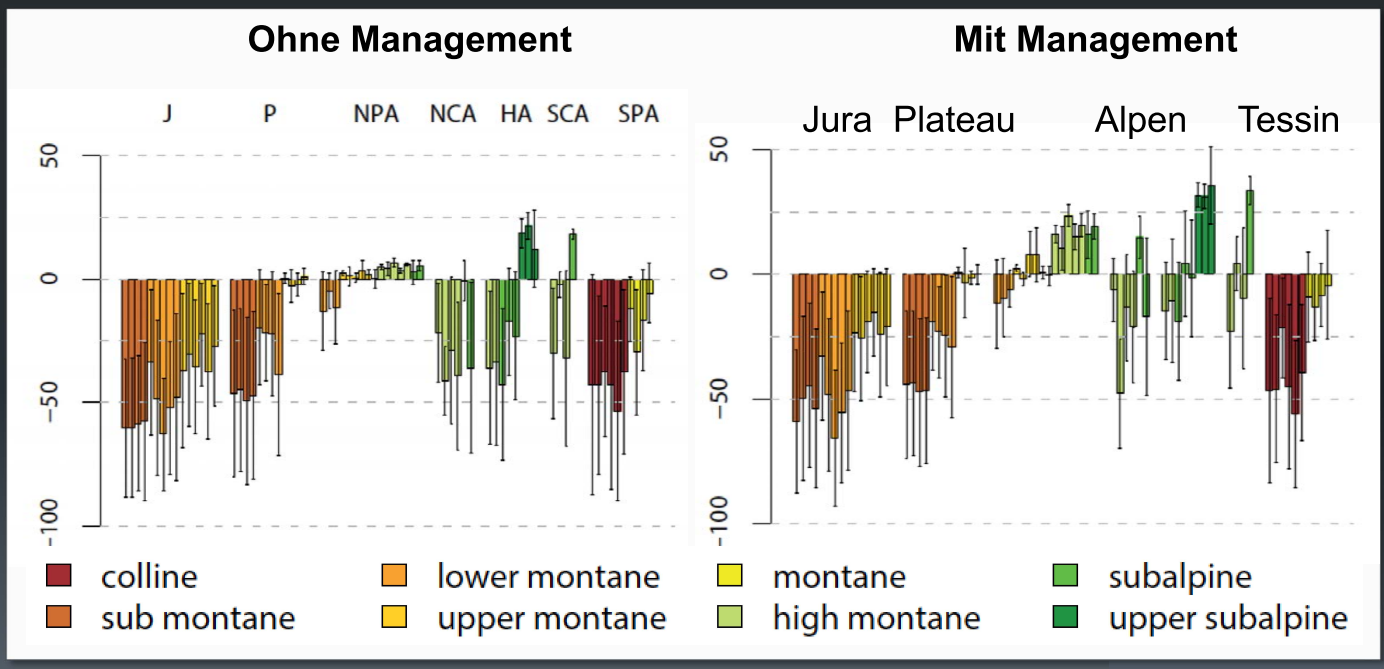
	CH	Europe
Current range size [km²]	17678	95'695
Future (2080) range size	8'992	61'013
Range Change 2080/2000 [%]	50.8%	63.7%
Overlap 2080/2000 [km²]	3'383	55'139
Overlap/current range [%]	19.1%	57.6%

References

PorTree Website

ForClim basierte Prognosen

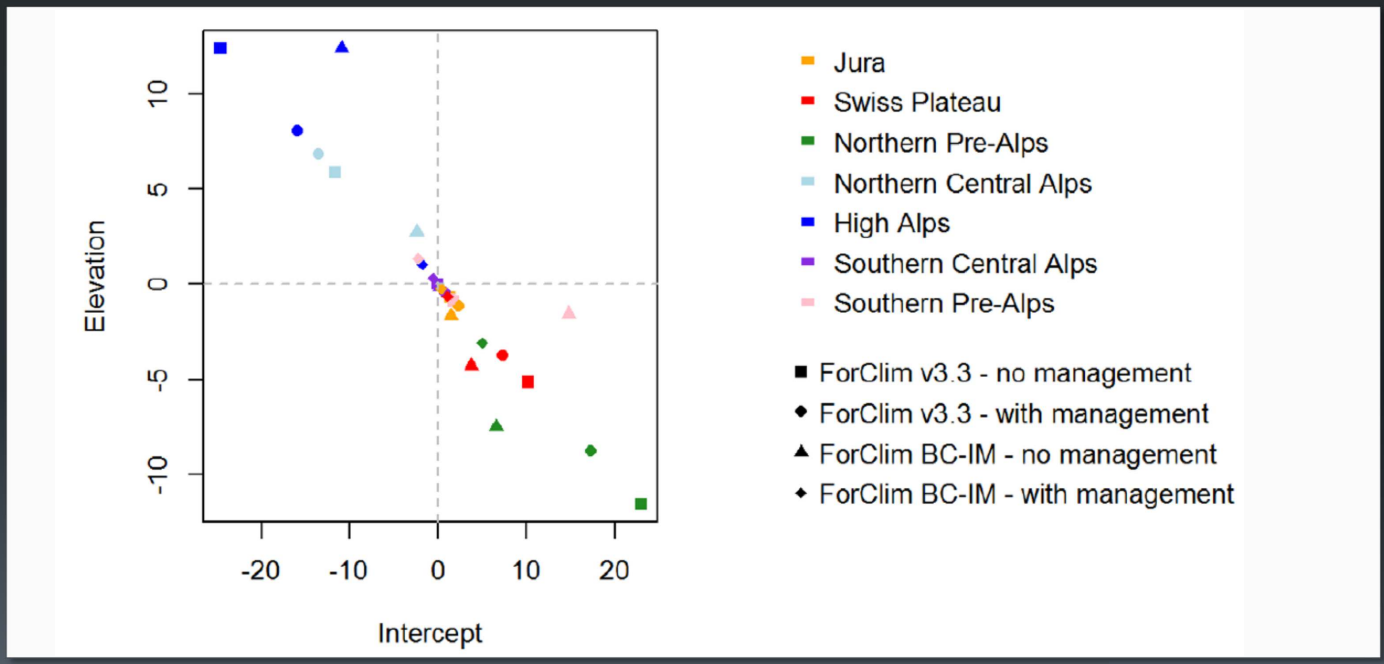
- Basalflächenveränderung bis 2100; 11 A2-basierte Szenarien
- Waldmanagement lindert zu einem Teil die negative Effekte



Nicolas Bircher, PHD, 2015

ForClim basierte Prognosen

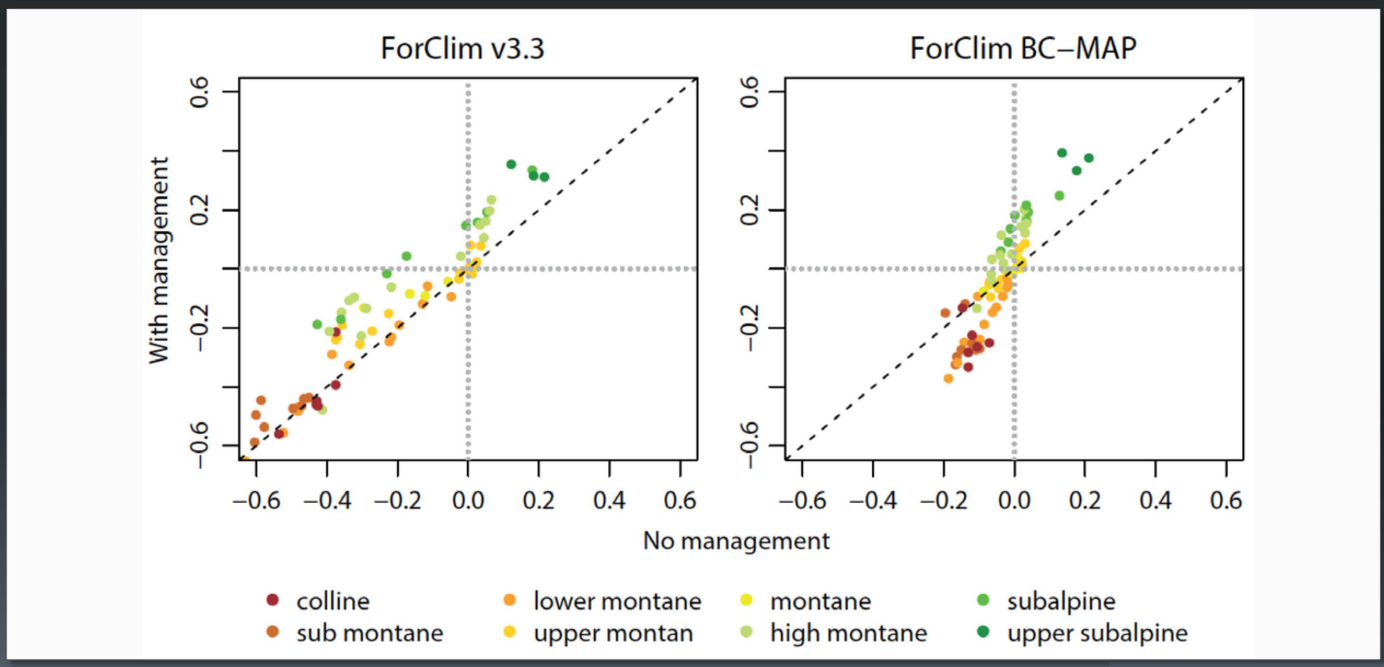
- Basalflächenveränderung bis 2100; 11 A2-basierte Szenarien
- Höchste Lagen und N-Zentralalpen profitieren, die N-Voralpen und das Mittelland verlieren Basalfläche unter Klimawandel



Nicolas Bircher, PHD, 2015

ForClim basierte Prognosen

- Basalflächenveränderung bis 2100; 11 A2-basierte Szenarien
- Vor allem hochmontane bis ober-subalpine Wälder profitieren von optimierter Waldpflege.



Nicolas Bircher, PHD, 2015

GWG Wintertagung 2016 – Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe 2/22/2016

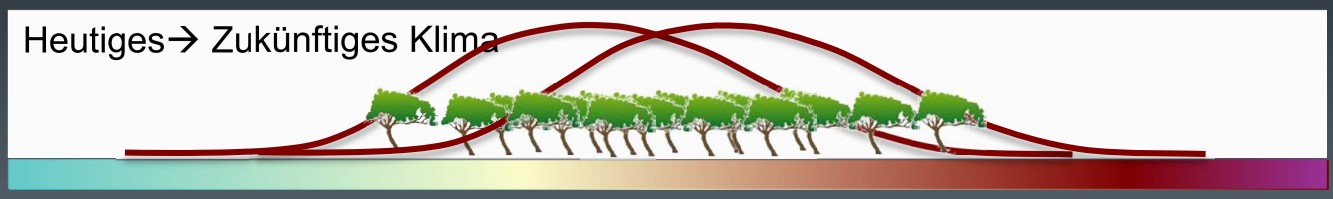
Zusammenfassung

- Es wird grossflächig Artenverschiebungen geben
- Das Wachstum nimmt im Gebirgen zu, im Tiefland aber ab
- Im Gebirgsraum ist sorgfältige Waldpflege speziell profitabel
- Der Baumarten-Wandel wird relativ langsam vonstatten gehen, v.a. gegen die obere Waldgrenze hin.

SDMs – Verbreitungs-Modellierung

- Prinzip der Klimahüllen-Modellierung (räumliche Verbreitung von Tier- und Pflanzenarten).

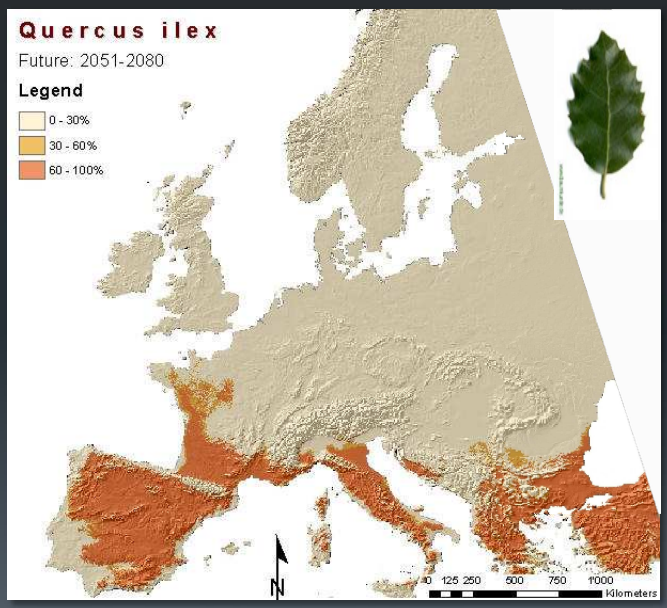
kalt	*Ökologischer Raum*	warm
Nord	*Geographischer Raum*	Süden
Hochlage	*Topographischer Raum*	Tieflage

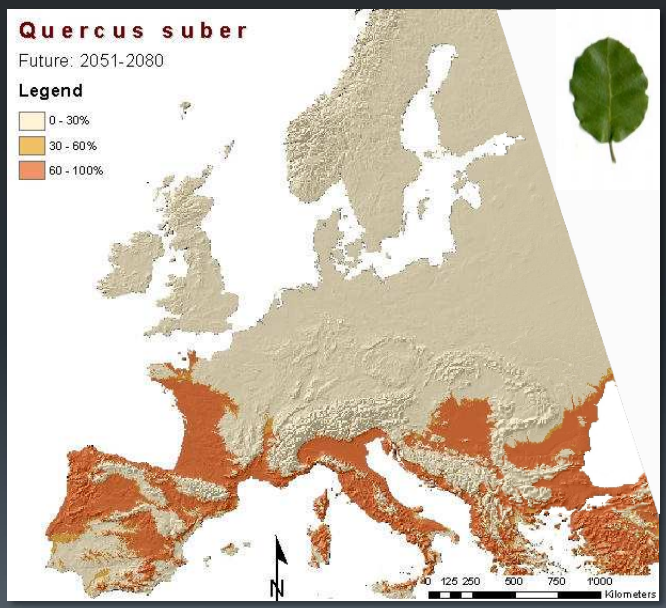


SDMs – Projected Species Responses

- Two Central European Oak Species
- Ensemble predictions from multiple SDMs and RCMs

Suitable habitats in: 0-30% I 30-60% I 60-100% of all model/climate combinations

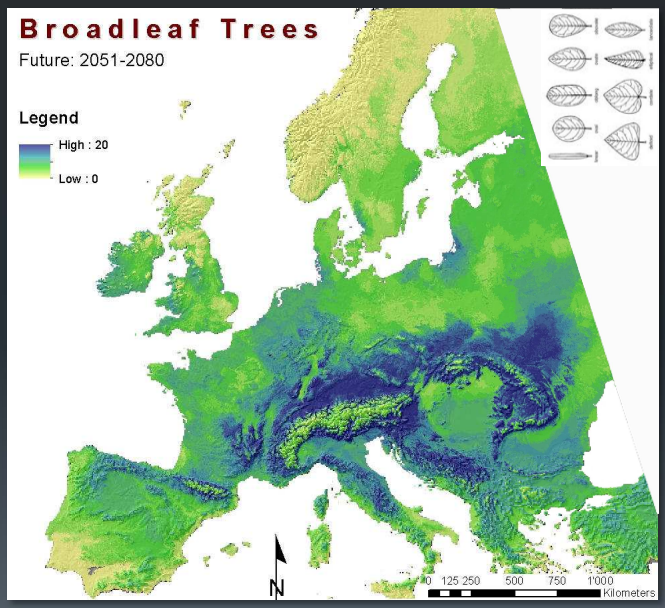


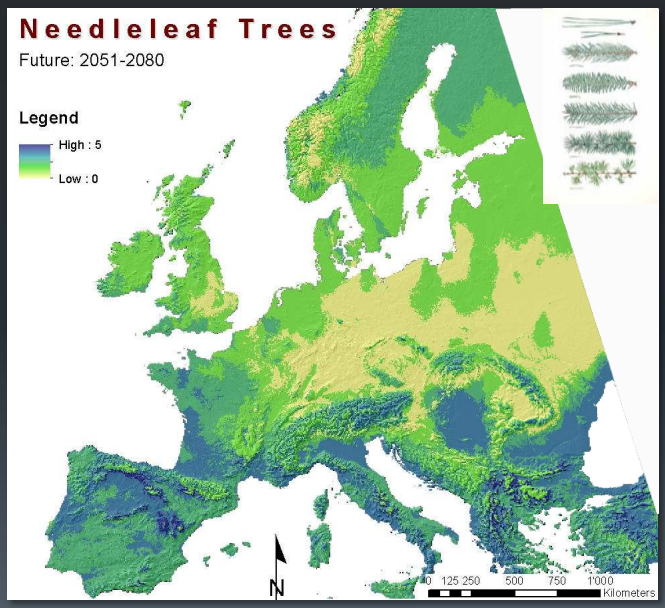


Zimmermann et al., in prep.

SDMs – Projected Species Responses

- Broadleaf (25) and Needleleaf (9) Biome Shifts
- Divergent In-/Decrease (Atlantic/Continental Europe)
- Among 34 tree species modelled

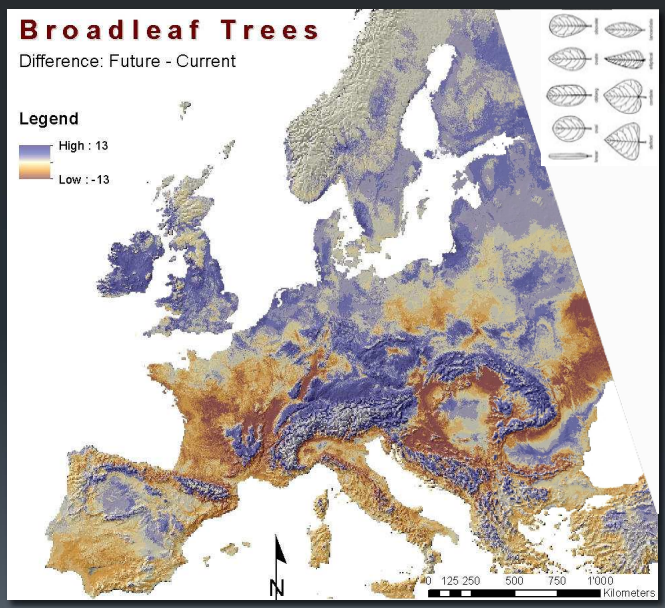


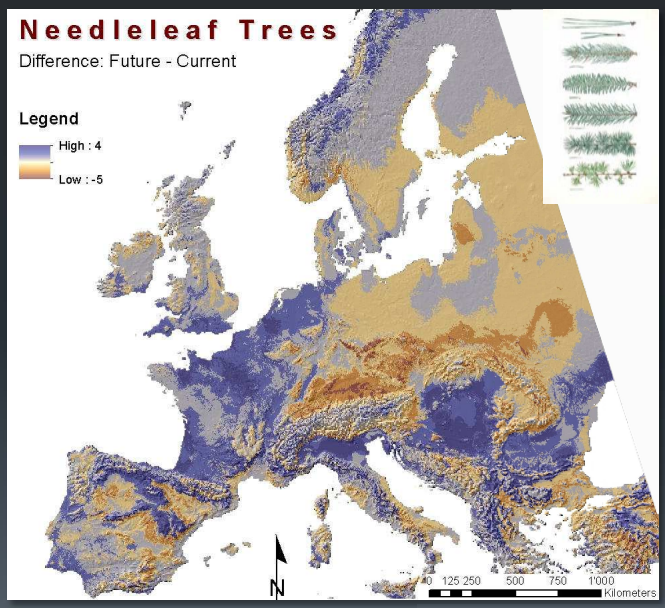


Zimmermann et al., in prep.

SDMs – Projected Species Responses

- Broadleafs increase in Central & Northern parts of Europe
- Needleleafs increase in currently Mediterranean and sub-ozeanic climates that become warmer and drier



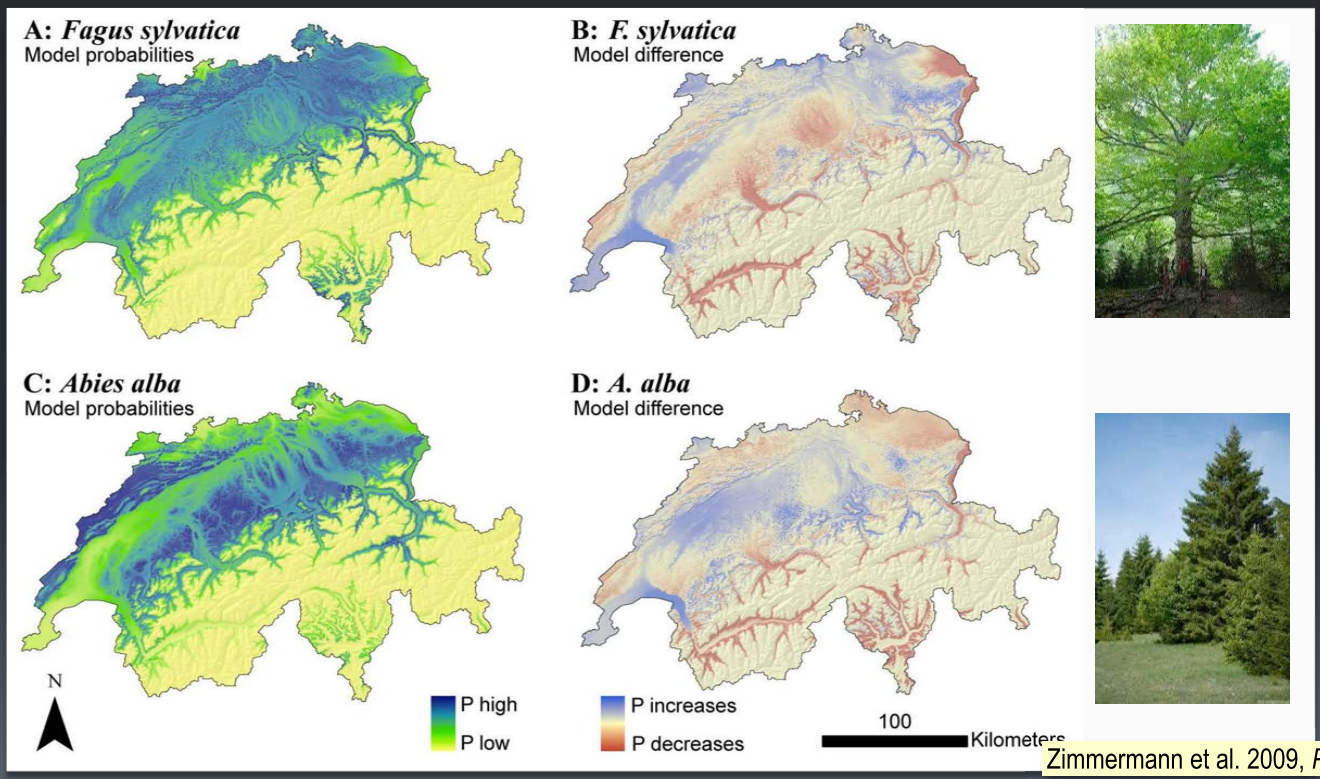


Zimmermann et al., in prep.

GWG Wintertagung 2016 – Schweizerische Gebirgswaldpflegegruppe 2/22/2016

Improvements – use climate extremes

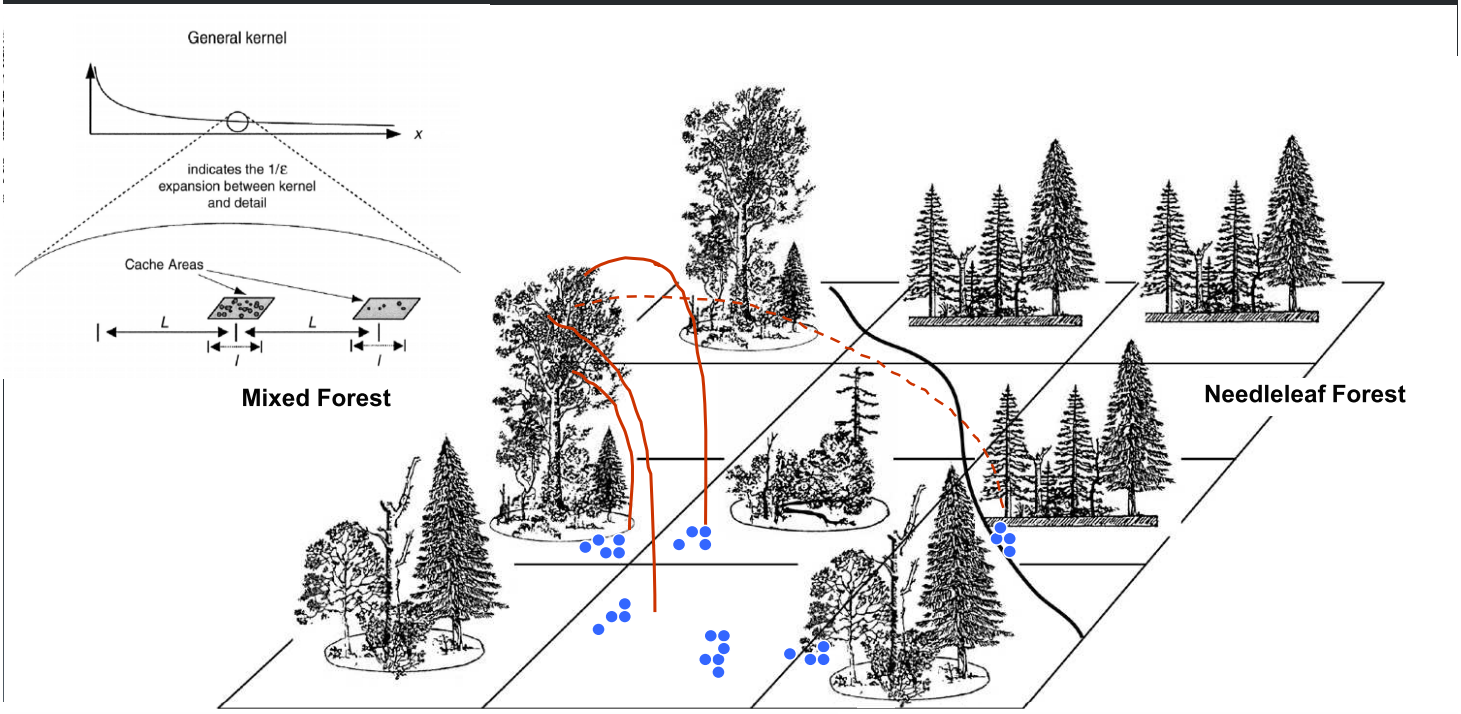
- Climate extremes also affect the shape of ranges, not only the rear (front) edge response under severe climate anomalies.



Zimmermann et al. 2009, *PNAS*

Improvements – simulate migration

- Hybrid models focusing on dynamics and demography:
  - Use a dynamic model to simulate migration and apply to an SDM

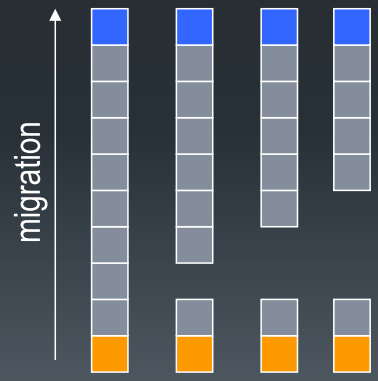


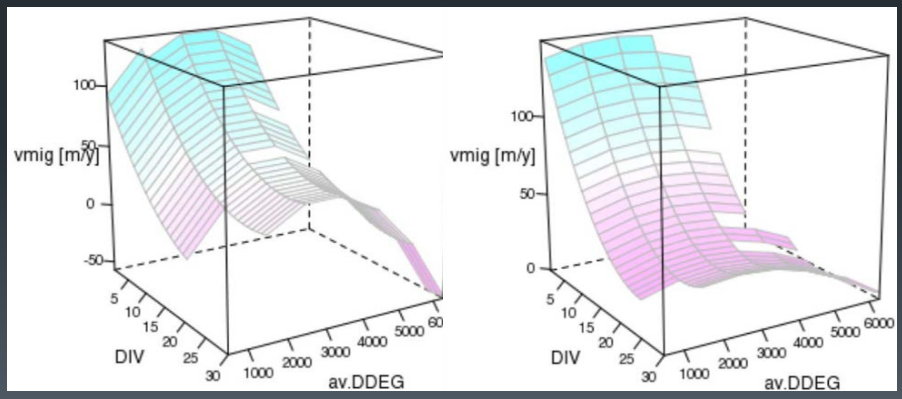
Lischke et al. 2006, Ecological Modelling; Powell&Zimmermann 2004, *Ecology*

Meier et al. 2012, *Global Ecology and Biogeography*

Improvements – simulate migration

- Hybrid models focusing on dynamics and demography:
  - Use a dynamic model to simulate migration along transect
  - Study effect of abiotic, biotic, and landscape contextual impacts on species migration rates
  - Calibrate simple migration surfaces per species for global change impact studies

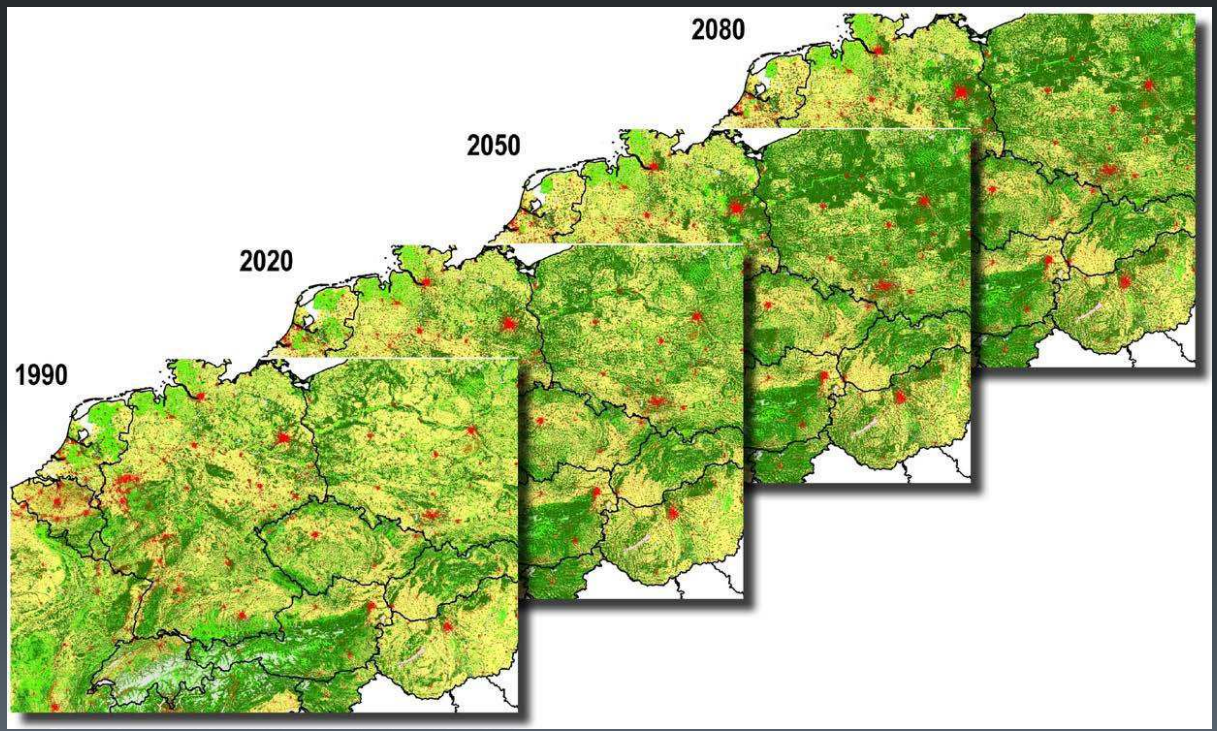




Meier et al. 2012, *Global Ecology and Biogeography*

Improvements – simulate migration

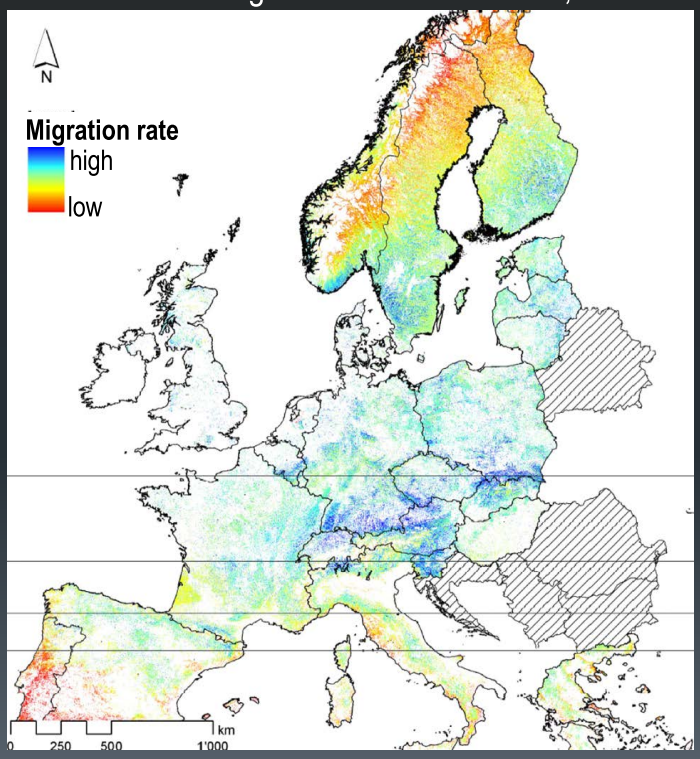
- LUC scenarios (10‘) from ALARM project downscaled to a 250m resolution in the FP6 project ECOCHANGE



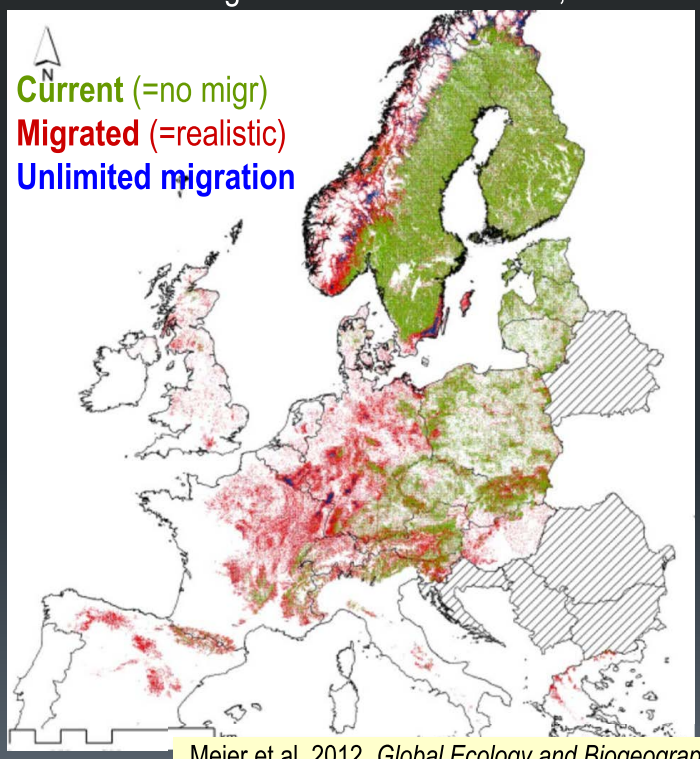
Improvements – simulate migration

- Migration rate and migration lag in poplar [B1]

Potential migration rate: *P. tremula*, B1



Simulated migration of *P. tremula*: B1, 2050

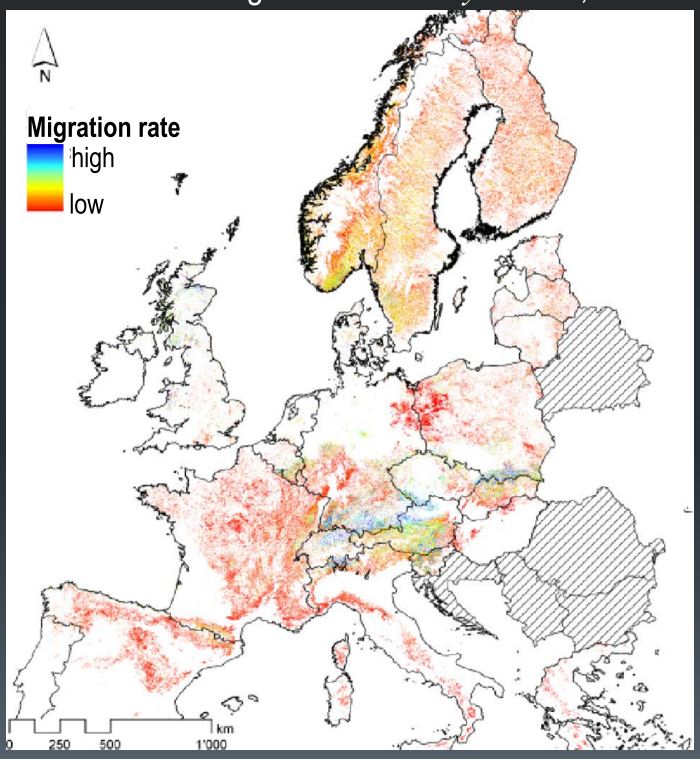


Meier et al. 2012, *Global Ecology and Biogeography*

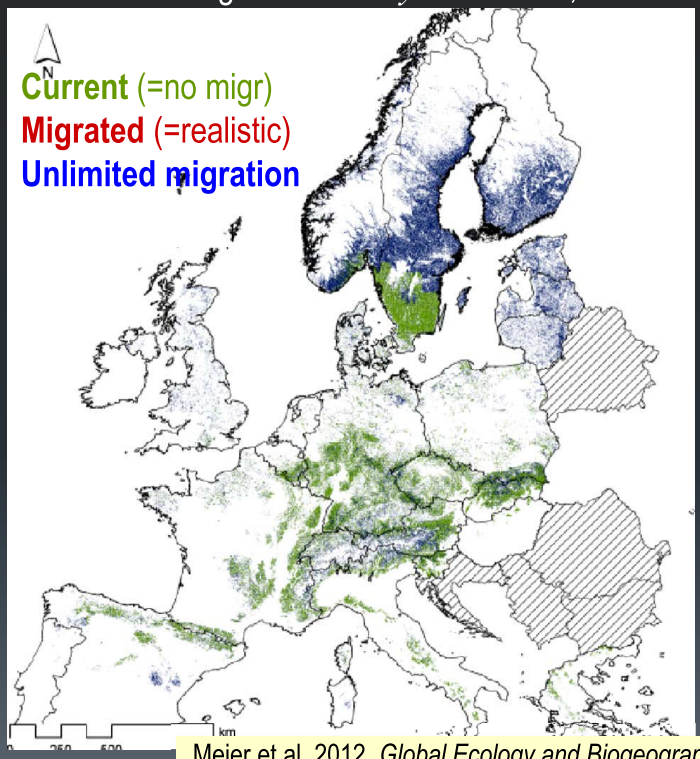
Improvements – simulate migration

- Migration rate and migration lag in beech [B1]

Potential migration rate: *F. sylvatica*, B1



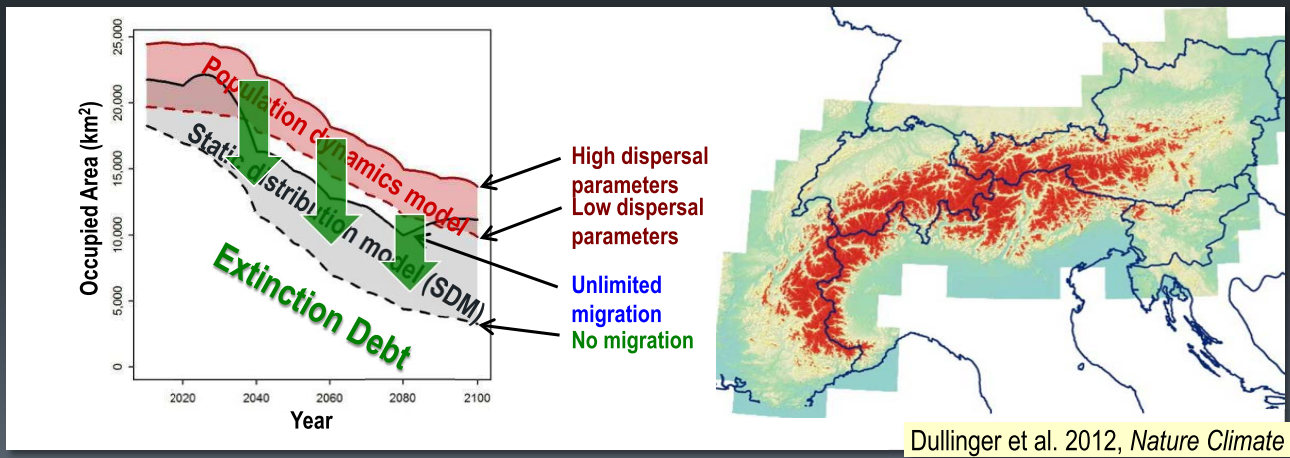
Simulated migration of *F. sylvatica*: B1, 2050



Meier et al. 2012, *Global Ecology and Biogeography*

Improvements – simulate migration

- Hybrid models focusing on dynamics and/or demography:
  - Many „hybrid models“ are currently being developed:
  - e.g. Demographic Range Models (semi-dynamic)
- They link empirically fitted suitability surfaces with demographic and/or dynamic component
- Make statements about transient effects at large, macroecological scales,



Dullinger et al. 2012, *Nature Climate Change*

Umgang mit Unsicherheiten am Beispiel der Wasserkraft

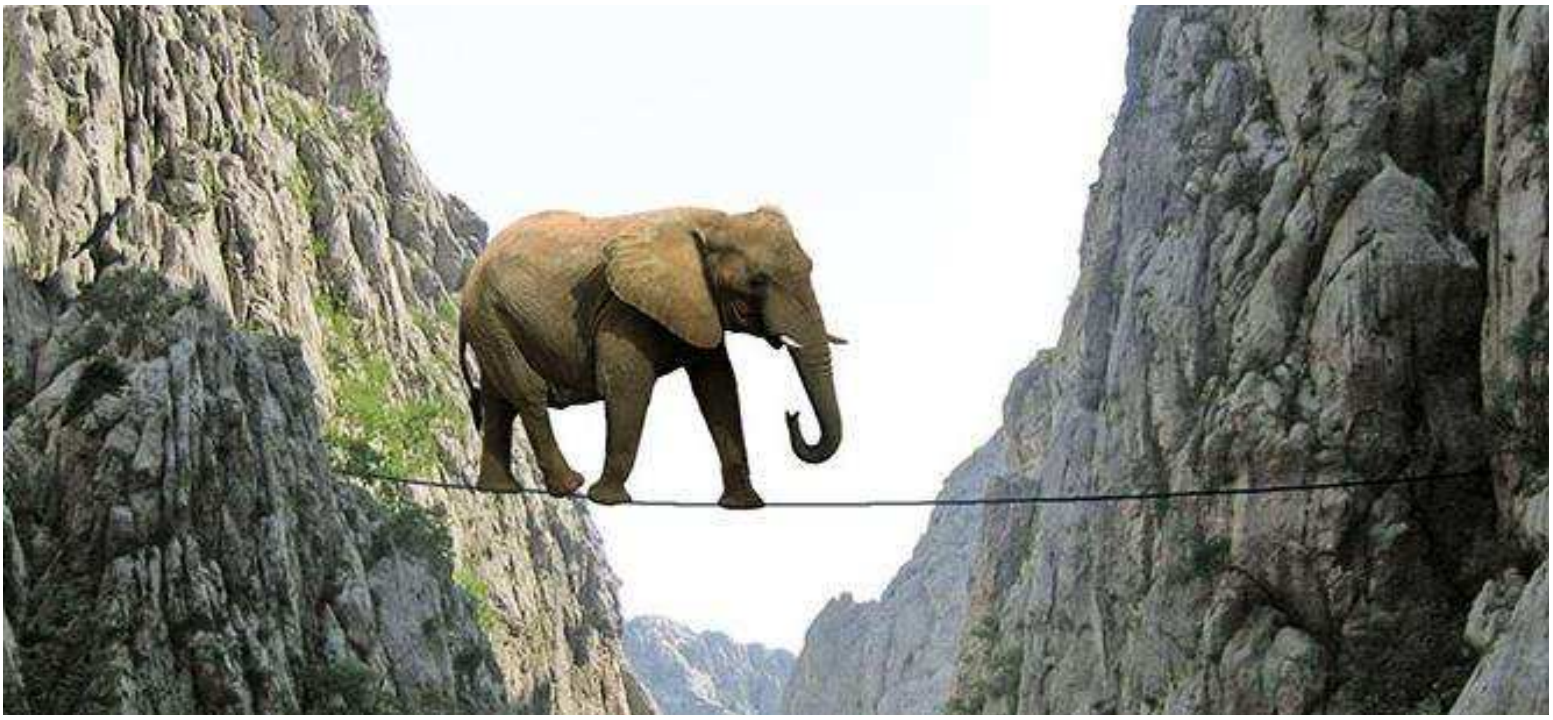
Wintertagung 2016 «Gebirgswald im Klimawandel» | 12. Februar 2016

Nick Zepf | Leiter Corporate Development | Axpo Baden

Agenda

1. Unsicherheit
2. Herausforderungen für Axpo
3. Fazit

1. Unsicherheit



Grundsätzlicher Umgang mit Unsicherheit

- Worin besteht die Unsicherheit? ⇨ Problem verstehen
- Warum gibt es Unsicherheit?
- Was ist deren Ursache?
- Wie kann man die Unsicherheit reduzieren; ev. auch verlagern (auslagern)?
- Wer kann mit dieser Unsicherheit von der strategischen Position her besser umgehen?

<u>Grundsätzlich:</u>

Unsicherheit ist nicht grundsätzlich schlecht. Wenn sie zu Sicherheit wird, kann sie eine Chance sein.

Lösungsansätze bei Unsicherheit

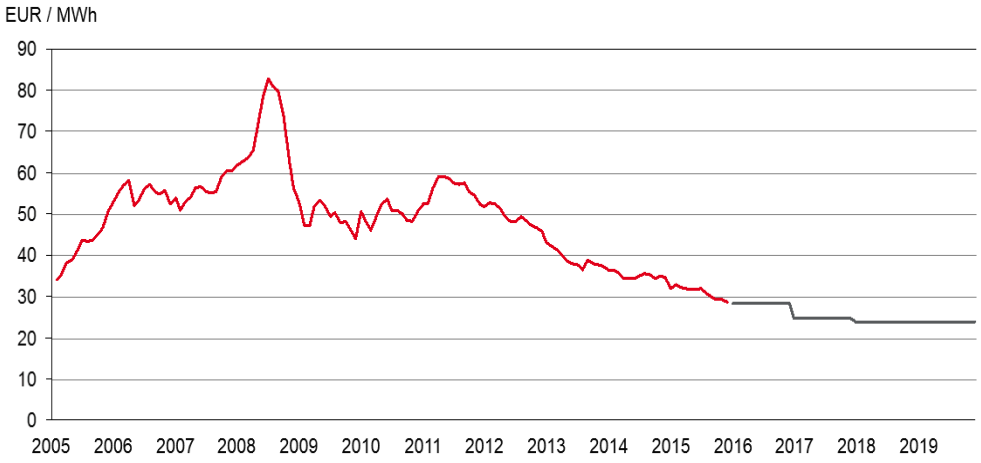
- Unsicherheit im Portfolio reduzieren ⇨ Verkauf
- Geschäfte diversifizieren ⇨ mehrere Standbeine mit geringer Abhängigkeit
- Kann man jene, die Einfluss auf die Unsicherheit haben, beteiligen? ⇨ Gleichschaltung von Interessen
- Kann man die Verantwortung übertragen?
  ⇨ rechtlich?
  ⇨ ökonomisch (über Preisindexierung und Forward)?
- Gibt es einen besseren Eigner dieser Unsicherheit?

Herausforderung / Unsicherheit Wasserkraft

- Wasserkraft = günstigste erneuerbare und einheimische Energie in grossen Mengen (60%)
- Energiewende
  ⇨ Förderung neue Energien
  ⇨ CO_2-Markt funktioniert nicht
    ⇨ Kohlepreis tief

⇨ Marktpreis sehr tief – Vollkosten nicht gedeckt

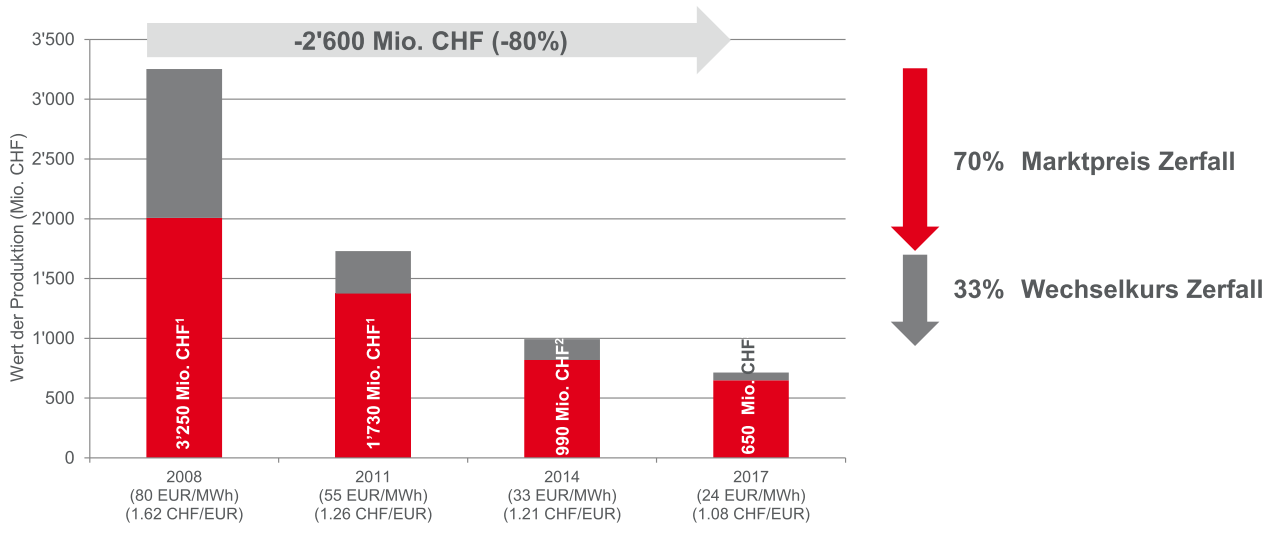
Strompreis



Quelle: European Energy Exchange; 14. Januar 2016

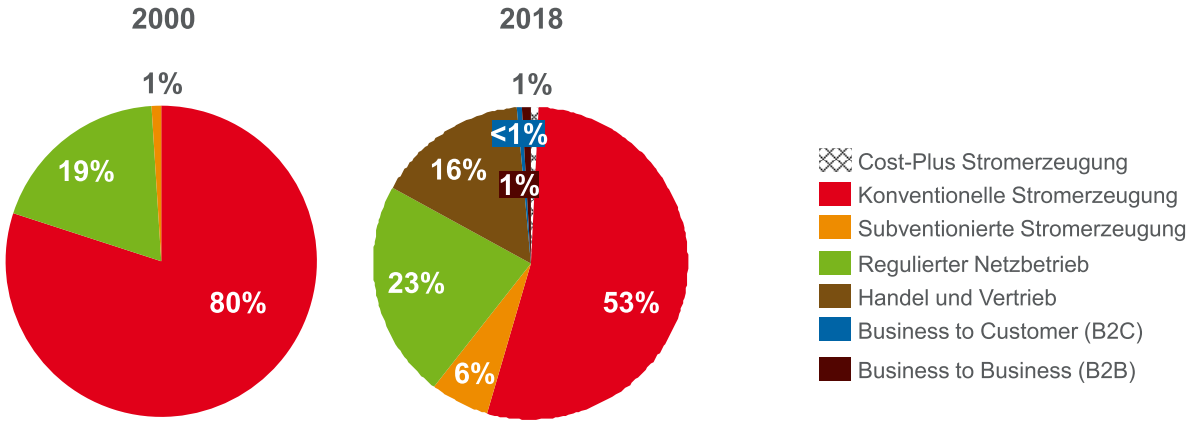
Strompreisreduktion / Euro-Zerfall

Durch die Marktpreis- und Wechselkursveränderungen hat der Ertrag der Produktion um 80% abgenommen



3. Herausforderungen für Axpo

Relativer Kapitaleinsatz im Axpo Portfolio im Jahr 2000 und 2018



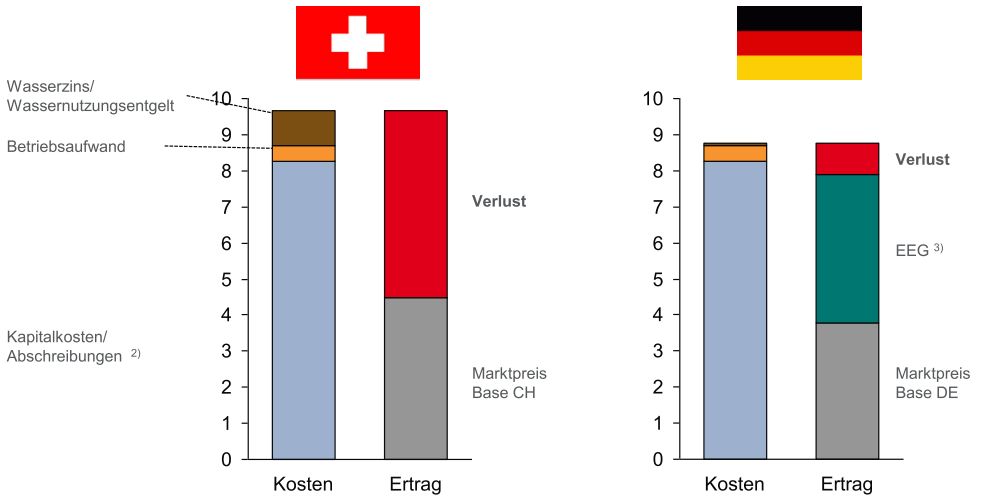
Marktverzerrungen (1/3)

Beispiel Neues Wasserkraftwerk Rheinfelden

Marktverzerrungen (2/3)

Durch EEG und geringere Wasserabgaben ist die deutsche Seite im Vorteil

Kosten und Ertrag auf der Schweizer und der deutschen Seite, 2013 (EUR/kWh) [1)]



1) Ohne Kosten für Netzanschluss und ohne Erträge aus Systemdienstleistungen. Kurs EUR/CHF: 1.25
2) Annahme: Gleiche Berechnung auf der dt. Seite wie für Axpo
3) Annahme: Dt. Seite wählt Einspeisevergütung, nicht Direktvermarktung.

Marktverzerrungen (3/3)

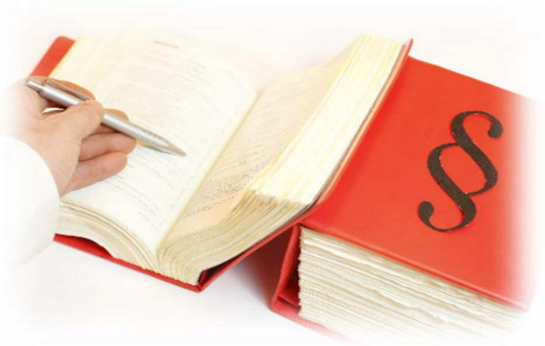
Die einen dürfen die Kosten verkaufen, die anderen müssen zu Marktpreisen verkaufen

Energiekosten für Haushalte H3 2016			
Baden	5.68 Rp/kWh	Basel	7.78 Rp/kWh
Nyon	5.71 Rp/kWh	Ittigen	8.31 Rp/kWh
Bülach	6.13 Rp/kWh	Genf	8.34 Rp/kWh

⇨ Delta bis +46%

Unsichere Rahmenbedingungen

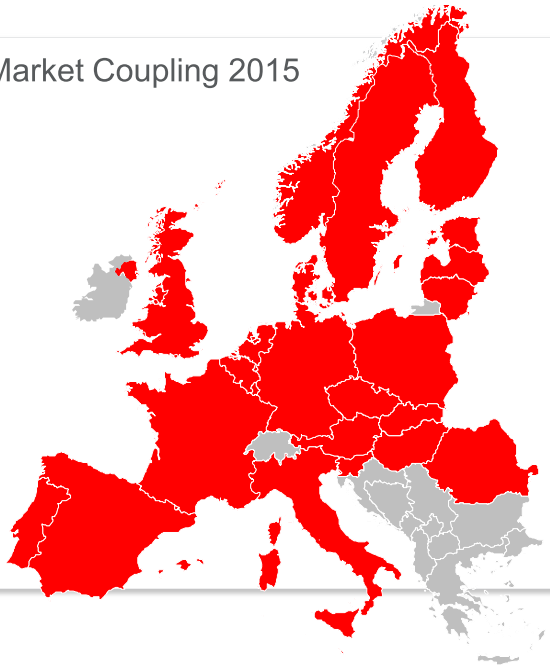
- Gesetzesentwicklung Europa und einzelner Länder
- Gesetzesentwicklung Schweiz
- Politische Entscheide (Energiestrategie, Kernenergie)



Verhältnis Schweiz – EU

Die EU hat den Abschluss des Stromdossiers an die Übernahme der Rechtsentwicklung gekoppelt

Market Coupling 2015



Die Schweiz ist juristisch nicht Teil des Strommarktes Europa, aber faktisch voll integriert.

Digitalisierung

- Strom und IT kommen zusammen
- Neue Geschäftsmodelle
- Neue Wettbewerber

⇨ Für die einen eine Herausforderung, für die anderen eine Chance.

Grundsätzliche Optionen Wasserkraft

- Wasserkraftanteil reduzieren oder ganz abstossen
- Diversifikation forcieren und so Wasserkraftanteile im Konzernportfolio reduzieren
- Kosten reduzieren
- Unterhaltsinvestitionen reduzieren
- Keine neuen Wasserkraftwerke kaufen / bauen oder Neukonzessionierungen
- Förderung analog neue Energien anstreben
- Prämie für Landesversorgung anstreben
- Geografische Diversifikationen aller Bereiche über die Schweiz hinaus
- Wasserstoff als strategische und strompreismässige Alternative

4. Fazit

Fazit

- Unsicherheiten nehmen überall zu
- Geschwindigkeit nimmt zu – Veränderungen kommen schneller
- Vorbereiten auf Unmögliches und nie Geglaubtes ist zentral
- Handlungsfreiheit zentral
- Diversifikation wird wichtiger