



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Anthropogene Klimaveränderung im Berner Oberland

Harald Bugmann¹, Markus Didion¹ & Niklaus Zimmermann²

¹ *Waldökologie, ITES, D-UWIS, ETH Zürich*

² *Landnutzungsdynamik, WSL, Birmensdorf*

Inhaltsübersicht



- Klima & Klimaveränderung
- Methoden zur Abschätzung der Auswirkungen auf Wälder
 1. Analogieschlüsse
 2. Modelle der potentiellen Verbreitungsgebiete der Baumarten
 3. Sukzessionsmodelle
 4. Interpretation bioklimatischer Begrenzungen: Anbaueignung
- Achtung, Extremereignisse!
- Grenzen der Forschung
- Nachwort

Heutiges Klima



- Interpolierte Daten!

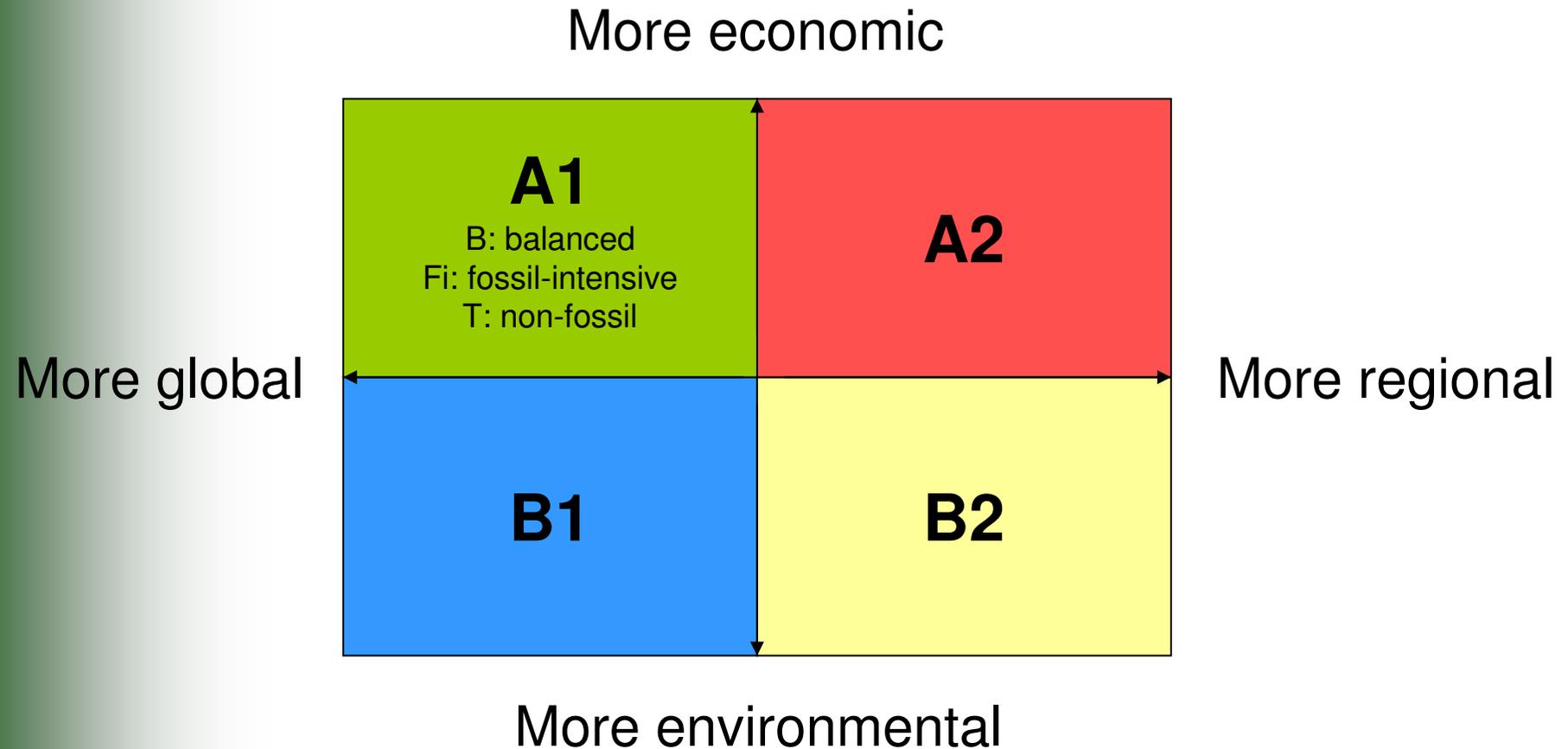
a) Nieender [1440 m]

	T [°C]	NS [mm]
Jan	-3.3	92
Feb	-2.9	114
Mar	-0.5	102
Apr	2.1	133
Mai	6.9	132
Jun	10.4	174
Jul	13.0	166
Aug	13.6	157
Sep	10.6	139
Okt	7.1	117
Nov	2.3	98
Dez	-1.7	105
<i>Jahr</i>	<i>4.8</i>	<i>1529</i>

d) Brendli [1050 m]

	T [°C]	NS [mm]
Jan	-1.8	83
Feb	-1.1	103
Mar	1.8	90
Apr	4.7	114
Mai	9.6	116
Jun	13.1	155
Jul	15.6	148
Aug	16.2	141
Sep	13.0	126
Okt	9.2	102
Nov	4.0	90
Dez	-0.1	97
<i>Jahr</i>	<i>7.0</i>	<i>1364</i>

IPCC-Klimaszenarien: "Familien"



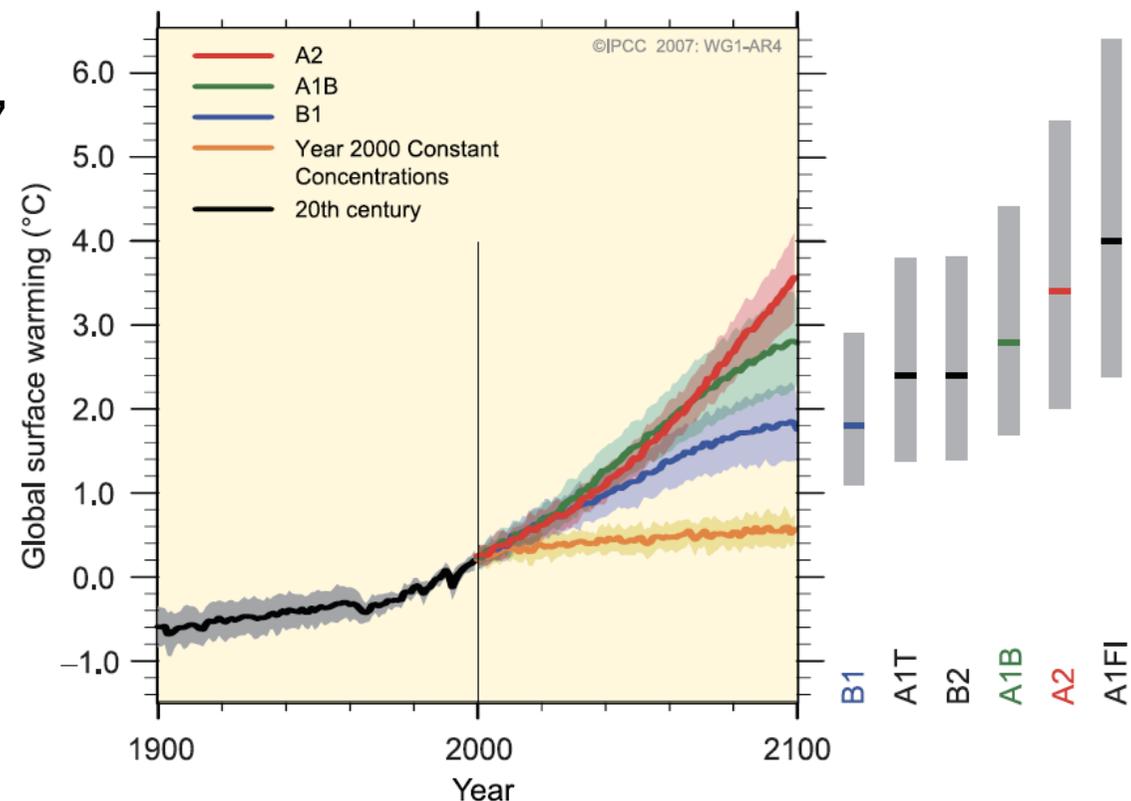
Klimaveränderung im 21. Jahrhundert



- IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change
- Erster Zustandsbericht: 1990
 - globale Mitteltemperatur (T): +1.5 bis +4.5 °C
 - Niederschlag (NS): Intensivierung, Sommer trockener

- Vierter Bericht: 2007
 - T: +1.4 bis +6.4 °C
 - NS: Intensivierung, Sommer trockener

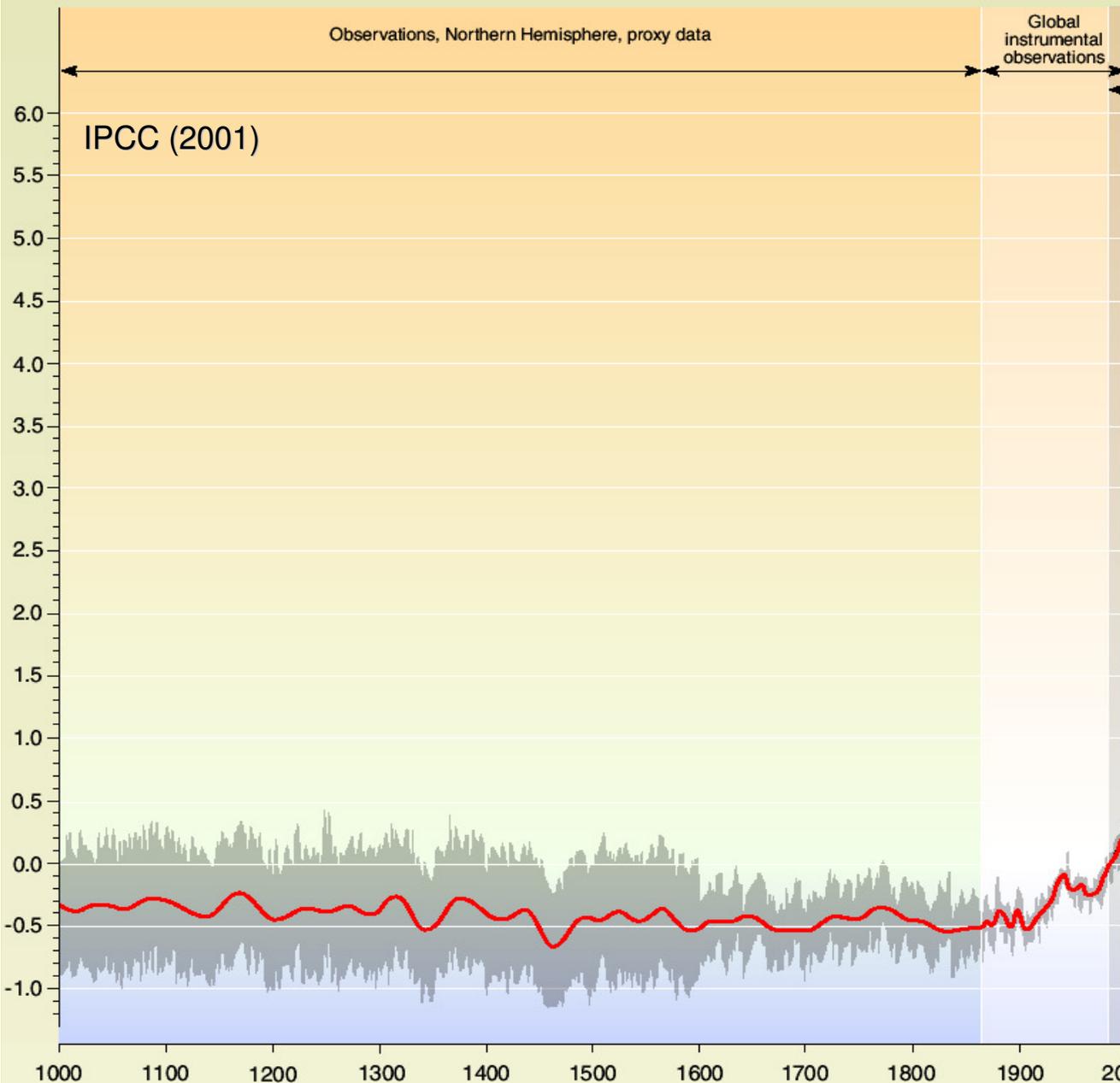
- NB: Vergleiche
“Waldsterben”



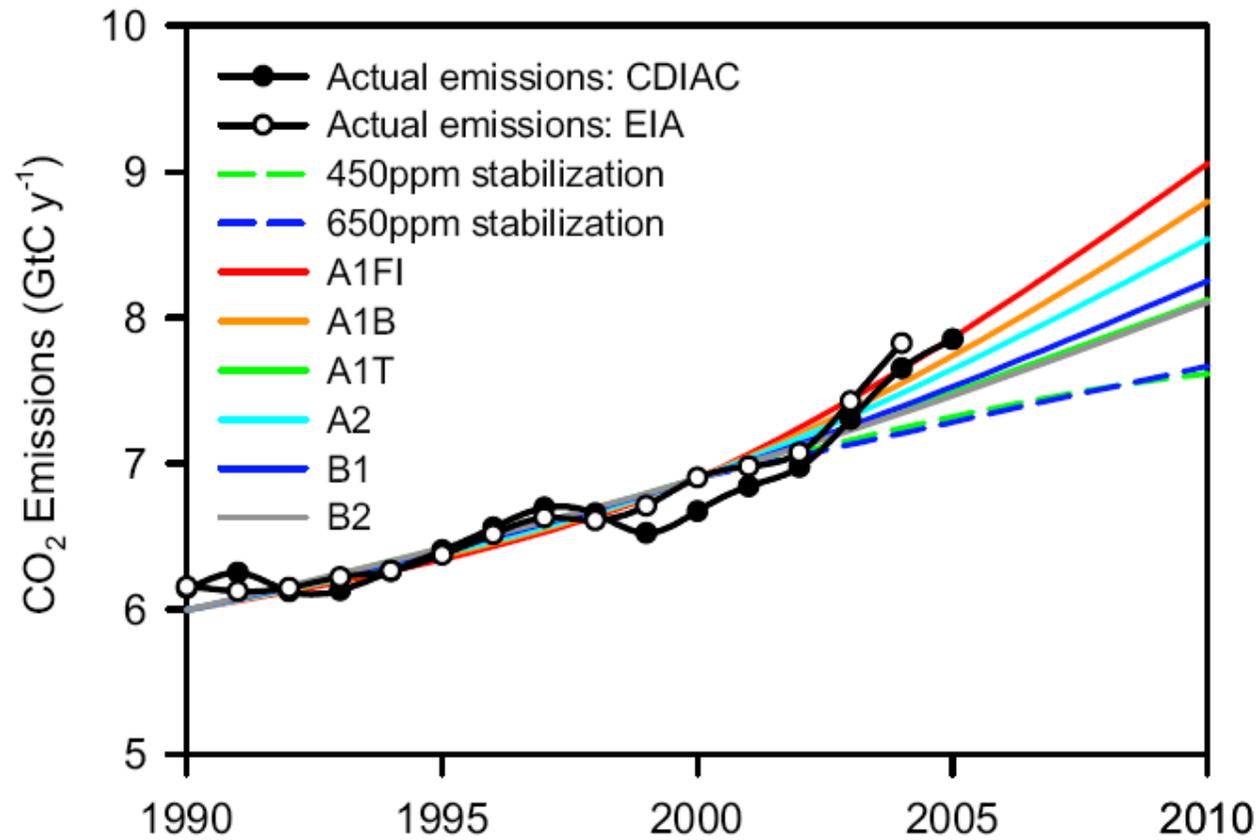
Variations of the Earth's surface temperature: years 1000 to 2100



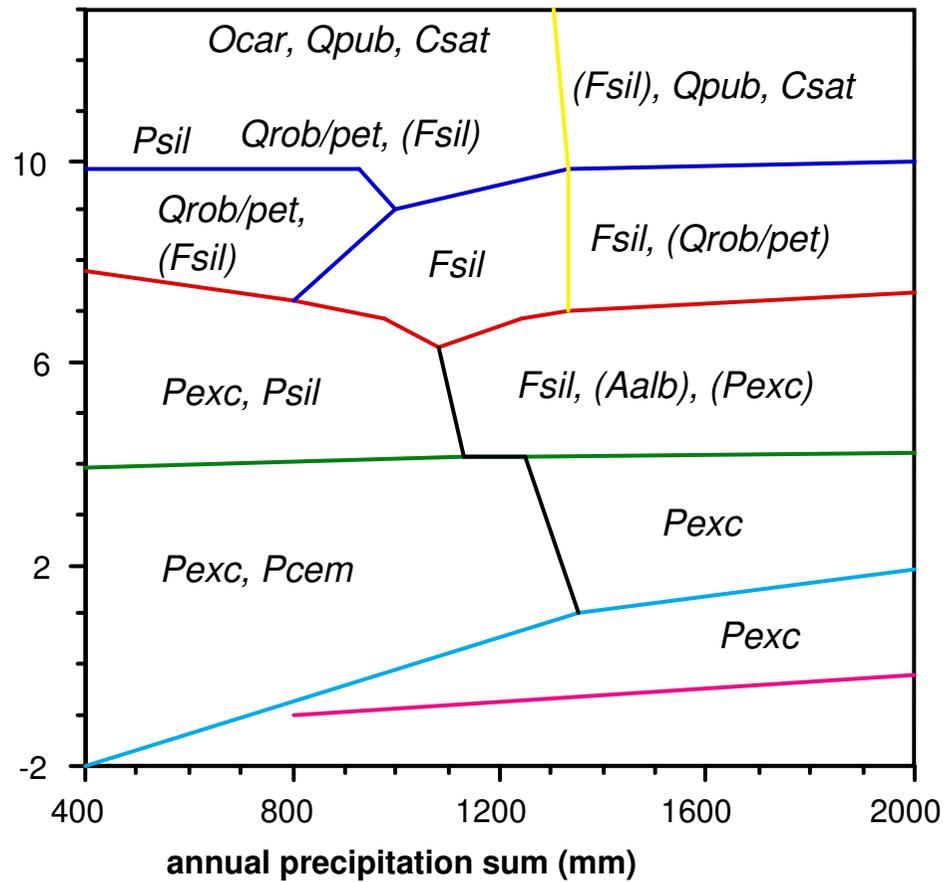
Departures in temperature in °C (from the 1990 value)



Entwicklung der Emissionen

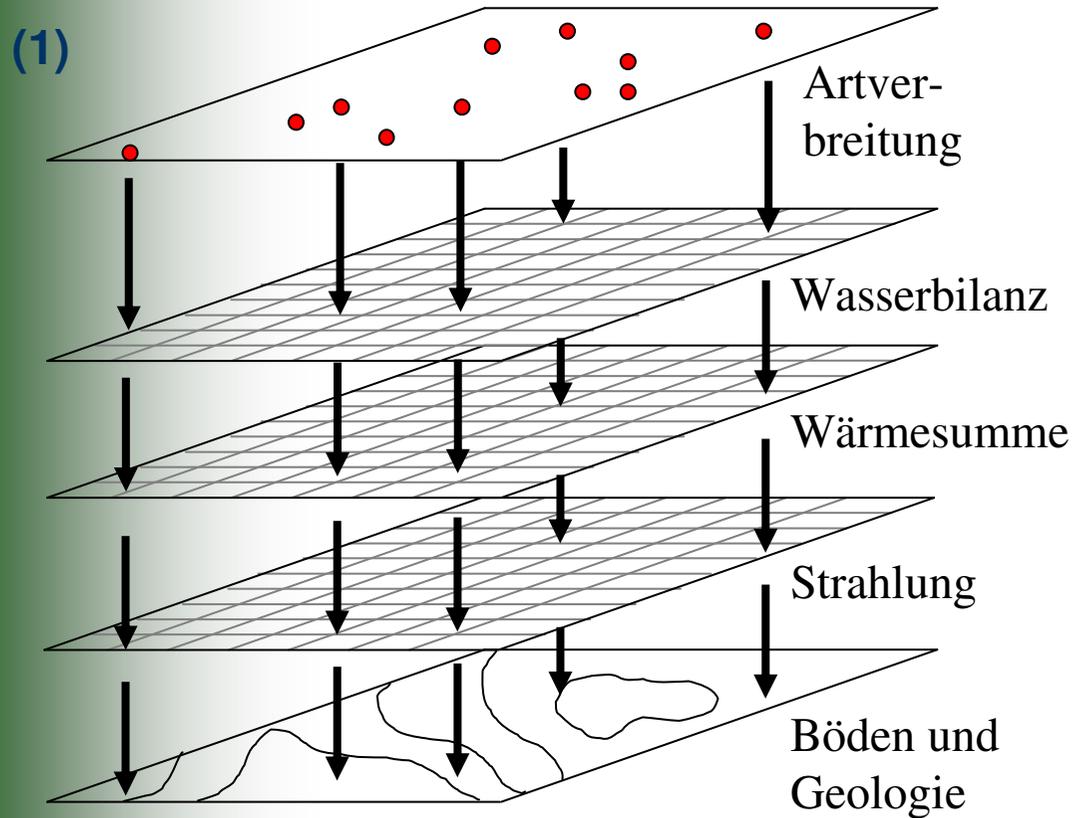


1. Analogieschlüsse



nach Ellenberg (1996)

2. Potentielle Verbreitungsgebiete der Baumarten



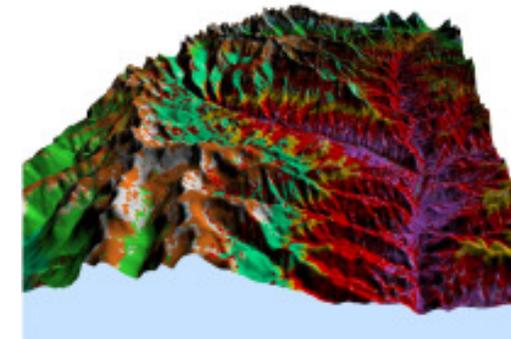
(2) *Theoriebasierte oder pragmatische Auswahl von Prädiktor-Variablen*

(3)

ID	Sp1	Tave	Prcp	Geol	...
1	0	3.25	1390	X	...
2	1	5.57	1840	b	...
3	1	7.21	2130	a	...
4	0	2.94	1420	Y	...
5	1	8.43	1789	a	...
...

(4) $P(\text{Sp1}) = f(\text{Tave}, \text{Prcp}, \text{Geol}, \dots)$

(5)



2. Potentielle Verbreitungsgebiete der Baumarten

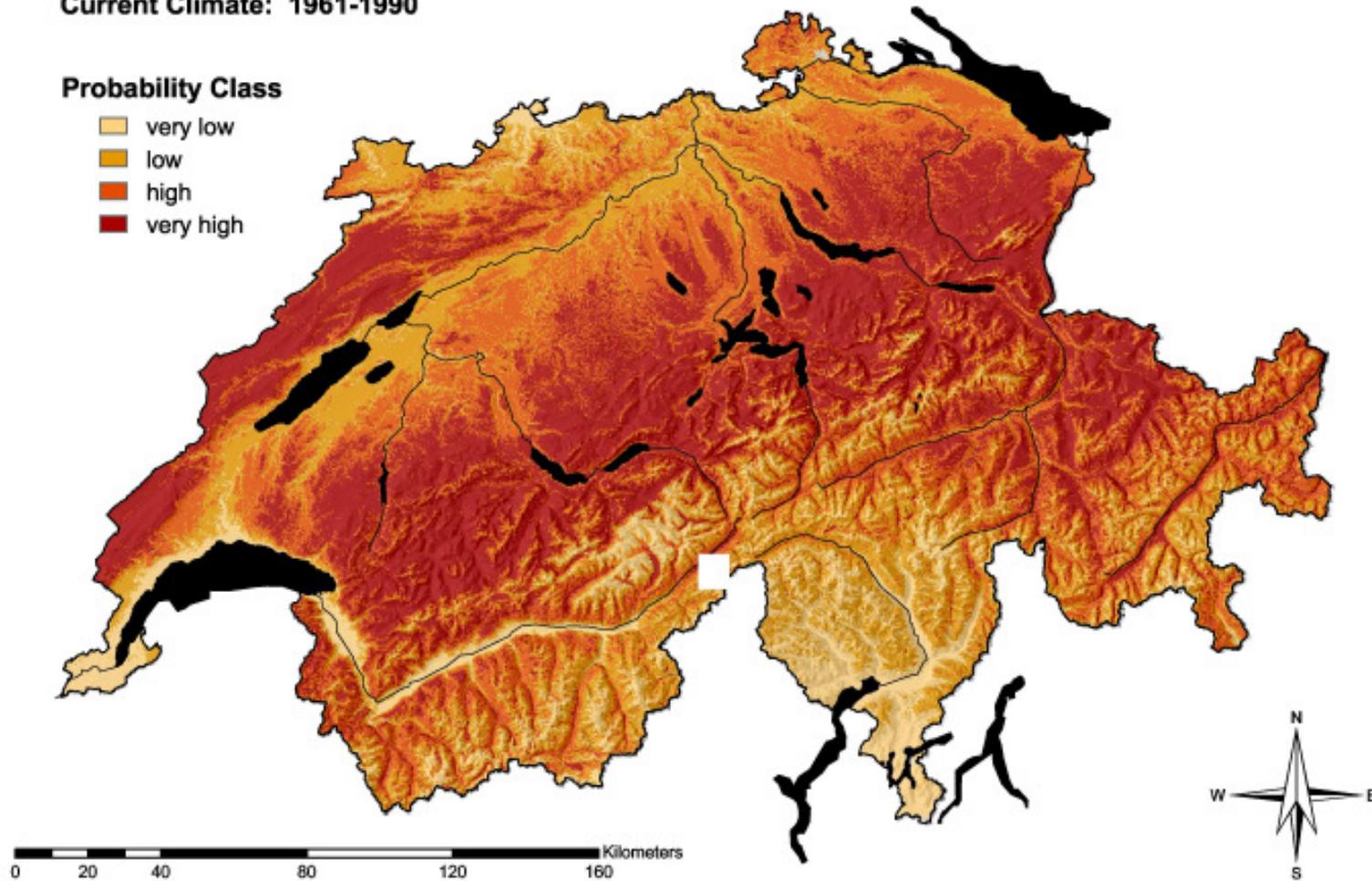


Picea abies

Current Climate: 1961-1990

Probability Class

- very low
- low
- high
- very high



2. Potentielle Verbreitungsgebiete der Baumarten



- Klimaszenario nach IPCC Third Assessment Report (AR3)
- SRES-Szenario A1
- Klima-Modell (GCM) HadCM3, Aussagen für Jahr 2080 (sog. "Anomalien" = Unterschiede zu heutigem Klima)

	Δ Temperatur	Δ Niederschlag
		(pro Monat)
Jahresmittel	6.1 °C [±0.34]	+0.2 mm [±6.2]
<i>Sommer</i>	7.0 °C [±0.56]	-32.6 mm [±5.6]
<i>Winter</i>	5.1 °C [±0.26]	+33.0 mm [±8.8]
<i>Juni-August</i>	8.2 °C [±0.76]	-48.8 mm [±5.8]

2. Potentielle Verbreitungsgebiete der Baumarten

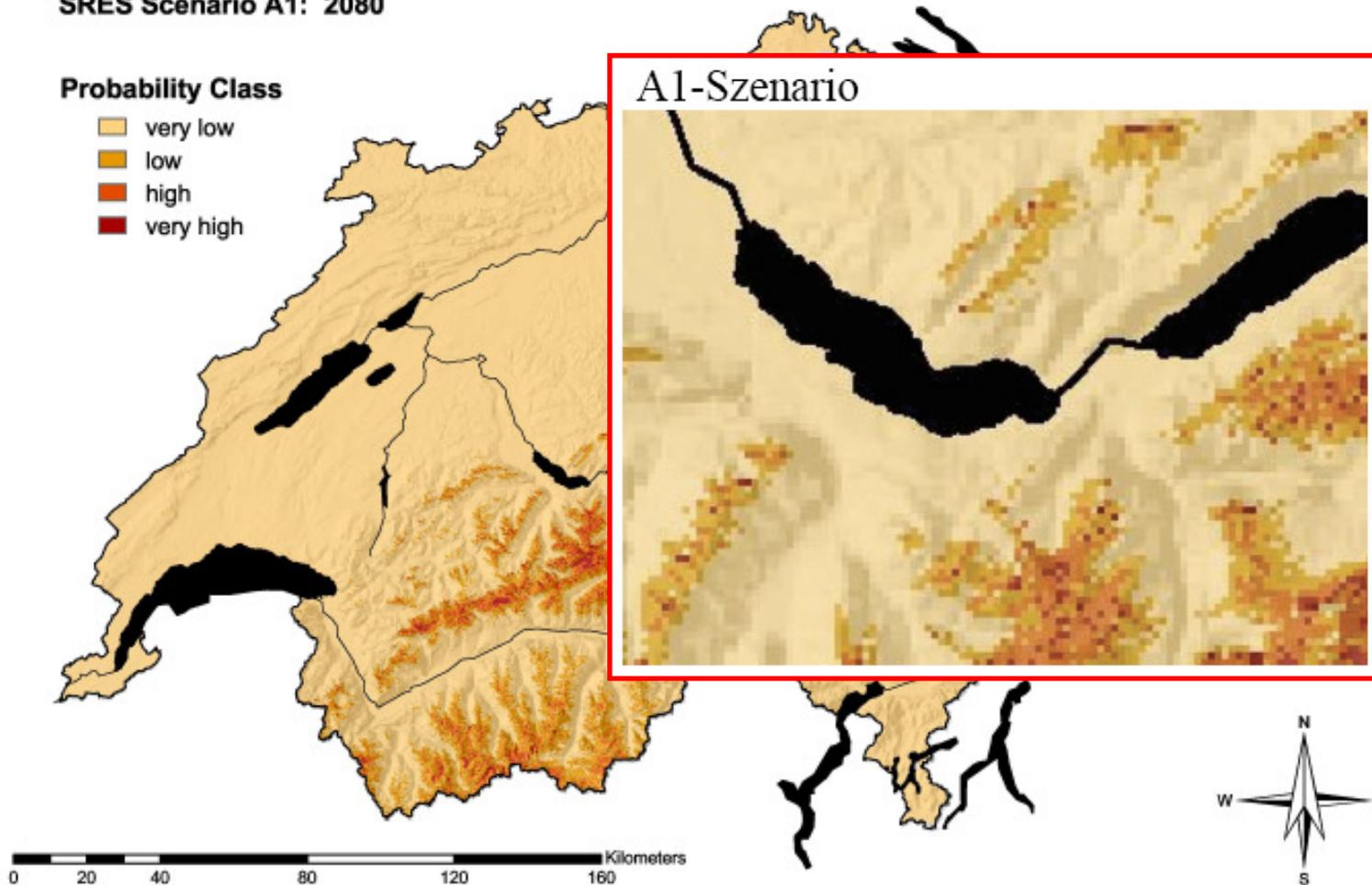


Picea abies

SRES Scenario A1: 2080

Probability Class

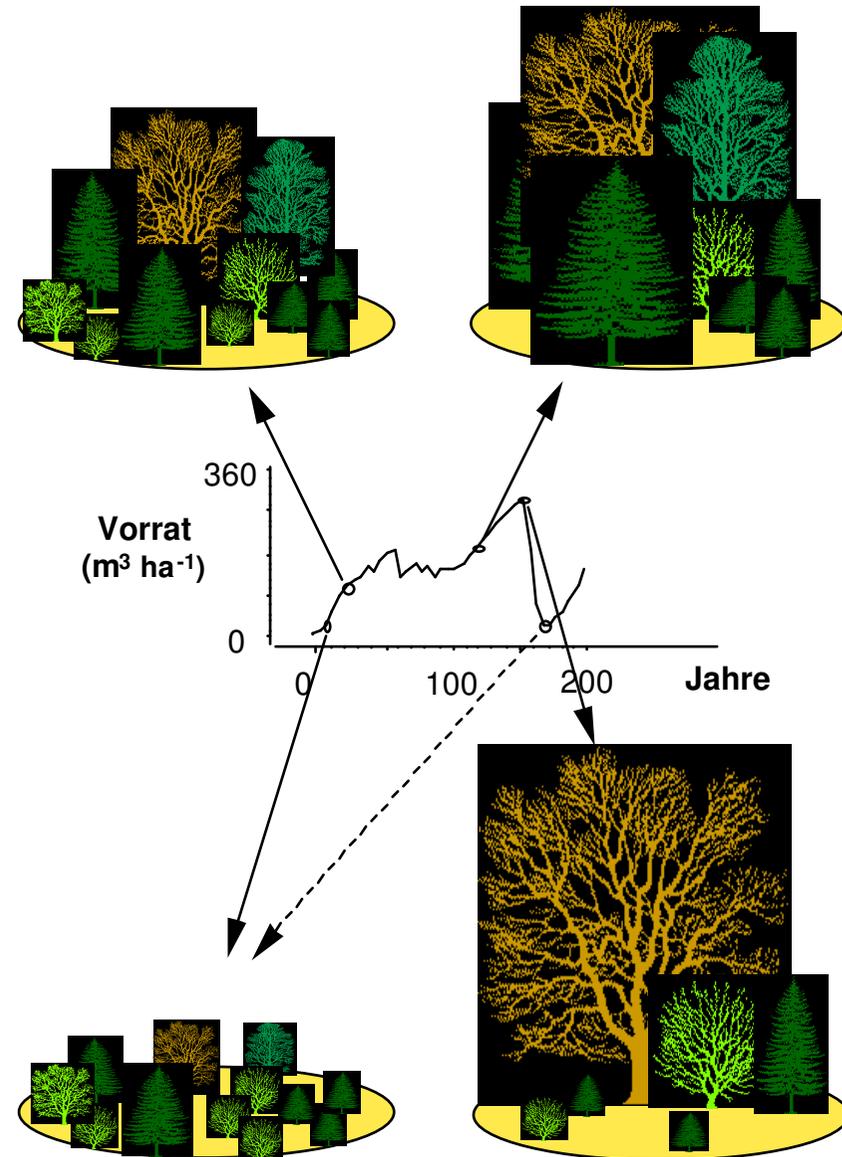
-  very low
-  low
-  high
-  very high



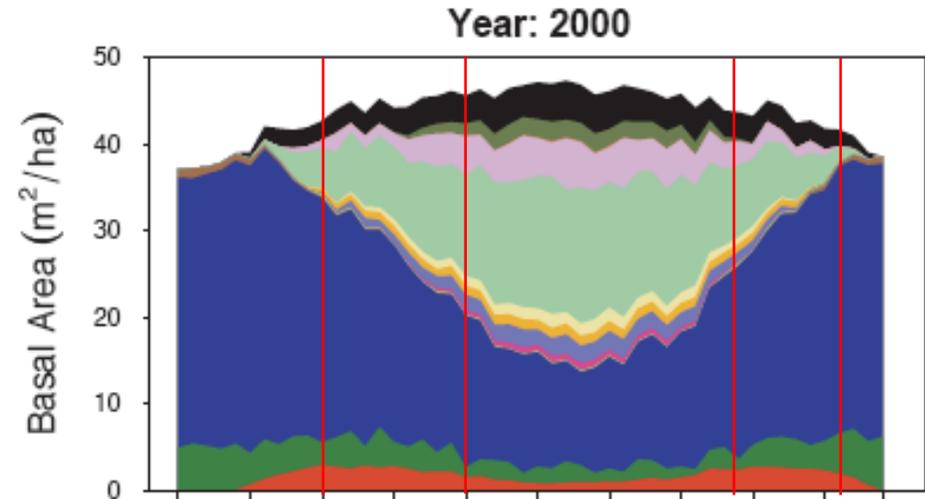
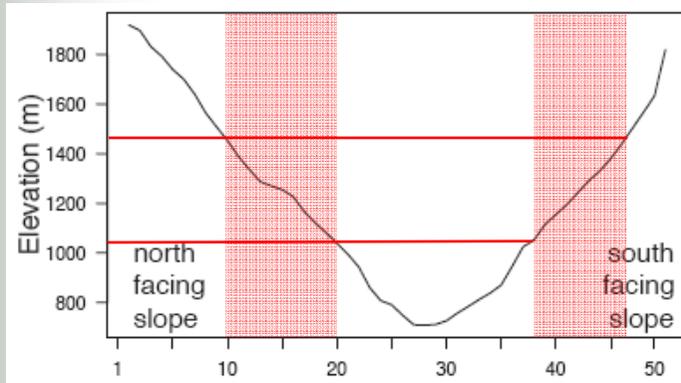
3. Sukzession und Artenzusammensetzung



- Konzept des kleinflächigen Mosaiks von Sukzessions-Stadien (Gleason, Botkin, Shugart): sog. „Gap-Modelle“ (gap = Lücke)
- Quantitative Beschreibung der Baum-Populationsdynamik:
 - Sensitiv auf Klimafaktoren
 - Breiter Anwendungsbereich
- Aktuelle Version von ForClim:
 - Verbesserte Allometrie (H-D) (Risch et al. 2005)
 - Verbesserte Kronenstruktur (Didion et al. 2009)

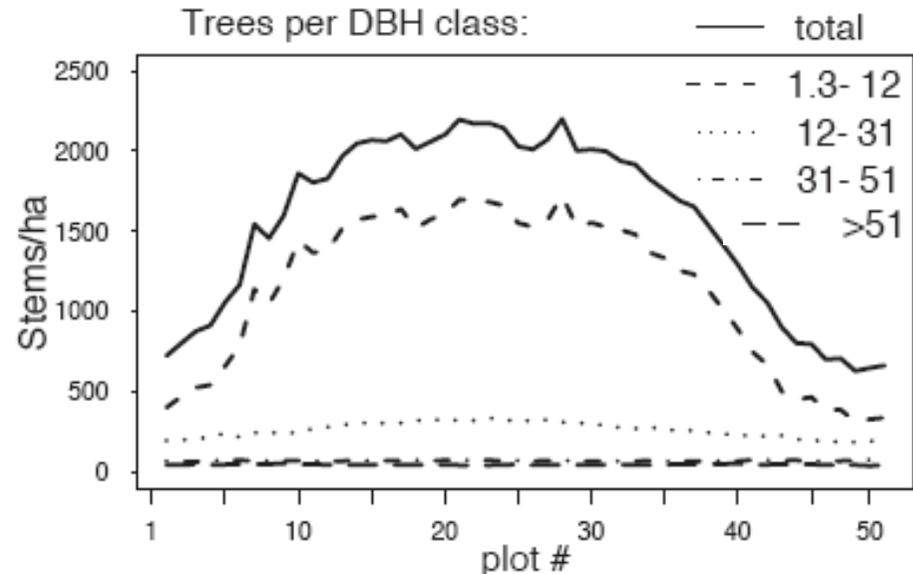


3. Sukzession und Artenzusammensetzung



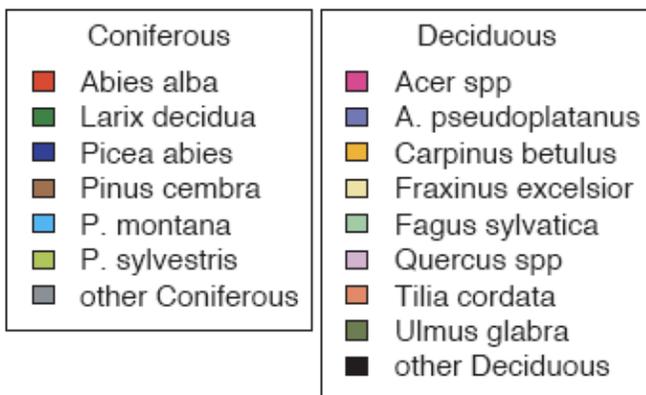
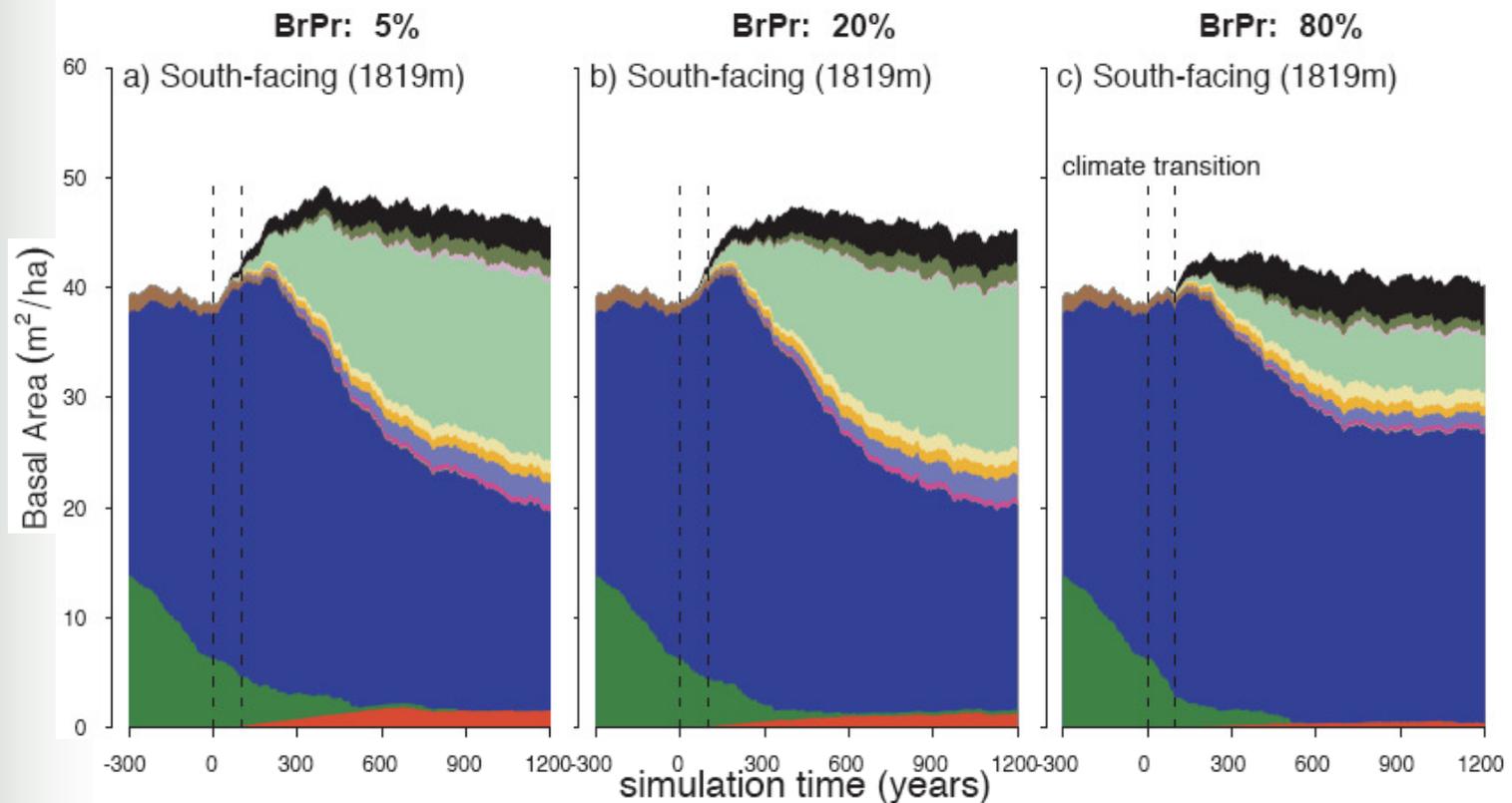
- Simmental BE
- Keine Bewirtschaftung!
(v.a. wichtig f. Stammzahlen)

Coniferous	Deciduous
Abies alba	Acer spp
Larix decidua	A. pseudoplatanus
Picea abies	Carpinus betulus
Pinus cembra	Fraxinus excelsior
P. montana	Fagus sylvatica
P. sylvestris	Quercus spp
other Coniferous	Tilia cordata
	Ulmus glabra
	other Deciduous



Didion et al. (eingereicht)

3. Sukzession und Artenzusammensetzung



Jahreszeit	ΔT (°C)	ΔP (%)
Frühling	3.8	-5.4
Sommer	5.3	-23.6
Herbst	4.4	-10.9
Winter	3.5	0.2

Didion et al. (eingereicht)

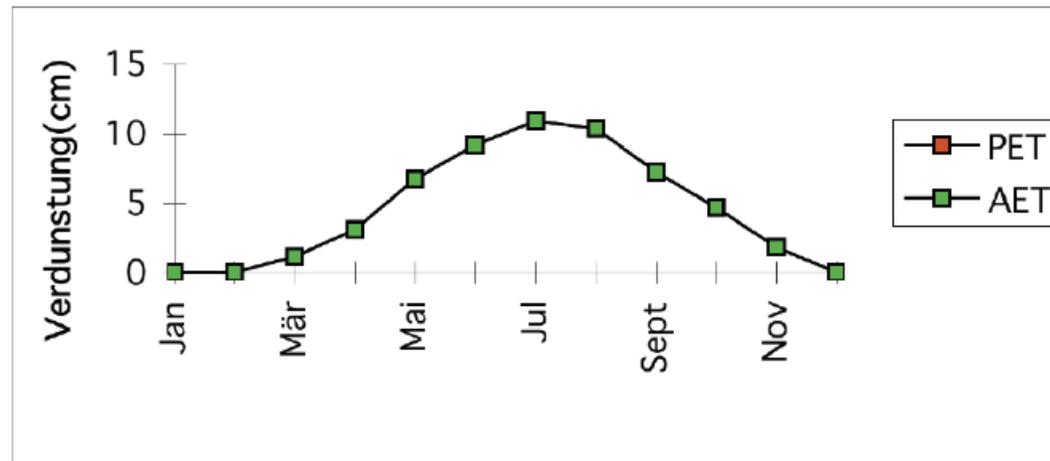
4. Interpretation bioklimatischer Limitierungen



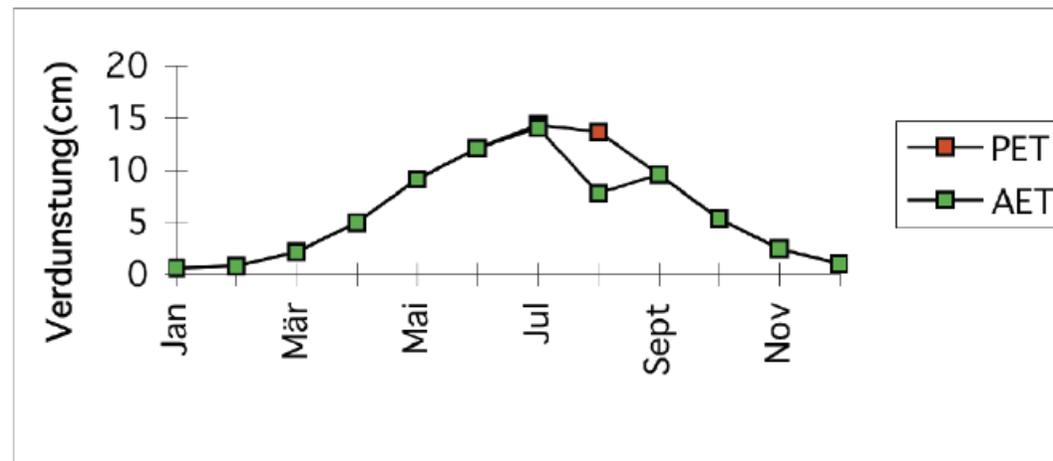
- Klimatische (!)
Wasserbilanz:

(Brendli)

Heutiges Klima:



A1-Szenario:



AET = aktuelle Evapotranspiration
PET = potentielle Evapotranspiration

4. Interpretation bioklimatischer Limitierungen



a) Nieender

Baumart	Heutiges Klima		B2-Szenario		A1-Szenario	
	DD	MinT/MaxT	DD	MinT/MaxT	DD	MinT/MaxT
<i>Abies alba</i>	(+)	(+)	++	-	++	-
<i>Larix decidua</i>	++	++	++	(+)	++	-
<i>Picea abies</i>	++	++	++	(+)	++	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
<i>Tilia platyphyllos</i>	-	++	(+)	++	++	++
<i>Ulmus glabra</i>	-	++	++	++	++	++

DD = Tagesgrad-Summe (= Sommer-Wärme)

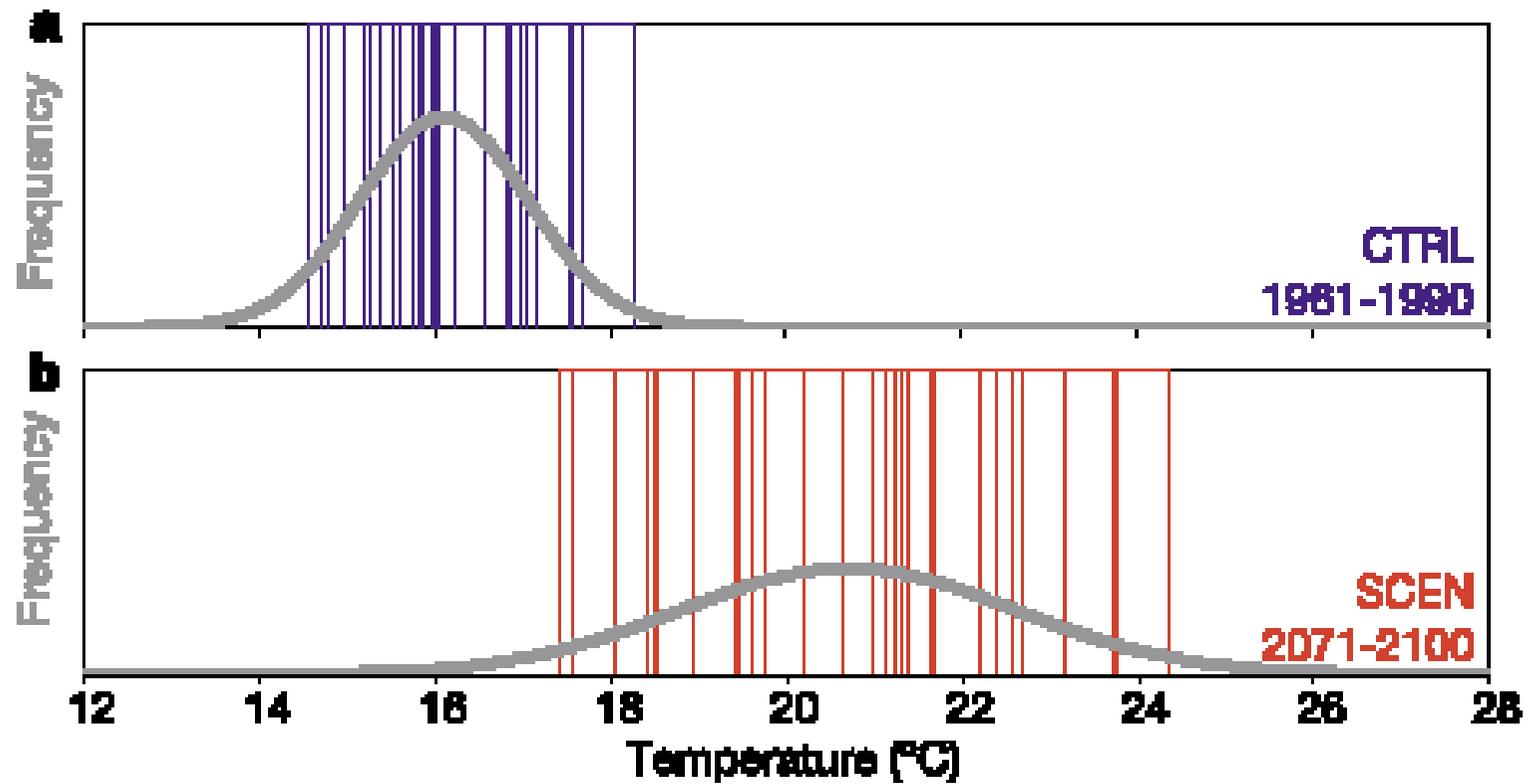
MinT/MaxT = Minimal- oder Maximaltemperatur (Kälte, Frost, Hitze)

++ = keine Limitierung, Anbaueignung gegeben

(+) = Baumart im Grenzbereich der Ansprüche

- = Anbaueignung nicht gegeben

Achtung, Extremereignisse!



Achtung, Extremereignisse!



- Windwürfe
 - Zunahme der Sturmhäufigkeit und -intensität für CH nachgewiesen (Usbeck et al.)
- Insekten
 - v.a. Borkenkäfer
 - vgl. Vortrag von Beat Wermelinger
- Waldbrände
 - wohl weniger (aber nicht irr-)relevant für unsere Objekte
- Konsequenzen
 - Homogenisierung der Landschaft?
 - Bedeutung für Schutzfunktion in Zeit und Raum?

Grenzen der Forschung



- Viele Unsicherheiten in Abschätzungen der zukünftigen Wald-Dynamik
- Sicher keine Vorhersagen der Zukunft:
 - Entwicklung der Emissionen = f (Wirtschaftsentwicklung) = ?
 - Kenntnisse des Klimasystems (vgl. Versagen d. Wetter"prognose")
 - Unsicherheiten in quantitativer Beschreibung der Dynamik von Waldökosystemen
- Wenn Sie Prognosen wollen, gehen Sie zum Wahrsager, nicht zum Wissenschaftler!
- ABER: Szenarien-Rechnungen stellen plausible, denkbare Entwicklungen und Zustände der Zukunft dar
=> Verwendung zur Entscheidungs-Unterstützung
- Der Entscheid bezüglich Handeln bleibt "vor Ort"



“Tut um Gottes Willen etwas Mutiges!”

Zwingli



ETH

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

Anthropogene Klimaveränderung im Berner Oberland

Herzlichen Dank für die Aufmerksamkeit!

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

<http://www.wsl.ch/forschung/forschungseinheiten/landschaftsdynamik>