



Einfluss des Klimawandels auf Tourismusdestinationen

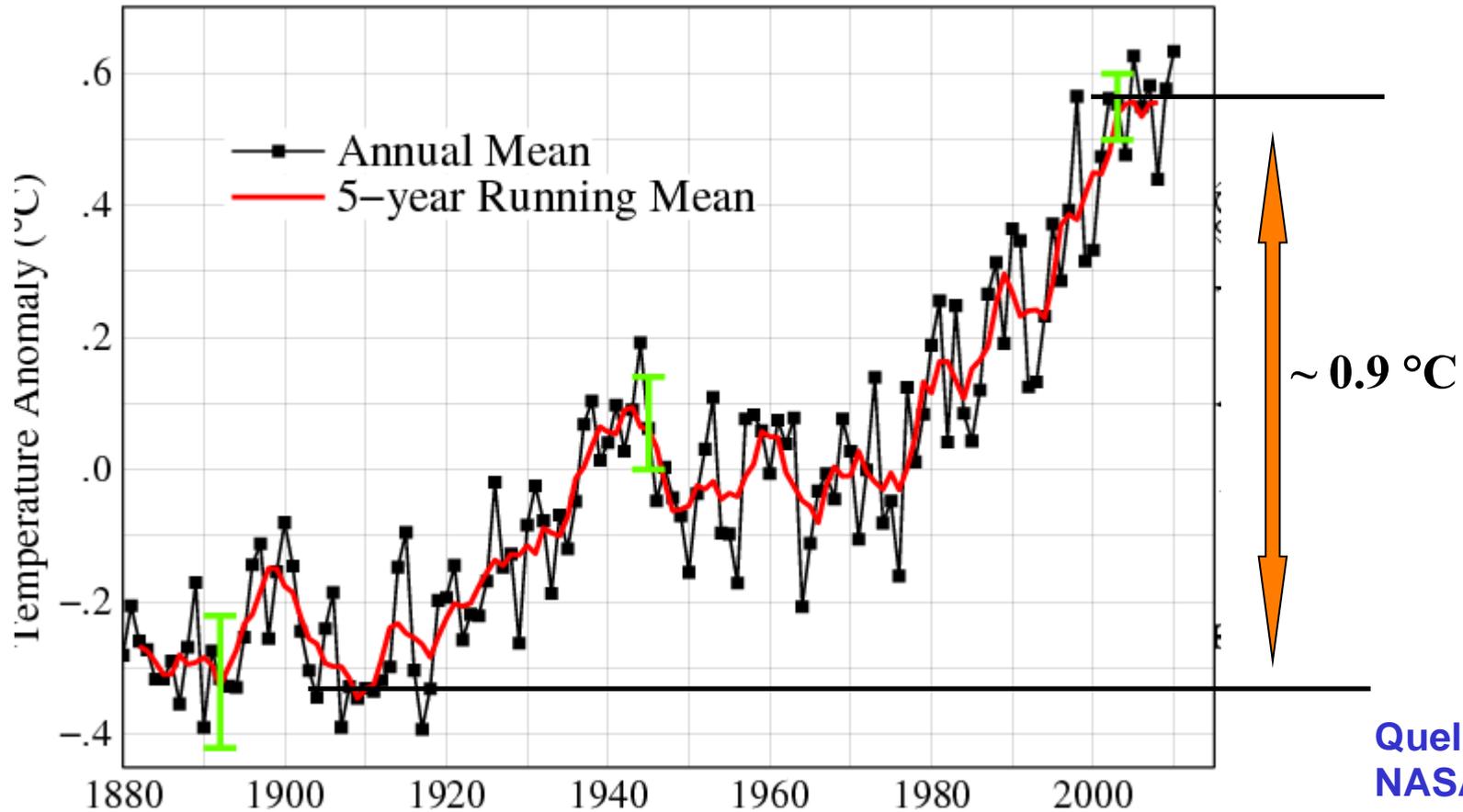
Universität für Bodenkultur, Wien
Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Meteorologie

Helga Kromp-Kolb

Klimawandel ist Realität

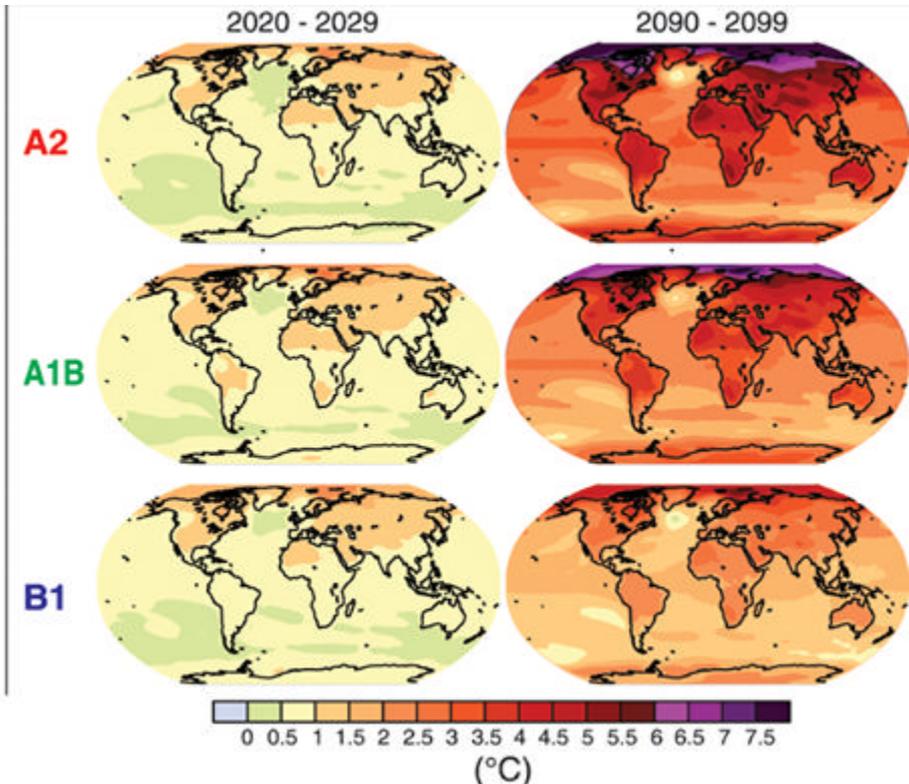
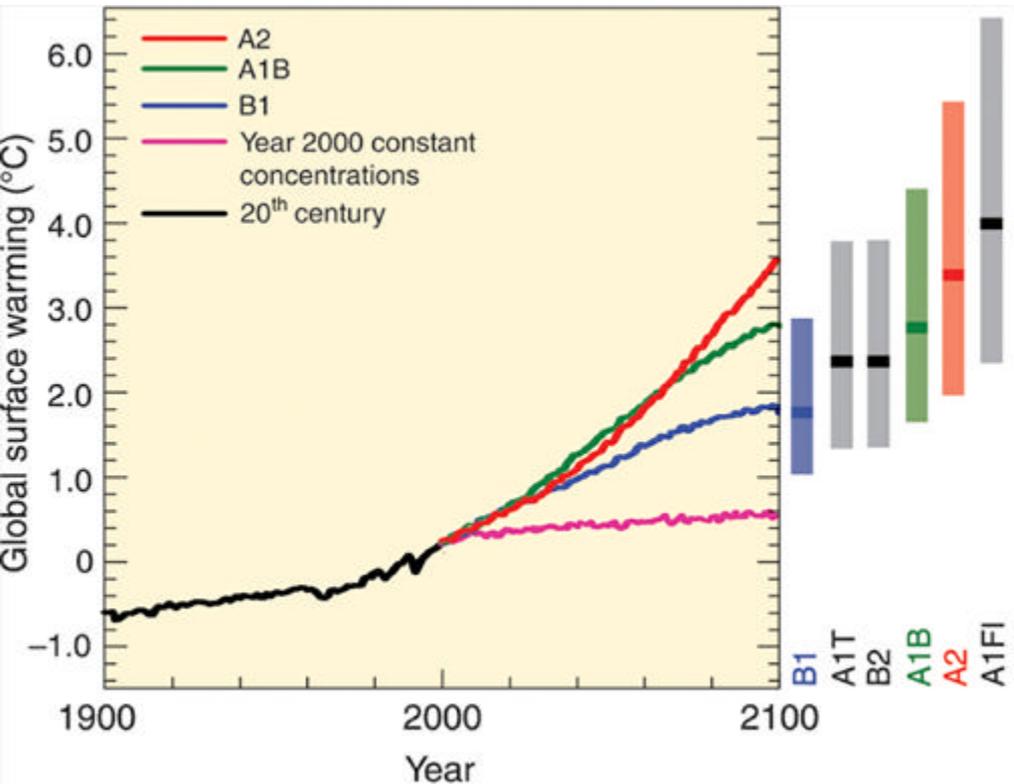


Global Land–Ocean Temperature Index



Quelle:
NASA 2011

Klimaszenarien



Quelle:
IPCC, 2007

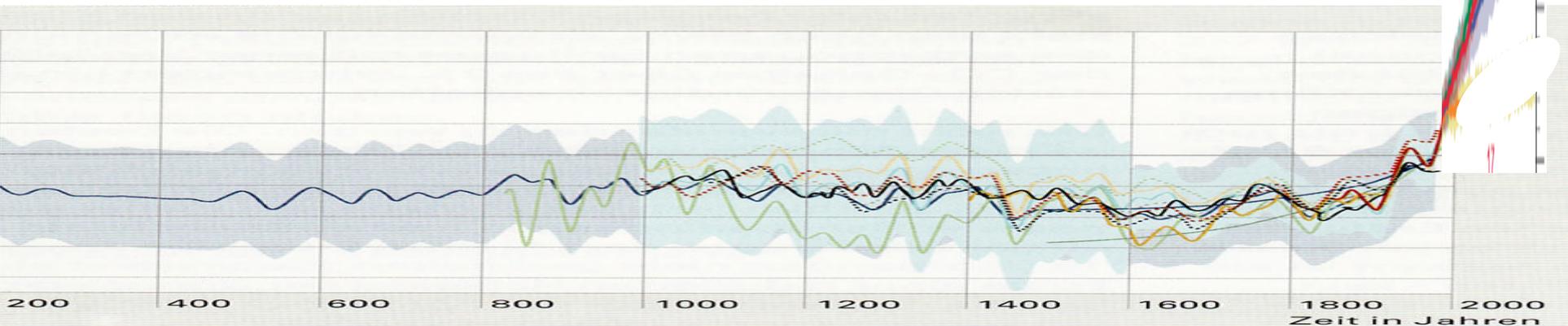
Temperaturverlauf: 200 – 2000 rekonstruiert 2000 – 2100 Modellberechnung



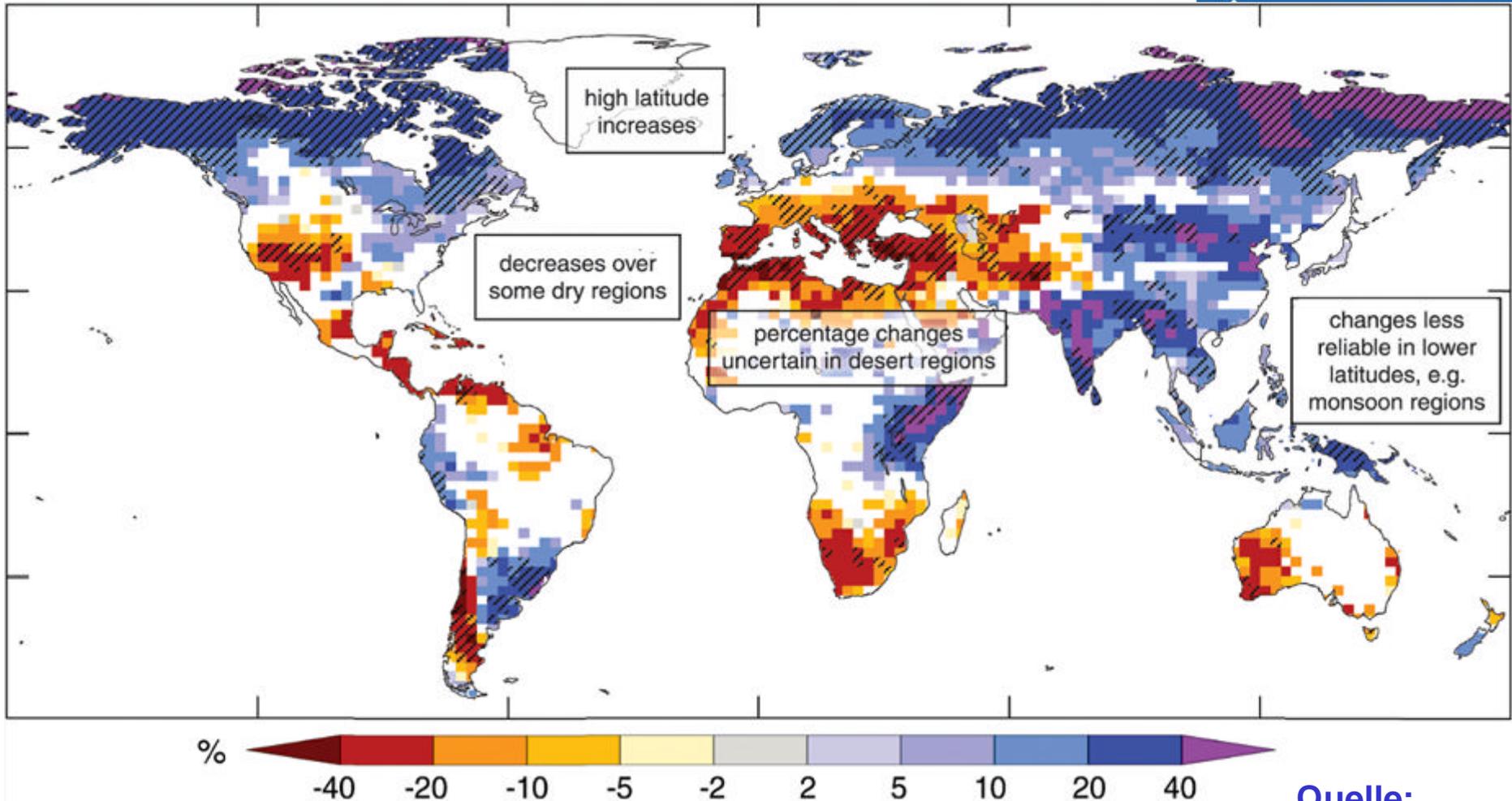
IPCC Szenarien

+3,6°C

+1,8°C

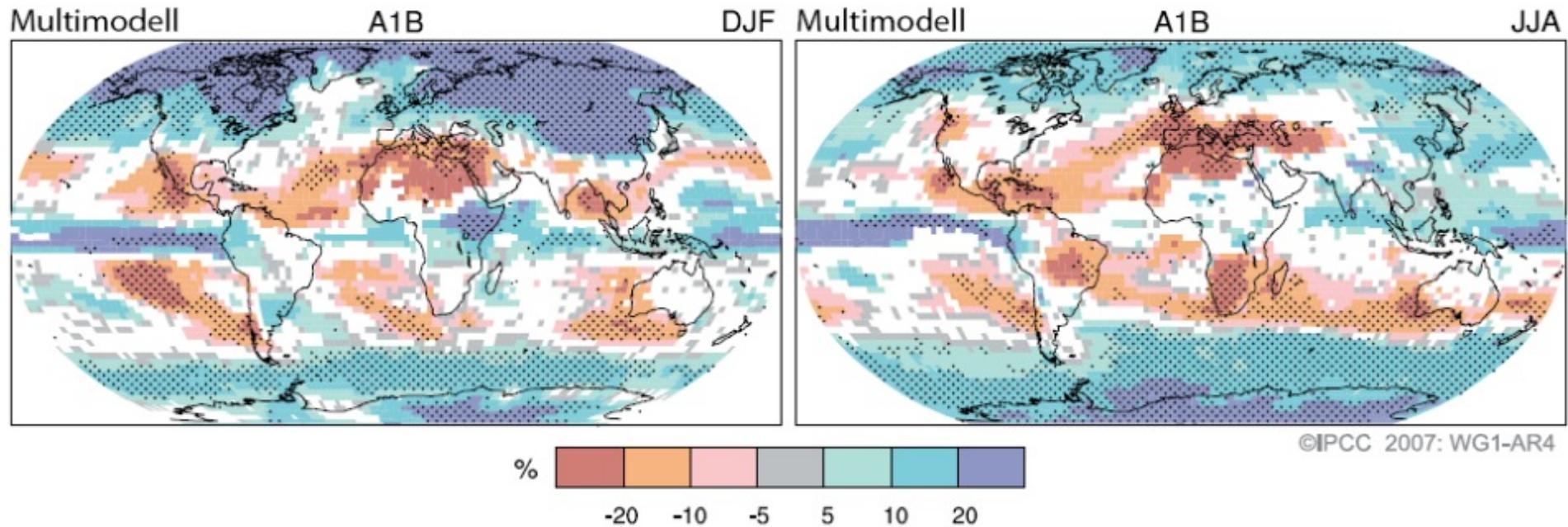


Niederschlagszenarien

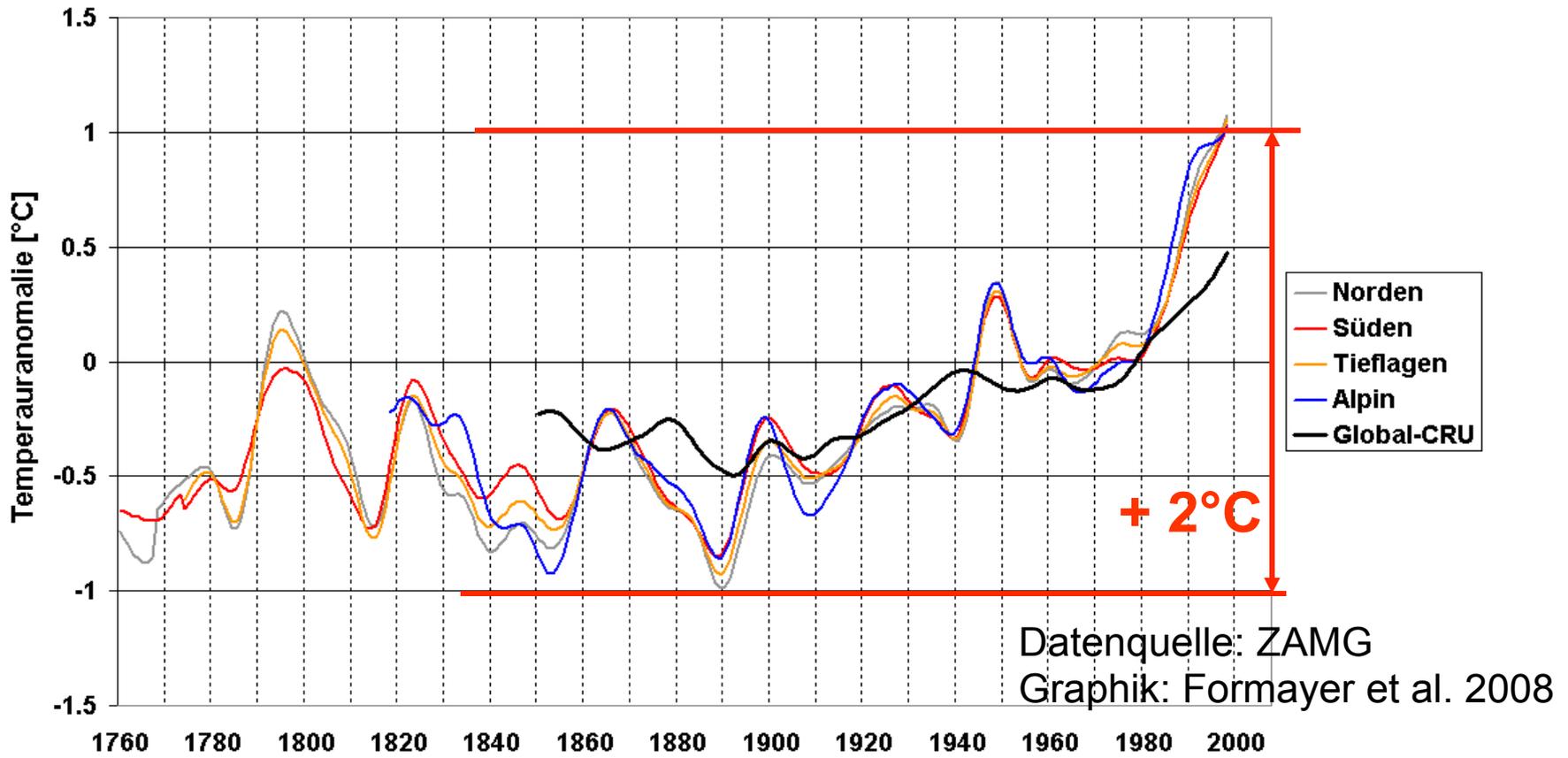


Quelle: **IPCC, 2007**

PROJIZIERTE ÄNDERUNGSMUSTER DER NIEDERSCHLÄGE

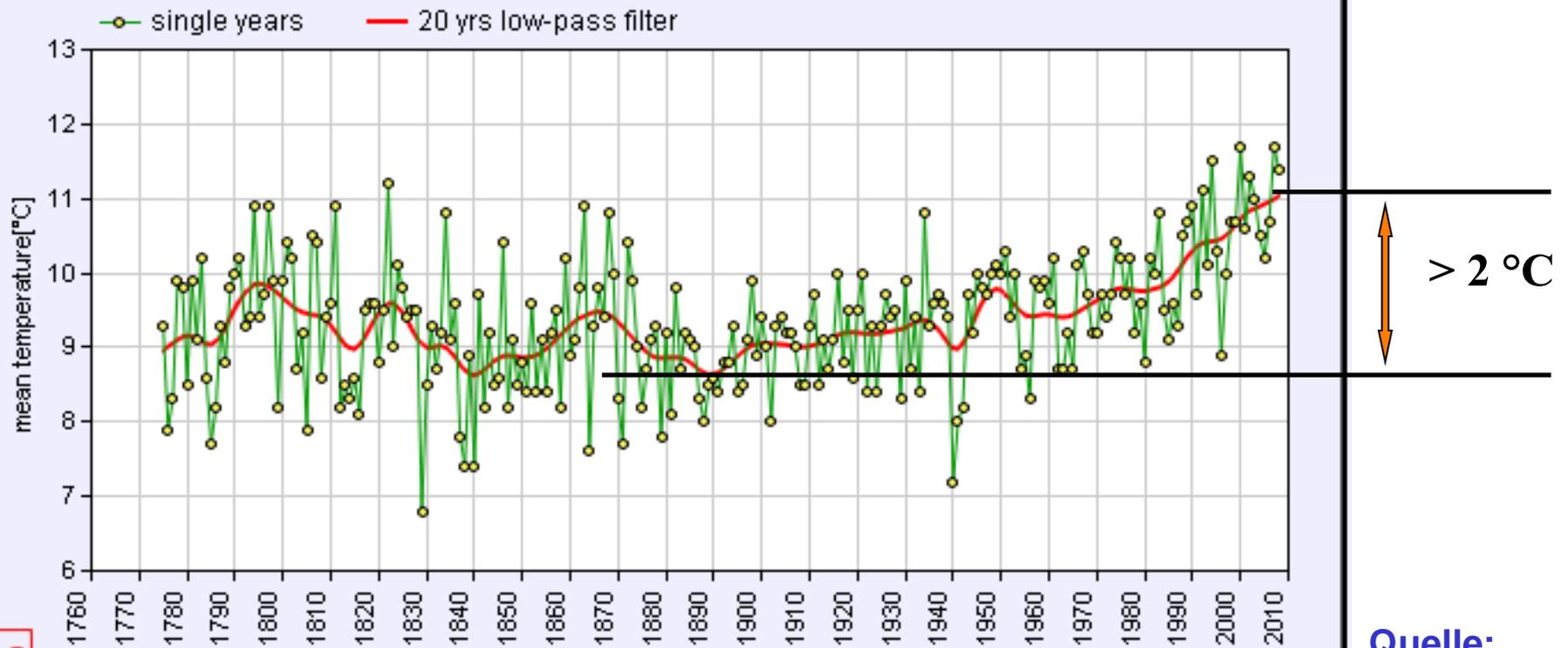


Temperatur im Alpenraum 1760 – 2007



Der Alpenraum ist sensitiver

Wien-Hohe Warte T01 year



HISTALP homogenised stationmode series

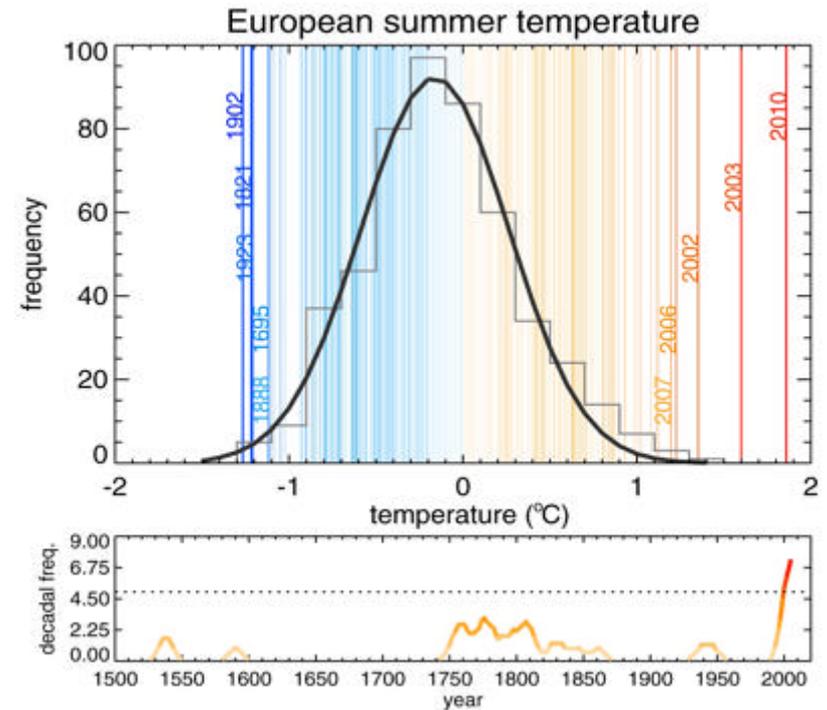
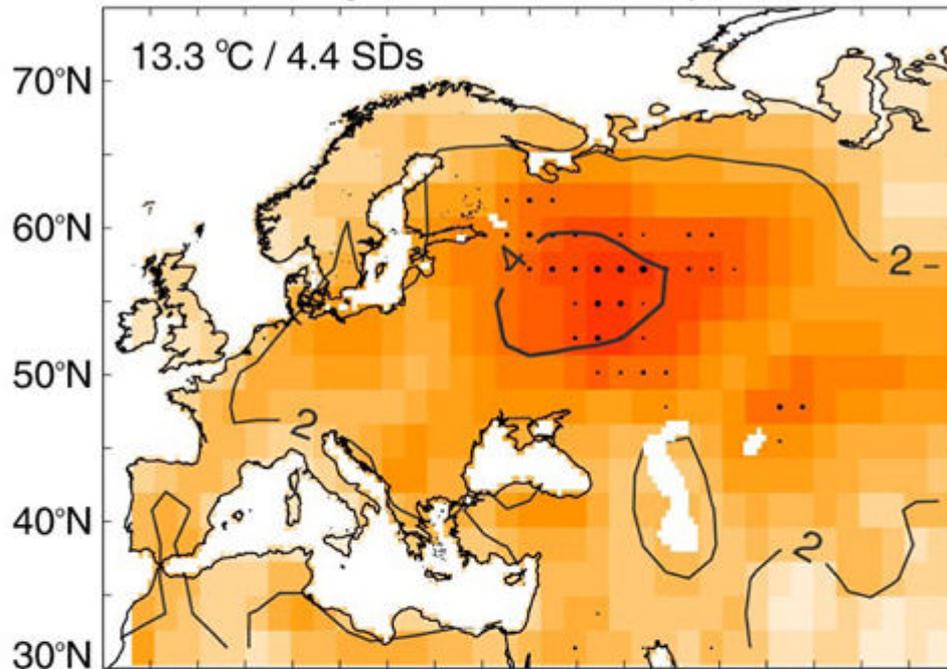
2009-03

Quelle:
ZAMG 2011

Hitzesommer 2010



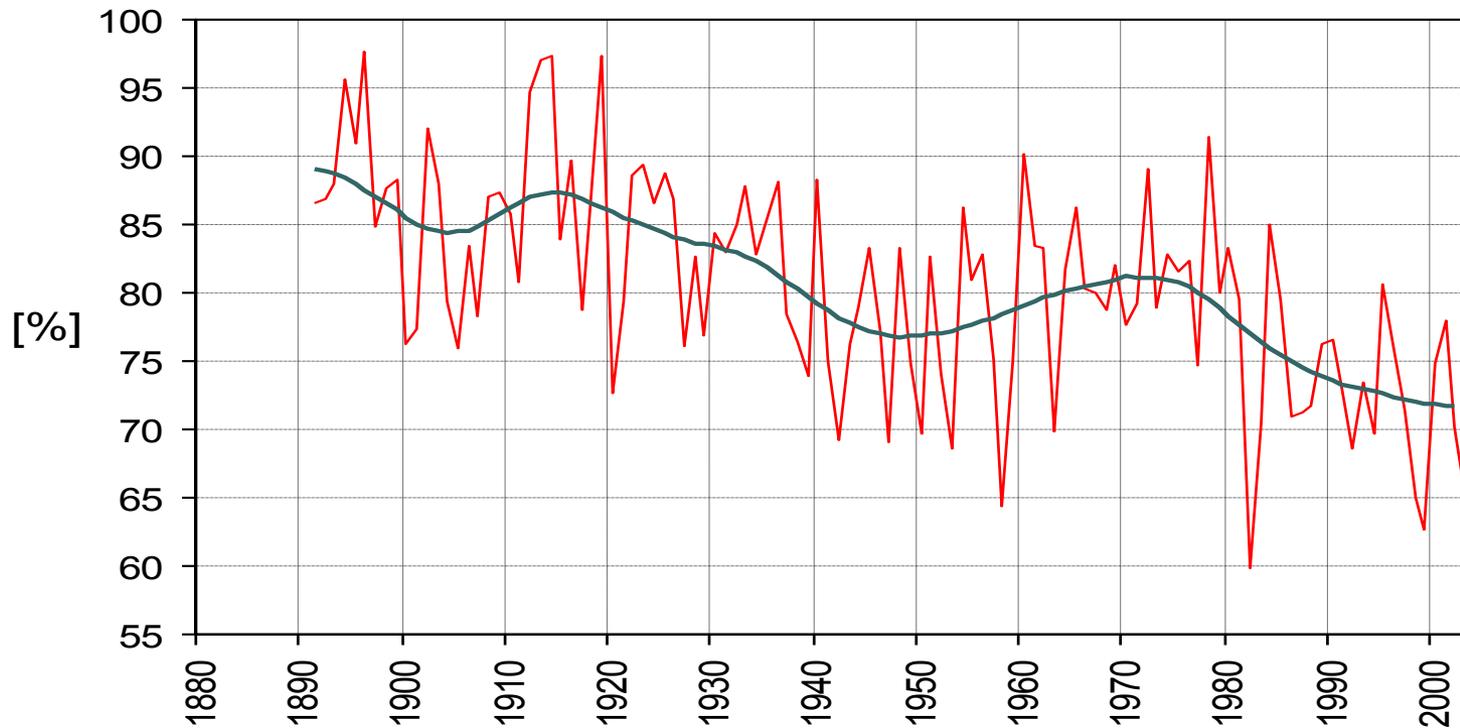
A 7-day maximum temperature



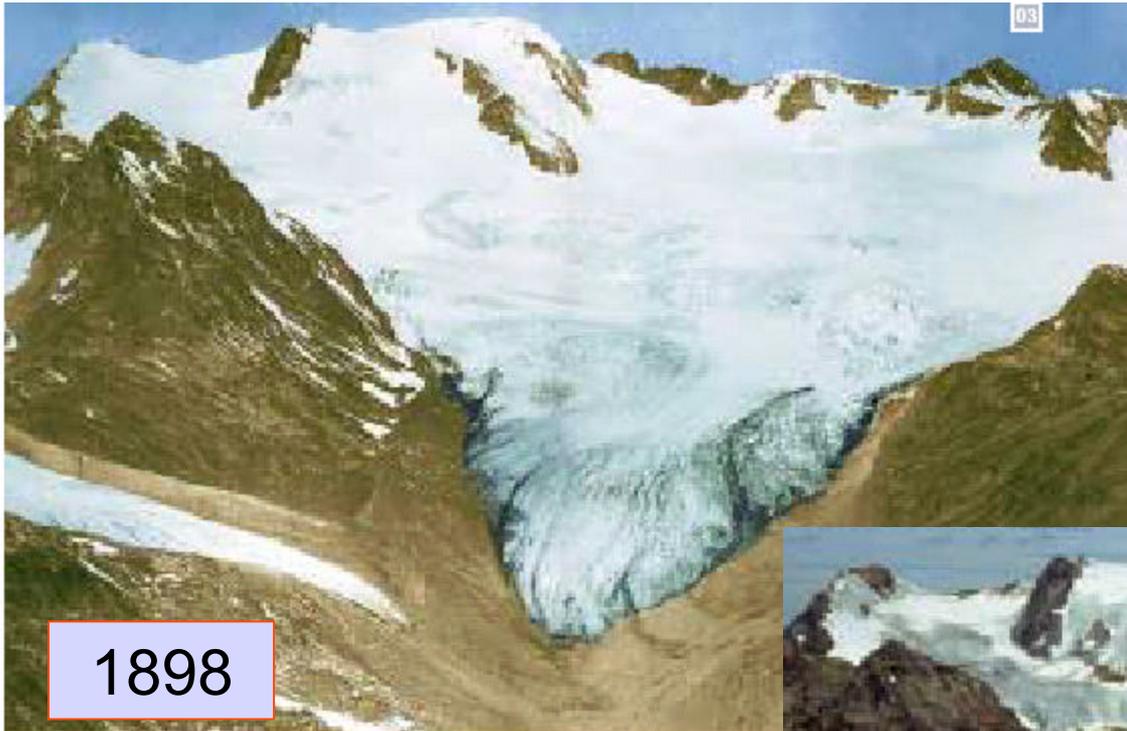
Quelle:

Barriopedro et al., 2011

Schneeanteil am Niederschlag Hoher Sonnblick (3160 m)



Schöner 2004



1898

Würthle & Sohn, August 1898

Vernagt Ferner

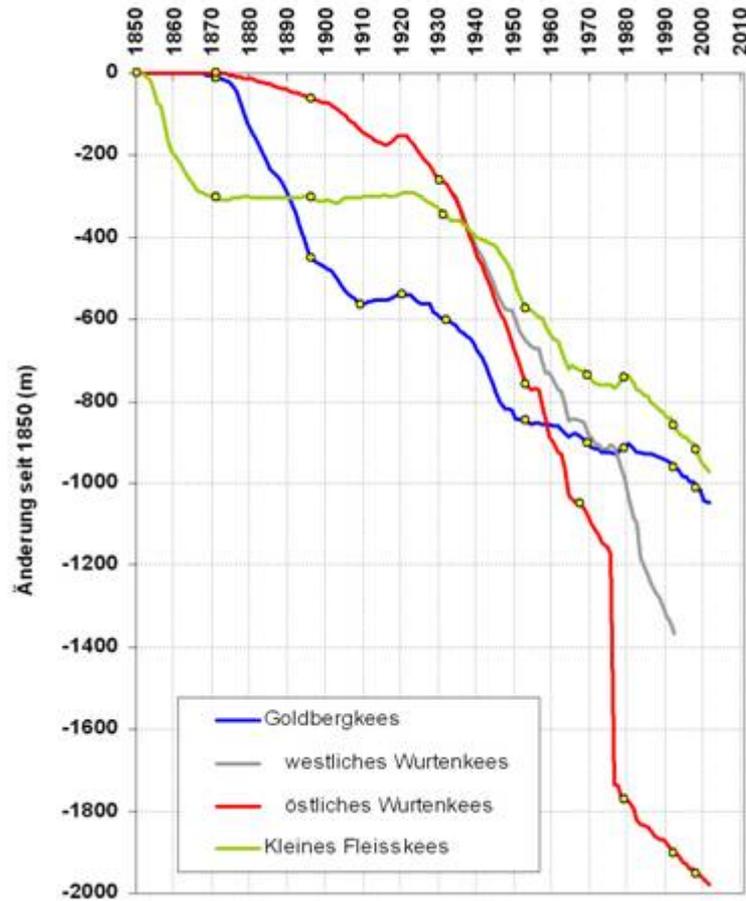
[http://files.alpenverein.at/download/
1076670171156_18_gletscherberichte
2003.pdf](http://files.alpenverein.at/download/1076670171156_18_gletscherberichte2003.pdf)



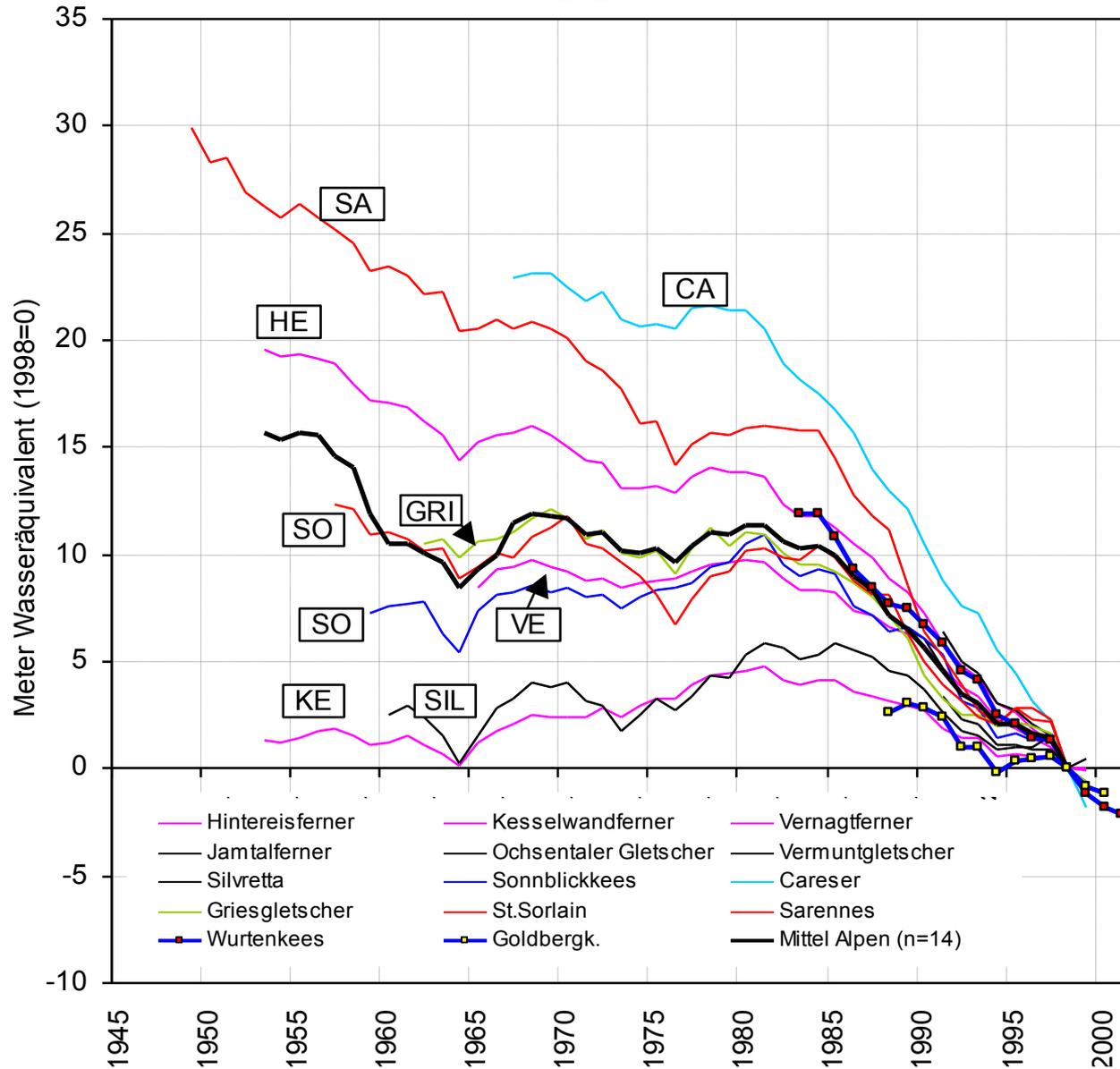
1992



Gletscherschwund / Goldberggruppe

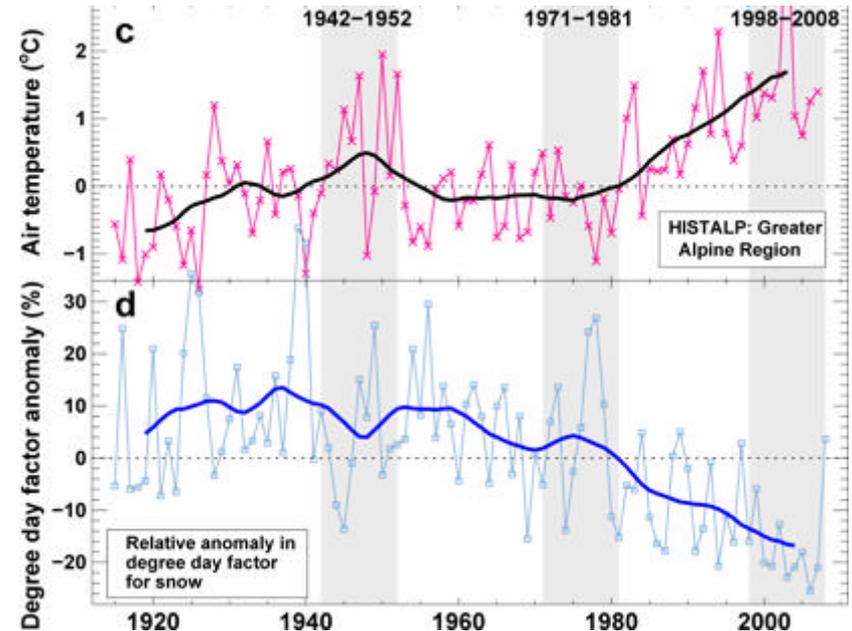
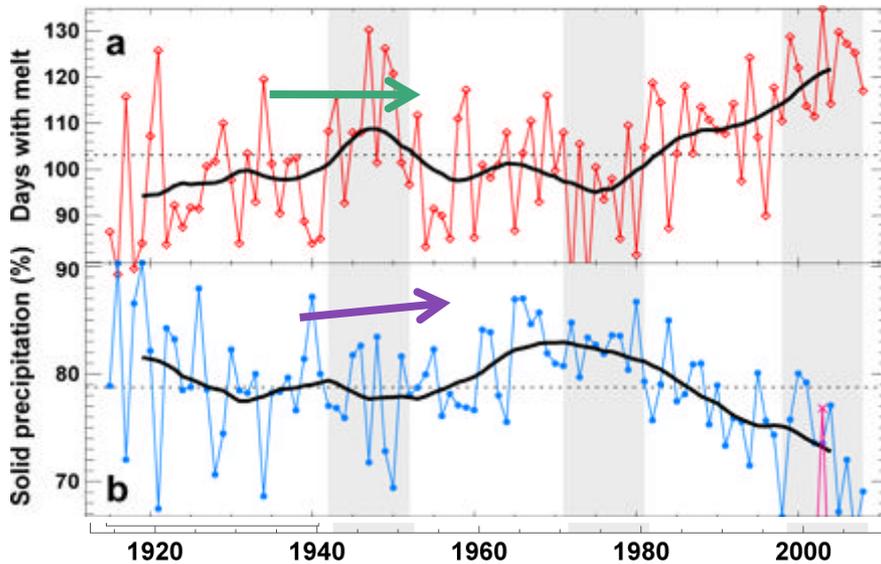


ALPEN



Rückgang alpiner Gletscher 1950 - 2000

Gletscheränderungen in der Vergangenheit



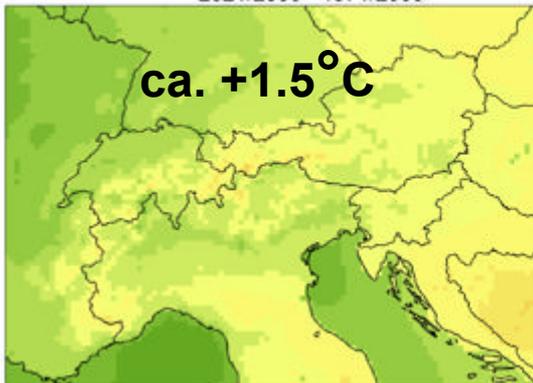
aus Huss et al.,
2010

→ bei Alpengletscher dominieren die Abschmelzprozesse im Sommer die Schneeakkumulation im Winter. Auf Veränderungen im Sommer reagieren die den meisten Alpengletschern daher stärker.

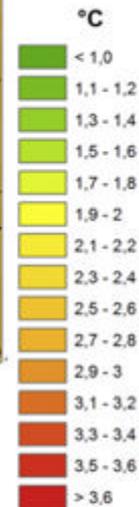
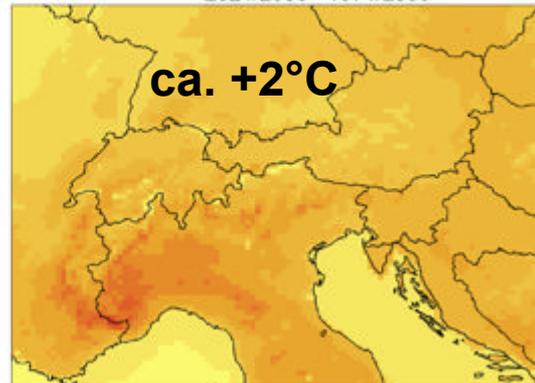
Regionale Szenarien – Temperatur 2021/2050 vs. 1971/2000



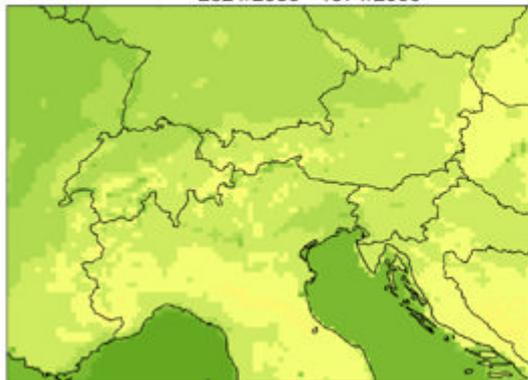
Change of Yearly Mean Temperature- ECHAM5/CCLM/A1B
2021/2050 - 1971/2000



Change of Yearly Mean Temperature- HADCM3/CCLM/A1B
2021/2050 - 1971/2000



Change of Yearly Mean Temperature- ECHAM5/CCLM/B1
2021/2050 - 1971/2000

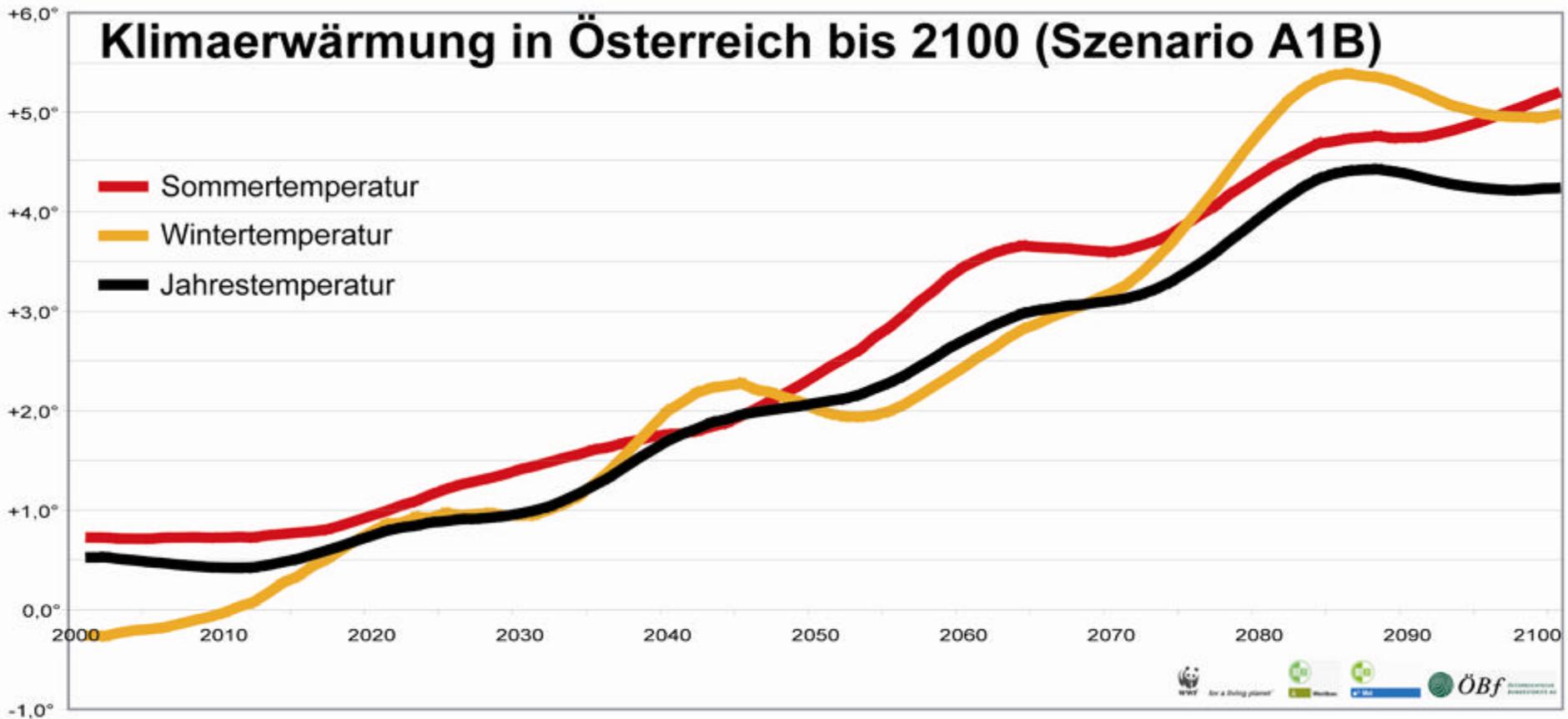


ECHAM5/CCLM/A1B,
ECHAM5/CCLM/B1,
HADCM3/CCLM/A1B



Loibl et al., 2011

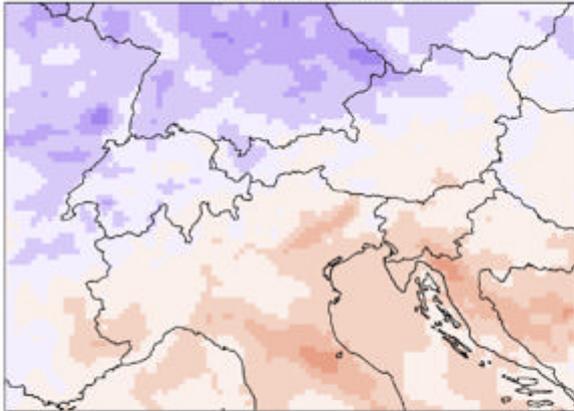
Regionale Szenarien



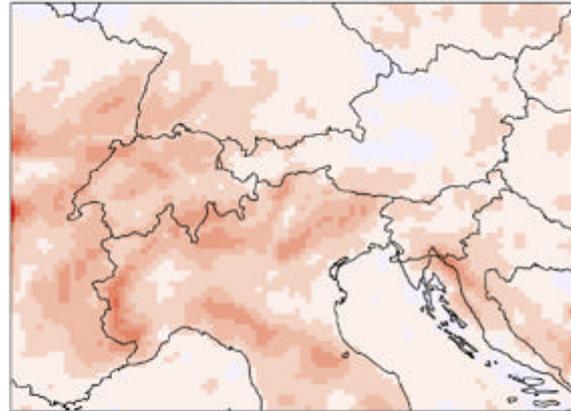
Regionale Szenarien – Niederschlag 2021/2050 vs. 1971/2000



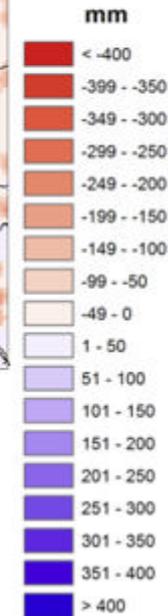
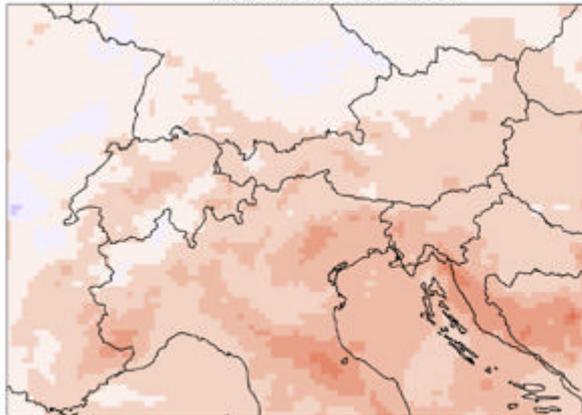
Change of Mean Yearly Precipitation - ECHAM5/CCLM/A1B
2021/2050 - 1971/2000



Change of Mean Yearly Precipitation - HADCM3/CCLM/A1B
2021/2050 - 1971/2000



Change of Mean Yearly Precipitation - ECHAM5/CCLM/B1
2021/2050 - 1971/2000

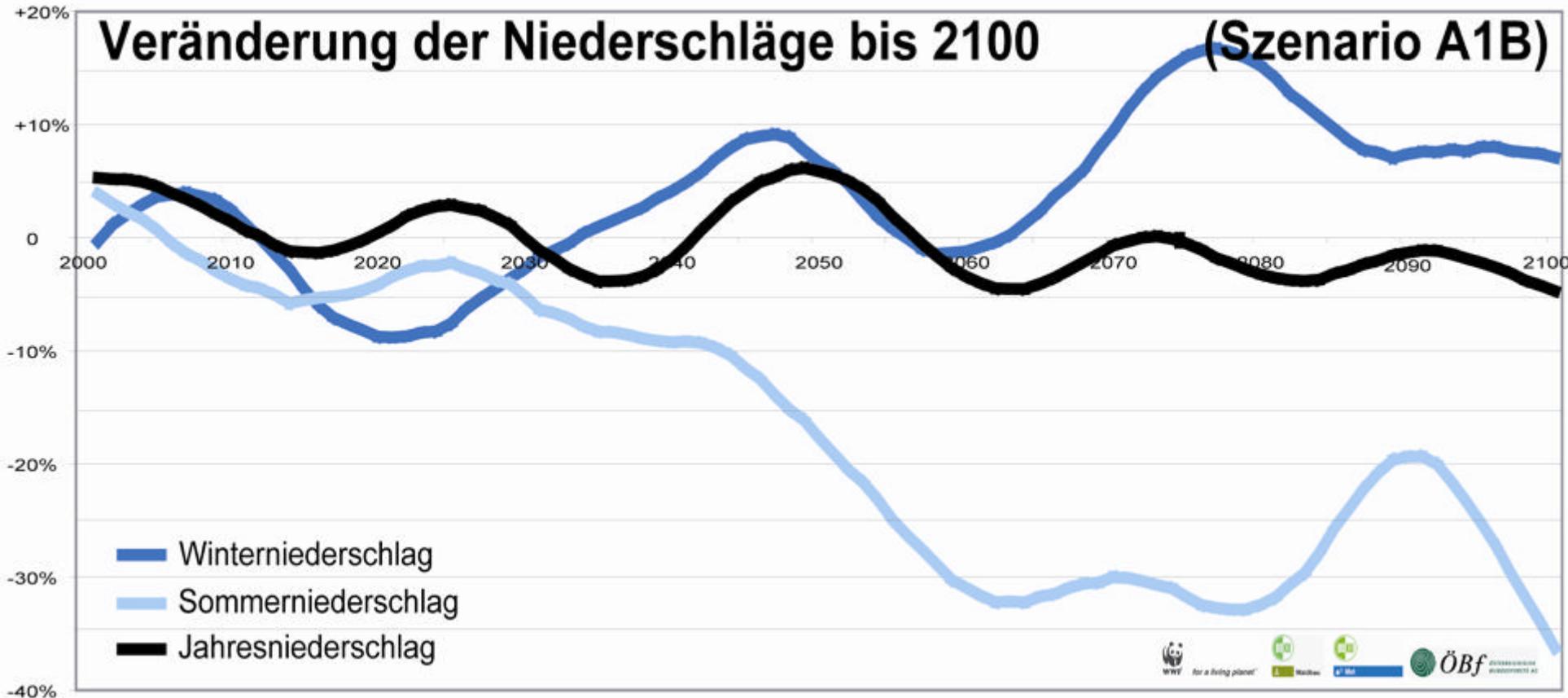


ECHAM5/CCLM/A1B,
ECHAM5/CCLM/B1,
HADCM3/CCLM/A1B

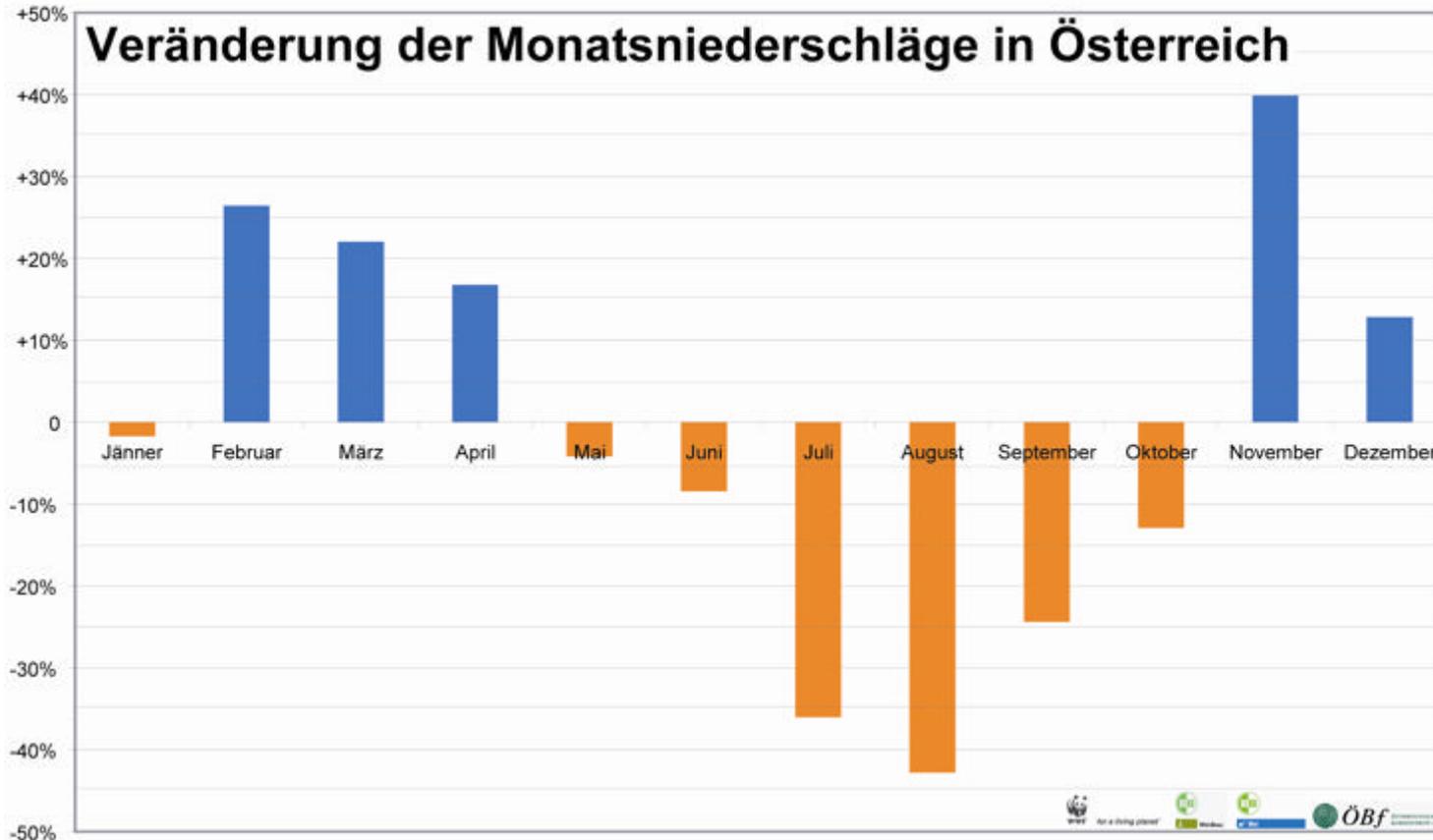


Loibl et al., 2011

Regionale Szenarien

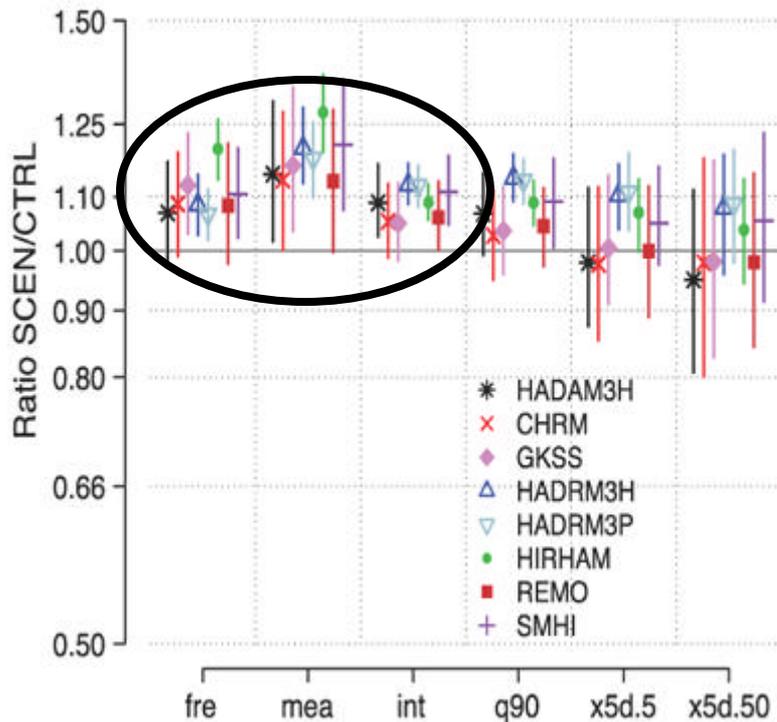


Regionale Szenarien

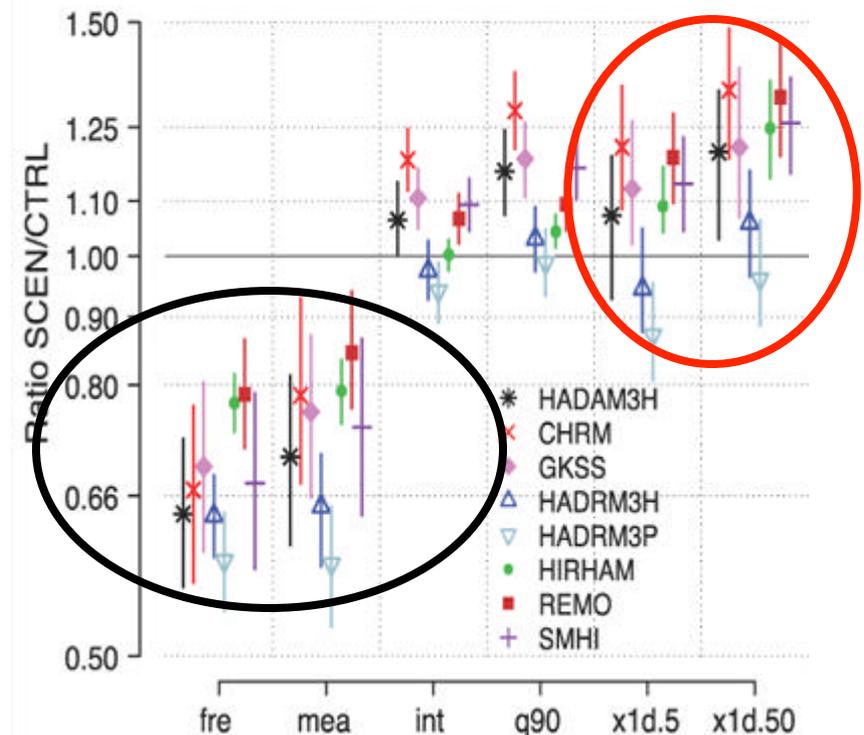


Tagesniederschläge im Alpenraum

(b) Central Europe DJF



(d) Central Europe JJA



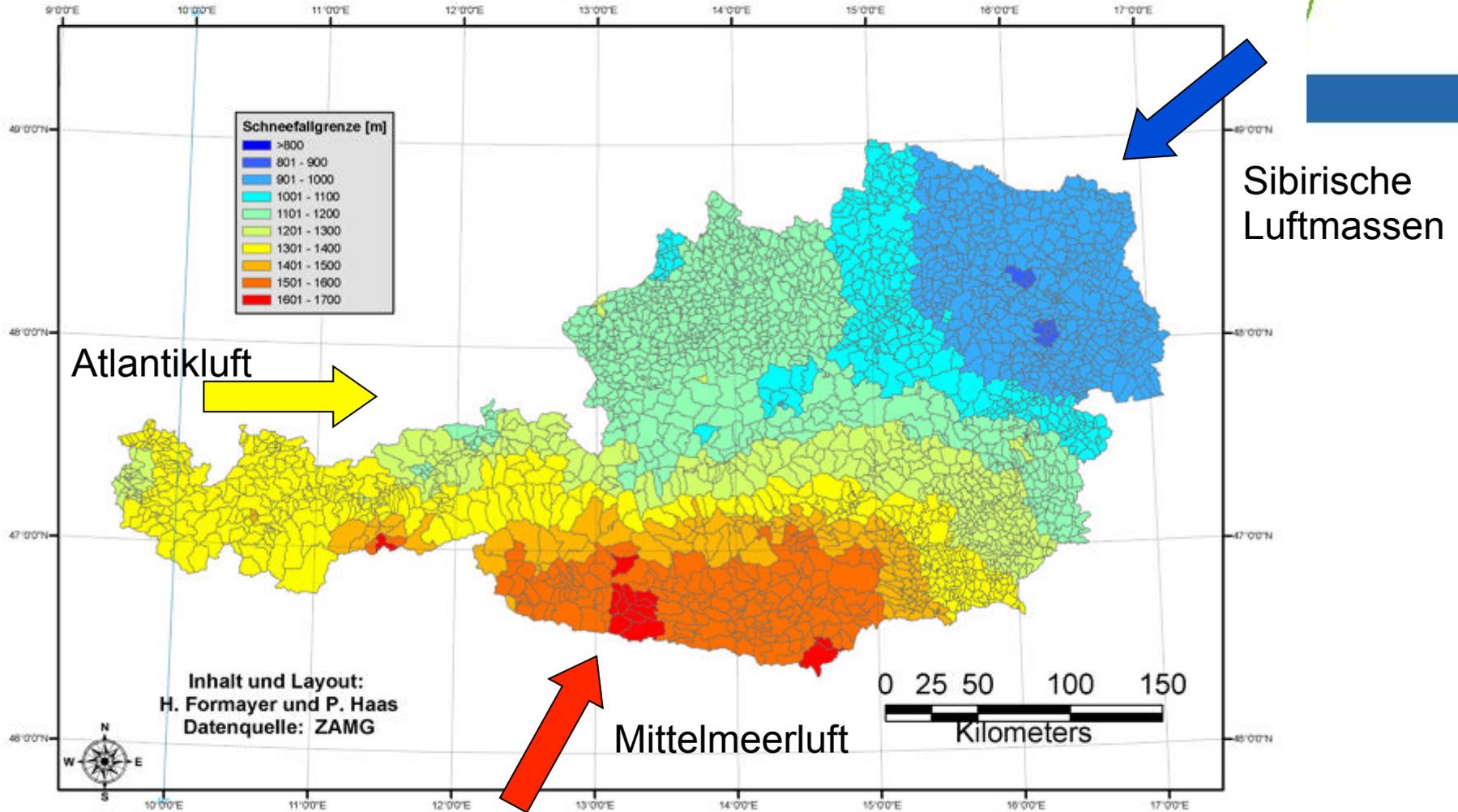
Quelle:
IPCC, 2007

90 % des Winterniederschlages als Schnee



- NÖ & OÖ ab 1000 - 1100 m
- Westl. alpine Gebiete ab 1300 m
- Südl. Alpenhptkamm ab 1500 m
z.T. erst ab 1600 m.

Seehöhe, ab der mehr als 90 % des Niederschlages als Schnee fällt (Winter; Dez. Jan. Feb.).



Höhenlage der Schigebiete in den Bundesländern 2010

Median der Seehöhe der Talstationen der Seilbahnanlagen in den Schigebieten



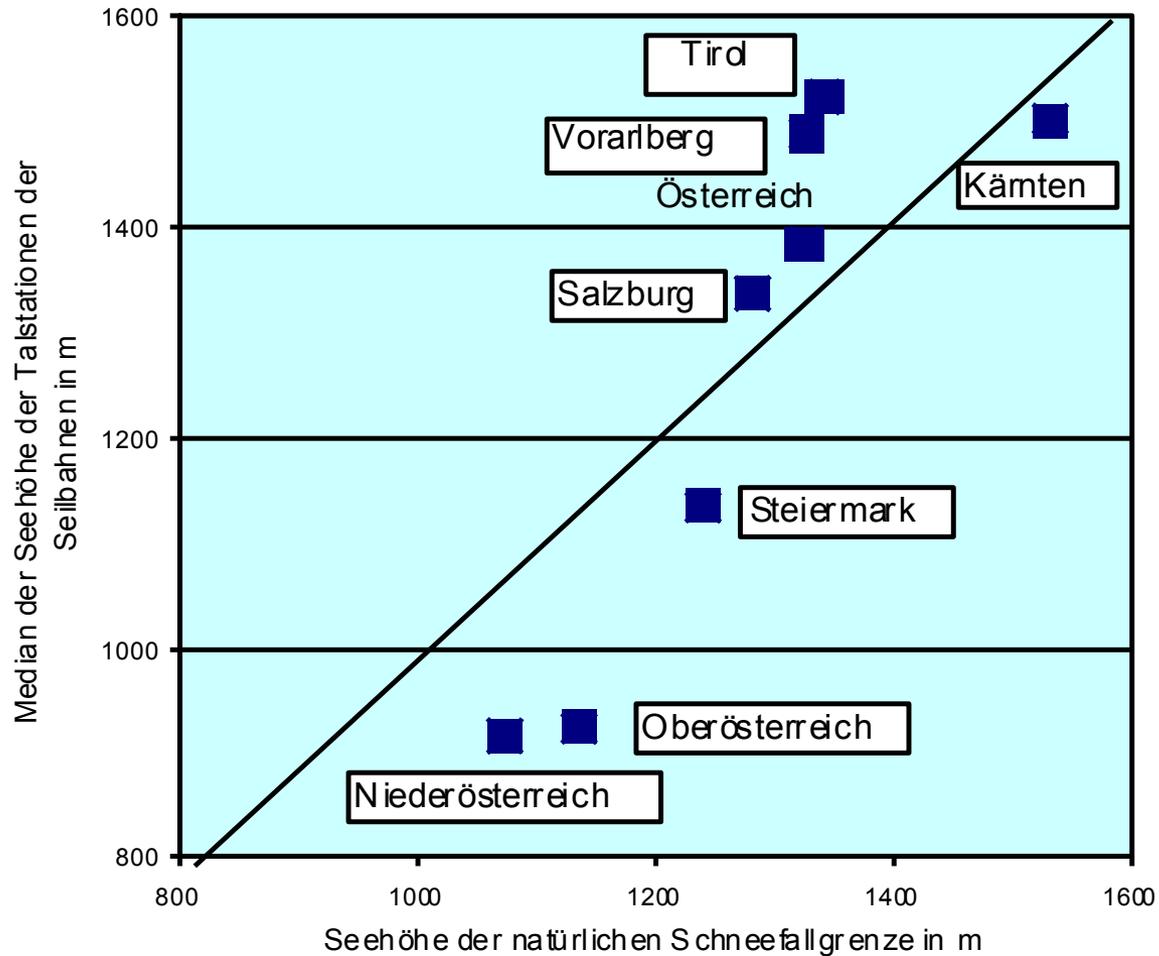
	Seilbahnbestand		
	Stand 2010 Seehöhe in m* (Anzahl)	Inbetriebnahme bis Jahr 1990 Seehöhe in m* (Anzahl)	Inbetriebnahme 2001- 2010 Seehöhe in m* (Anzahl)
Kärnten	1.507 (82)	1.412 (38)	1.652 (17)
Niederösterreich**	916 (91)	900 (71)	993 (13)
Oberösterreich	925 (40)	906 (24)	866 (9)
Salzburg	1.337 (262)	1.260 (90)	1.360 (81)
Steiermark	1.132 (76)	1.139 (20)	1.071 (20)
Tirol	1.524 (511)	1.426 (193)	1.623 (156)
Vorarlberg	1.491 (138)	1.447 (67)	1.655 (34)
Österreich	1.385 (1.200)	1.273 (503)	1.483 (331)

*) Median der Seehöhe der Talstationen der Haupt- und Kleinseilbahnen in m

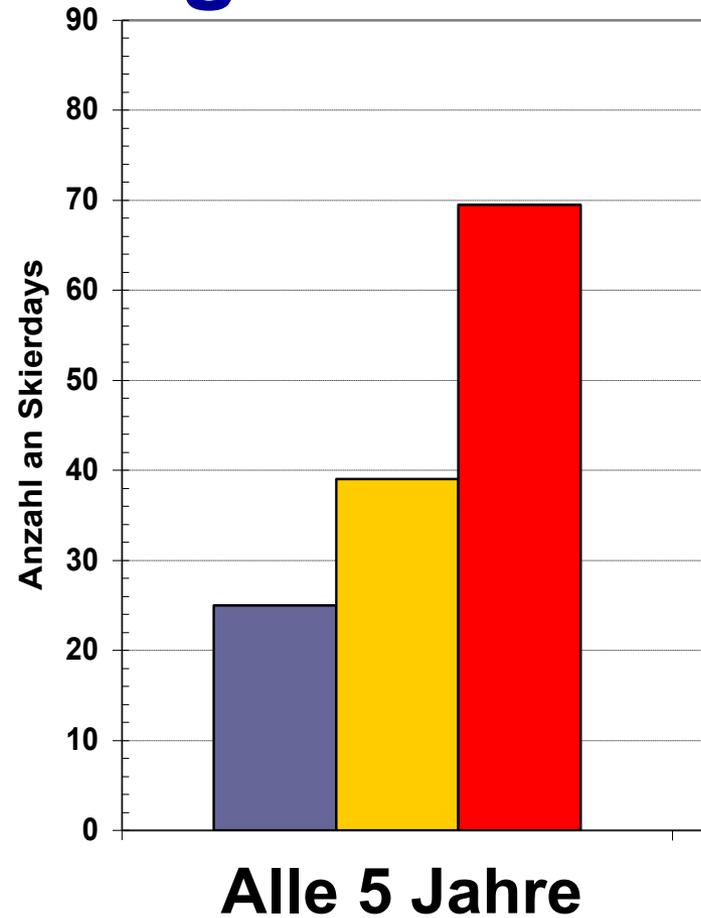
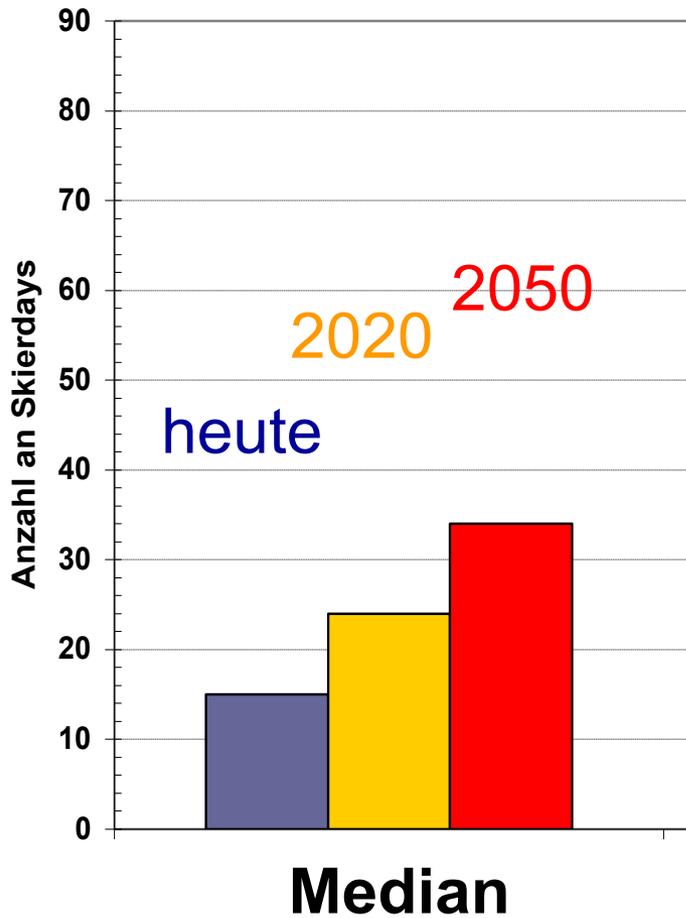
***) Median der Seehöhe der Talstationen aller Seilbahnanlagen (inklusive Schlepplifte)

Quelle: BMVIT, Seilbahnstatistik; ITR-Datenbank und Berechnungen

Höhenlage und natürliche Schneesicherheit der Schigebiete in Österreich



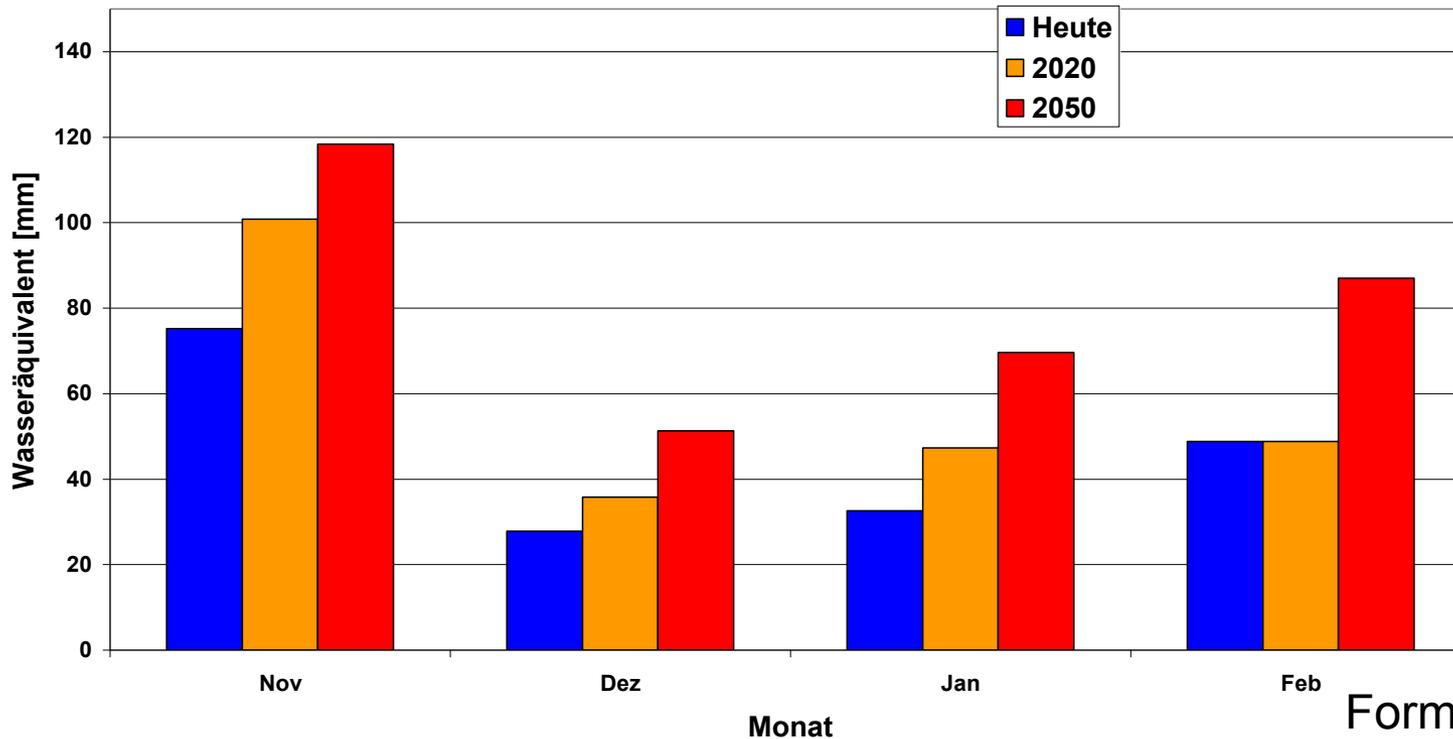
Semmering: Ausfälle von Skitagen



Schladming: Schneesmelze

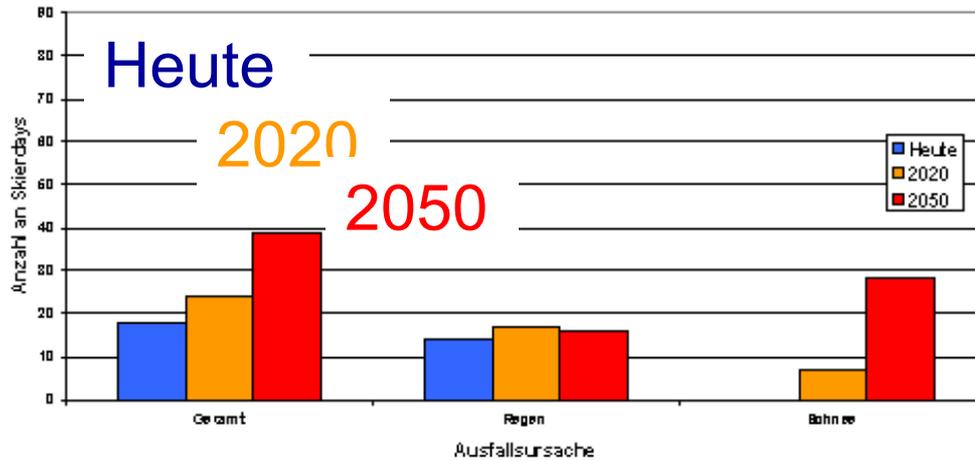


Szenarien des Medians der potenziellen Schneeschmelze
[mm Wasseräquivalent] im Mittelstationsbereich.



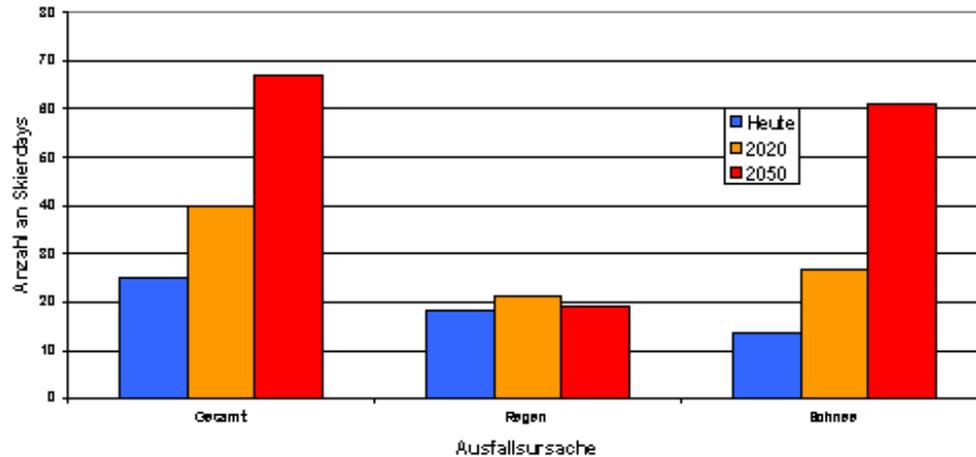
Formayer et al. 2007

Median der Ausfälle an Skierdays im Winter (DJF), differenziert nach Regen bzw. Schneemangel, heute und Szenarios



Ausfälle an Skitagen durch Regen, Schneemangel und Gesamt

Ausfälle an Skierdays im Winter (DJF) mit denen man alle 5 Jahre rechnen muß, differenziert nach Regen bzw. Schneemangel, heute und Szenarios.



Formayer et al. 2007

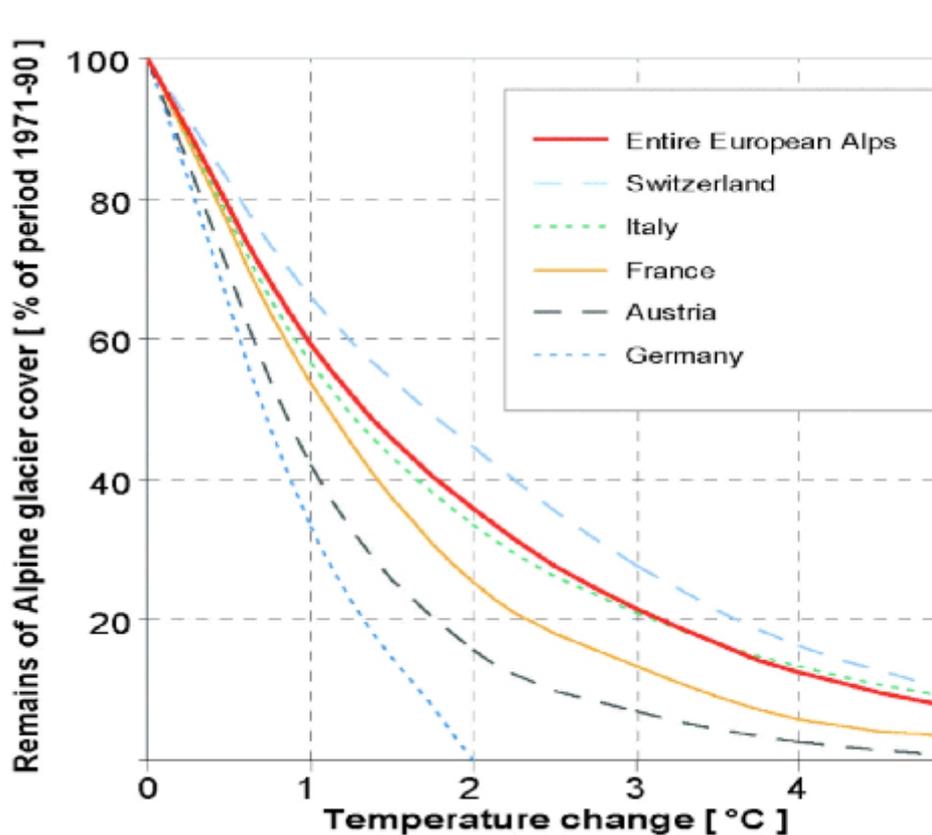


Winter Tourismus: Schneesicherheit

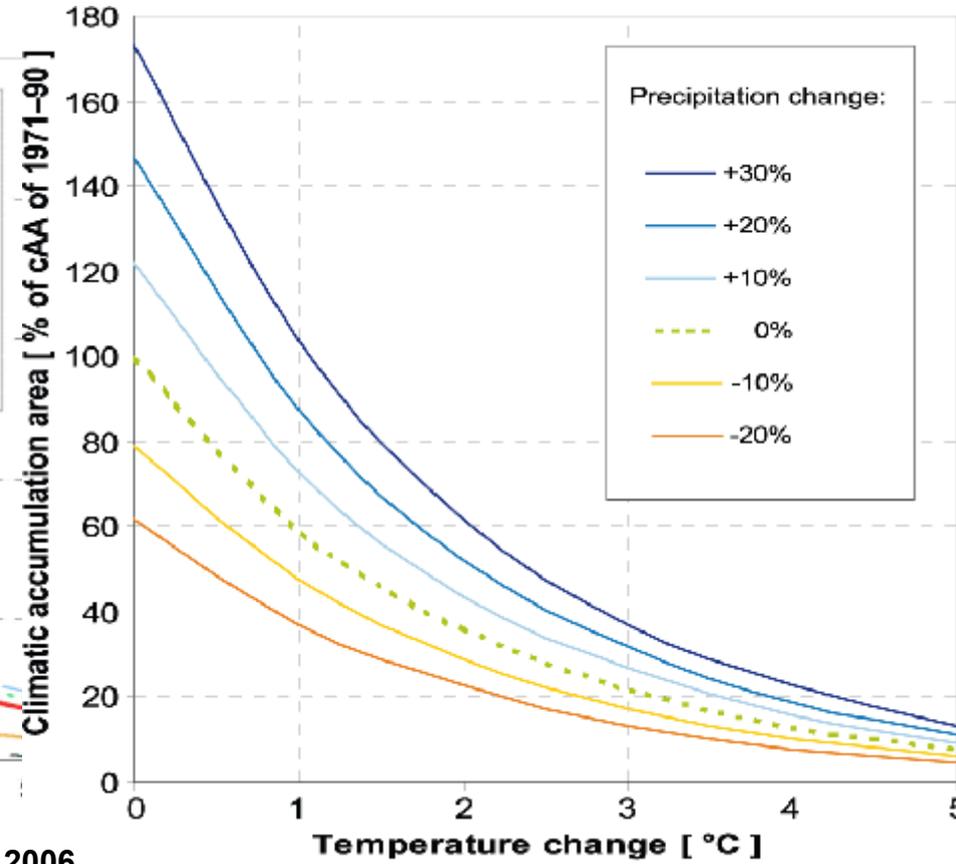
Alpin-Skifahren

- > 100 Tage Skibetrieb (7 von 10 Jahren)
- > 20/25 cm Schneehöhe
- < 0°/-2°C für Schneekanonen

Gletscherveränderungen in der Zukunft

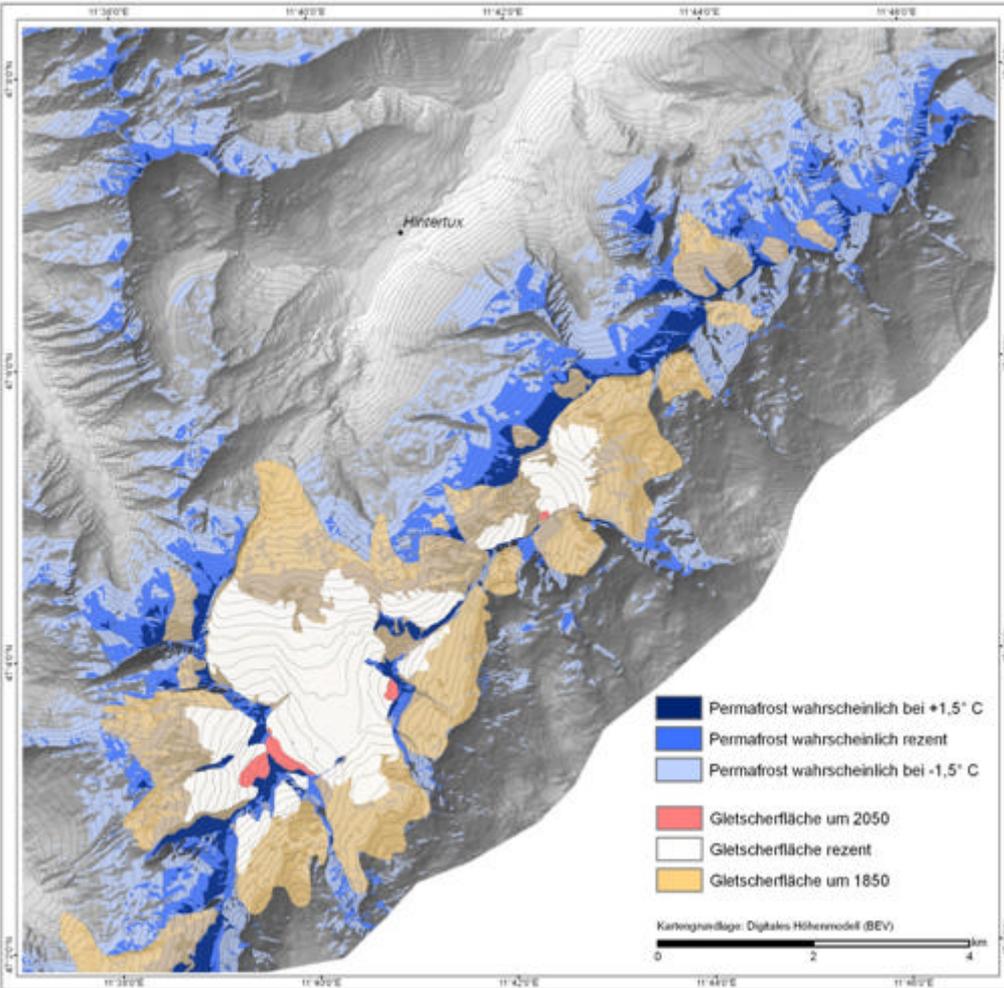


Quelle: Zemp et al., 2006





Gletscher Hintertux



Gletscherfläche um 1850	[km ²]	20,63
	[%]	100
Gletscherfläche um 1969	[km ²]	10,93
	[%]	53,0
Gletscherfläche 1985	[km ²]	9,08
	[%]	44,0
Gletscherfläche 2004	[km ²]	7,09
	[%]	34,4

StartClim 2008

Pröbstl & Damm

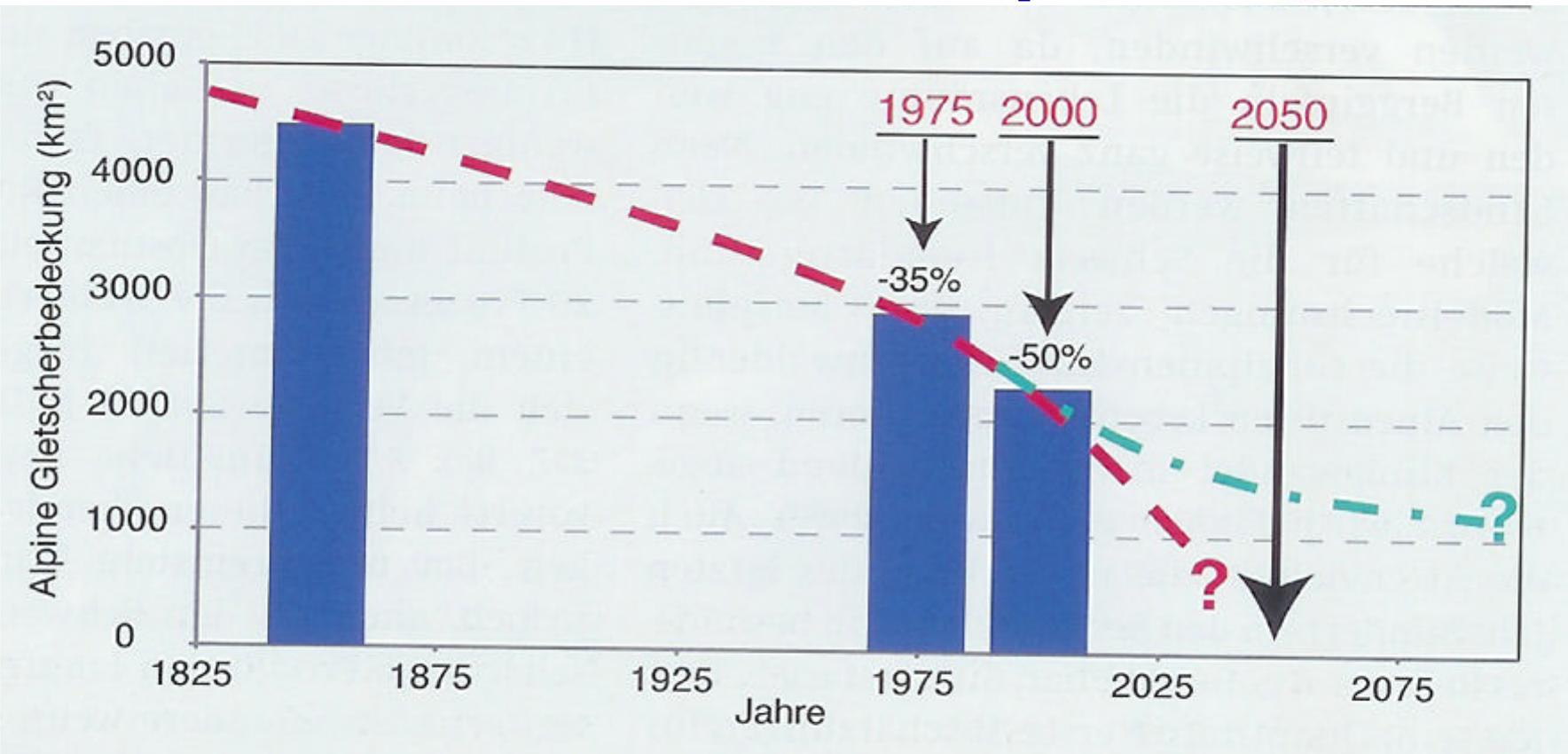
	Permafrost möglich			Permafrost wahrscheinlich		
	-1,5° C	aktuell	+1,5° C	-1,5° C	aktuell	+1,5° C
Fläche [km²]	42,61	27,74	11,80	24,22	15,00	5,59
Änderung gegenüber „aktuell“ [%]	+53,6	0	-57,5	+61,5	0	-62,7
Anteil am Untersuchungsgebiet [%]	36,6	23,8	10,1	20,8	12,9	4,8

Die Zukunft des Vernagt Ferners



<http://www.lrz-muenchen.de/~a2901ad/webserver/webdata/vernagt/animationen/Zukunft/html/index.htm>

Gletscherfläche der Alpen



OcCC 2008 - Daten und Extrapolationen nach Zemp et al. 2006 und Haeberli et al. 2007

Gletscherveränderungen



Beim Abschmelzen ändert sich nicht nur die Fläche, sondern auch die Oberflächeneigenschaften



Sölden Rettenbachgletscher 2992m 2011-09-09 08:05:29



Sölden Rettenbachgletscher 2992m 2011-09-09 07:48:27



Quelle:
Webcam Sölden, 2011

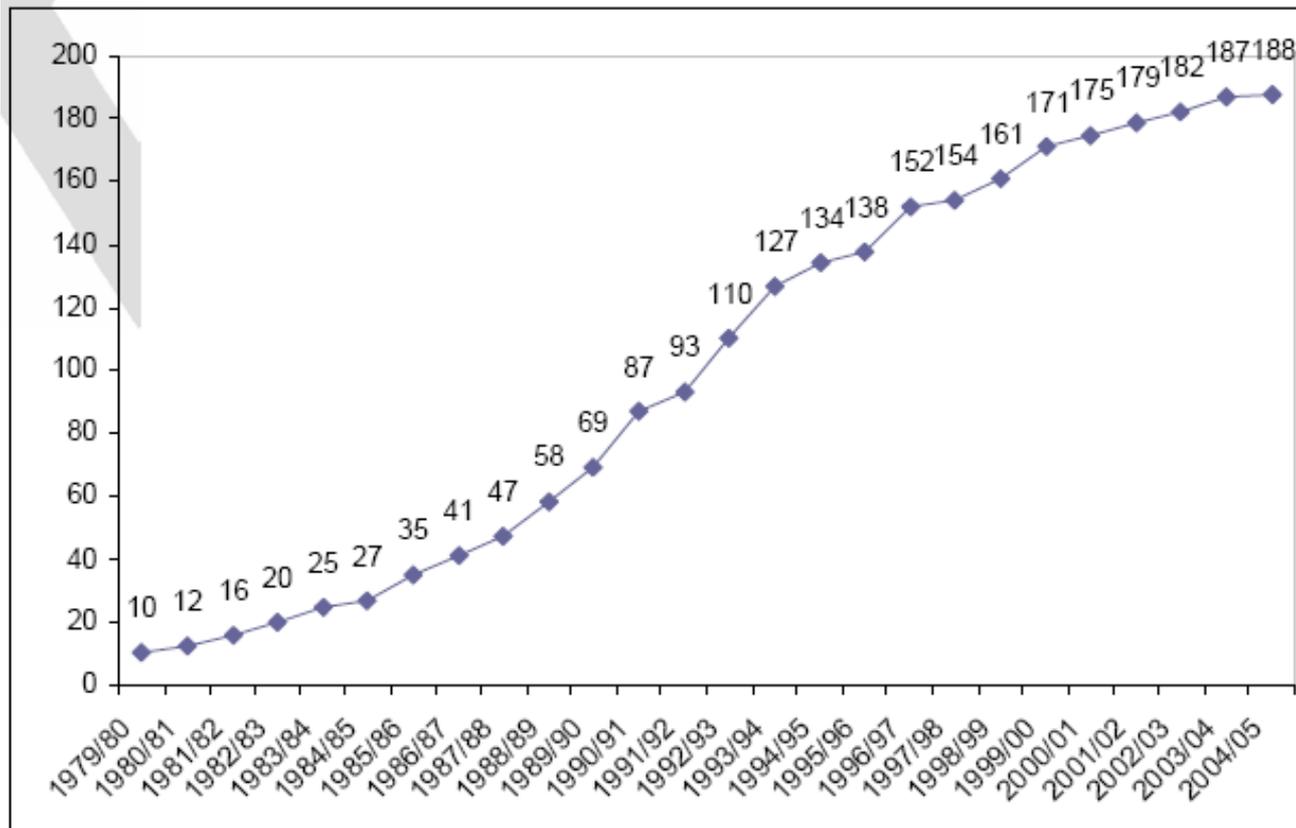
Anpassungsmaßnahmen

- Höher hinauf
- Exposition berücksichtigen
- Hänge glätten
- Mehr Beschneigung
 - Schneesicherheit erhöhen
 - Wintersaison verlängern
- Schutz spezieller Gletscher
- Lawinenschutz und Hangabriegelung
- Alternative Attraktionen
- Aufstiegshilfen im Sommer nutzen
- Ganzjahreserlebnis

nicht nur klimabedingt

Scott et al. 2001; Todd 2003; Bürki et al 2003

Liftanlagen in Frankreich mit Beschneiungsanlagen

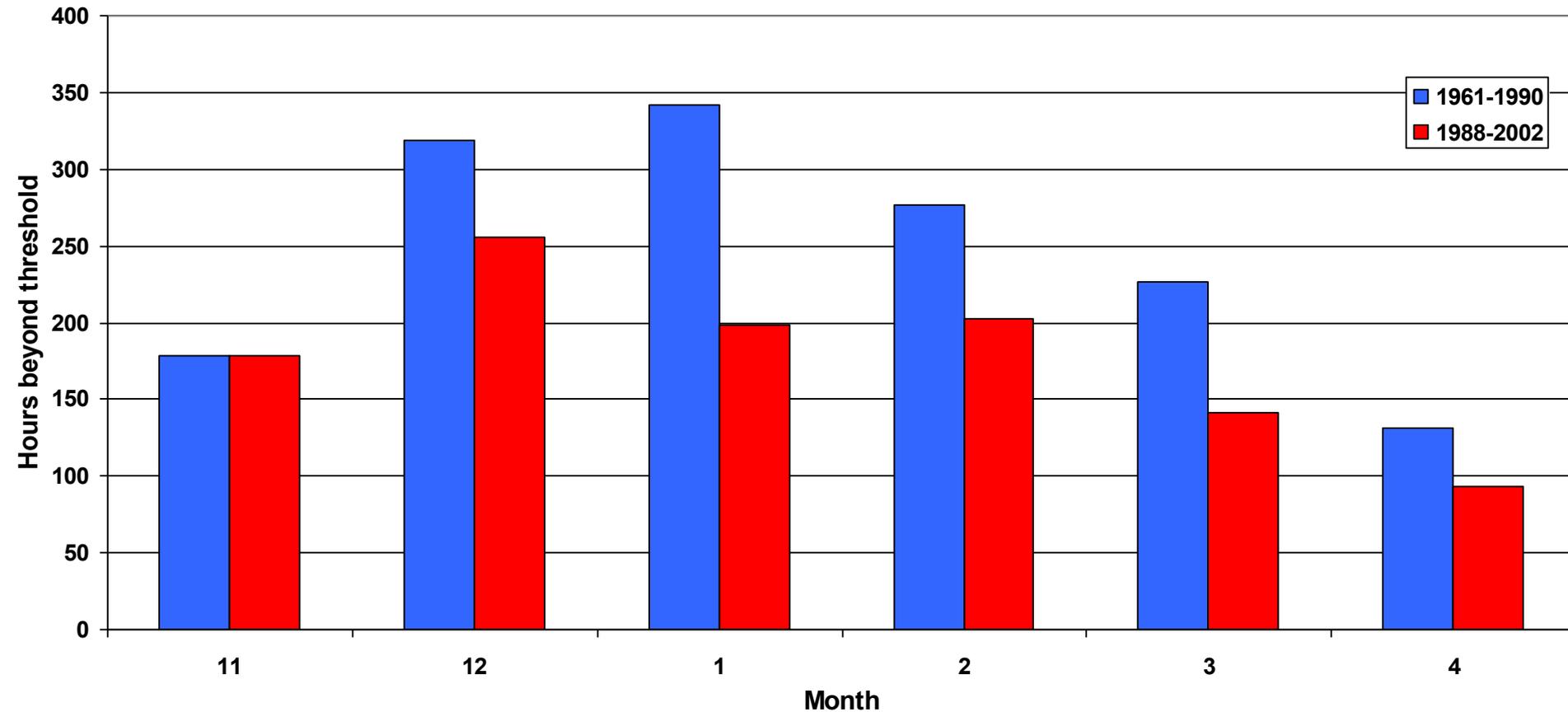


Source: Direction du Tourisme, 2006

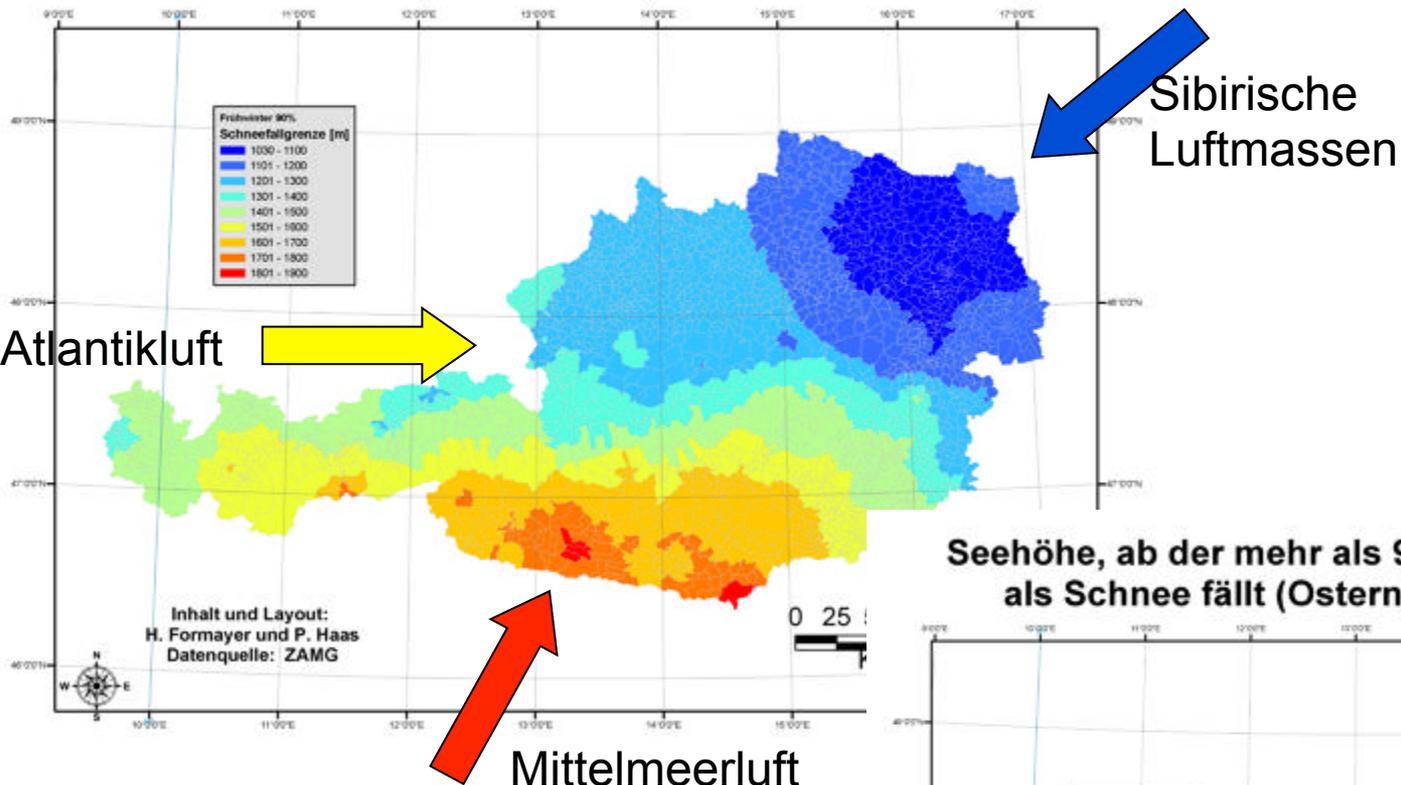
Beschneigungsstunden (-3°C) pro Monat auf der Planai (1300 m) 1961/90 bzw. 1988/2002



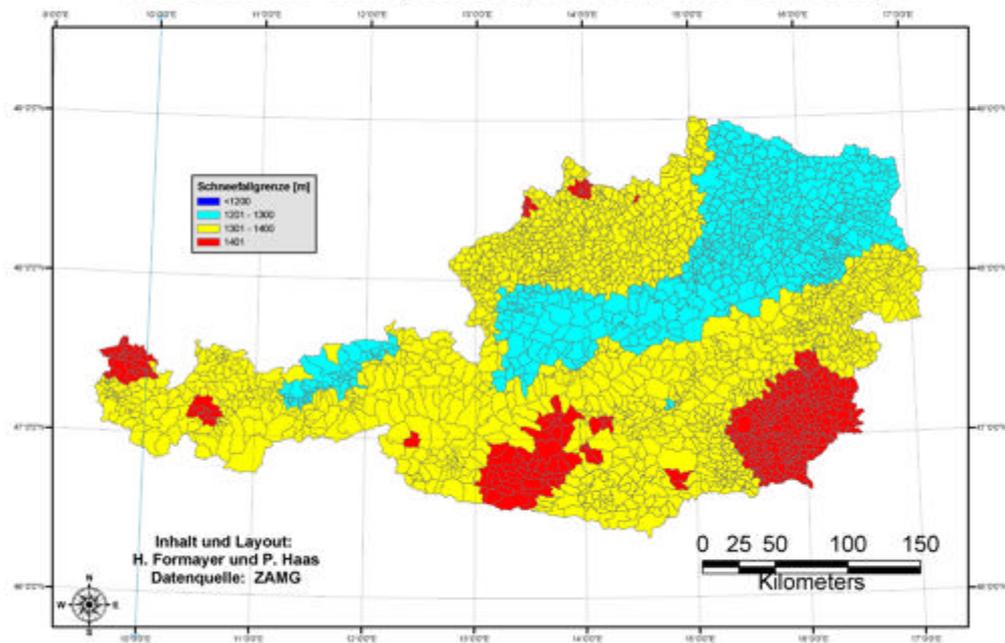
CJ at Planai
-2002



Seehöhe, ab der mehr als 90 % des Niederschlages als Schnee fällt (Frühwinter; 1. Nov bis 24. Dez.)

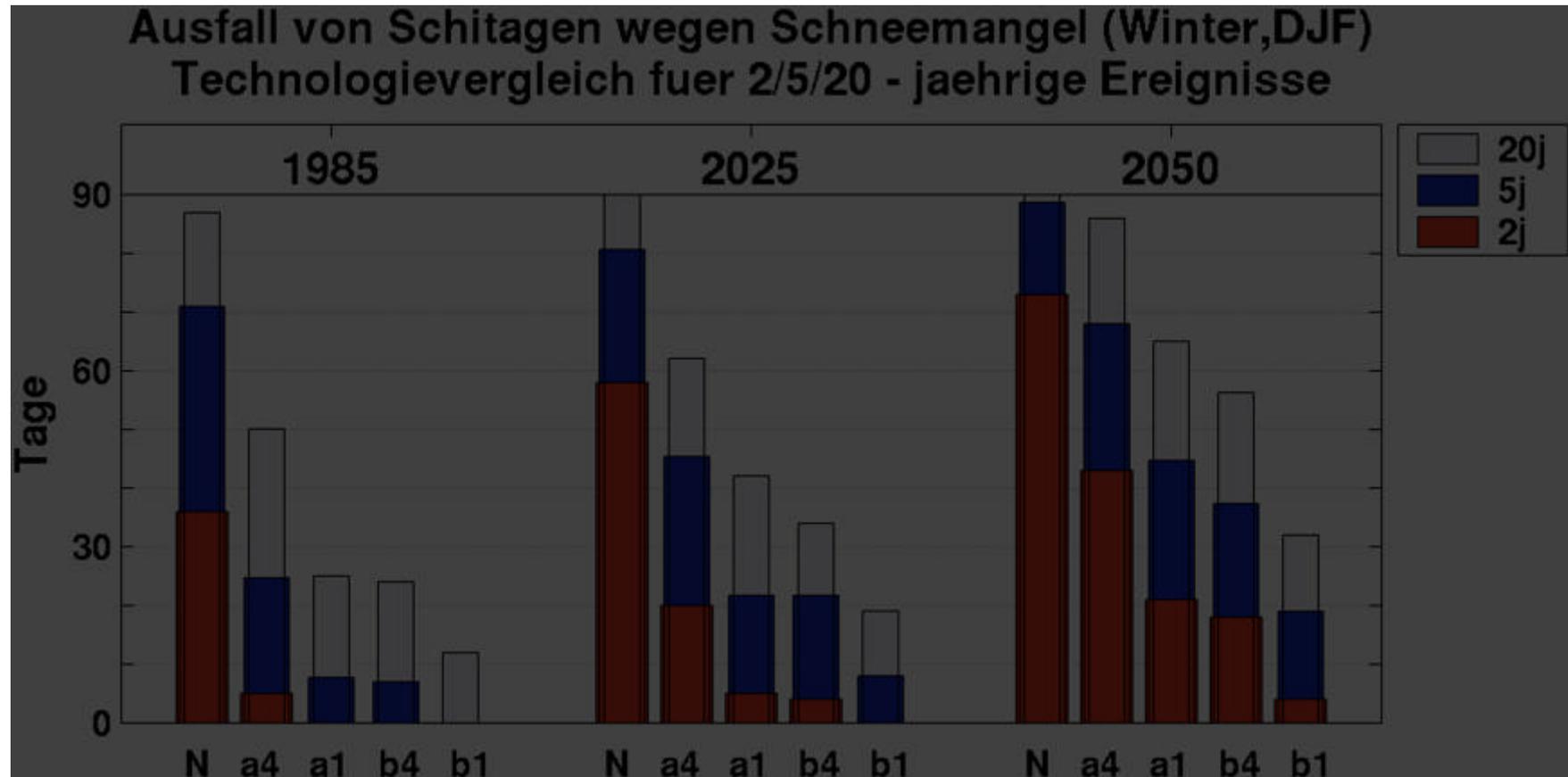


Seehöhe, ab der mehr als 90 % des Niederschlages als Schnee fällt (Ostern; 20. Mar bis 20. Apr.)



Beschneigungs möglichkeiten

Saalbach/Hinterglemm



Verlust von Skiflächen: Kanada

- Fortschritt der Beschneitechnologien reduzierten Vulnerabilität in 1980er, 1990er Jahren
- Verdoppelung des Kunstschneebedarfs bis 2050

Saisonverkürzungen	Aktuelle Technologie	Mit techn. Fortschritt
2020	8 - 30%	3 - 17%
2050	16 - 52%	10 - 32%
2080	30 - 66%	22 - 49%

Scott et al. 2001

Beschneigungsanlagen



Bestenfalls eine kurzfristige Übergangslösung



Attraktiv?

Schöne neue Alpen 1995



Quelle: Bedrohte Alpengletscher



Gletscherabdeckung mit Folien



Quelle: Bedrohte Alpengletscher

Gletscheränderungen



Schweiz und Frankreich profitieren



- Alpen
 - Bedeutende Skigebiete liegen hoch
 - Schneemangel bis 2035 kein Thema oder durch Beschneigung ausgeglichen
 - Gletscherskigebiete noch ganzjährig
 - Zuzug von anderen Gebieten?
- Pyreneen
 - Schneesicherheit sinkt deutlich



Deutschland auf der Kippe

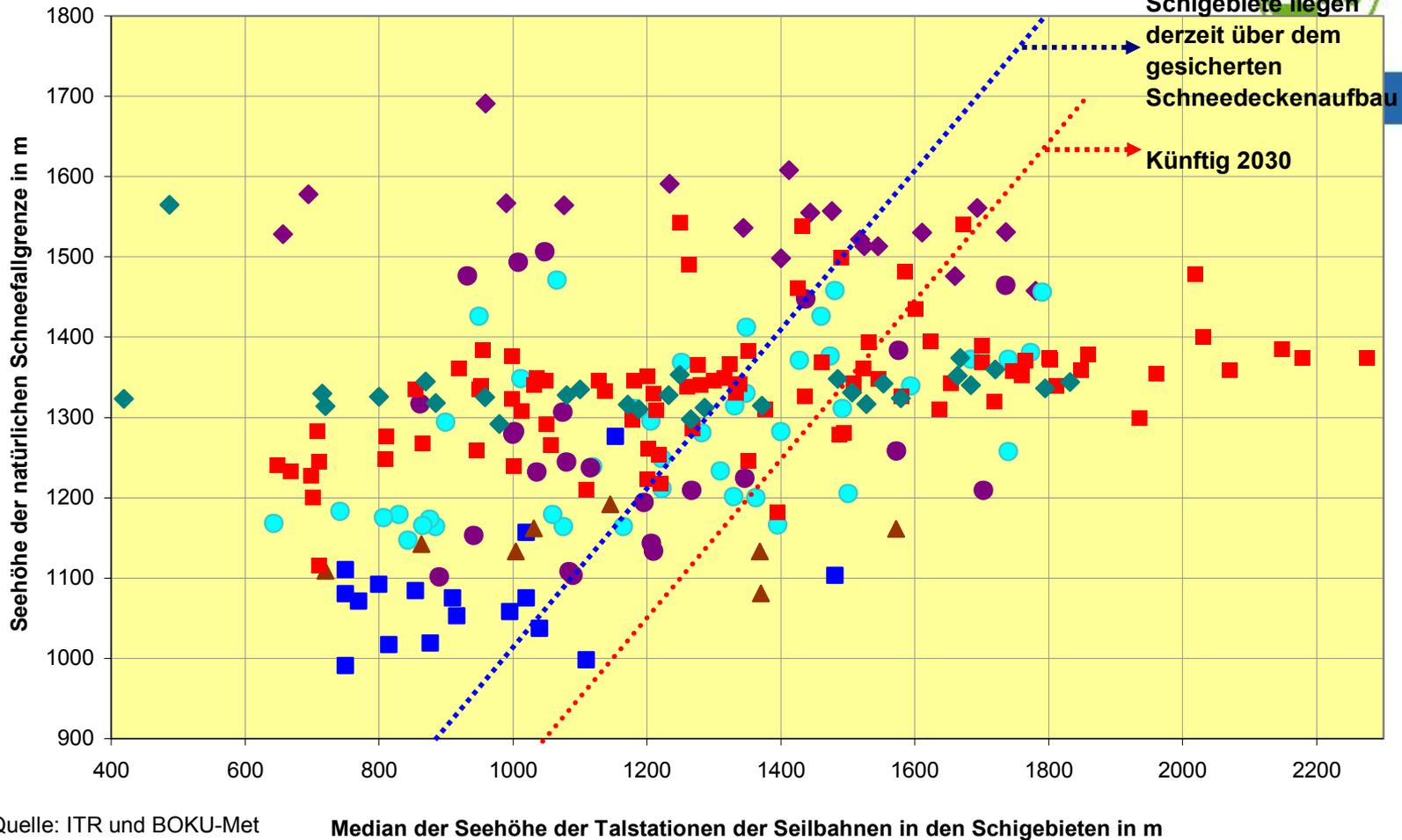
- In Mittelgebirgen bleibt Schnee aus
- Kürzere Saisonen, vielleicht schon ab 2030 schneefrei? (Harz, Schwarzwald, Thüringer Wald, ..)
- Alpine Gebiete (außer eventz. Zugspitze) ähnlicher Trend
- Ausweichen der Touristen in die Schweiz?



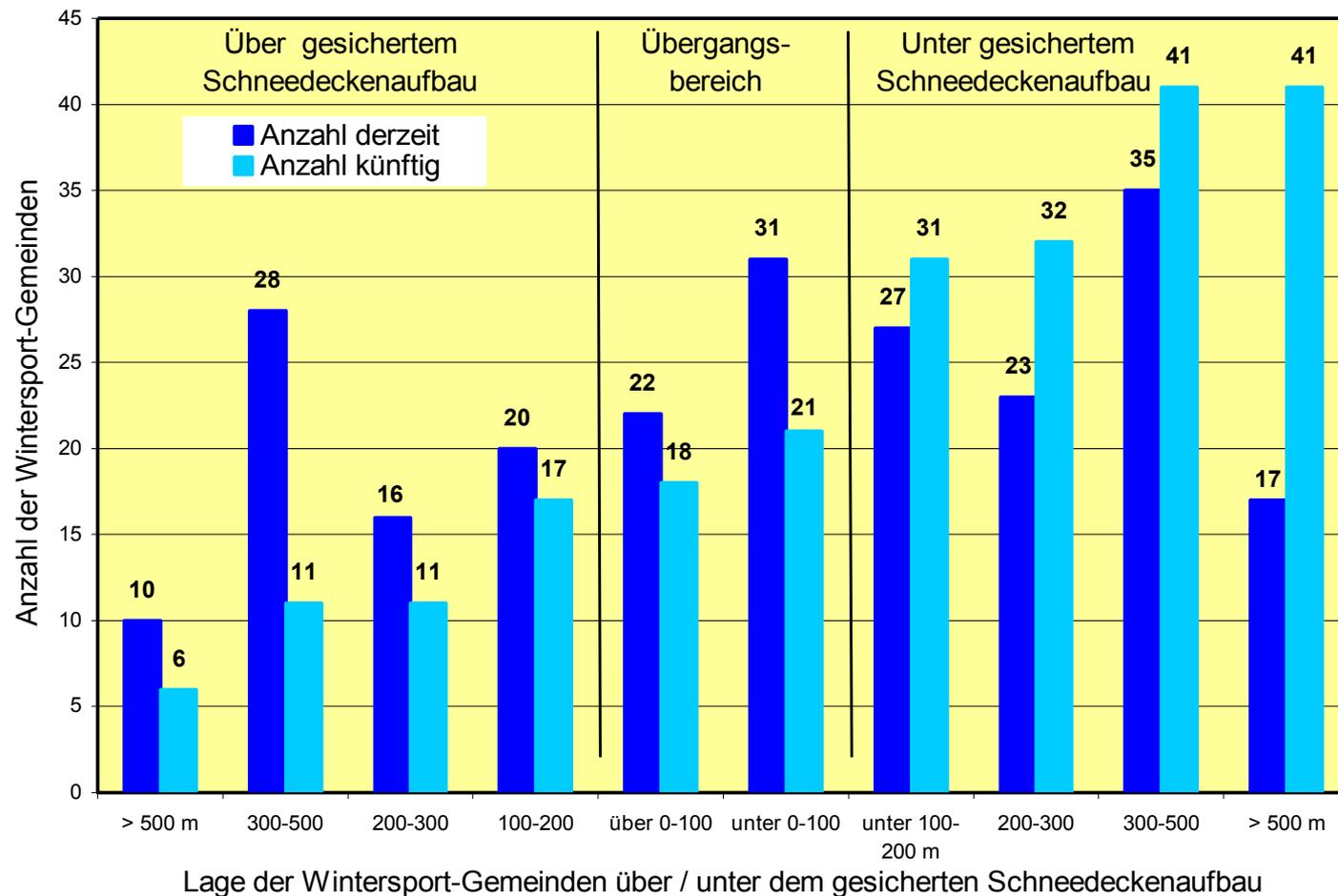
Italien zählt zu den Verlierern

- Etwa 50% der Skigebiete unter 1300 m
- Südseite der Alpen auch weniger Schnee
- Sommertourismus profitiert

Höhenlage und natürliche Schneesicherheit der Schigebiete in Österreich



Auswirkungen des Klimawandels auf die Schigebiete Österreichs



Quelle: Formayer et al., 2009; BMVIT, Seilbahnstatistik; ITR-Datenbank und Berechnungen

Österreich

- Zahl der Schigebiete natürlicher Schneefallgrenze bis ca. 2030 von heute 101 auf 145 erhöhen (+44 %).
- Von steigender Schneegrenze am stärksten tiefer gelegenen Schigebiete in Niederösterreich betroffen. Auch Salzburg und Kärnten.
- Weniger stark betroffen Vorarlberg, Tirol und Oberösterreich.



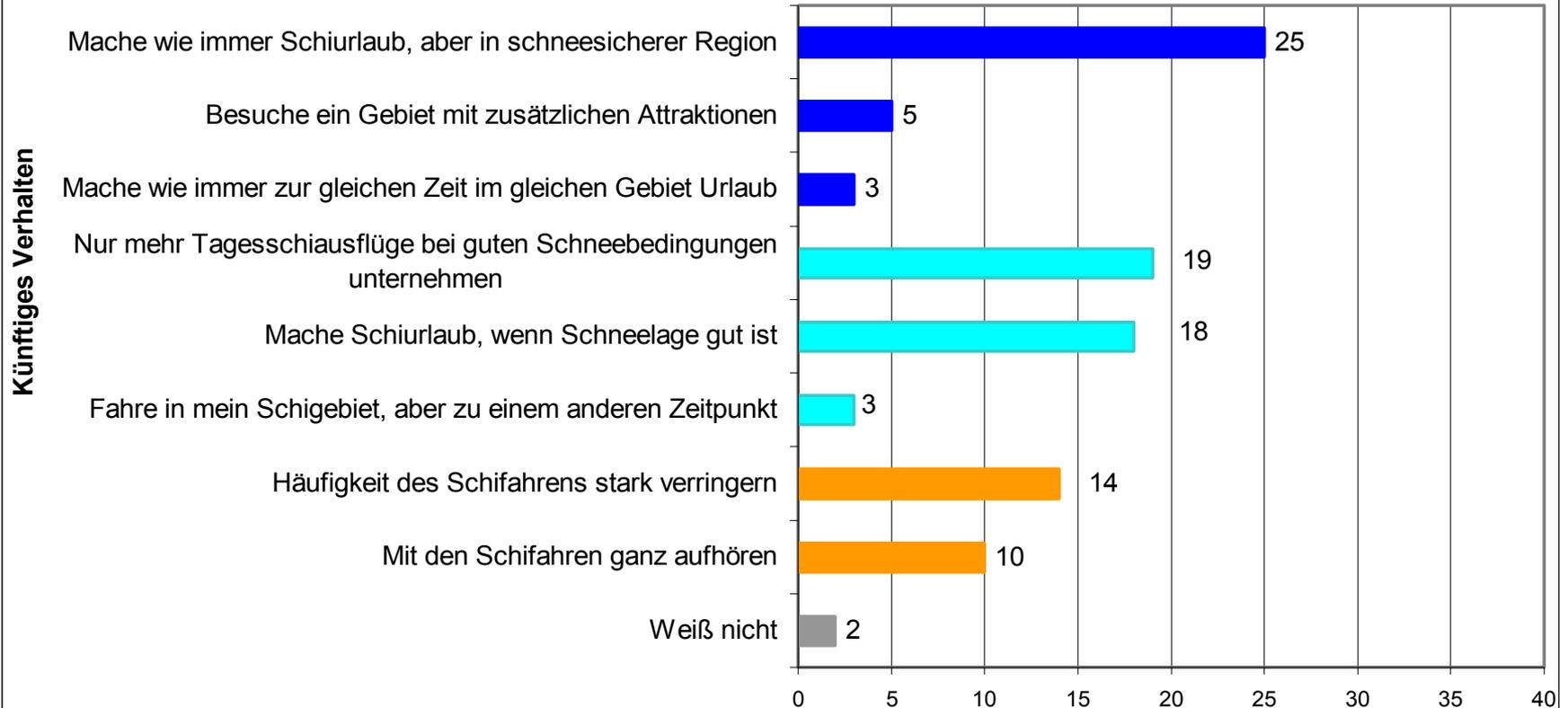
Ausblick Gletscherskigebiete

- **Durchgängiger Sommerbetrieb immer aufwendiger**
- **Kann nicht jeden Sommer sichergestellt werden**
- **Beschneigung, Abdeckung, etc. mittelfristig für kleinere sensitive Bereiche geeignet**
- **Ganze Gletscher können nicht abgesichert werden.**
- **Bei Neuplanungen Relief unter dem Eis mitberücksichtigen.**

Abbildung

Künftiges Winter-Urlaubsreiseverhalten der Schiurlauber

Frage: Und wenn eine Abfolge von mehreren schneearmen Wintern bzw. Winter mit schlechten Schneebedingungen nacheinander gegeben sind. Was würden Sie in diesem Fall tun?



Datenbasis: Repräsentativauswahl von 185 österr. Ski-/Schneurlaubern



Nachsatz

- Es treffen Klimawandel ...
 - und Klimaschutz
 - und Energieverknappung
 - zusammen
-
- sorgfältige Planung lohnt sich!



Universität für Bodenkultur Wien

Department Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Meteorologie

Univ. Prof. Dr. Helga Kromp-Kolb

Peter Jordanstraße 82, A-1190 Wien
Tel.: +43 1 47654 - 5601, Fax: +43 1 47654 - 5610
meteorologie@boku.ac.at , www.boku.ac.at

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



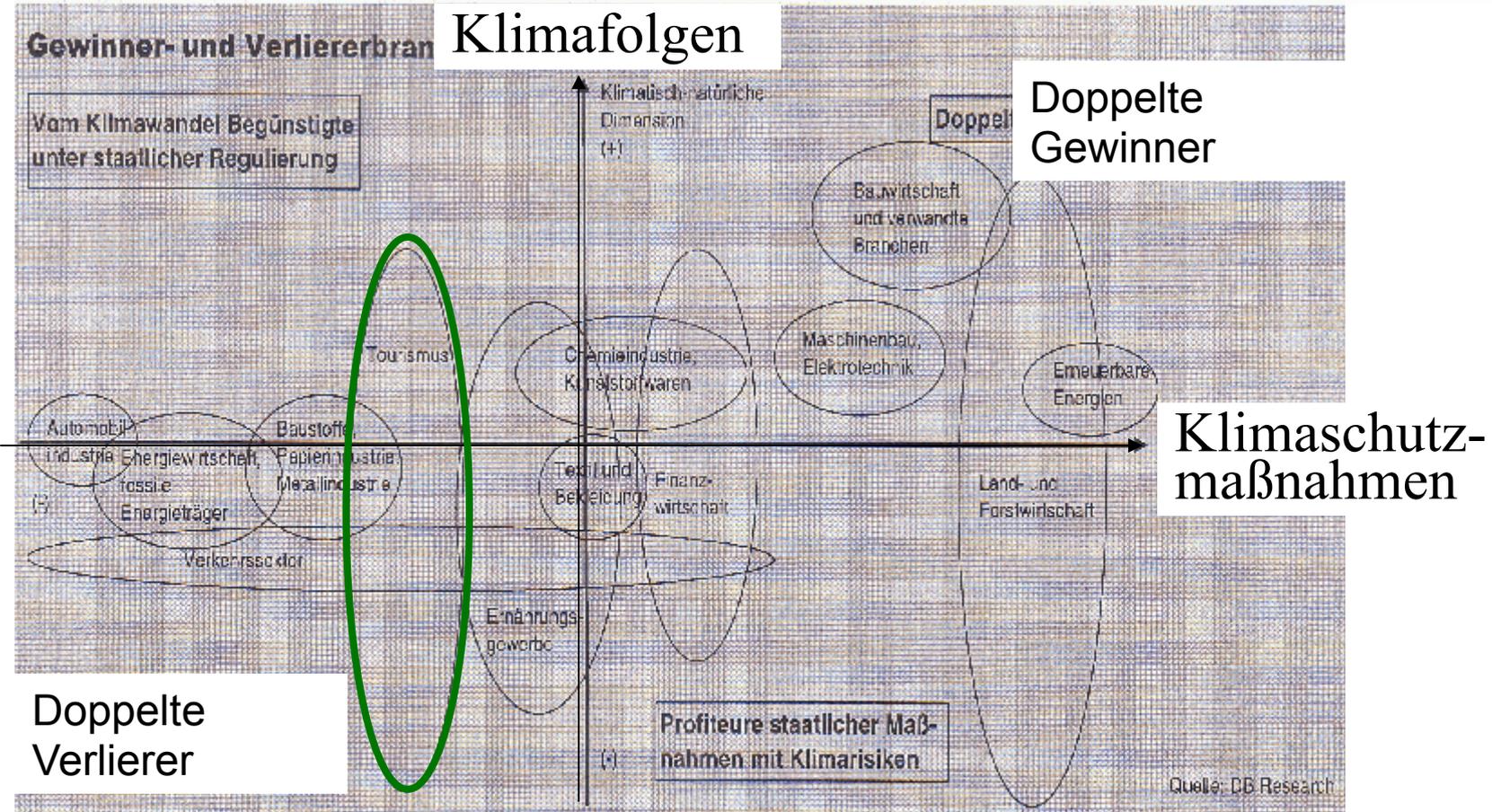
Zusammenfassung Gletscher

- **Temperaturbedingt viele Gletscher am Rückzug**
- **Erwärmung nur vereinzelt durch einen Niederschlagsanstieg kompensiert**
- **Alpine Gletscher reagieren stärker auf Witterung im Sommerhalbjahr**
- **Langanhaltende Schönwetterperioden im Sommer besonders negativ für Massenbilanz**

Ausblick Gletscher

- **Nach Szenarien Beschleunigung des Rückzugs zu erwarten**
- **Größere Gletscher noch nicht im Gleichgewicht mit Temperatur → jedenfalls weiteres Schmelzen**
- **fast vollständiges Ausapern der Gletscherflächen bis 3500 m immer häufiger**

Gewinner - Verlierer





Auswirkungen des Permafrost und Gletscherrückganges

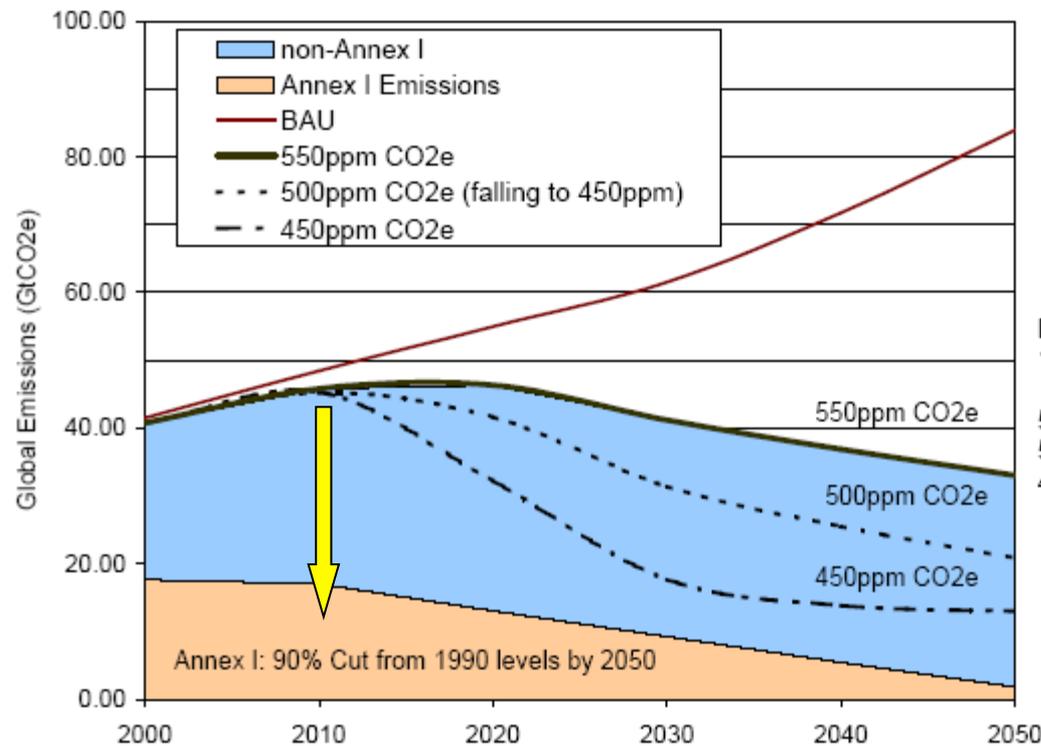
- „Wasserschloss Europas“
 - kurzfristig erhöhte Gletscherspende
 - langfristig Rückgang
- Gefahrenpotential
 - Schuttareale freigelegt: Muren, Erdrutsche
 - Steinschlaggefahr nimmt zu
 - Alpine Wege /Übergänge überdenken
- Tourismus
 - Optik verändert,
 - Skigebiete wandern nach oben

Faktoren	Inneres Salzkammergut			
	Fr	So	He	Wi
Beschneitung	-	0	--	--
Extreme Kälte	--	0	0	--
Hitze	0	++	0	0
Hochwasser	±	+/ ±	±	±
Lawinengefahr	+	0	0	+
Nebel	?	?	?	?
Niederschlagsreich	+	-	-	+
Regen im Winter	++	0	0	+
Schneetage	--	0	0	--
Schwüle	0	0	0	0
Sonnenscheindauer	-	+	+	-
Starke Winde	?	?	?	?
Wassertemperaturen	+	+	+	+

++	Starke Zunahme	-	Abnahme
+	Zunahme	--	Starke Abnahme
±	Indifferent	?	Noch keine Aus:
0	Nicht relevant		

Emissionsreduktionsszenarien Industriestaaten übernehmen 90%

Figure 21.2 Emissions reductions in developed and developing countries, where developed countries take responsibility for cuts equal to 90% of their 1990 emissions by 2050



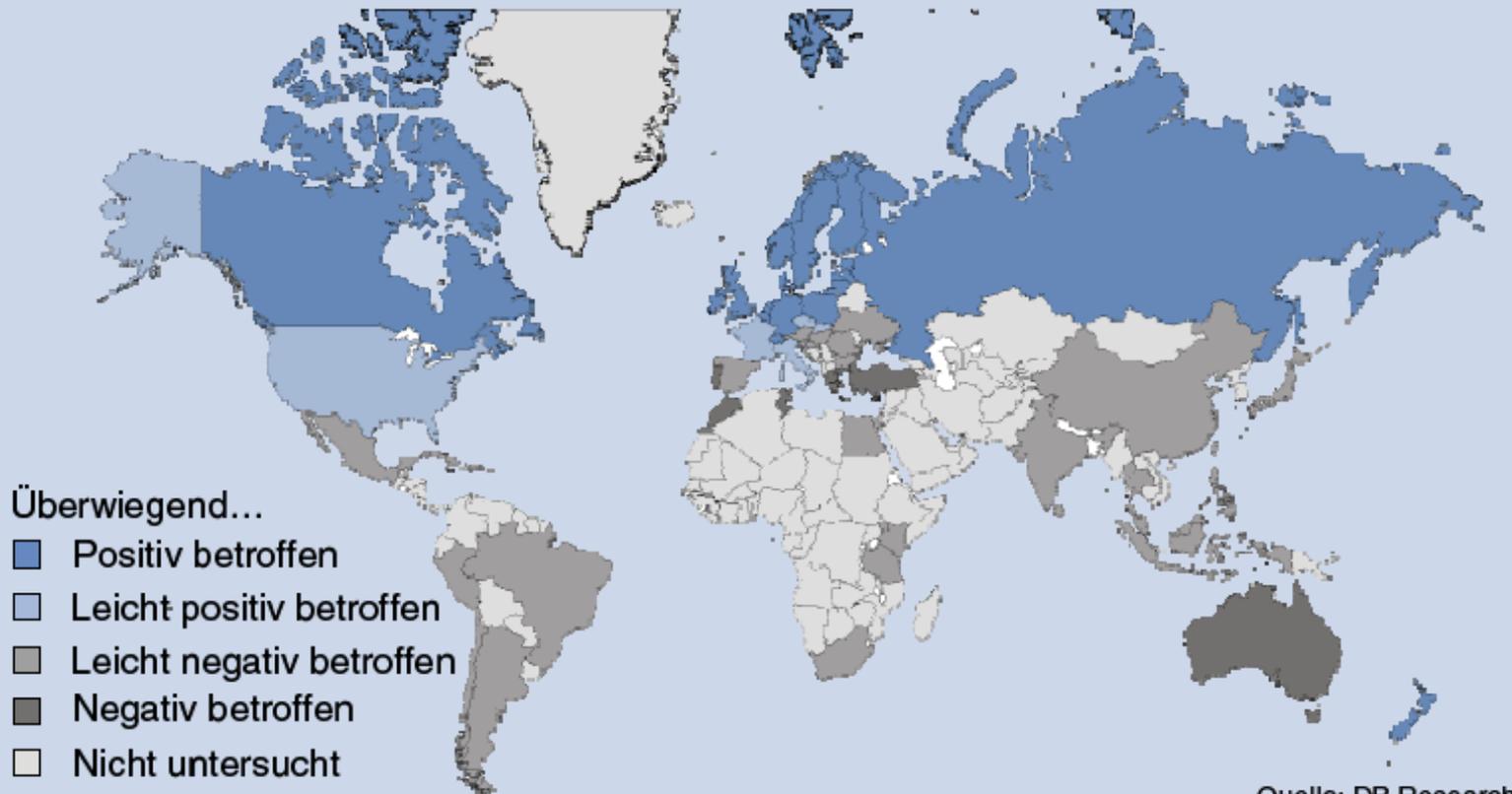
← Business as usual

Non-Annex I change from 1990 levels:

550ppm - 50% growth
500ppm - 10% cut
450ppm - 50% cut

← 2°C Ziel

Wie der Klimawandel den Tourismus beeinflusst



Quelle: DB Research

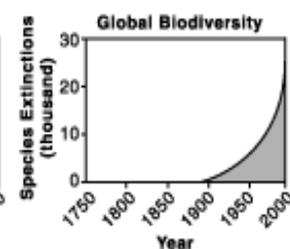
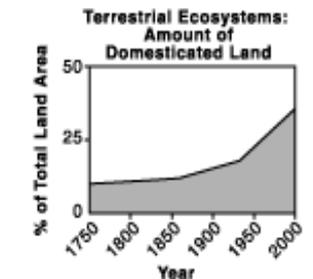
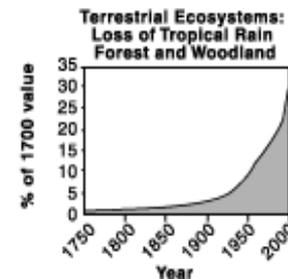
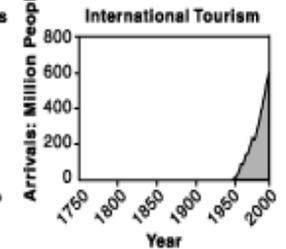
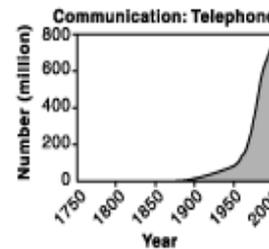
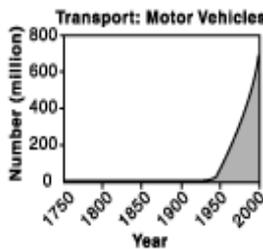
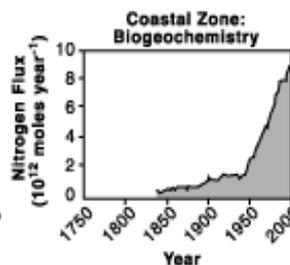
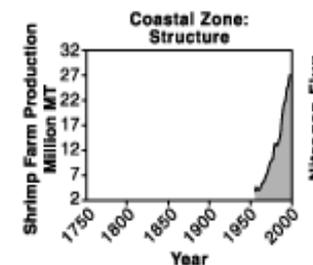
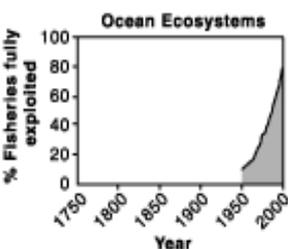
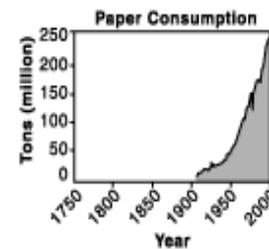
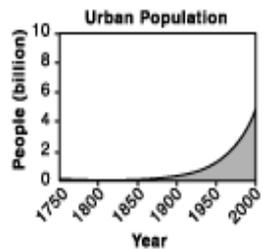
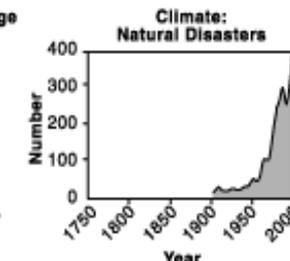
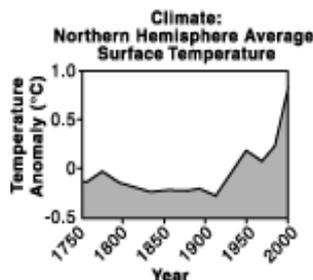
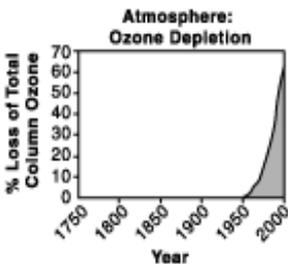
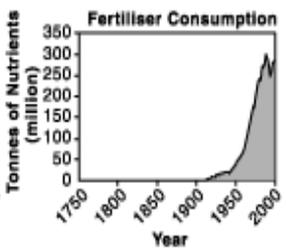
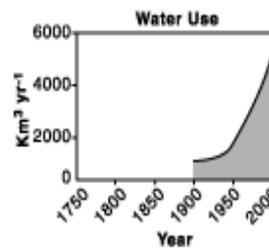
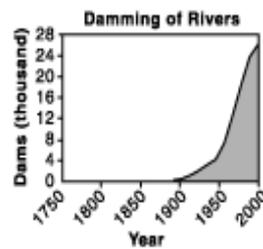
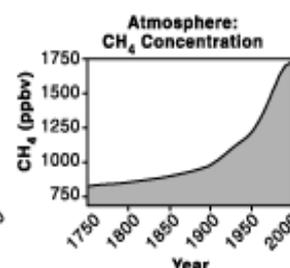
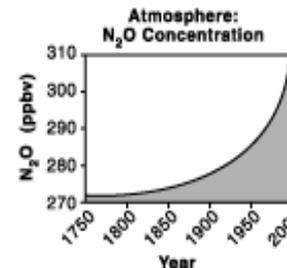
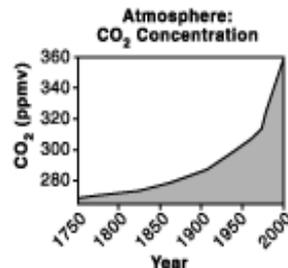
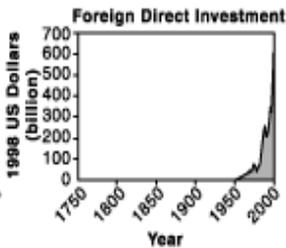
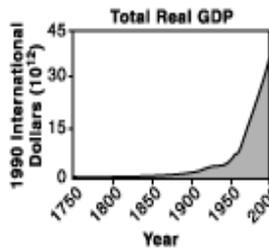
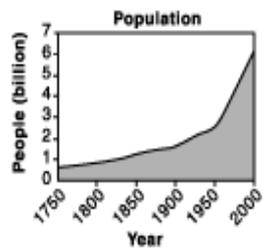
DB 2008



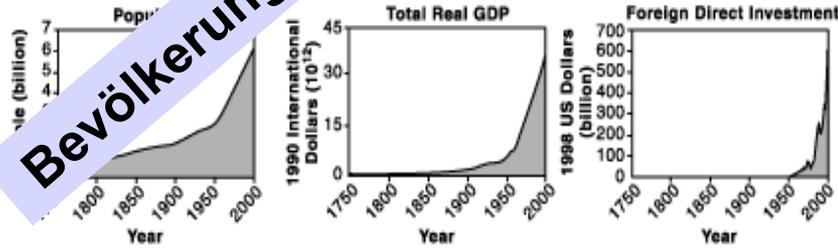
Wege der Emissionsreduktion

- **Bedarf** für emissionsintensive Güter und Leistungen **senken**
- **Erhöhte Ressourcen-Effizienz**, die sowohl Geld und Emissionen einspart
- Maßnahmen bei **Nicht-Energie Emissionen** (Biolandbau, weniger Fleisch),
- Wechsel zu Technologien mit geringeren Kohlenstoffemissionen zur Energie- und Wärmeerzeugung und im Transport (**erneuerbare Energien**)

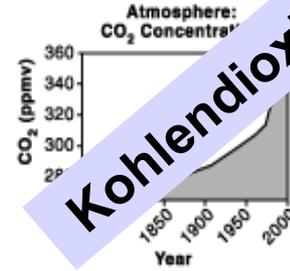
Stern 2006



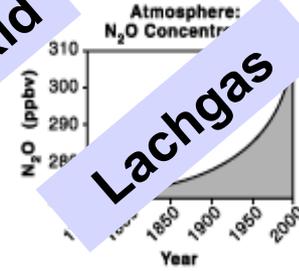
Bevölkerung



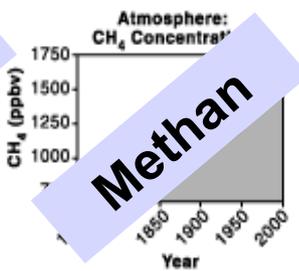
Kohlendioxid



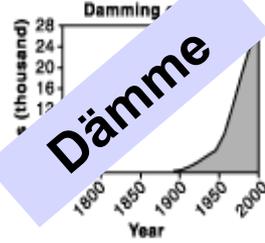
Lachgas



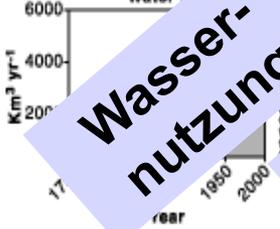
Methan



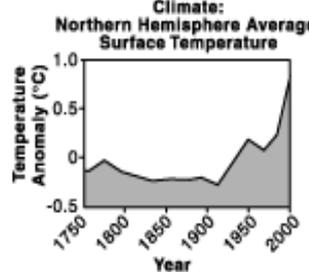
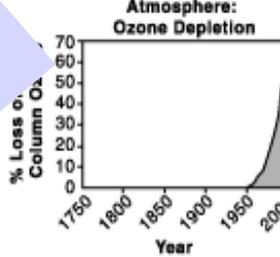
Dämme



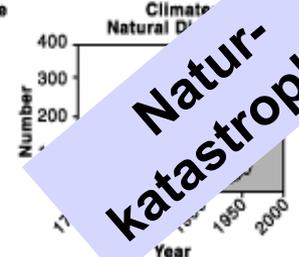
Wasser-nutzung



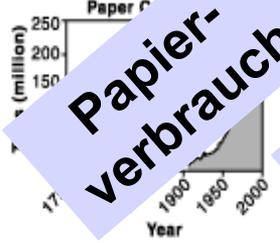
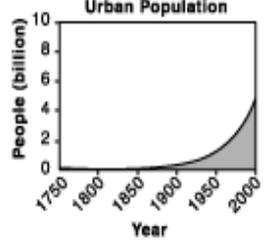
Düngemittel-einsatz



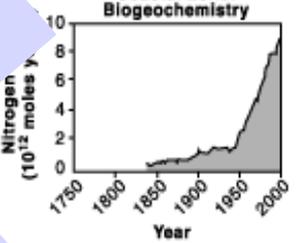
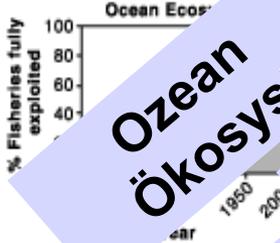
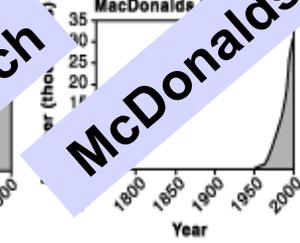
Natur-katastrophen



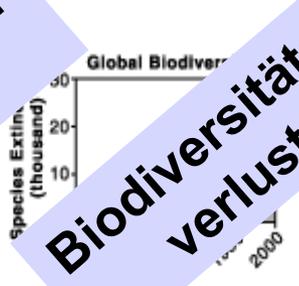
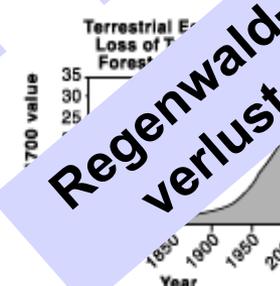
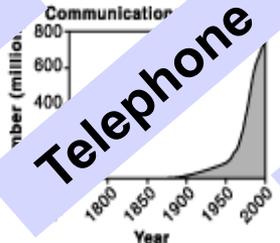
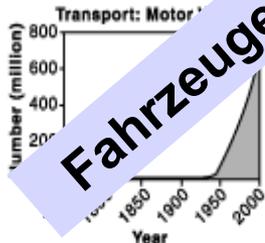
Papier-verbrauch



McDonalds



Fahrzeuge



Biodiversitäts-verlust

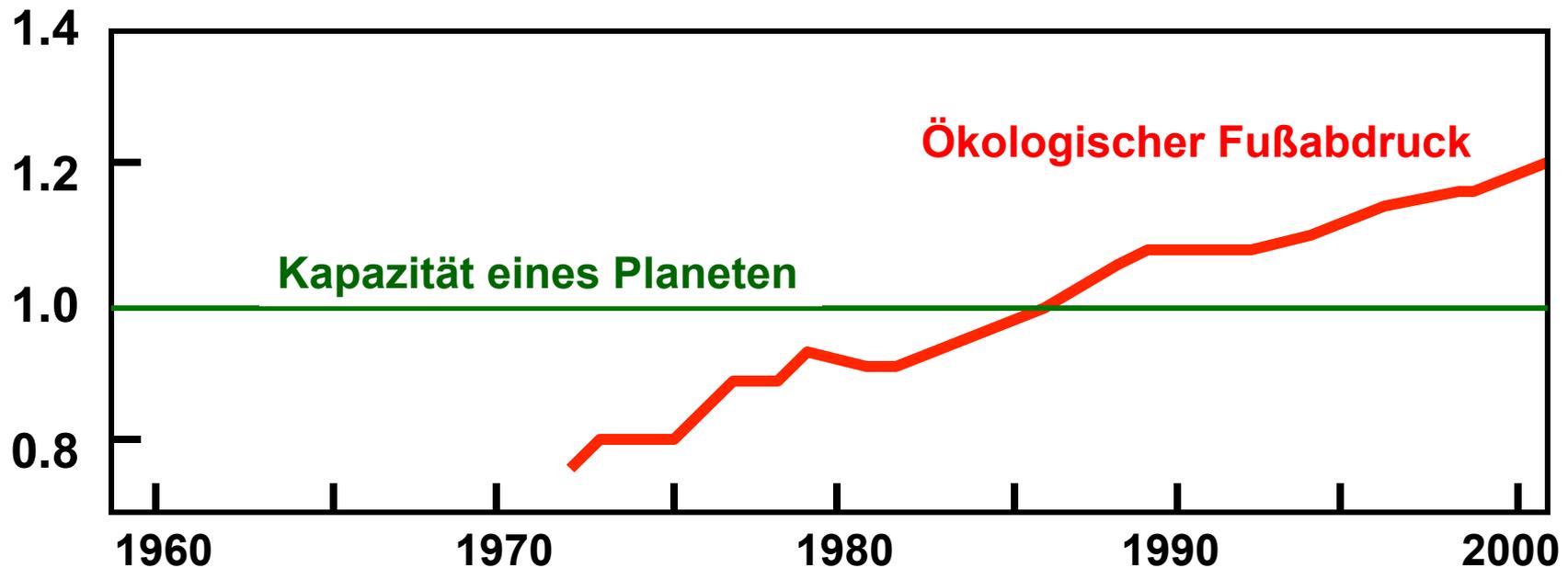
Club of Rome 1972

**In einem begrenzten System
führt exponentielles Wachstum
zu Überschießen
und anschließend zum
Kollaps des Systems.**

Globales Ökosystem

Meadows et al. 1972

Globaler Ökologischer Fußabdruck



- **Es bedarf eines grundlegenden Umdenkens.**
- **Die derzeitige Finanz- und die kommende Wirtschaftskrise stellen eine einzigartige Chance für das Überdenken der Werte dar.**
- **In den nächsten Monaten werden die Weichen gestellt: Nachhaltigkeit oder Kollaps?**



Was kann ICH tun?

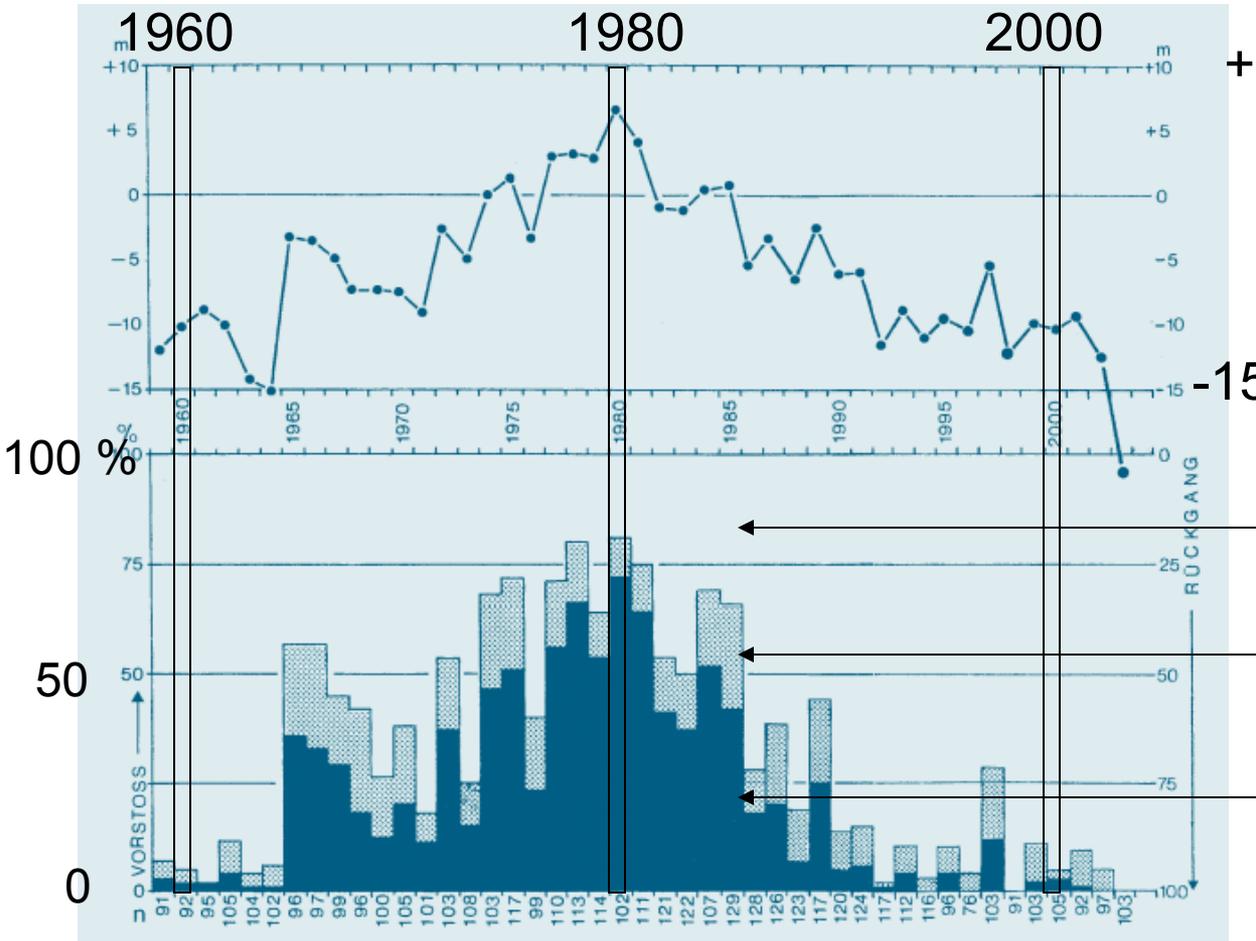
- **Bewusster einkaufen** (nur kaufen was gebraucht wird, regionale Produkte, klima-freundliche Produkte, z.B. Obst/ Gemüse der Saison, Bioprodukte,...)
- **Sparsamer wohnen**: kürzer heiß duschen, Heizung herunterdrehen, Stoßlüften, Licht abschalten, Stand-by abschalten, Investieren in Wärmedämmung, erneuerbare Energien, ...
- **Gesünder bewegen**: Gehen, Fahrrad, öffentliche Verkehrsmittel, Bahn/Bus benützen, Auto nur wenn nötig, Sprit-sparend fahren, sparsameres Auto, Flüge vermeiden, ...
- **Info verbreiten**: in Schule, Kirche, Verein, Partei, Firma, Gemeinde, Land,... aktiv werden, bewusst wählen,
- **Heute beginnen**

Warum handeln die Politiker nicht?



- Sie verstehen die Dynamik des Klimawandels nicht
- Sie übersehen wichtige Tatsachen
- Sie scheuen Maßnahmen, die Verschlechterungen vor Verbesserungen bewirken.
- Sie verwenden falsche Kriterien.
- Sie beherrschen nicht mehr alle Faktoren.

ÖAV Gletscherstatistik Österreich (ca. 100 Gletscher)



a) Mittlere Längenänderung (m)

b) Anteil der zurückgehenden, gleichbleibenden, und vorstoßenden Gletscher

http://files.alpenverein.at/download/1076670171156_18_gletscherberichte2003.pdf

Auswirkungen des Gletscherrückganges

- Gefahrenpotential im Alpenen Raum steigt:
 - Schuttareal freigelegt; Muren, Erdrutsche
- „Wasserschloss Europas“ beeinträchtigt:
 - kurzfristig erhöhte Gletscherspende
 - langfristig Rückgang
- Tourismus gefährdet und gefährdend:
 - Optik verändert,
 - Skigebiete wandern nach oben,
 - Steinschlaggefahr für Touristen und Infrastruktur

Schöner 2006

„Massenbewegungen“

- Erhöhte und intensivere Niederschläge und Hagelfälle
- Erhöhte Schmelzwassermengen
- Auftauen des Permafrostes
- Schmelzen und Frieren in großer Höhe und an nordexponierten Steilhängen
- Rückgang der Gletscher
- Hochwasser und Überschwemmungen

Lawinenauslösung

- Lawinen werden an steilen, meist waldfreien Hängen ausgelöst, wenn die Belastung der Schneedecke ihre Festigkeit übersteigt.
 - Zunahme der Belastung
 - Schneefall, Regen, Wind, SkifahrerInnen oder Erschütterungen
 - Abnahme der Festigkeit
 - Schneenumwandlung wegen veränderter Temperatur- und/oder Feuchtigkeitsbedingungen.

Klimaauswirkungen auf den Tourismus

- Klimaabhängiger Tourismus
 - Lange Urlaube
 - push und pull Aspekte
- Wetterabhängiger Tourismus
 - Kurzurlaube: gutes Wetter stimuliert
schlechtes schreckt ab
 - Versuche wetterunabhängig zu werden



Charakterisierung von Systemen

- Empfindlichkeit (Sensibilität)
 - Maß, in welchem ein System auf Änderungen des Klimas reagiert
- Anpassungsfähigkeit (Adaptivität)
 - Maß, in welchem ein System sich an geänderte Klimabedingungen oder deren Konsequenzen anpassen kann
- Verletzlichkeit (Vulnerabilität)
 - Maß, in welchem Klimawandel (direkt oder indirekt) ein System schädigt.
 - *Die Verletzlichkeit hängt von der Empfindlichkeit und der Anpassungsfähigkeit ab.*



Der Wintersporttourismus in den französischen Alpen dürfte vom Klimawandel vorerst weitgehend unversehrt bleiben. Viele bedeutende Skigebiete (z.B. Val d'Isère, Chamonix, Les Trois Vallées) liegen hoch, und Schneemangel dürfte bis 2030 in der Regel kein Thema sein oder durch Kunstschnee ausgeglichen werden können. Teilweise bieten Gletscher Sicherheit für den Wintersport während des ganzen Jahres. Zusätzlich können Substitutionsbewegungen aus anderen Skigebieten der europäischen Alpen französische Wintersportgebiete zum Gewinner machen. Die Schneesicherheit in den französischen Pyrenäen sinkt hingegen spürbar.



Aufgrund der recht niedrigen Lage vieler Skigebiete wird der Wintertourismus in den italienischen Alpen wohl stärker unter dem Klimawandel leiden als in Frankreich. Etwa die Hälfte der Skiorte liegt unterhalb einer Höhe von 1.300 Metern.¹⁵ Wegen der Lage an der Südseite der Alpen geht die Schneesicherheit aber auch in den höher gelegenen Gebieten (z.B. in den Dolomiten) zurück. Allerdings stellt das Sommerhalbjahr (April bis September) mit ca. zwei Dritteln den größeren Anteil der Urlauber. Zu dieser Zeit wird die Alpenregion dank der angenehmen Temperaturen sogar profitieren.

Wintersport in Deutschland auf der Kippe

Besonders hart werden jedoch die deutschen Mittelgebirge aufgrund ausbleibender Schneefälle getroffen. Schon bis 2030 könnten viele Gebiete (z.B. Harz, Hochsauerland, Schwarzwald, Thüringer Wald) schneefrei bleiben, zumindest aber mit kürzeren Saisons zu kämpfen haben. Die Winter der Jahre 2006/07 und 2007/08 geben hier womöglich einen Vorgeschmack. Diesem generellen Trend dürften sich auch in den Alpen nur die wenigen höher gelegenen Wintersportorte (z.B. Zugspitzregion) entziehen. Sehr fraglich ist, ob die Wintersportgebiete etwaige Verluste im Winter durch mehr Urlauber in den Sommermonaten ausgleichen können. Im Winter sind Ausweichreaktionen z.B. in Richtung Schweiz wahrscheinlich.

Massive Verschiebungen im österreichischen Wintersport

Österreich ist sehr abhängig von seiner Tourismusbranche. 15% des BIP werden hier erwirtschaftet. Gemessen an den internationalen Touristenankünften lag das kleine Land im Jahr 2006 auf einem beachtlichen neunten Rang. Wenig überraschend ist der Anteil von Ausländern an den Übernachtungen mit über 72% sehr hoch.

Für den Tourismussektor Österreichs ist der Wintersporttourismus in den Alpen sehr wichtig. Zwar werden für diese Region künftig zunehmende Niederschlagsmengen in den Wintermonaten vorhergesagt. Allerdings fällt durch die Erderwärmung der Niederschlag in niedrigen und mittleren Höhenlagen häufiger als Regen und nur noch in großen Höhen gesichert als Schnee, worunter die Schneesicherheit vieler Skigebiete leidet. Dies ist vor allem dann ein Problem, wenn sich die Saison so stark verkürzt, dass der lukrative Saisonstart häufiger erst nach Weihnachten oder Neujahr möglich ist.

Viele der großen österreichischen Skigebiete liegen auf niedriger Höhe – z.B. Kitzbühel auf etwa 800 Metern Höhe mit Pisten unter

2.000 Metern – und werden schneefrei sein. Aktuell ist Schnee in diesen Höhen nicht gegeben. Diese kritische Schneehöhe muss auf 1.500 Meter erhöht werden. Künstlich erzeugte Schneehöhe ist unzureichend. Anpassungsmaßnahmen sind notwendig. Kleinere Anpassungsmaßnahmen sind auch aus anderen Gründen notwendig. Zudem sind die Alternativen

Fokussierung auf Wellness- oder Kulturreisen begrenzt, da Skiläufer in erster Linie auch Ski fahren wollen. Das bedeutet aber automatisch, dass es neben Verlierern des Klimawandels auch Gewinner gibt, und zwar schneesichere Skigebiete wie Obertauern, Ischgl sowie das Ötz- oder das Stubaital mit ihrem Gletscherzugang. Relativ niedrig gelegene Gebiete (z.B. Salzburger Sportwelt, Tiroler Zugspitzarena) dürften durch verschlechterte Wintersportbedingungen weniger attraktiv werden. Innerhalb Österreichs ist also eine Verschiebung der Touristenströme wahrscheinlich.



Schweizer Skigebiete bieten mehr Schneesicherheit

Der Wintersporttourismus in der **Schweiz** dürfte vom Klimawandel weniger negativ betroffen werden. Die Skigebiete liegen im schweizerischen Teil der Alpen im Durchschnitt höher. Die wichtigsten und gleichzeitig hoch gelegenen Skigebiete der Schweiz befinden sich im Süden und Südosten des Landes (Wallis und Graubünden). Die beiden Kantone werden aufgrund der größeren Höhenlagen weniger stark vom Klimawandel betroffen sein (z.B. Davos, St. Moritz, Zermatt). Hier bleibt bis 2030 die Schneesicherheit weitgehend erhalten. Doch auch in der Schweiz verlieren niedrig liegende Skiorte künftig an Schneesicherheit und damit Attraktivität (z.B. in der Zentral- und Ostschweiz oder im Tessin). Einer Schätzung nach verringert sich der Anteil der Skigebiete, in denen Schneesicherheit vorliegt, bis 2030 um etwa 10 bis 15%-Punkte.¹⁶ Den schneesicheren Regionen könnte es dagegen gelingen, Touristen aus anderen Teilen der Schweiz sowie Urlauber aus stärker benachteiligten Gebieten wie Deutschland und Österreich anzuziehen. Unter dem Strich könnte der schweizerische Wintersporttourismus bis 2030 also sogar vom Klimawandel profitieren.

Gemessen an Übernachtungen sind auch in der Schweiz die Sommer- und Wintersaison ungefähr gleich wichtig. Aufgrund des relativ teuren Wintersportangebots sind dennoch die Einnahmen aus dem Tourismus im Winter genau wie in Österreich spürbar größer. Im Sommer lockt die Schweiz mit sehr ähnlichen Angeboten wie Österreich. Besonders die Seen (Genfer See und Bodensee) wie auch der sommerliche Bergtourismus ziehen Touristen an. Knapp ein Fünftel der Übernachtungen entfällt darüber hinaus auf wenig klimabhängigen Städtetourismus. Der Tourismus insgesamt zeichnet für etwa 13% der schweizerischen Wirtschaftsleistung verantwortlich.



Zwischenfazit Alpenraum: Die Höhe macht den Unterschied

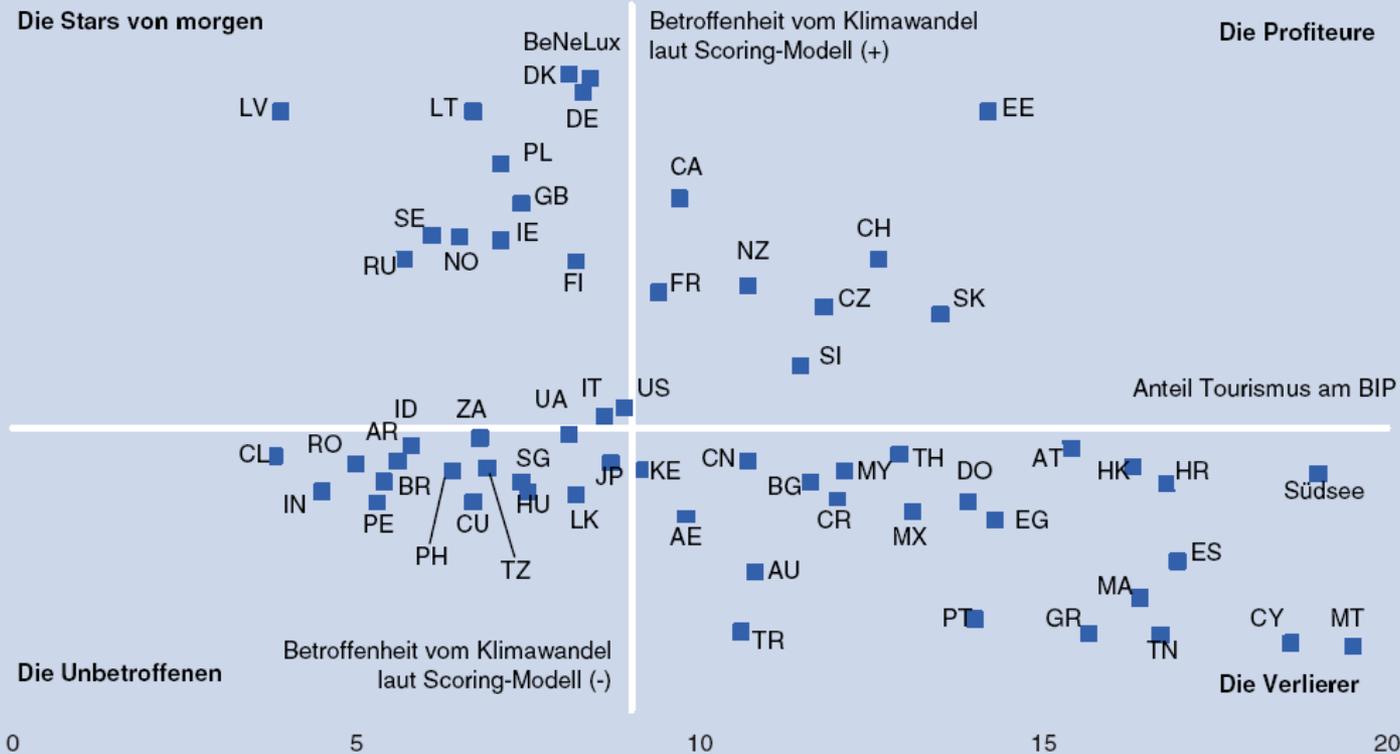
In der gesamten Alpenregion dürfte der Anteil der schneesicheren Skigebiete bei einem Anstieg der Durchschnittstemperatur um 1°C von heute ca. 91% auf etwa 75% und bei einer Temperaturzunahme um 2°C auf knapp 61% abnehmen.¹⁷ Eine Verlagerung der Touristenströme von tiefer in höher gelegene Urlaubsregionen ist sehr wahrscheinlich. Aufgrund einer großen Anzahl von schneesicheren Skigebieten dürfte eine Umlenkung von Touristen aus Deutschland, Italien und Österreich in die Schweiz und nach Frankreich erfolgen. Im Sommer gewinnt die gesamte Alpenregion an Attraktivität.

mit negativem Ausblick in der Zeit nach 2030 bessert. Dies ist nicht unwichtig, denn touristische Infrastruktur, in die heute investiert wird (z.B. Hotels, Skilifte), existiert überwiegend auch nach 2030 noch. Die Nutzungsmöglichkeiten nach 2030 sollten also bereits heute bei einer Investitionsentscheidung berücksichtigt werden, zumal Anpassungsmöglichkeiten oftmals nicht gegeben sind. Zudem gilt, dass viele Klimaeffekte erst nach 2030 stärker wirksam werden.



Mehr Verlierer als Gewinner des Klimawandels

Beurteilung gemäß Auswirkungen des Klimawandels nach DBR-Scoring-Modell (Ordinate) und Anteil des Tourismus am BIP in % (Abszisse; globaler Durchschnitt: 9%)



Schneesicherheit: Die neusten Klimamodelle gehen von einem Anstieg der Schneesicherheitslinie bis 2030 um 200 bis 250 Metern aus. Es ist mit mehr Niederschlägen im Winter und Frühling zu rechnen, in höheren Lagen in Form von Schnee. Davon profitieren hoch gelegene Wintersportorte, doch wird tendenziell auch die Lawinen- und Hochwassergefahr steigen. In tieferen Lagen werden die Schneetage abnehmen. Das führt zu fehlender Winteratmosphäre und damit zu fehlender Lust auf alpinen Wintersport.

Naturgefahren: Zwar hat man im alpinen Tourismus über Jahrhunderte gelernt, mit Naturgefahren umzugehen. Bei zunehmenden Extremereignissen können aber durchaus auch neue Situationen mit neuen Risiken und neuen Gefahrenmomenten entstehen. Entsprechende Monitoring- und Frühwarnsysteme sowie Risikomanagementansätze helfen, Gefahrenpotential vorzeitig zu erkennen und zu reduzieren.

Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel

Viele Tourismusorte und -betriebe passen sich laufend neuen klimatischen Gegebenheiten an, so dass die zukünftigen Konsequenzen nicht isoliert betrachtet werden können. Neben der veränderten Schneesituation, die v.a. voralpine Skigebiete hart treffen wird, macht dem Wintersport die zunehmend fehlende Winteratmosphäre im Unterland zu schaffen. Sie wird die Nachfrage stark beeinträchtigen und zu Anpassungen der Angebote zwingen.

4.1 Schneesicherheit

Der Trend hin zu einem Klima mit weniger Schneesicherheit ist von der Höhenlage abhängig. Während Stationen über 2000 m.ü.M. kaum Tendenzen zu weniger Schnee zeigen, wird die Abnahme umso deutlicher, je tiefer eine Station liegt. Bei den Stationen unter 2000 m.ü.M. waren die 90er-Jahre mit grosser Deutlichkeit die schneeärmste Dekade seit 1930. (Latnser & Schneebeli 2003, S. 740ff) Neuere Messungen unterhalb von 1800 m.ü.M. von Marty (2008, S. 2ff) stellen eine abrupte Veränderung in der Abnahme der Schneetage im Winter 1988/89 fest. Abbildung 7 vergleicht die Anzahl Schneetage in drei verschiedenen Höhenlagen mit zwei Zeitperioden.

Abbildung 7: Veränderung der Anzahl Schneetage in drei Höhenlagen für zwei Perioden (1948–1987 und 1988–2007)

Höhenlage in m.ü.M.	Schneehöhe in cm	Alpen N/S	Anzahl Schneetage 1948–1987	Anzahl Schneetage 1988–2007	Differenz in Tagen	Differenz in %
201–800	5	N	28	3	15	54
		S	15	6	9	60
801–1300	30	N	55	32	23	42
		S	60	40	20	34
1301–1800	50	N	93	74	19	20
		S	79	54	25	32

Quelle: Marty 2008, S. 2



Die Anzahl Schneetage in diesen tieferen Lagen korreliert mit dem signifikanten Anstieg der Temperaturen von Dezember bis März (Scherrer & Appenzeller 2004, S. 1). Der Niederschlag dagegen hat keinen Einfluss auf die Schneetage. Mit mehr Winterniederschlag werden die Schneemengen in den höheren Lagen zunehmen, während in tieferen Lagen Niederschlag vermehrt als Regen fallen wird. Die Grenze, oberhalb welcher in einem milderen Klima mit grösseren Schneemengen zu rechnen ist, liegt zwischen 1700 und 2000 m.ü.M.

Nach einer Faustregel steigt die Schneesicherheitslinie pro Grad um ca. 120 bis 150 m. Ein Gebiet gilt als schneesicher, wenn in mindestens 7 von 10 Wintern vom 1. Dezember bis zum 15. April an mindestens 100 Tagen eine für den Schneesport ausreichende Schneedecke von mindestens 30 cm liegt (vgl. Abegg 1996, S. 59ff).

Demnach waren 2006 159 der 164 Skigebiete in der Schweiz schneesicher. Gegenüber den andern europäischen Alpenländern mit Skigebieten besitzt die Schweiz bei einer Erwärmung bzw. bei einer Verschiebung der Schneesicherheitslinie deutliche Vorteile. Eine grosse Mehrzahl der Skigebiete im Wallis

Die oben skizzierten komparativen Nachteile verschiedener alpiner Destinationen im Vergleich zur Schweiz werden durch einen Vorsprung bezüglich technischer Beschneigung der Skipisten z.T. wieder wettgemacht. Der Anteil der beschneiten Pisten beträgt gemäss Seilbahnen Schweiz (2010, S. 29):

- Schweiz 34 % (2009/10)
- Österreich 62 % (2008/09)
- Italien 70 % (2007/08)
- Frankreich 21 % (2009/10)

Wenn sich die Anzahl winterlicher Starkniederschläge im Alpenraum erhöht und in höheren Lagen mit mehr Schnee gerechnet werden muss, kann zudem die Lawinengefahr lokal ansteigen. Dazu gibt es aber wenig gesicherte Daten. Ein tendenziell früher einsetzendes Tauwetter kann das Risiko für Nassschneelawinen im Frühling ebenfalls erhöhen. (vgl. dazu Bloetzer et al. 1998)



Seit dem letzten Gletscherhochstand am Ende der Kleinen Eiszeit um 1850 weichen die Gletscher im europäischen Alpenraum generell zurück und haben 30–40 % ihrer Oberfläche und ca. die Hälfte ihres Volumens verloren. Zwischen 1850 und 2000 verminderte sich die Fläche um über 40 % und das Volumen aller Gletscher um rund 50 %. Allein im Hitzesommer 2003 haben die Alpengletscher 8 % des verbliebenen Volumens eingebüsst. 2004 kamen nochmals rund 3 % hinzu. In den beiden Jahren 2003/2004 schmolz damit über 10 % des Gletschervolumens dahin. (Zemp et.al. 2006, S. 1ff)

In der Schweiz gibt es heute noch ungefähr 2000 Gletscher, die rund 1050 km² bedecken. Bei einer jährlichen Abnahme des Gletschervolumens von 2–3 % könnten 75 % der Gletschergebiete bis Mitte des Jahrhunderts verschwunden sein (Haeberli et al. 2007, S. 155). Weil rund 90 % aller Gletscher der Alpen kleiner sind als 1 km², muss davon ausgegangen werden, dass der grösste Teil der Gletscher in den nächsten Dekaden verschwinden wird.

5.2.1 Transport/Bergbahnen

Mangelnder Schnee und eine steigende Schneefallgrenze sind insbesondere für die Bergbahnen das zentrale Thema. In Zukunft wird in einzelnen Regionen die Zahl der schneesicheren Skigebiete stark abnehmen. Davon sind der Jura, die Ost- und die Zentralschweiz besonders stark betroffen, das Berner Oberland eher mittel stark. Im Vergleich mit den umliegenden europäischen Alpenländern werden das Wallis und Graubünden relativ gesehen profitieren (vgl. Kapitel 4.1).

Weitere für den Tourismus relevante Aspekte sind u.a.:

- fehlende Winteratmosphäre, fehlender Schnee im Mittelland, Nachfrageeinbrüche,
- knappes Wasser für die Beschneigung, teure Investitionen für die technische Beschneigung und für Speicheranlagen,
- Saisonverkürzung durch späteres Einschneien im Herbst und frühere Schneeschmelze im Frühling,
- weniger Idealskitage im Falle einer Abnahme der Anzahl Sonnentage und/oder Zunahme der Tage mit starkem Wind,
- Suche von neuen Standorten für Skischulen, Verlagerung in höhere Gebiete,
- Herausforderungen durch Naturgefahren, gefährdete Infrastrukturen (Permafrostböden), Überschwemmungen und Unterspülungen,

5.2.2 Beherbergung/Hotellerie

Die Klimaänderung wird sich auf den Beherbergungssektor vor allem aufgrund der erwarteten Veränderungen im Wintersport auswirken. Wenn saisonale und räumliche Verlagerungseffekte der Touristenströme auftreten, bekommt dies die Beherbergung zu spüren, wenn womöglich auch nicht im gleichen Ausmass wie vom Tagestourismus abhängige Betriebe.

Insbesondere folgende Entwicklungen stellen für den Beherbergungssektor eine Herausforderung dar:

- Veränderung der Immobilienpreise, höherer Druck auf schneesichere und gut erreichbare Gebiete,
- höhere Prämien und Kredite, teurere Versicherungsprämien und Bankkredite aufgrund erhöhter Risiken,
- Mehrkosten für Investitionen in Sicherheit und Alternativangebote,
- Verlagerungen vom Winter in den Sommer, verminderte Saisonalität,
- fehlende Winteratmosphäre, Wegfall eines wichtigen Verkaufsargumentes,
- mehr Sommergäste, steigende Attraktivität durch tiefere Temperaturen in der Höhe (Sommerfrische).

Abbildung 12: Einschätzungen der durch die Klimaänderung verursachten Entwicklungstendenzen für das Jahr 2030 in den Regionen Alpen–Voralpen–Seen–Städte

Nachfrageentwicklung (Frequenzen)	Expertenbefragung 2007 bei Touristikern	Expertenbefragung 2010 bei Touristikern und Nicht-Touristikern
Alpen Winter	→	→
Alpen Sommer	→	→
Voralpen Winter	→	→
Voralpen Sommer	→	→
Städte Sommer	→	—
Seenregionen Winter	→	→

Abbildung 12 zeigt, dass die Voralpen im Winter zu den Verlierern gehören. Die Voralpen sind aber aus touristischer Sicht von grosser Bedeutung: Zum einen sind sie aufgrund der Nähe zu Agglomerationsgebieten sehr wichtig für den Ausflugs- bzw. Tagestourismus. Durch die relativ kurzen Anfahrtswege kann gegenüber den weiter gelegenen alpinen Destinationen CO₂ eingespart werden. Zum andern sind diese Orte insbesondere im Winter zentral für Skianfänger. So sind sie für Familien ideal, Kindern das Skifahren beizubringen. Dazu werden Skigebiete mit wenigen aber übersichtlichen Anlagen bevorzugt, welche preislich attraktiv sind. Allerdings ist die Investition in Beschneiungsanlagen in diesen tief gelegenen Gebieten äusserst fraglich. Innovationen in alternative Angebote wie beispielsweise Winterwanderungen, Themenpfade, Spielparks etc. sind zu prüfen.

2. Sicherung und Weiterentwicklung des Schneesports	Wichtigkeit
2.1 Gesamtkonzept zur Beschneigung erarbeiten (Planungen optimieren)	●●●●●
2.2 Bereits erschlossene hochgelegene Gebiete gezielt fördern (Schneesicherheit zu erhöhen – räumliche Expansion)	●●●●●●
2.3 Pisten gezielt beschneien, Stauseen erstellen	●●●●●
2.4 Bergbahngesellschaften fusionieren, Skigebiete optimieren, Steuern und Gebühren von Fusionen reduzieren	●●●●
2.5 Schneesicherheit mit zusätzlichen und leistungsfähigeren Beschneiungsanlagen sichern, Effektivität erhöhen	●●●●
2.6 Investitionen in «Wassersicherheit»	●●●●●
2.7 Speicherseen für Wasservorräte ausbauen	●●●●●
2.8 Pistenkorrekturen (Einsparungen bei der Produktion von Kompaktschnee)	●●●
2.9 Bahnkapazitäten erhöhen v.a. für Rücktransporte am Abend	●●
2.10 Skischulen in Höhe verlegen	●
2.11 * Nutzung von technologischen Fortschritten in der technischen Beschneigung	●●●●



8.2 Suche nach Entwicklungsalternativen für längerfristig gefährdete Skigebiete

Vorweg stellt sich die Frage, welche der heute bestehenden Skigebiete längerfristig gefährdet sind, so dass Investitionen in Schneesportinfrastrukturen nicht mehr sinnvoll sind. Eine entsprechende Kartierung unter Berücksichtigung der konkreten mikroklimatischen Situation fehlt. Anschliessend ist die Frage nach alternativen Entwicklungsoptionen zu beantworten und sind die Entwicklungsperspektiven zu skizzieren. Für diesen Prozess braucht es eine Sensibilisierung der entsprechenden Stakeholder sowie Hilfestellungen bei der Erarbeitung der Entwicklungsperspektiven.

Forschungsbereich resp. -frage: Welche der aktuell bestehenden Skigebiete sind bei einem Temperaturanstieg von 1, 2, 3 oder 4°C unter Berücksichtigung der mikroklimatischen Begebenheiten mittel- bis langfristig gefährdet?

Fazit für den Tourismus:

Der Klimawandel stellt den Tourismus und all seine Akteure vor grosse Herausforderungen:

- Verknüpfung von langfristigem und globalem Denken mit kurzfristigem und lokalem Handeln,
- Suche nach Entwicklungsalternativen für längerfristig gefährdete Skigebiete,
- verstärkter Rentabilitätsdruck infolge zusätzlicher Investitionskosten,
- wachsender Druck auf das Preis-Leistungs-Verhältnis,
- Priorisierung und Selektion der Anpassungsmassnahmen.

Die Anpassungsmassnahmen sind bezüglich ihrer Wirksamkeit, Kosten-Nutzen-Verhältnissen, Dringlichkeit und Umsetzbarkeit zu bewerten. Diese Herausforderungen stellen die Grundlage für weiterführende Forschungsfragen dar.

- Die Schneelage im Winter wird sich zwar bis zu einem Temperaturanstieg von 1 bis 2 Grad noch nicht bedrohlich verändern, da dieser Temperaturanstieg durch die Niederschlagszunahme kompensiert wird und mit künstlicher Beschneigung die Unterschiede von Jahr zu Jahr ausgeglichen werden können. Längerfristig wird jedoch die Schneesicherheit stark zurück gehen. Sobald auch in Mittelgebirgslagen um 1500 m Seehöhe ein großer Teil des Winter-niederschlages als Regen fällt, wird die Niederschlagszunahme sogar kontraproduktiv.

- Die Niederschlagszunahme im Winter birgt in näherer Zukunft durchaus das Risiko einer h klimasensitiver als das Pistenschifahren, da man auf den kleinen Teil ausmacht, sollen doch ndels auf die tourismus- **4.4 Region: Vitalwelt** Wellness/Gesundheitsbereich besonders wichtig. Während des
- höheren Lawinengefährdung. Das Winterwandern ist deutlich
- Pisten mit künstlicher Beschneiung nachhelfen kann. Die Wahrscheinlichkeit für eine tief ver-schneite Winterlandschaft wird zuerst in den Winterrandmonaten sukzessive abnehmen und im Laufe der Zeit auch den Hochwinter betreffen.

- Eine Befragung von über 300 Bergtou-risten und Erholungssuchenden im Rahmen einer Studie von Pröbstl und Damm (2009) zur Risikowahrnehmung von Touristen im Hochgebirge ergab, dass 25% der Befragten sich als dem Risiko stark abgeneigt erwiesen, 71% als eher neutral und nur 4% als Risiko suchend. Ein hoher Prozentsatz (knapp die Hälfte der Befragten) der Bergbesucher ist im Hinblick auf alpine Gefahren sehr unsicher. Verschlechterungen führen bei dieser erholungsorientierten Zielgruppe sehr rasch zu Abwanderungen. Dies ist um so mehr zu beachten, als es sich ü-berwiegend um regelmäßige Besucher der Bergwelt handelt und viele davon zur Wertschöp-fung durch Übernachtung beitragen.