

Auswirkungen des Klimawandels auf die Schneedecke und den Skitourismus in Tirol und der Steiermark: Ergebnisse der ACRP-Projekte CC-Snow und CC-Snow II

Ulrich Strasser^{1,2} & Franz Prettenthaler^{3,4}

sowie Andreas Gobiet^{4,5}, Johann Stötter¹, Hannes Kleindienst⁶, Karl Steininger^{4,7}, Andrea Damm^{3,4}, Florian Hanzer², Judith Köberl³, Thomas Marke¹, Hansjörg Ragg^{1,6}, Robert Steiger⁸, Renate Wilcke⁴, Christoph Töglhofer, Thomas Lang, David Osebik, Friedrich M. Zimmermann⁹ und Armin Leuprecht⁴

1)Institut für Geographie, Universität Innsbruck (ulrich.strasser@uibk.ac.at)

2)alpS GmbH, Innsbruck

3)Joanneum Research, Graz

4)Wegener Center für Klima und Globalen Wandel, Universität Graz

5)Institut für Geophysik, Astrophysik und Meteorologie, Universität Graz

6)GRID-IT, Innsbruck

7)Institut für Volkswirtschaftslehre, Universität Graz

8)MCI - Management Center Innsbruck

9)Institut für Geographie und Raumforschung, Universität Graz



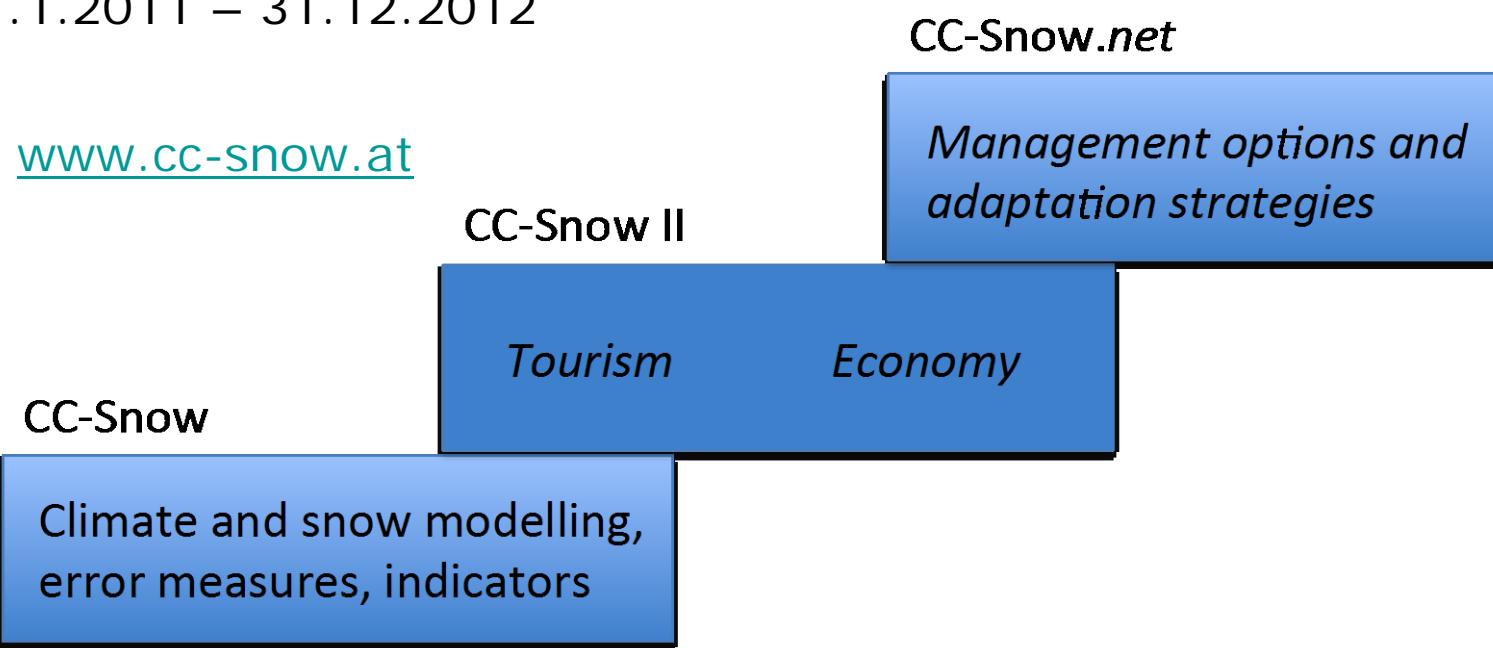
Projekt(e)überblick



- + CC-Snow: Effects of Climate Change on Future Snow Conditions in Tyrol and Styria (I. call);
Lauzeit 1.1.2010 – 31.12.2011

- + CC-Snow II: Effects of Future Snow Conditions on Tourism and Economy in Tyrol and Styria (II. call);
Lauzeit 1.1.2011 – 31.12.2012

- + Weblink: www.cc-snow.at



Projekt(e)überblick



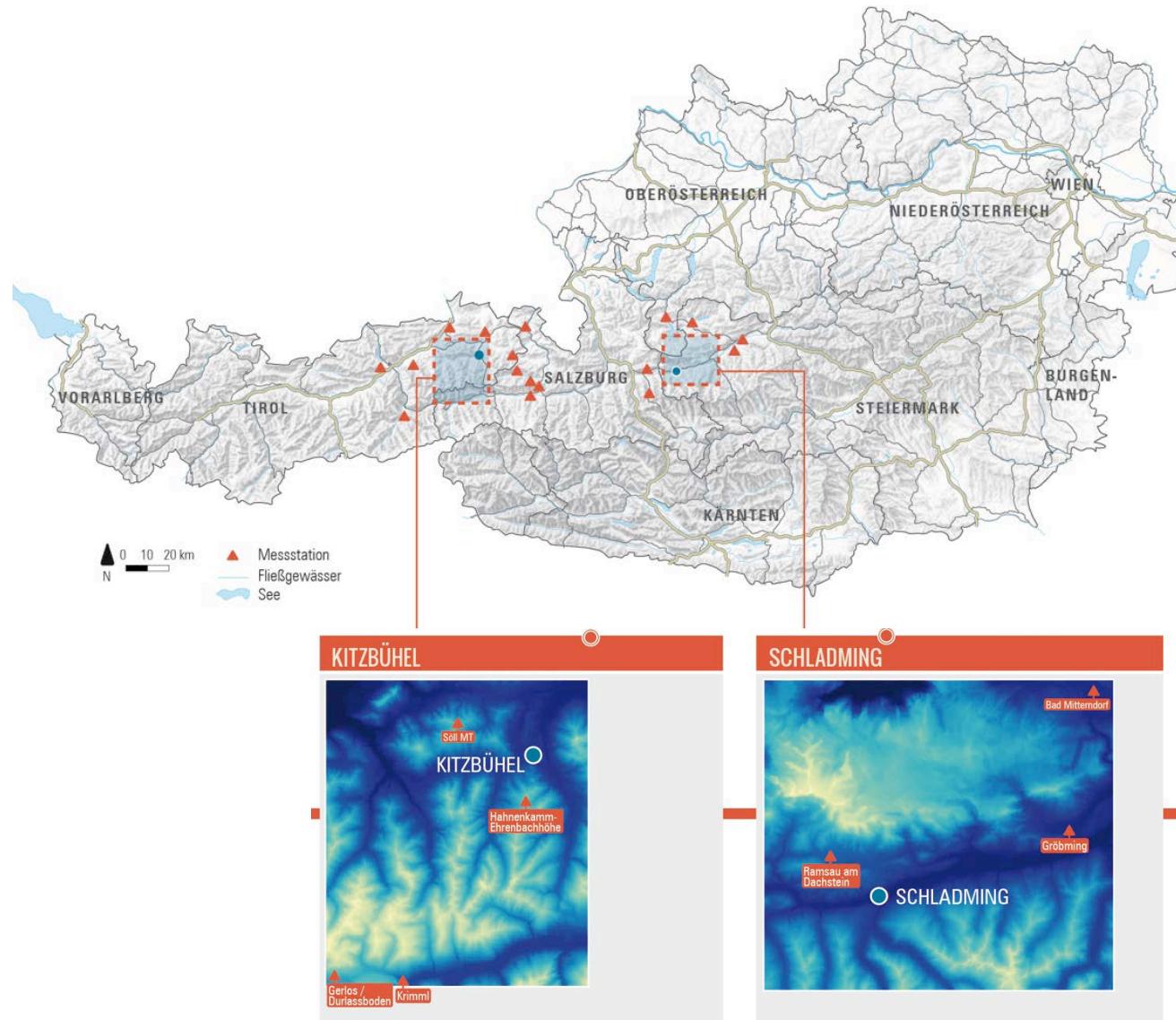
- + Auswirkungen des Klimawandels auf die natürliche Schneedecke, die technische Schneeproduktion, die Ökonomie des Skibetriebes sowie die Tourismusstruktur
- + Mittleres Szenario mit Unsicherheiten, Horizont 2050
- + Gekoppeltes Modellsystem für die Skalen lokal (Skigebiete Kitzbühel und Schladming) und regional (Bundesländer Tirol und Steiermark)
Klima – Schneebedingungen – Zutritte je Skigebiet
- + Indikatoren als Schnittstelle zwischen den Modellen der Naturwissenschaften (Klima, Schnee) und der sozio-ökonomischen Wissenschaften (Ökonomie, Tourismus)
- + Inter- und transdisziplinäres Projektsetup
- + Ziel: Entwicklung eines integrierten Werkzeuges zur Bewertung von Strategien der Klimawandelanpassung im Skitourismus

Gliederung



- + Regionales/lokales Klima: A1B aus Ensembles
- + Modellierung der natürlichen Schneeverhältnisse auf den Skalen
- + Modellierung der technischen Beschneiung
- + Rentabilität der technischen Beschneiung
- + Entwicklung der Nächtigungszahlen
- + Räumliche Tourismusstrukturanalyse
- + Zusammenfassung, Erfahrungen und Ausblick

CC-Snow/CC-Snow II: Testgebiete



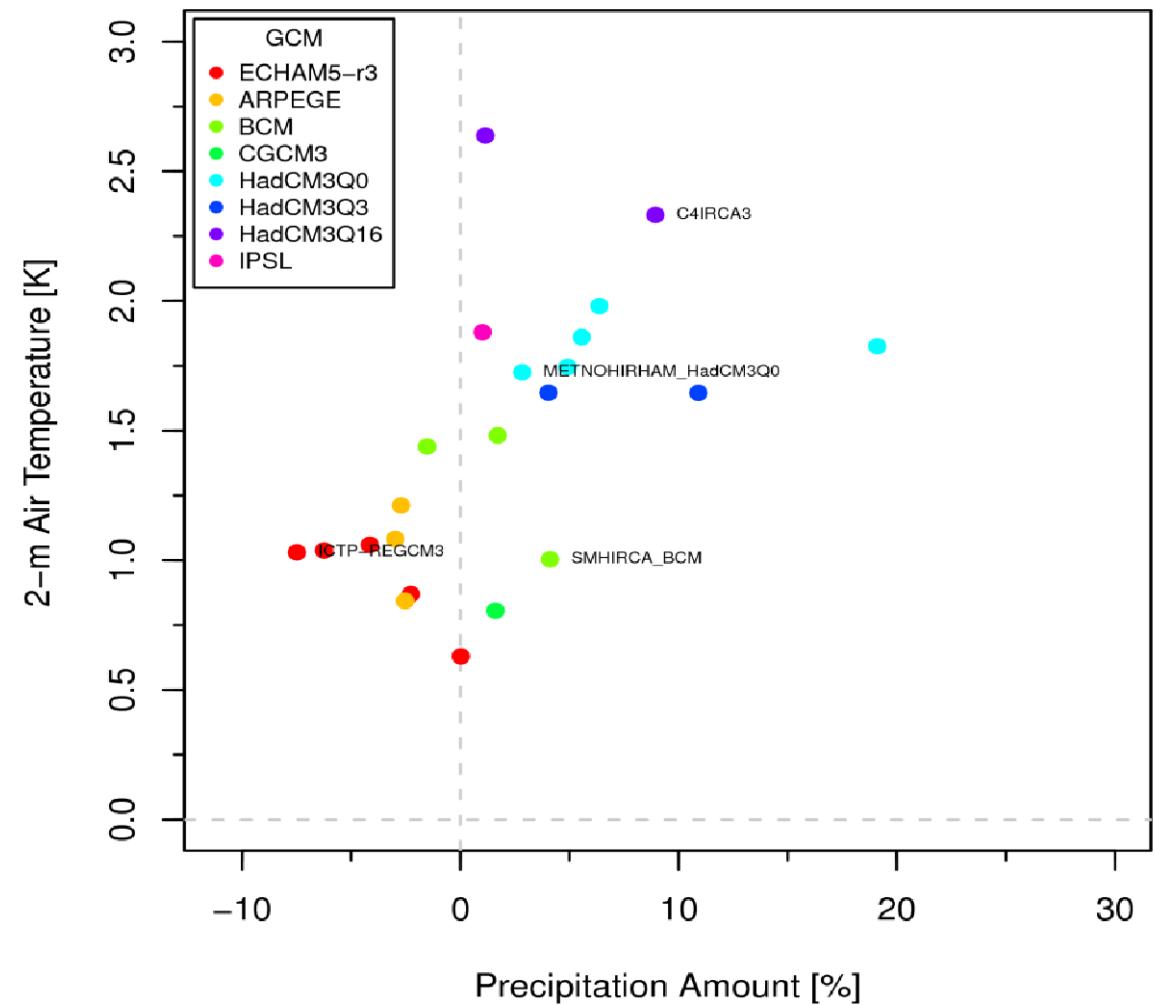
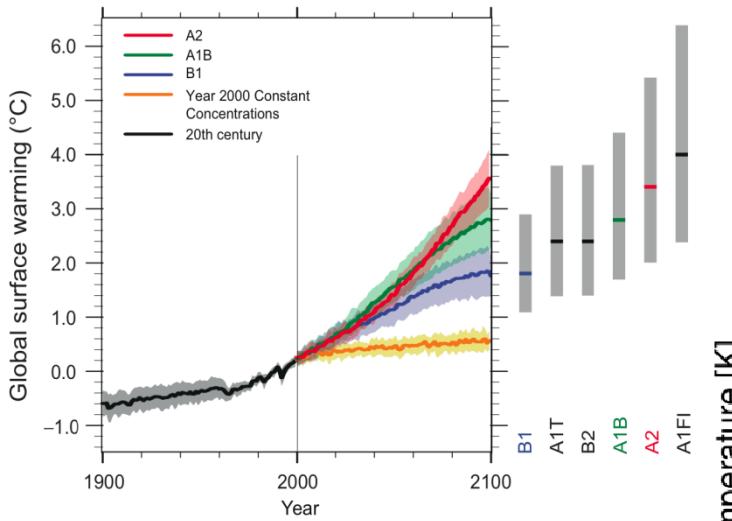


Winterszenarien für die Steiermark

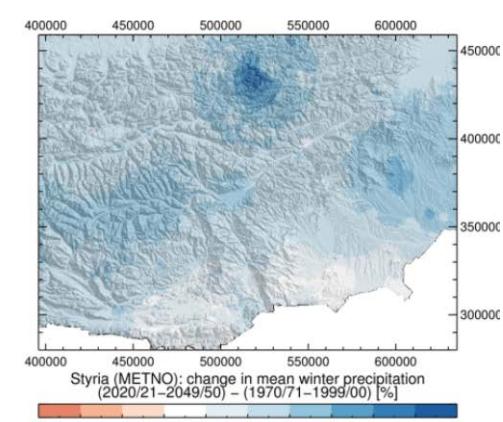
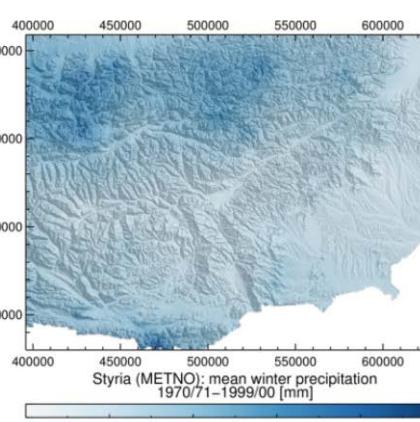
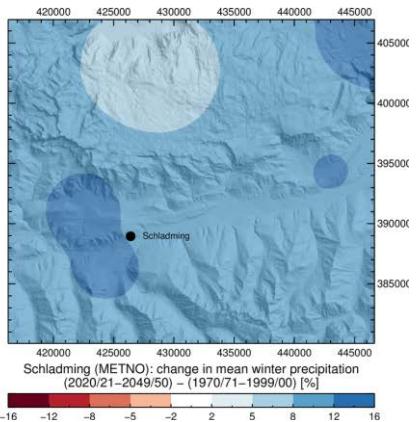
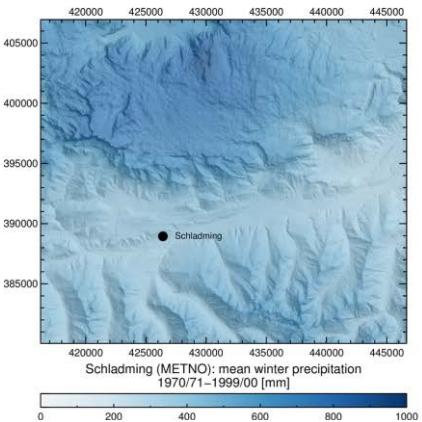
(ENSEMBLES A1B, 2021-2050 vs 1971-2000)



Multi-model Averages and Assessed Ranges for Surface Warming

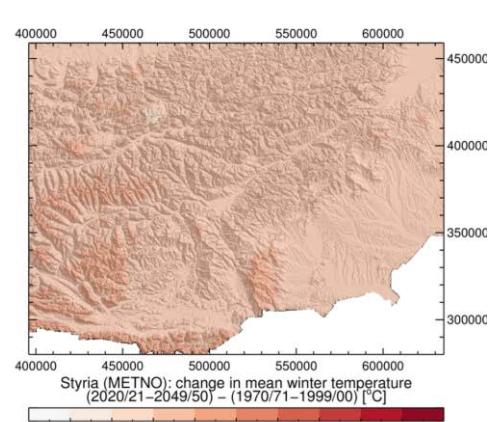
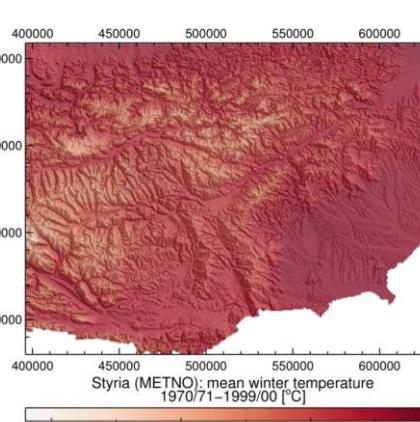
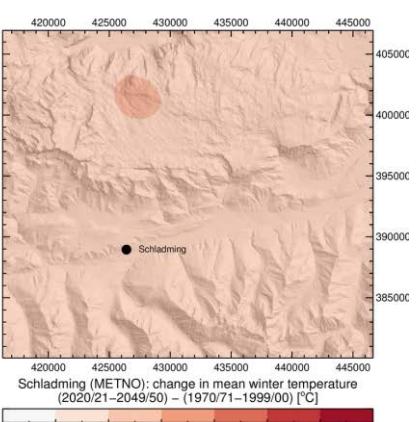
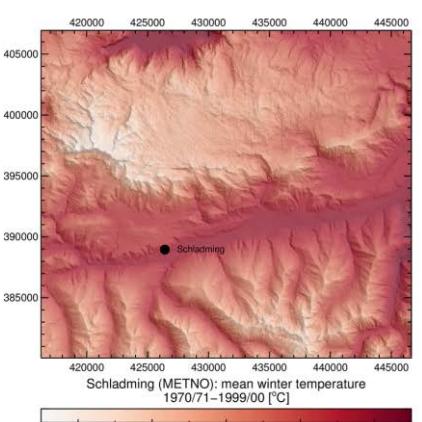


Winterniederschlag und –temperatur (A1B/METNO bis 2050)



Mean winter precipitation in the Schladming area for the reference period 1970/71–1999/00 and changes relative to the reference period according to remapped METNO meteorology (Nov. – Apr.).

Mean winter precipitation in Styria for the reference period 1970/71–1999/00 and changes relative to the reference period according to remapped METNO meteorology (Nov. – Apr.).

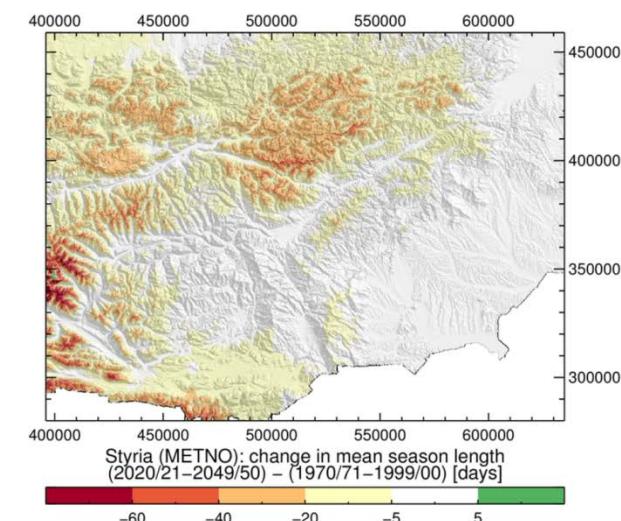
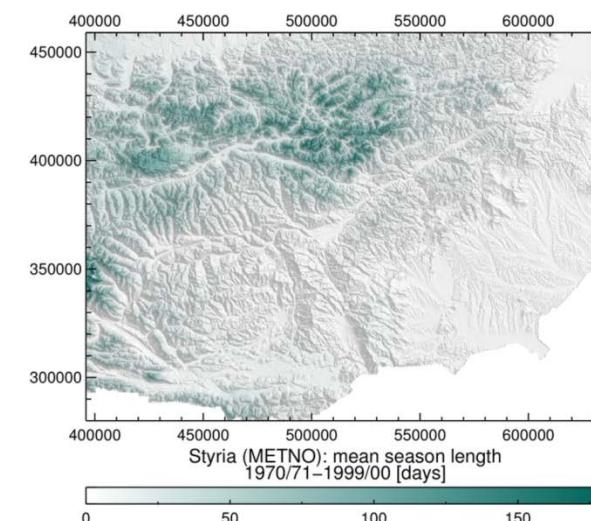
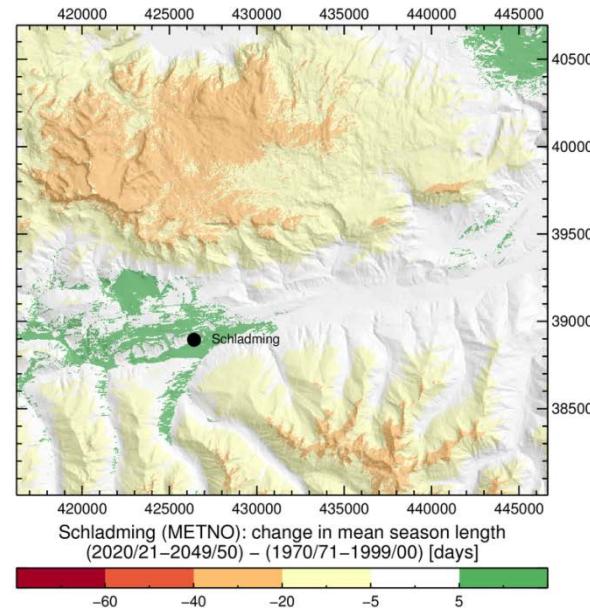
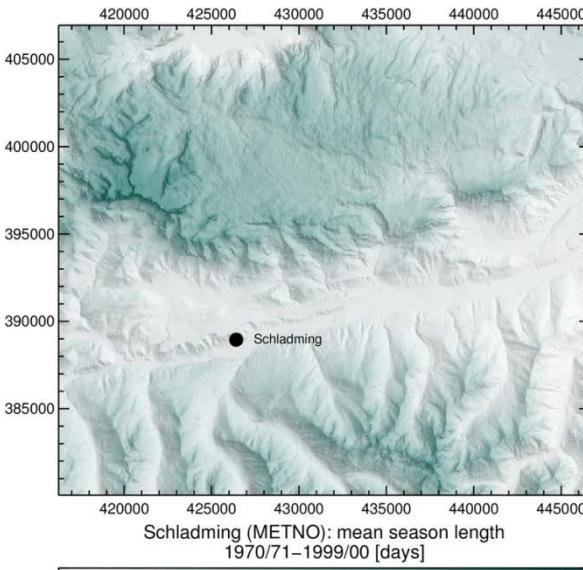


Mean winter temperatures in the Schladming area for the reference period 1970/71–1999/00 and changes relative to the reference period according to remapped METNO meteorology (Nov. – Apr.).

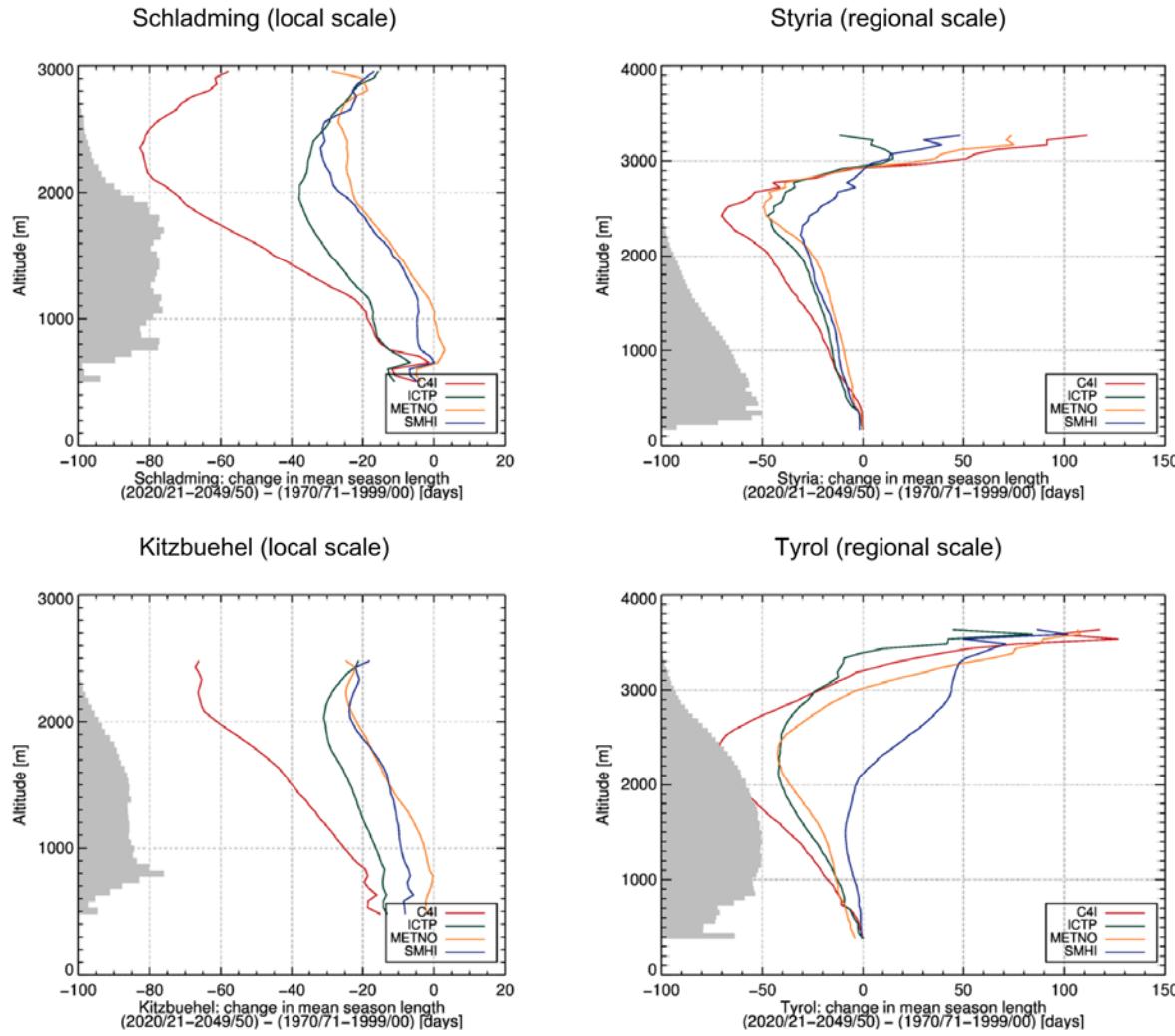
Mean winter temperatures in Styria for the reference period 1970/71–1999/00 and changes relative to the reference period according to remapped METNO meteorology (Nov. – Apr.).



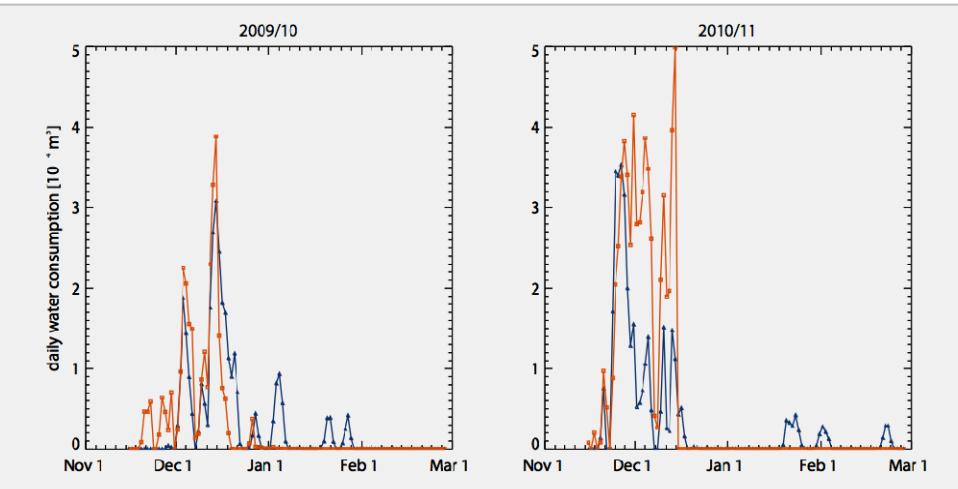
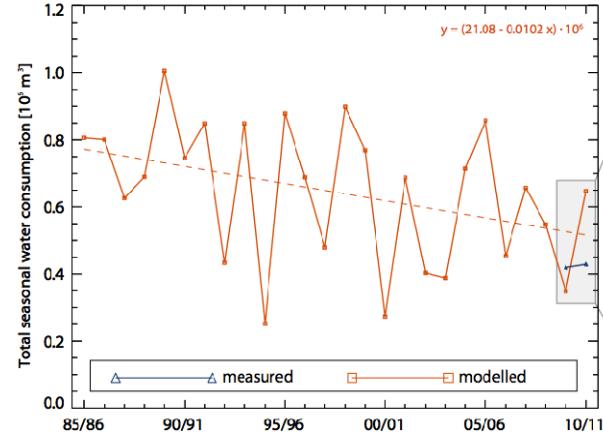
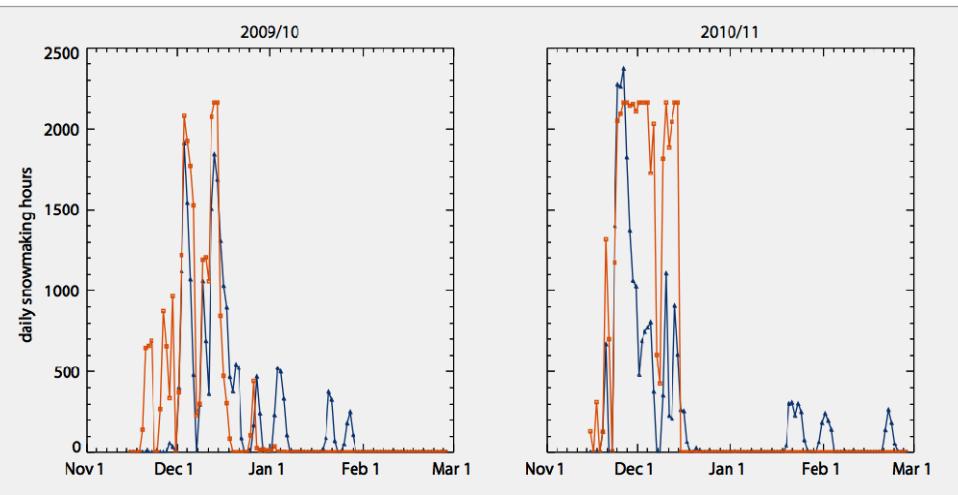
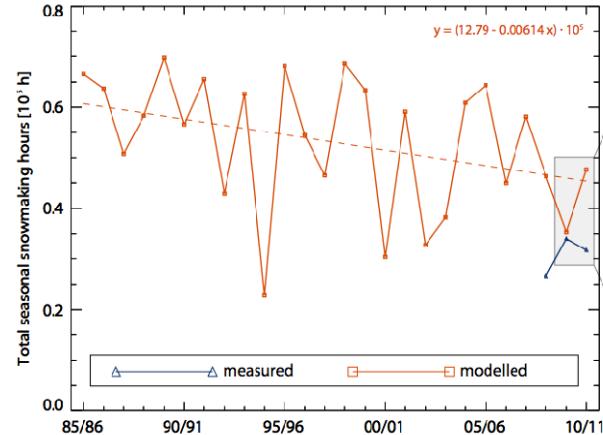
Mittlere Skisaisonlänge für Steiermark lokal/regional (A1B/METNO bis 2050)



Veränderung der mittl. Saisonlänge: Höhenabhängigkeit (A1B bis 2050)

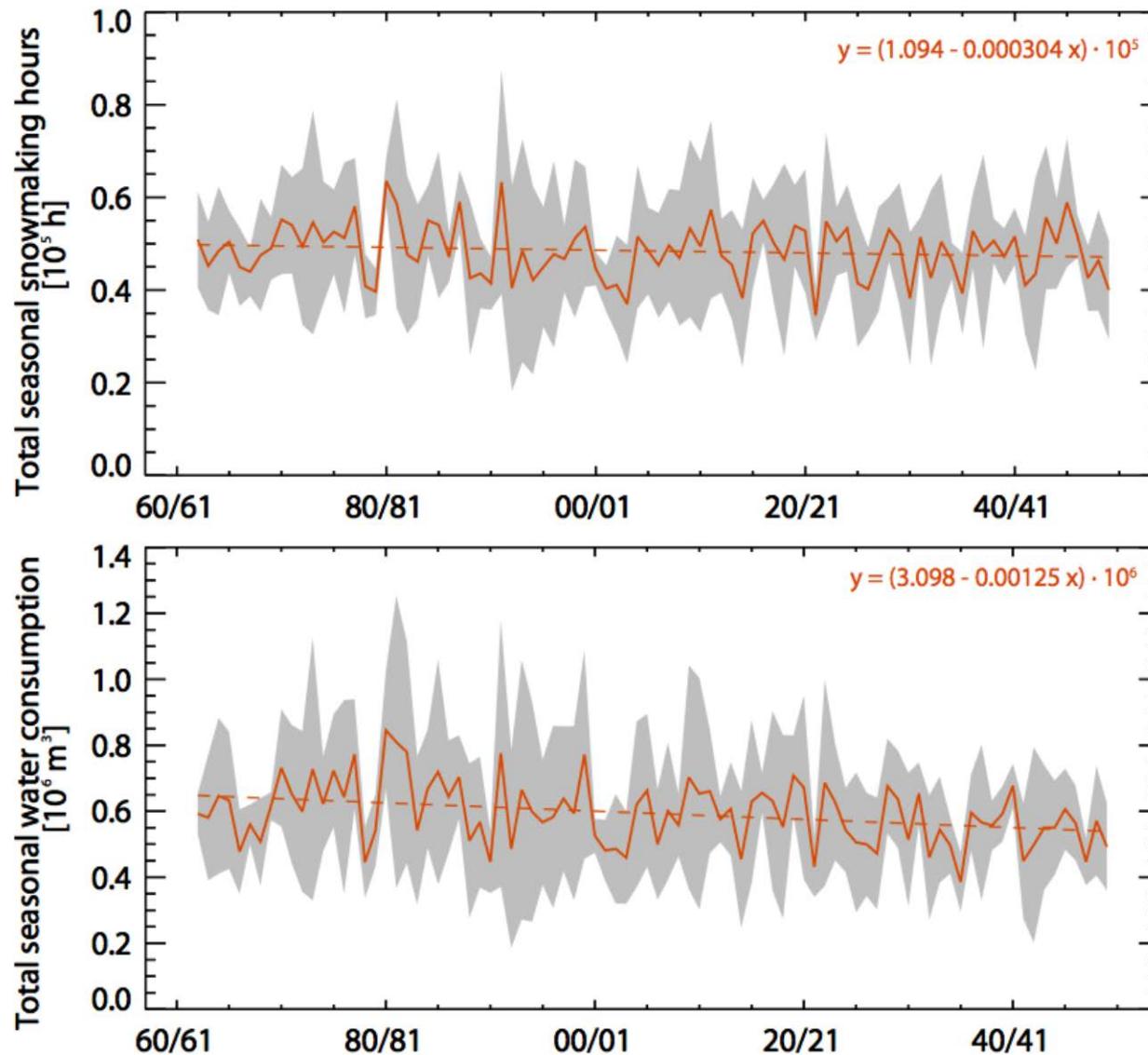


Technische Beschneiung / Wasserverbrauch: „Validierung“ (Schladming)

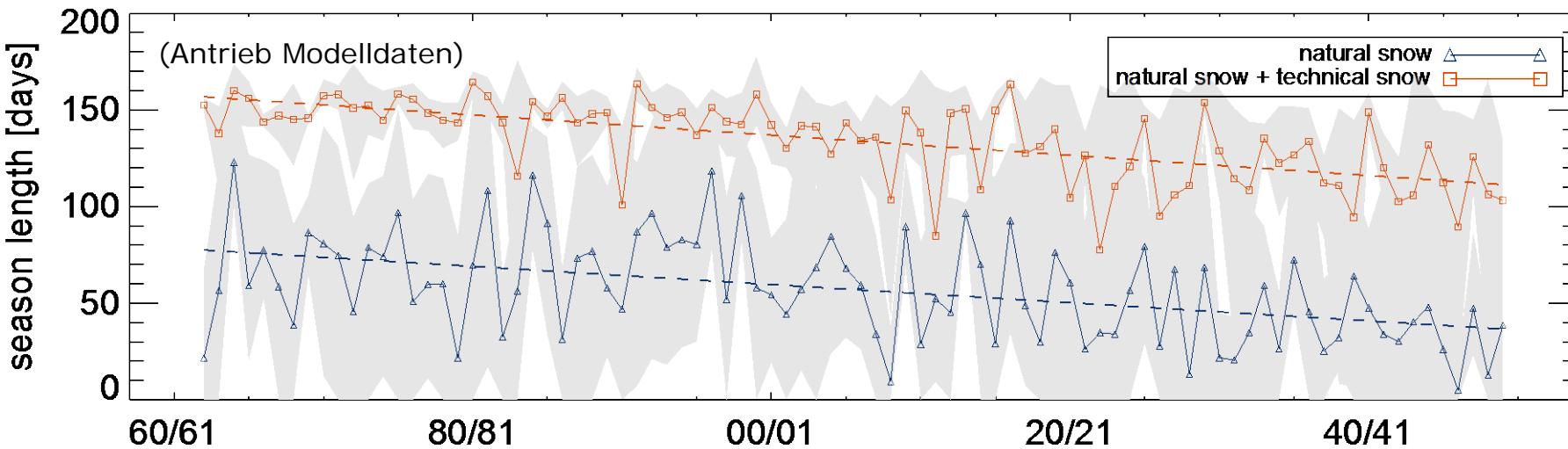
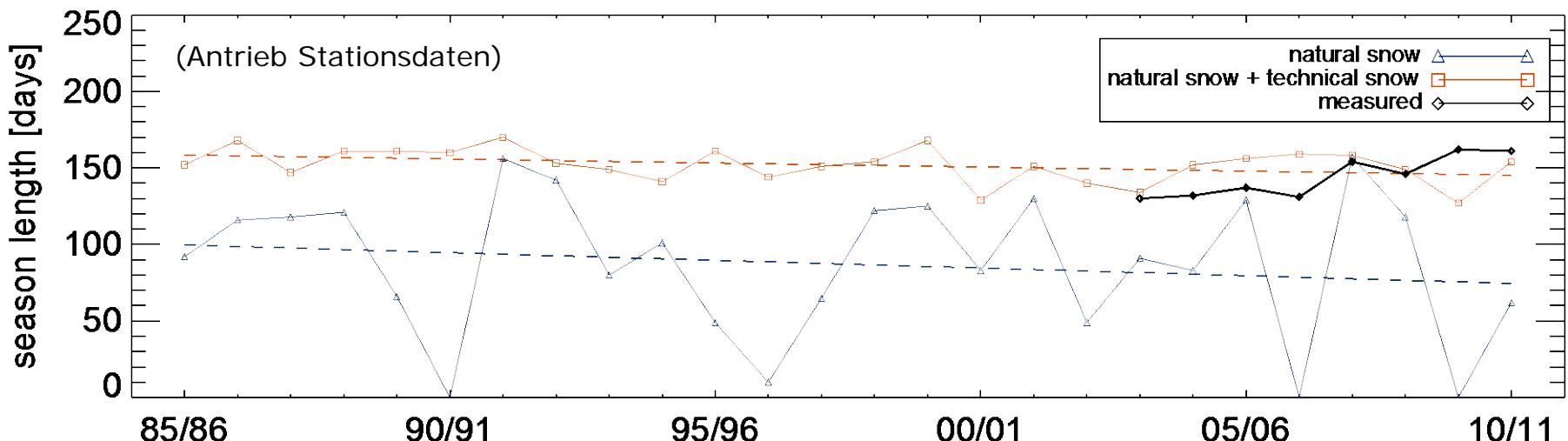


(Schladming, Stationsdaten, Beschneiungsstrategie: *pragmatic*)

Technische Beschneiung / Wasserverbrauch: A1B bis 2050 (Schladming)

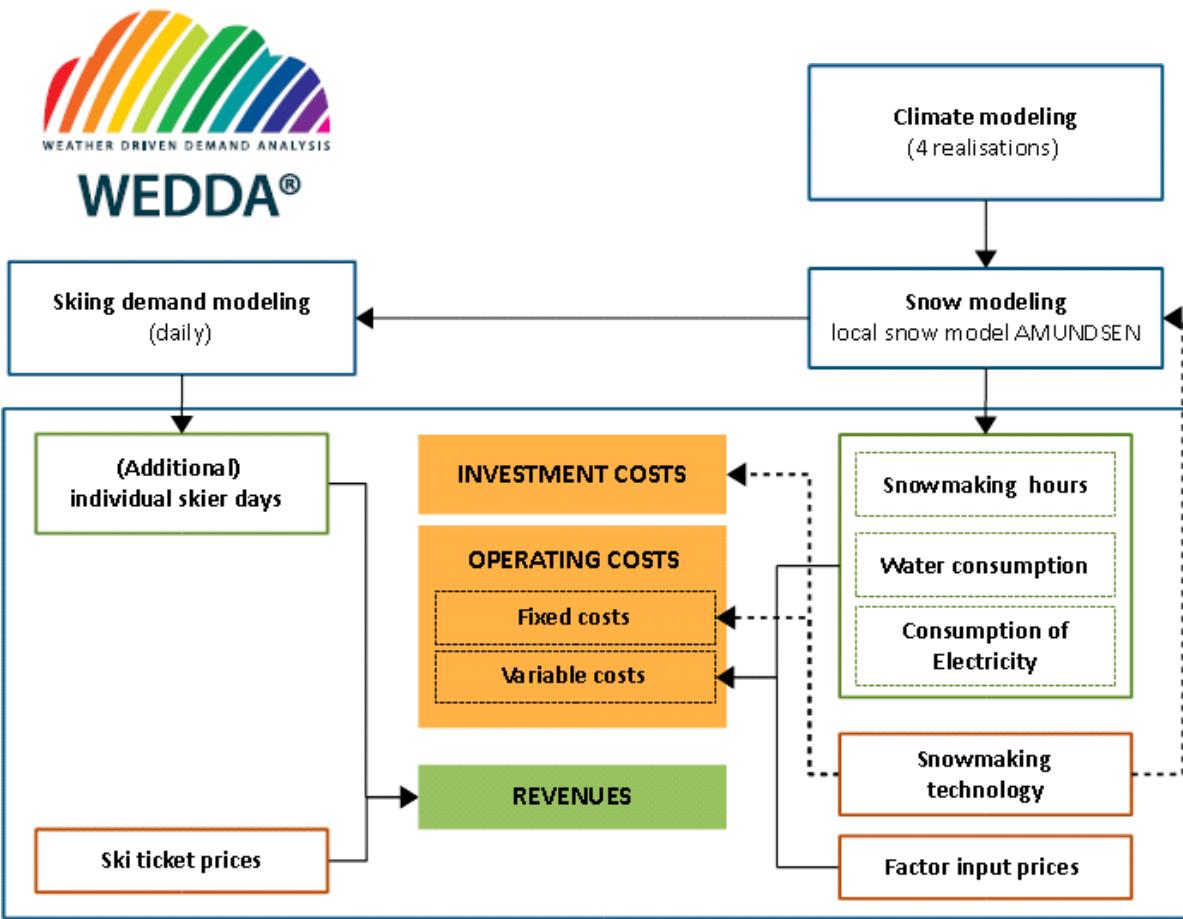


Saisonlänge: historisch vs Szenarien (A1B bis 2050, Schladming)



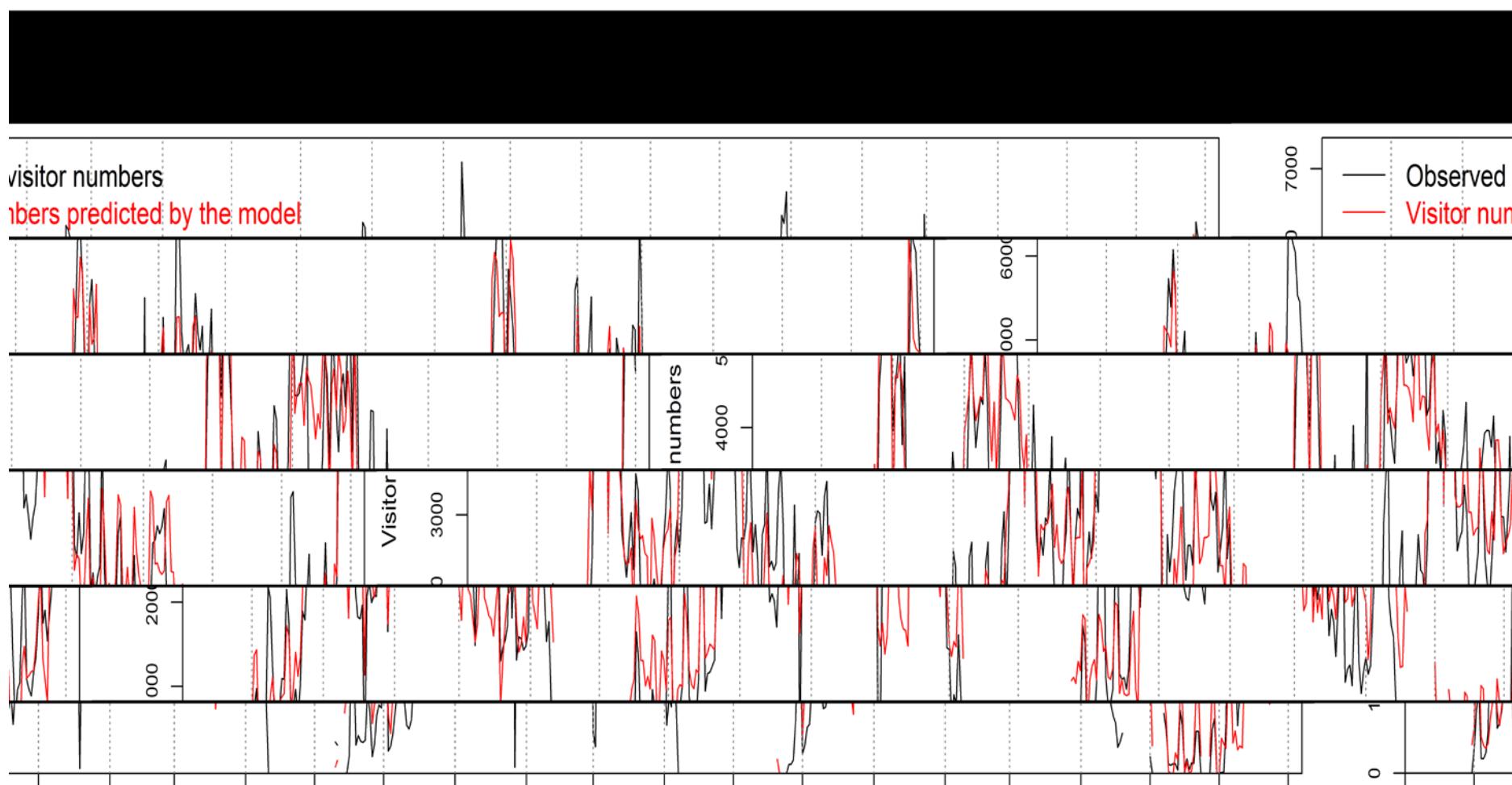
-> Reduktion der Skisaisonlänge um ca. drei Wochen von heute bis 2050

Kosten-Erlös-Analyse





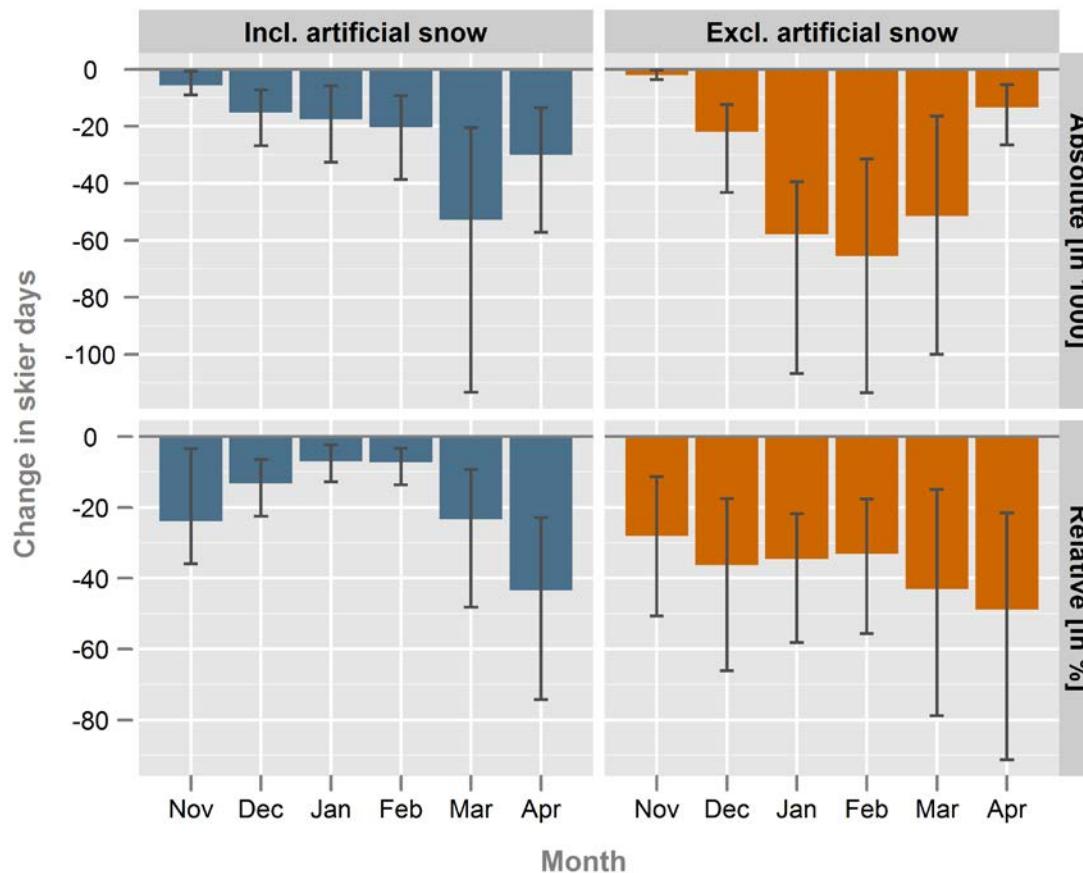
WEDDA-Regressionsmodell Zutritte: Vergleich mit Beobachtungsdaten



Eingaben: Gesamtschneehöhe auf der Piste, Schneefall, mittl. Temperatur, Regen, Wind, Strahlung und Wochentag, Feiertag/Ferien, Opening.

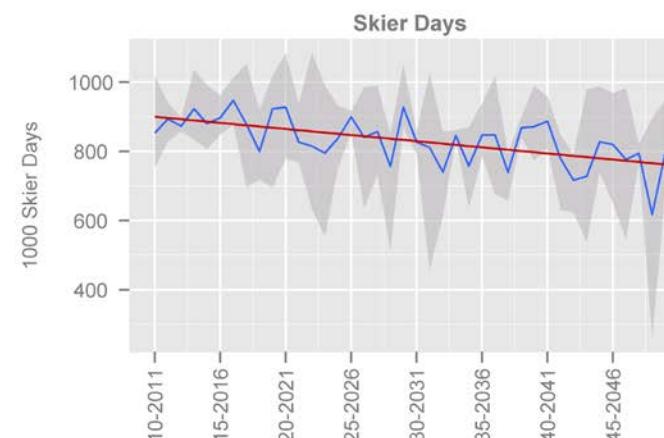
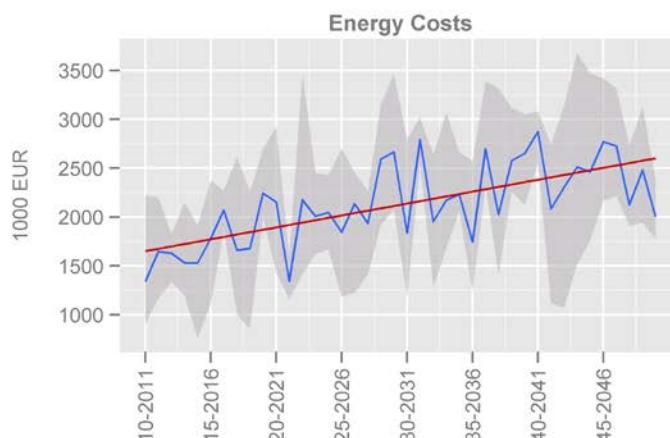
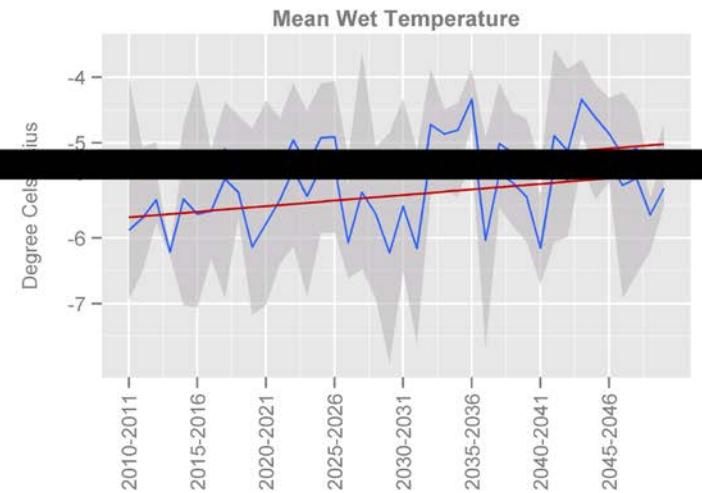
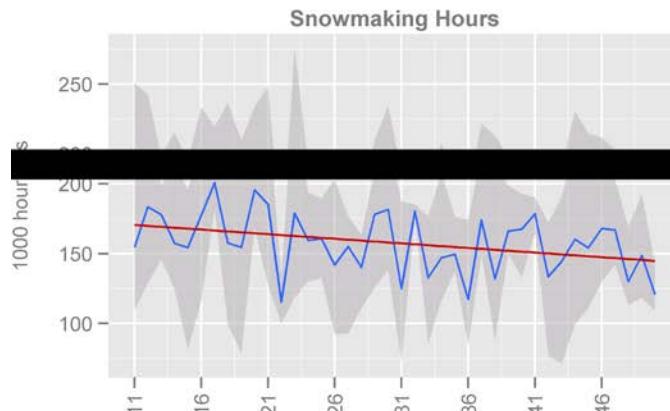
Kumulierte Effekte auf Monatsbasis

Potentielle Auswirkungen des Klimawandels auf Skigebietsbesucher pro Monat:
 Durchschnittlicher Unterschied in den Besucherzahlen je Monat zwischen
 Klimareferenzperiode 1970/71-1999/00 und Klimaszenarioperiode 2020/21-2049/50



Entwicklung Kostenparameter

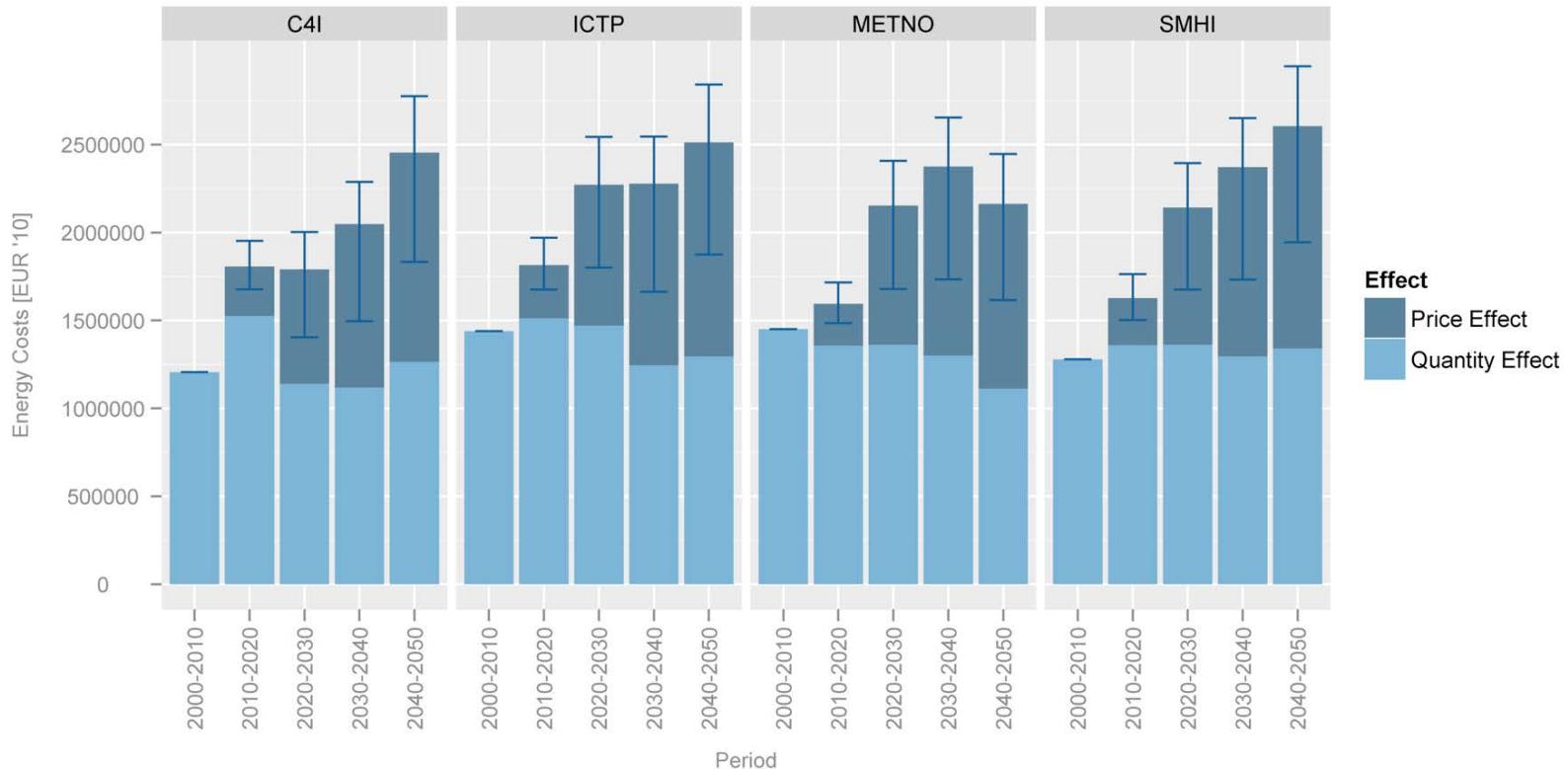
Beschneiungsstunden, Feuchttemperatur, Energiekosten, Erstzutritte



Schattierung:
Bandbreite der
Klimaszenarien



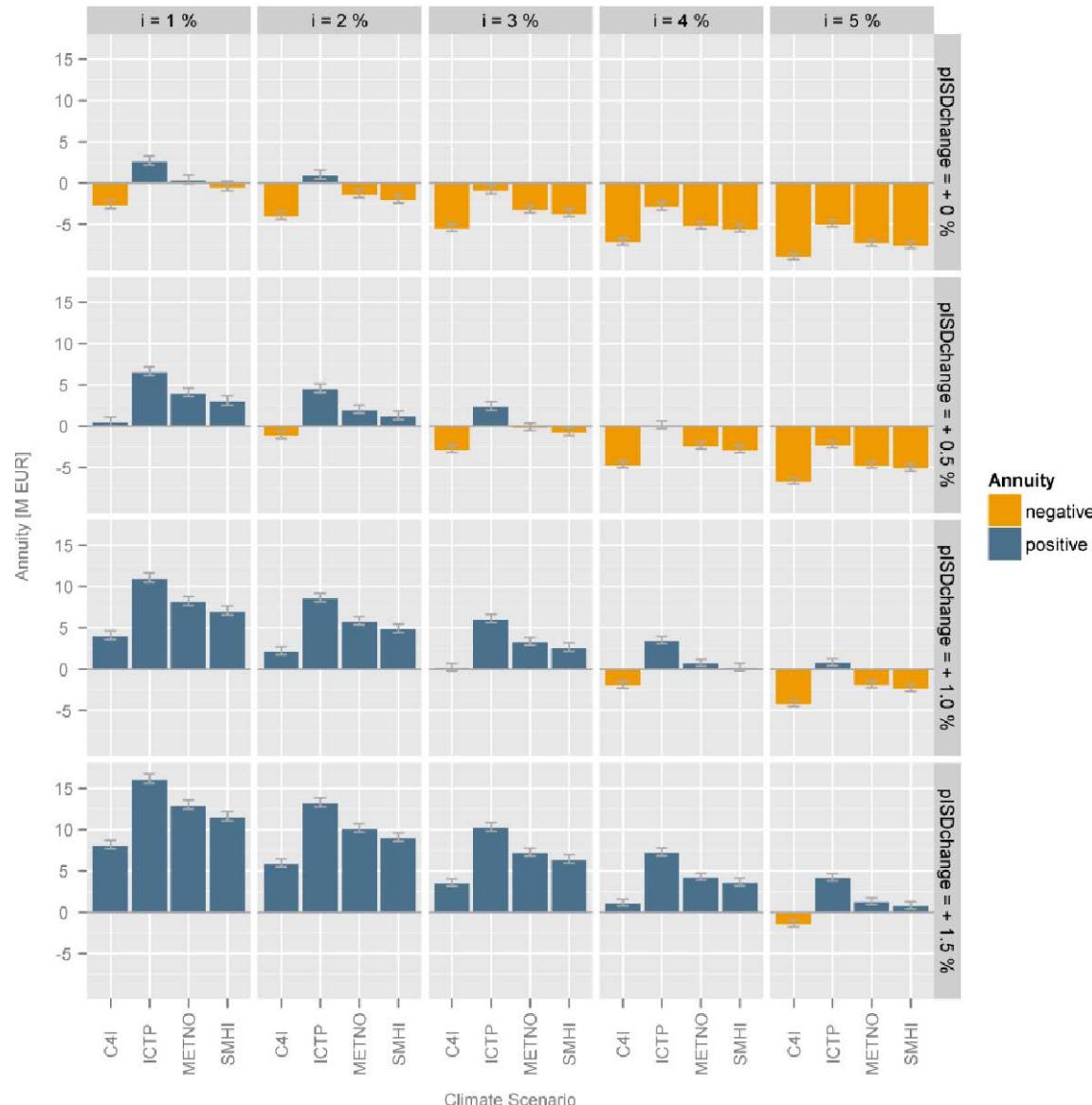
Energiekosten für techn. Beschneiung A1B bis 2050, Schladming



Error bars:
Range der Energie-
preisszenarien

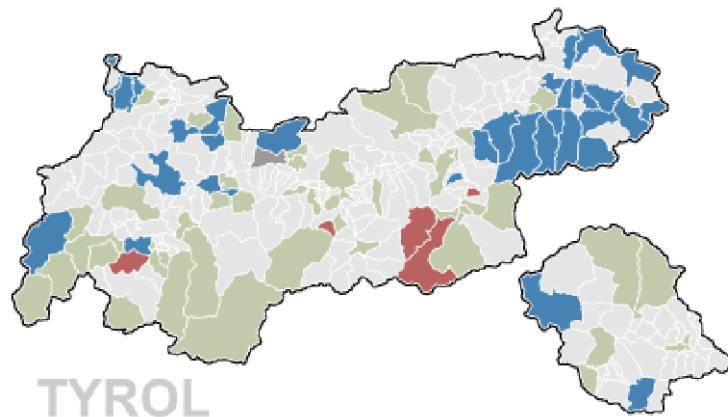
Quantity:
Klimawandel-
Signal

Annuitätenrechnung bei preisunelastischer Nachfrage

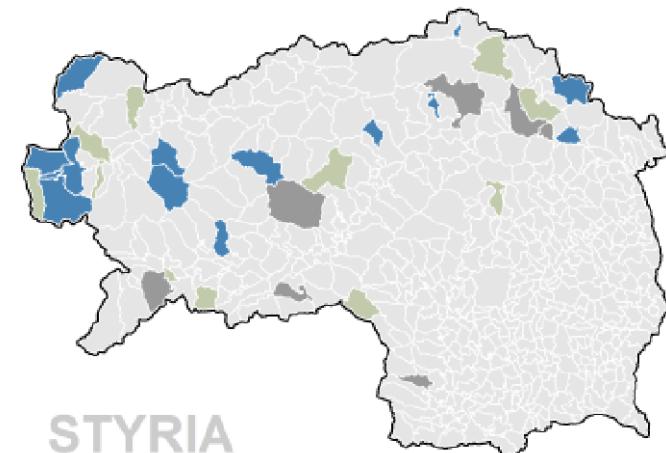


Error bars:
Range der Energie-
preisszenarien

Schneeverhältnisse und Übernachtungszahlen (Winter, Gemeindebasis, aus SNOWREG-Ergebnissen, 1970/71-1999/00)



TYROL



STYRIA

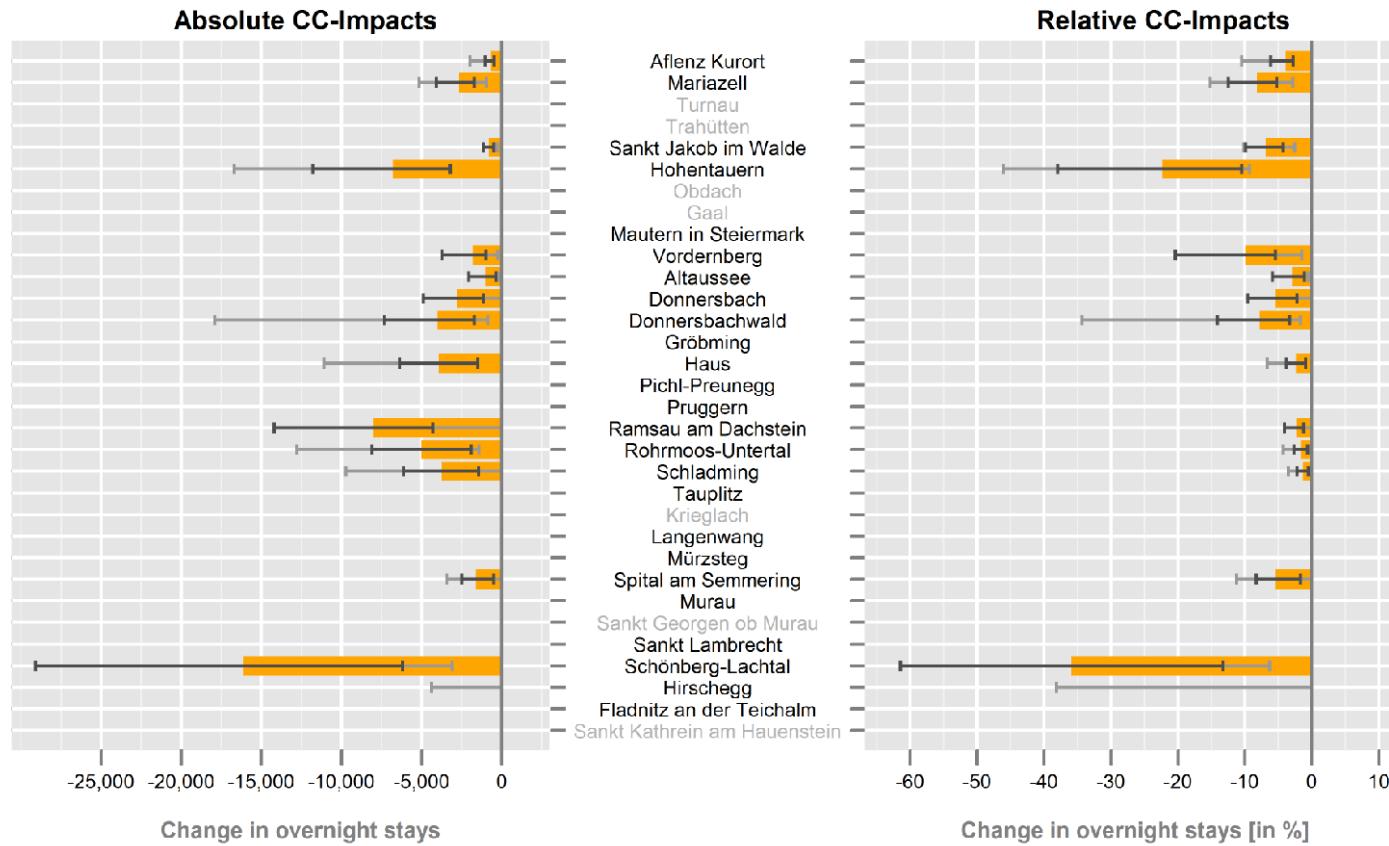
Sensitivity of municipal winter overnight stays towards snow conditions in associated ski areas

- Statistically significant (at 10%) and positive
- Statistically significant (at 10%) and negative
- Statistically not significant (at 10%)
- No statement (model fails testing)
- No associated (considered) ski area

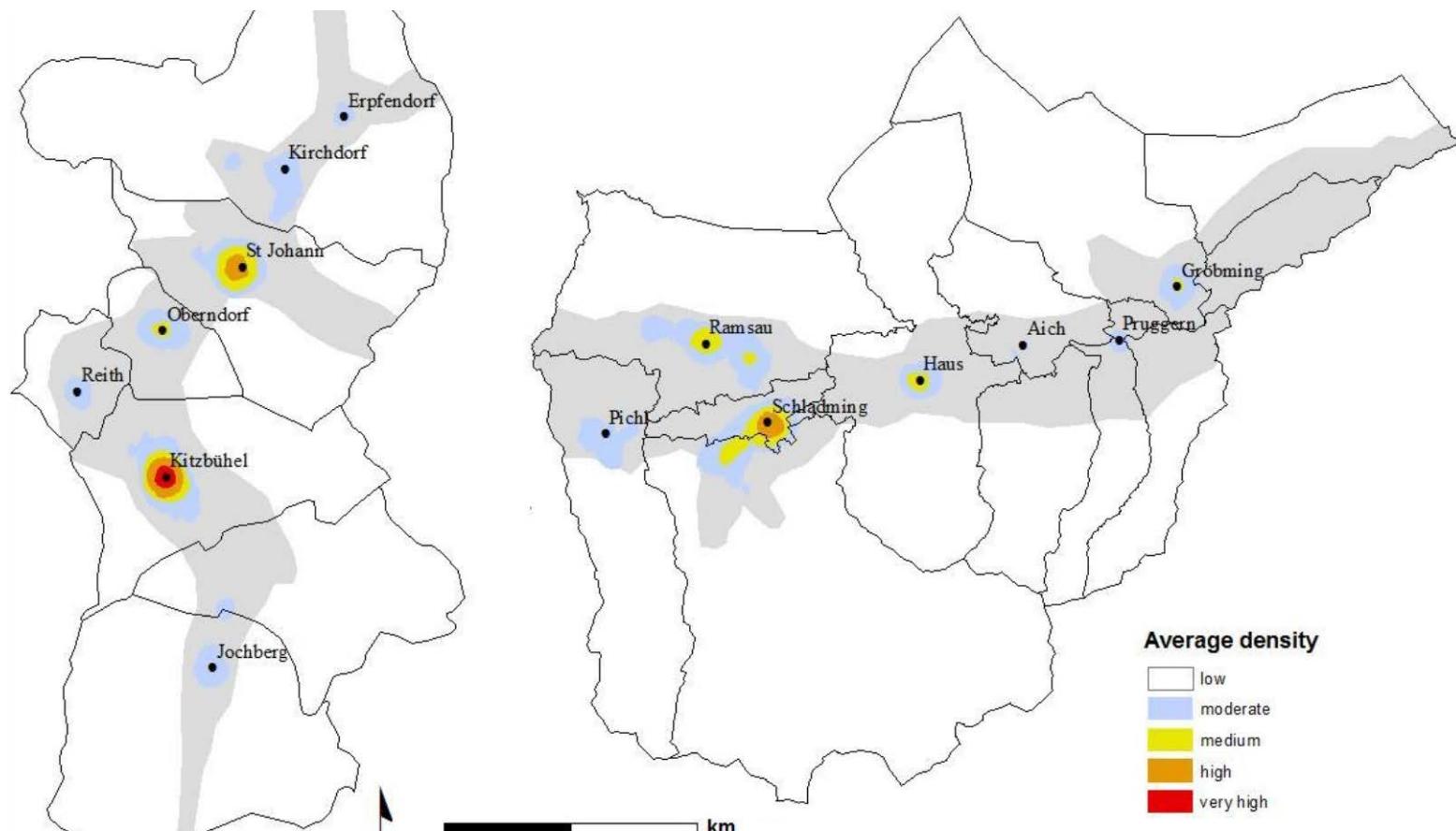


Schneeverhältnisse und Übernachtungszahlen

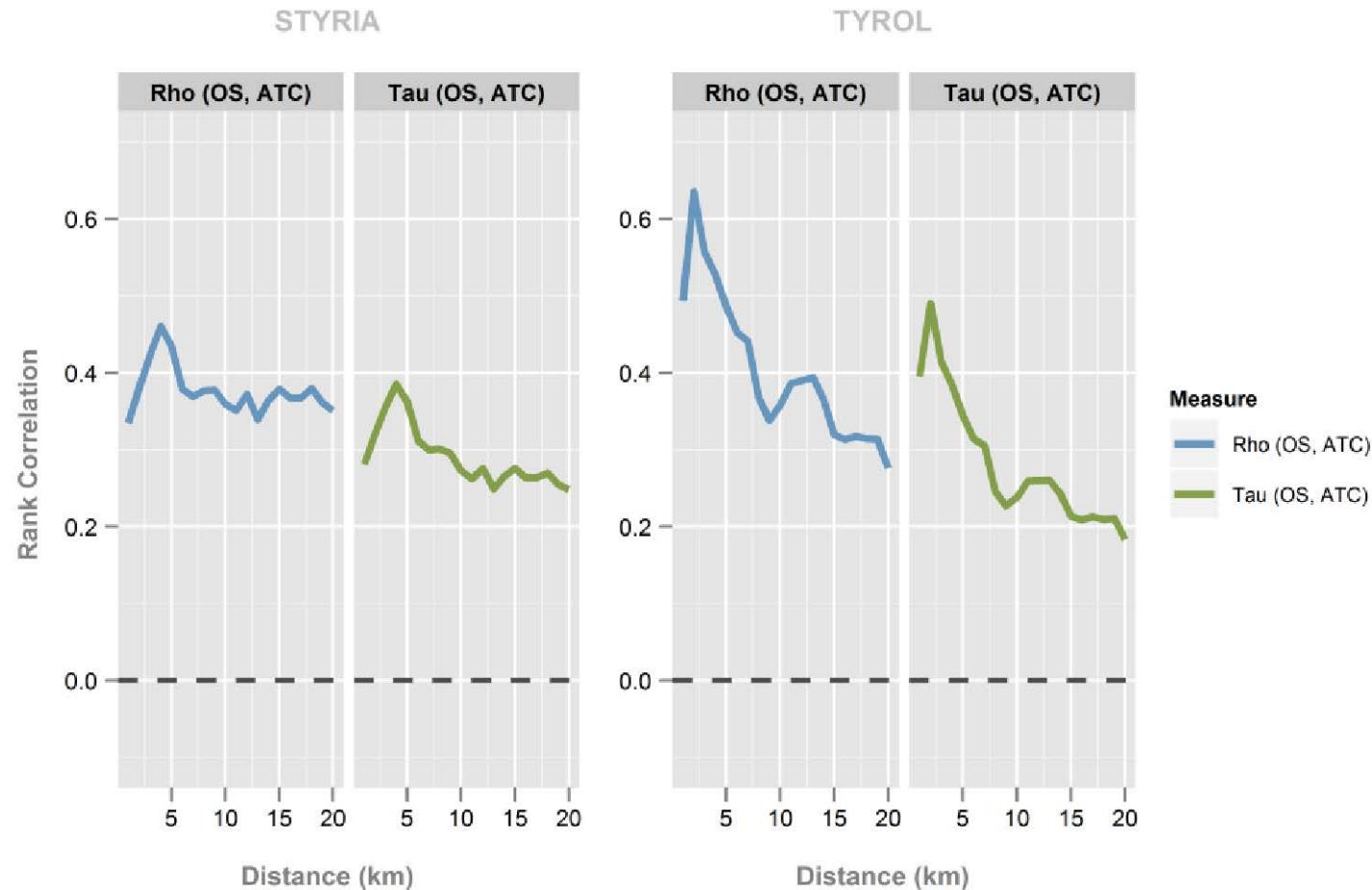
(Winter, Gemeindebasis/Steiermark,
aus SNOWREG-Ergebnissen, 2020/21-2049/50)



Core-periphery Struktur der Untersuchungsgebiete



Korrelation Winternächtigungen auf Gemeindeebene vs Transportkapazität bei wachsendem Umkreis der Skigebiete



Key findings



- + Bis 2050 erwarten wir eine Zunahme der Wintertemperaturen und – niederschläge (ca. + 1.5 ° C und + 5% sind *wahrscheinlich*)
- + Die Dauer der Skisaison nimmt bis zu 3 Wochen ab, v.a. in Höhen um 2000 m, in großen Höhenlagen ist ein Kompensationseffekt möglich
- + Technische Beschneiung bleibt möglich, wird aber weniger effizient, die mögliche Saisonlänge geht um bis zu 3 Wochen zurück
- + Technische Beschneiung wird wg. steigender Energiekosten teurer, bleibt aber rentabel
- + In der Steiermark verlieren einige Skigebiete ihre „Schneesicherheit“, in Tirol nur diejenigen in den nördl. Randlagen und im Zentrum (Inntal)
- + Die relativen Einbussen sind am größten im Nov., März und April
- + Gemeinden mit nahem, hochgelegenen Skigebiet und zentralen Funktionen sind am wenigsten vom Klimawandel betroffen

Lessons learned



- + Konsortialprojekt: schwierig mit Budget (18 Monate, 4-6 Partner, Fluktuation, Dissertationen)
- + Kopplung: zusätzlicher Aufwand, nicht zu unterschätzen
- + Task force: entscheidender Schritt zur Schnittstellenentwicklung
- + Inter- und transdisziplinäres Arbeiten: zusätzliches Lernmoment über die sektorale Arbeit hinaus
- + Stakeholderprozess durch WV extern über ganze Projektlaufzeiten
- + Sehr interessante unterschiedliche Stakeholdererfahrungen!
- + Jetzt szenarienfähiges tool, geeignet zur Entwicklung von Kriterien zur Bewertung von Anpassungsstrategien ...
- + Publikationen ... !



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

www.cc-snow.at