

Die Zukunft des natürlichen und technischen Schnees in Österreich

Andreas Gobiet¹, Bruno Abegg², Roland Koch¹, Marc Olefs¹, Vanessa Seitner¹, Ulrich Strasser³, Michael Warscher³

22. Österreichischer Klimatag, 20. – 23.4.2022, Wien



¹ Ze
² In
³ In

Projekt: Future Snow Cover Evolution in Austria (FuSE-AT)



Projekt des Austrian Climate Research Program (ACRP 10), 2018 - 2021

Partner:

- ZAMG
- Universität Innsbruck
- Climate Change Center Austria (CCCA)
- Schneezentrum Tirol

Ziele:

- Erweiterung der nationalen Klimaszenarien (ÖKS15) um nutzerorientierte Indikatoren rund um das Thema Schnee
- Umfassende Analyse von Veränderungen der Schneedecke Trends
- Fallstudien zur Demonstration relevanter Anwendung

Ergebnisse:

- Projekthomepage: <https://fuse-at.ccca.ac.at/>
- CCCA Data Center: <https://data.ccca.ac.at/>

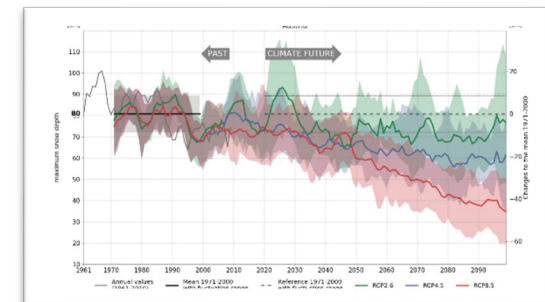
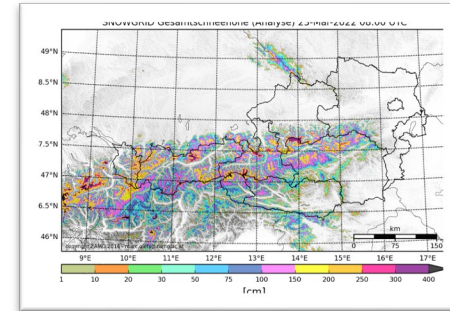
Methode

Klimaszenarien (ÖKS15):

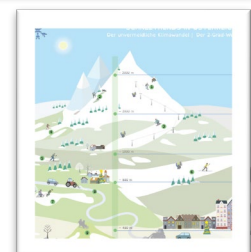
- EURO-CORDEX 12.5 km Simulationen (EUR-11)
- 3 Szenarien: RCP2.6 (8 Simulationen), RCP4.5 (16 Sim.), RCP8.5 (16 Sim.)
- Bias-Korrektur + Downscaling mit Gitterdatensatz der ZAMG
→ P, Tmin, Tmax (1 km x 1 km, Tagesdaten)

FuSE-AT:

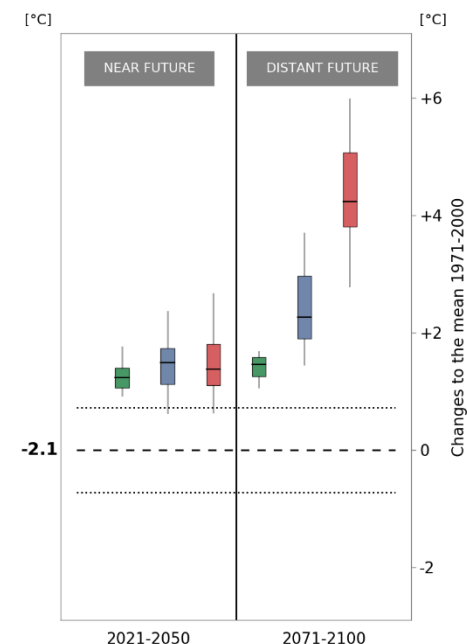
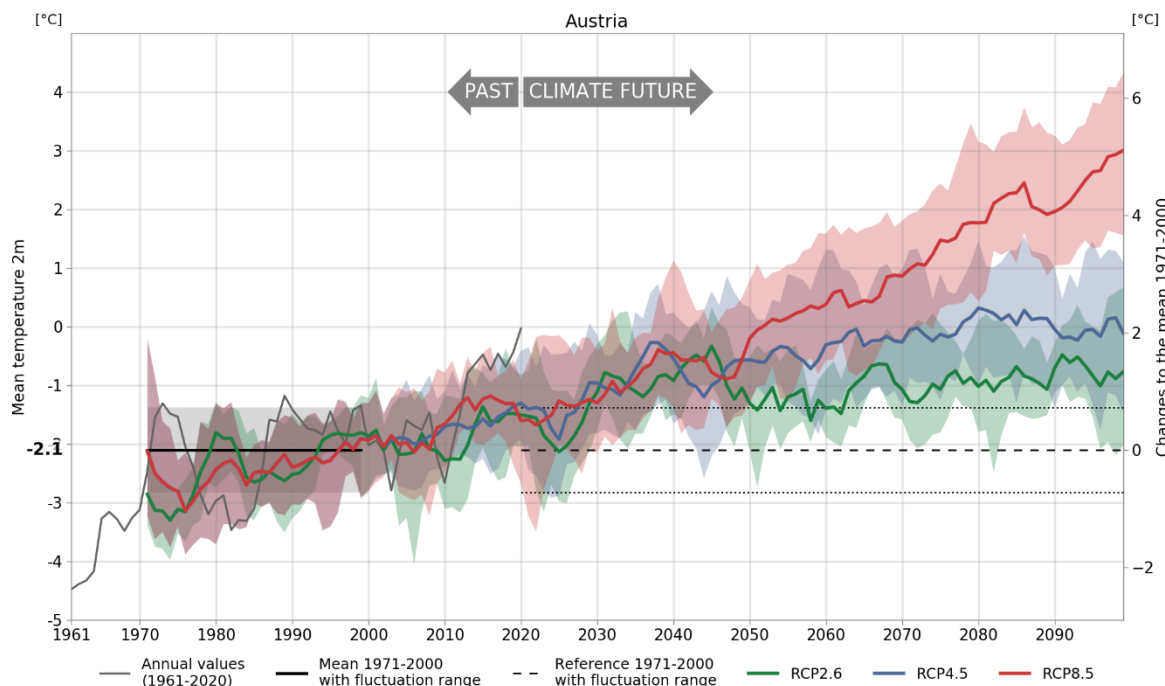
- Klimaversion des op. Schneemodell SNOWGRID (SNOWGRID-CL), meteorologischer Antrieb: ÖKS15
→ SWE, Schneehöhe, Abfluss, 1 km x 1 km, Tagesdaten
→ Beschneigungsstunden
(Feuchtkugeltemperatur; Hofstätter, 2008)
- Intensiver Stakeholder Prozess
→ Nutzergerechte Indikatoren
→ Demonstration der Anwendung anhand von Fallstudien
→ Kommunikation an Stakeholder und Öffentlichkeit



Studie zur vergangenen und zukünftigen
Schneedeckenentwicklung im Skigebiet
Brunnalm - Hohe Veitsch



Temperatur – Zukunft (DJF)



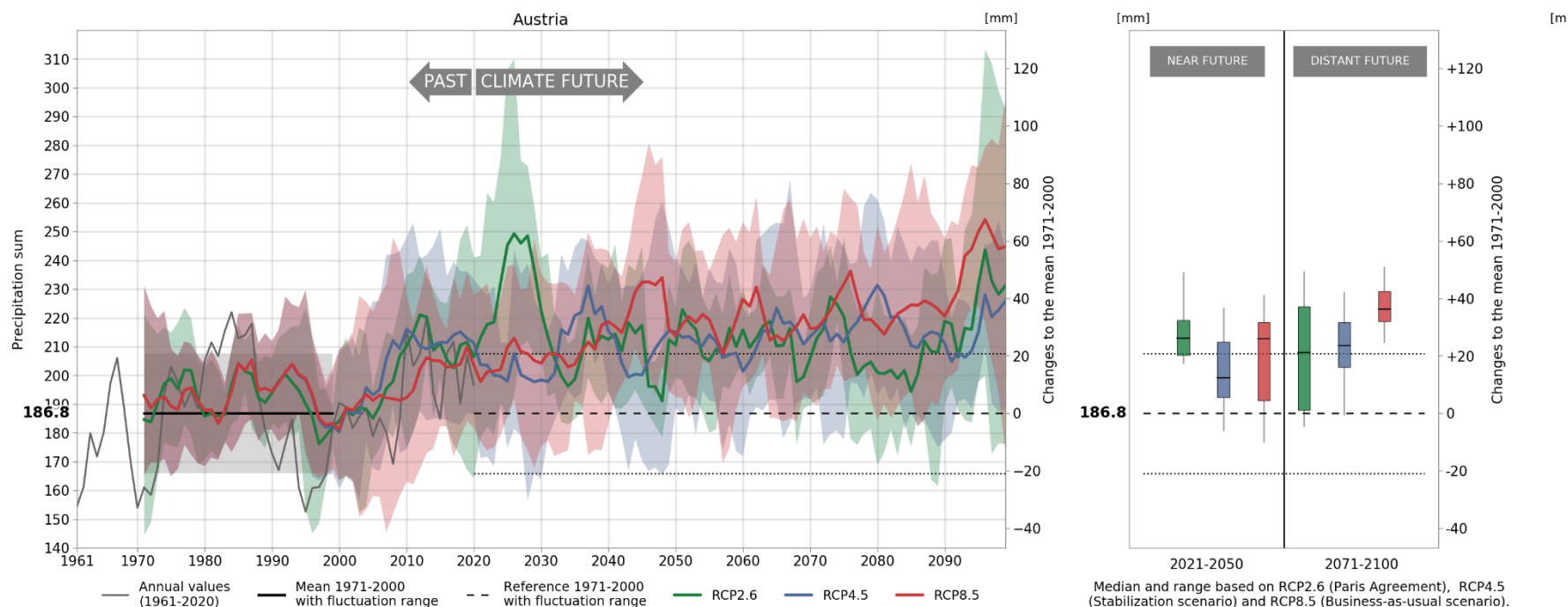
Median and range based on RCP2.6 (Paris Agreement), RCP4.5 (Stabilization scenario) and RCP8.5 (Business-as-usual scenario).

Vergangenheit: +2K

Zukunft (Bezugsperiode 1971-2000):

Erwärmung um +1K (RCP2.6) bis zu +5K (RCP8.8).

Niederschlag – Vergangenheit und Zukunft (DJF)



Vergangenheit: Kein klarer Trend

Zukunft (Bezugsperiode 1971-2000):
+20% bis +35% (Achtung, große Unsicherheiten!)

Schneetrends Vergangenheit [cm/Jahr]

SNOWGRID-CL (SPARTACUS): Period 1962-2020, NDJFMA
PARAM: Mean seasonal height of snow depth HS

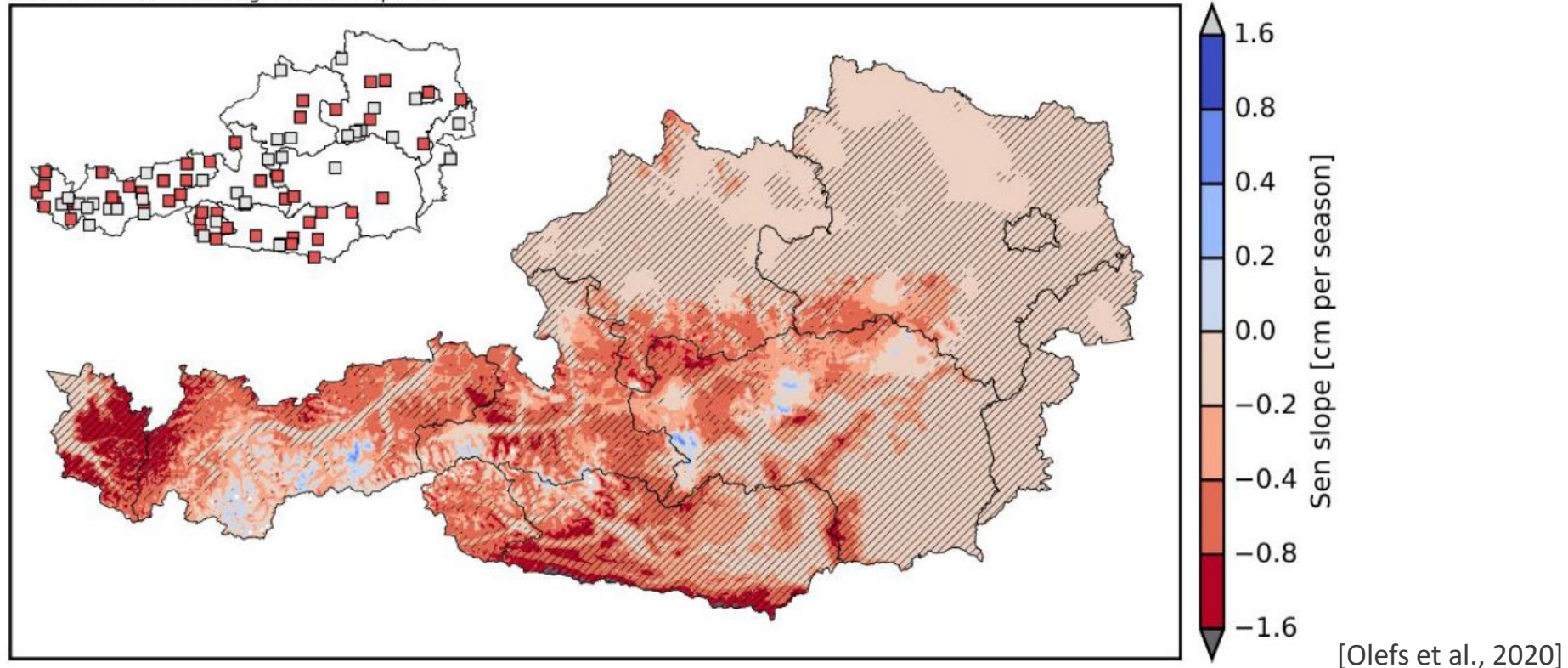
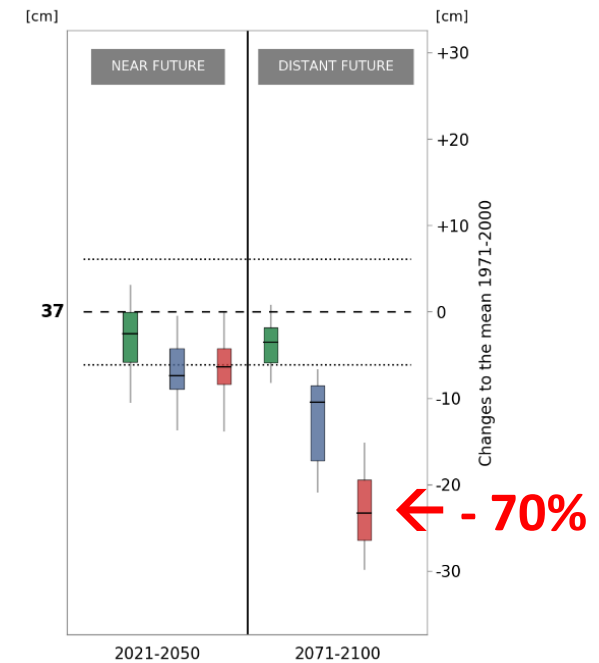
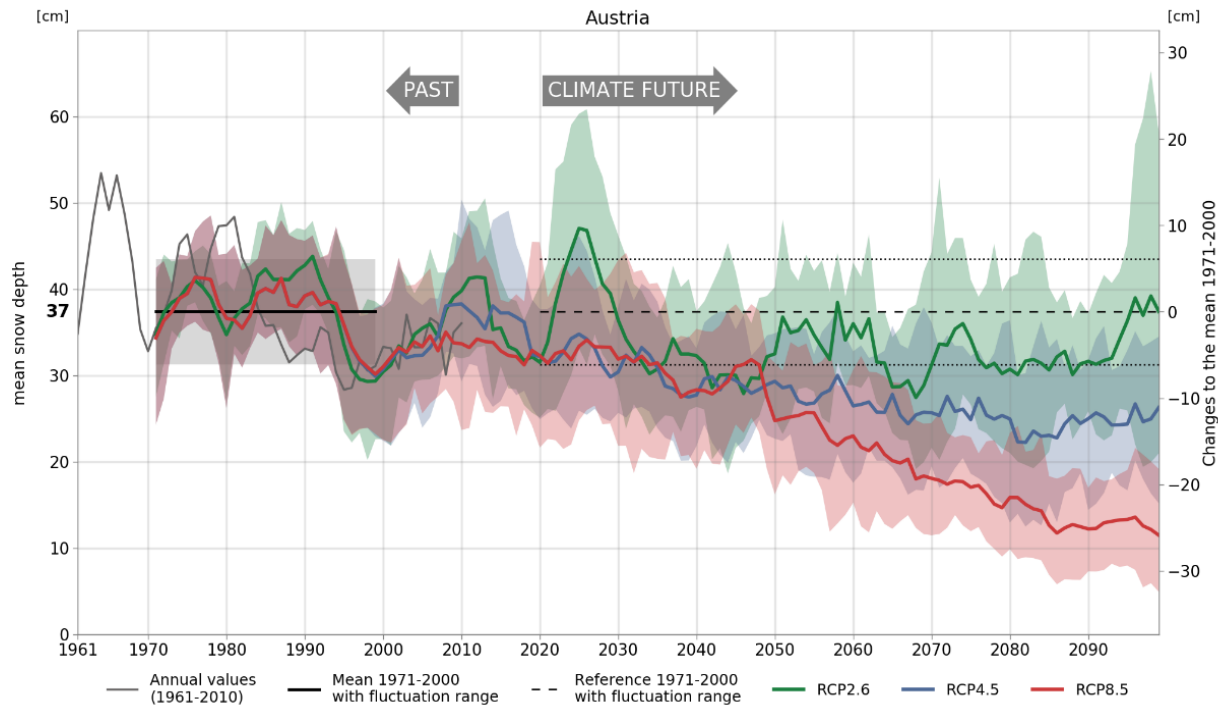


Figure 7. SG-CL calculated trend map of mean seasonal HS (NDJFMA) changes in the period 1961/62–2019/20, hatched areas indicate significant trends (at a 95% confidence level ($p < 0.05$)). Observed trends for the same period (SNOWPAT dataset) are shown as a small insert map.

Weitgehend signifikant negative Trends (-40 Tage).

Schneetrends Zukunft

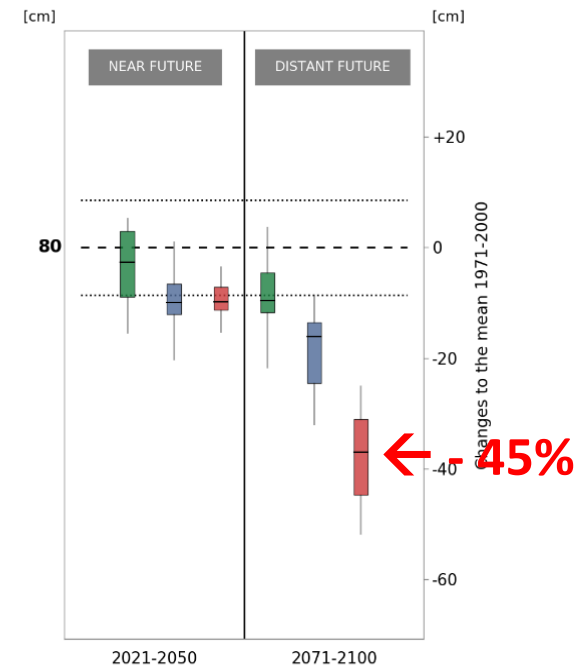
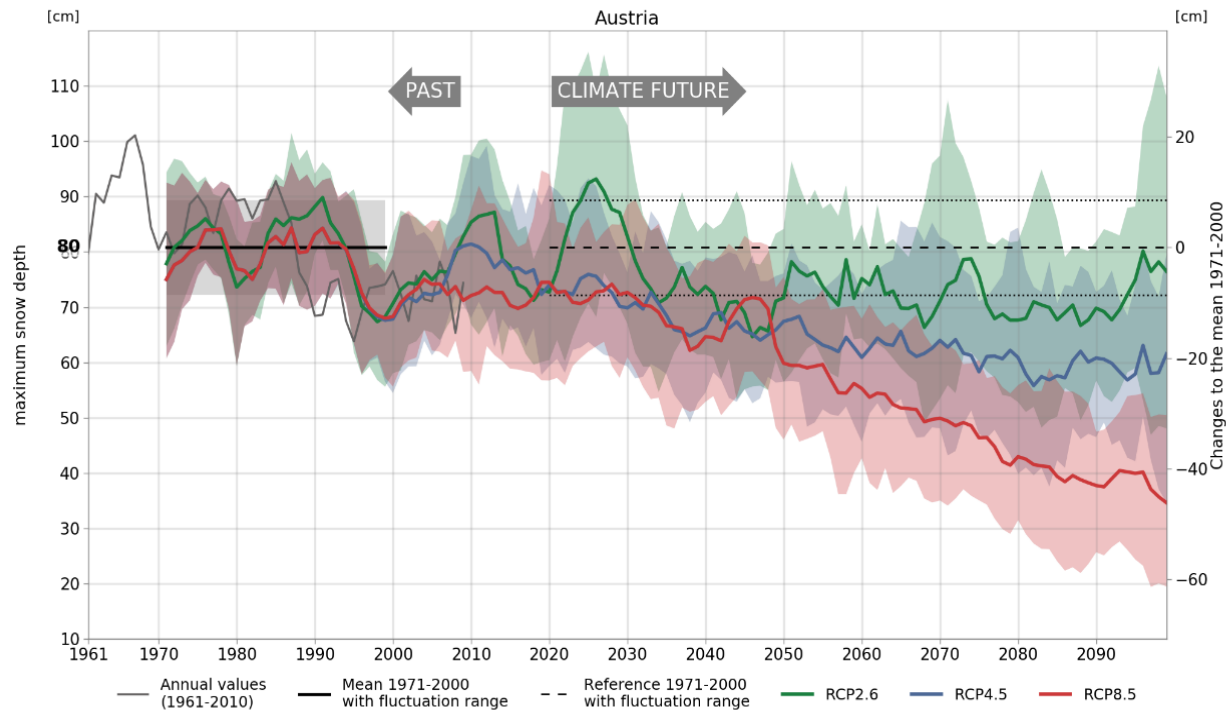
Mittlere Schneehöhe (DJF)



Median and range based on RCP2.6 (Paris Agreement), RCP4.5 (Stabilization scenario) and RCP8.5 (Business-as-usual scenario).

Schneetrends Zukunft

Maximale Schneehöhe (DJF)

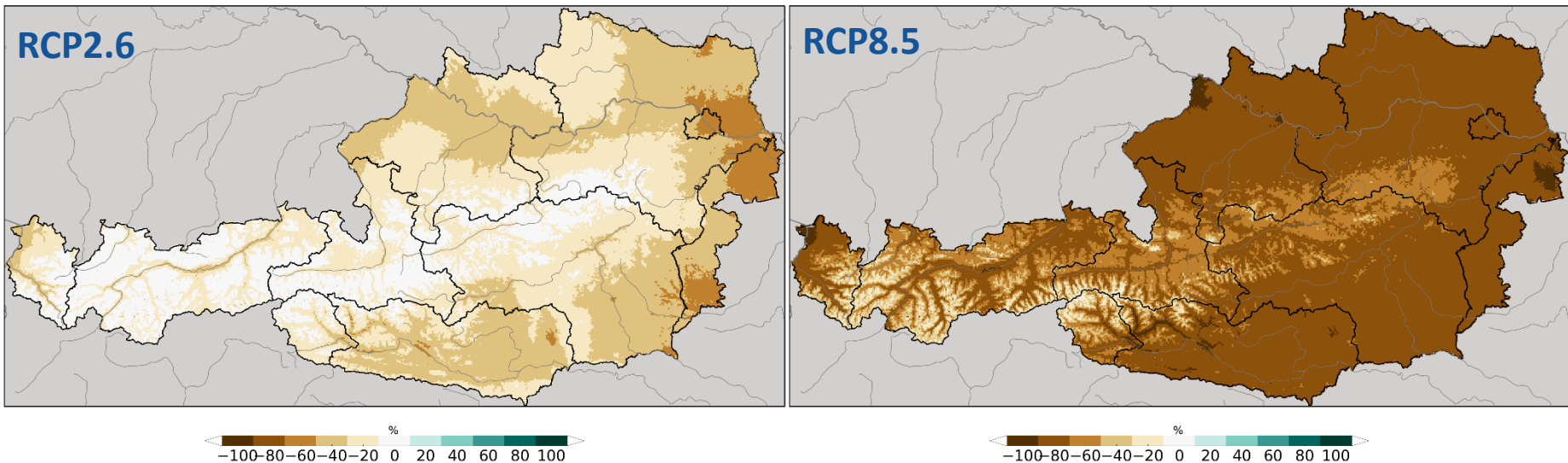


Median and range based on RCP2.6 (Paris Agreement), RCP4.5 (Stabilization scenario) and RCP8.5 (Business-as-usual scenario).

Schneetrends räumlich

Mittlere Schneehöhe (DJF)

Änderung [%] bis 2071-2100. Referenz: 1971 – 2000



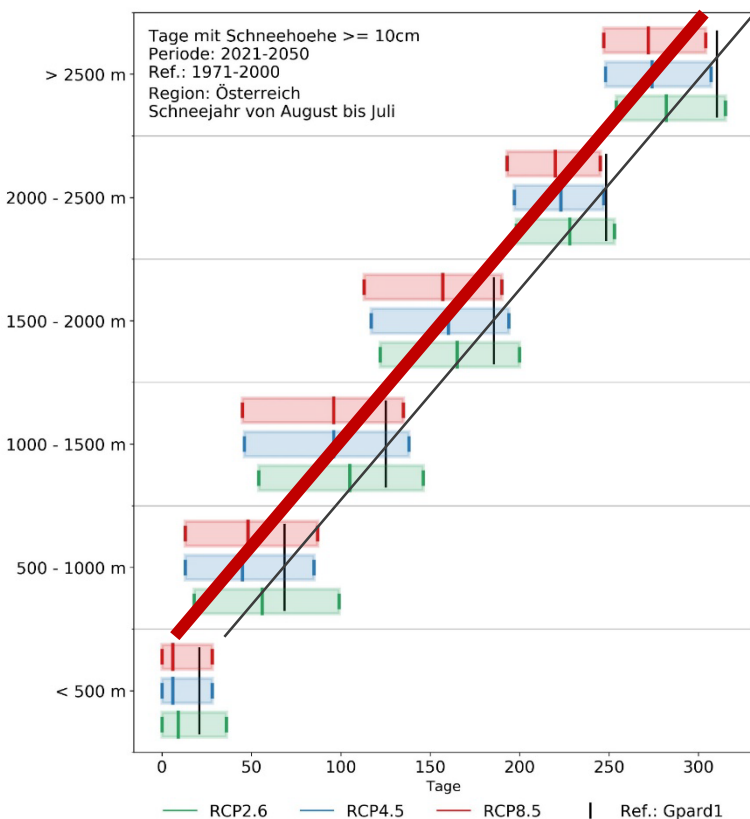
RCP8.5: Großteil der Fläche: > 80% Abnahme

Schneetrends höhenabhängig „unvermeidbar“

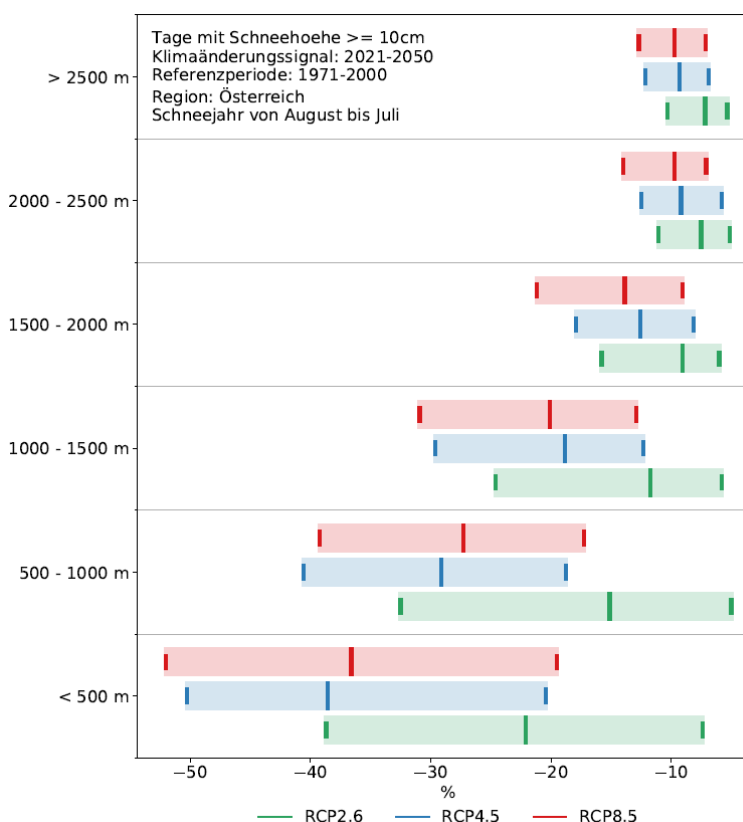
Anzahl der Tage mit Schnee (>10 cm)

Änderung bis 2021-2050

Absolut [Tage]



Relativ [%]



Saisonverkürzung [Tage] in allen Höhenlagen ähnlich (3-4 Wochen)

Schneetrends höhenabhängig bis 2100

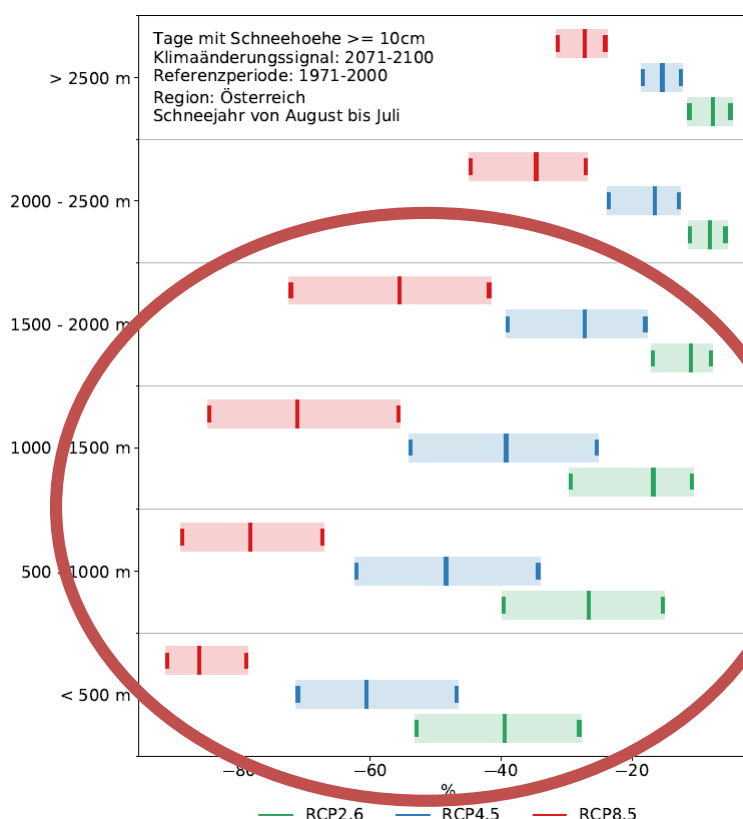
Anzahl der Tage mit Schnee (>10 cm)

Änderung bis 2071-2100

Absolut [Tage]



Relativ [%]

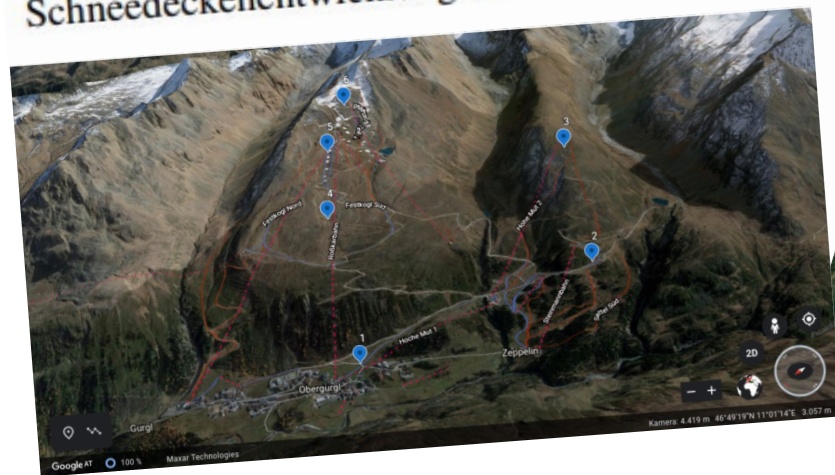


Drastische Wirksamkeit von Klimaschutz (RCP2.6 vs RCP8.5)

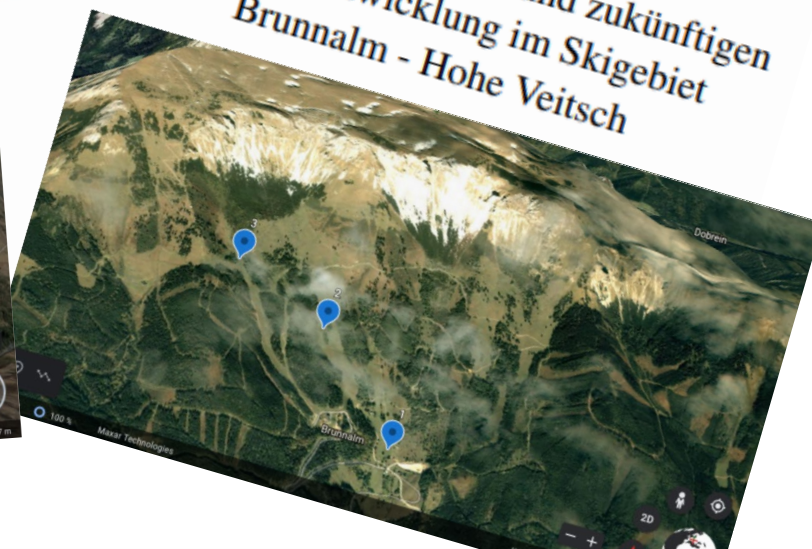
Fallstudien Wintertourismus – technischer Schnee



Studie zur vergangenen und zukünftigen
Schneedeckenentwicklung im Skigebiet Obergurgl



Studie zur vergangenen und zukünftigen
Schneedeckenentwicklung im Skigebiet
Brunnalm - Hohe Veitsch



Individuelles Schneemanagement, technische Spezifikationen,
Wasserverfügbarkeit,....

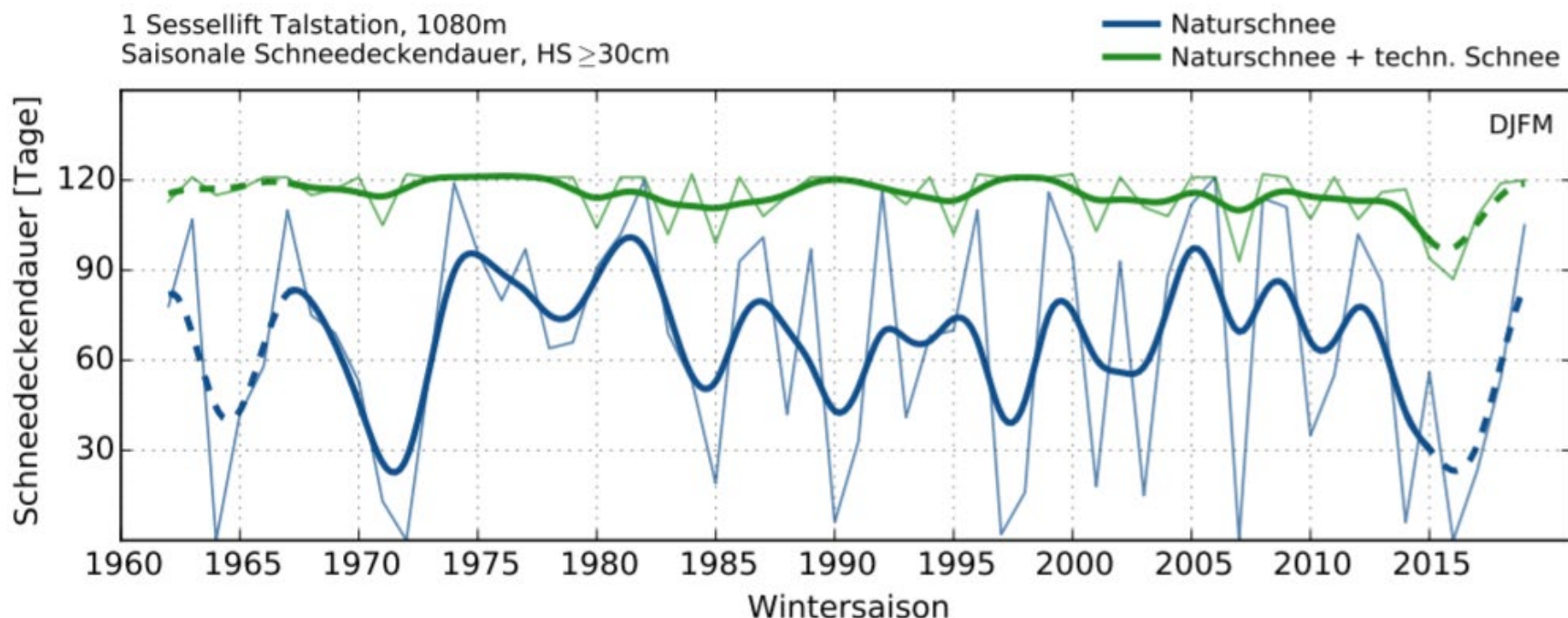


ZAMG

Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

Wintertourismus

Saisonlänge mit und ohne techn. Beschneigung (modelliert)

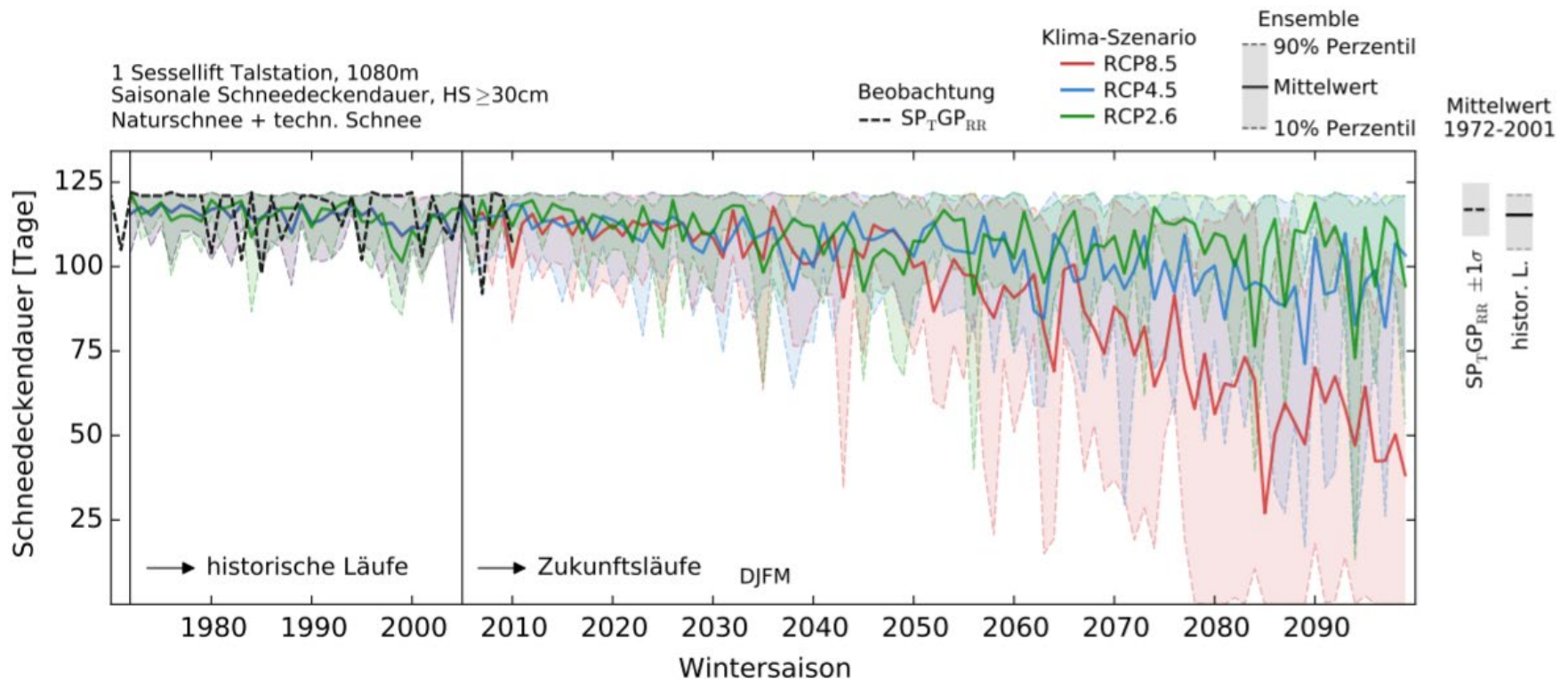


Techn. Beschneigung ist primär keine Anpassungsmaßnahme an den Klimawandel.

Wintertourismus

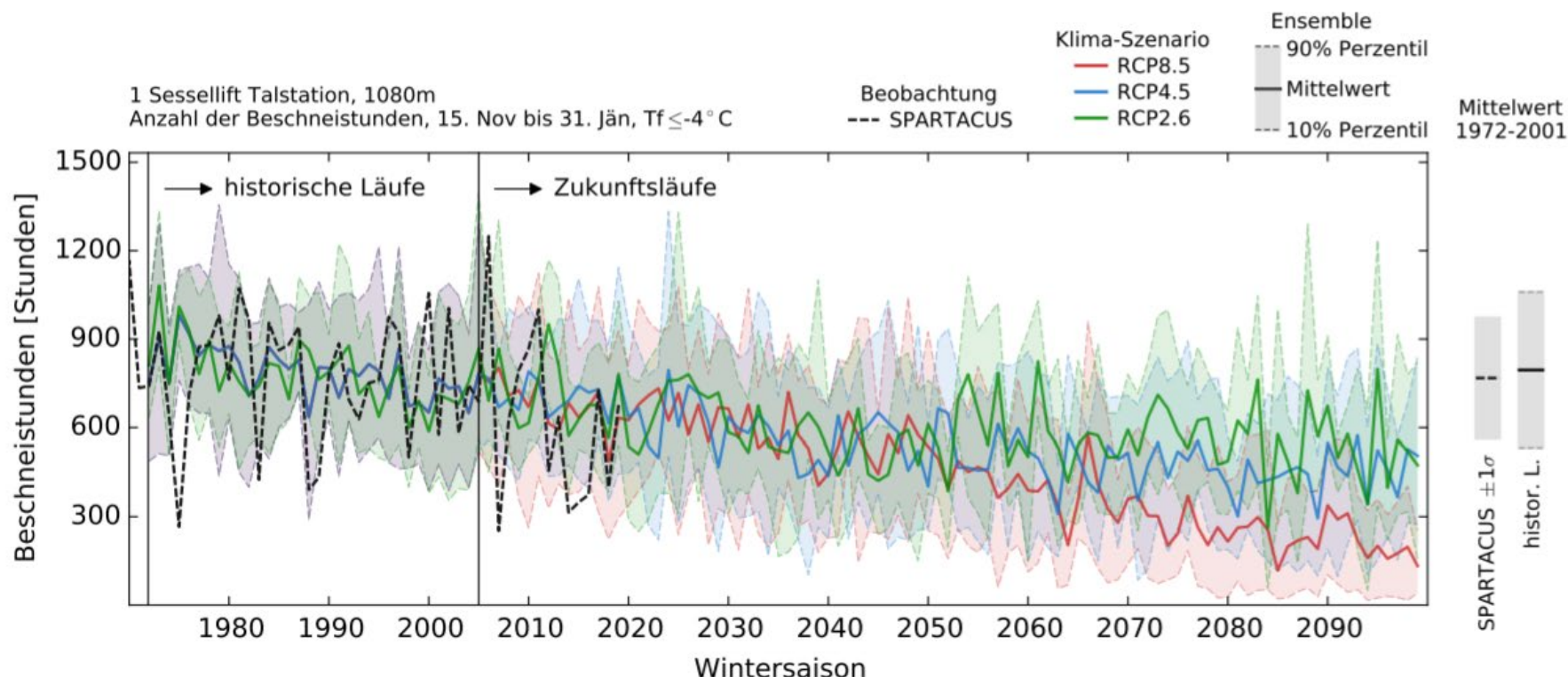
Saisonlänge mit techn. Beschneigung (modelliert)

Schneedeckendauer, $HS \geq 30$ cm: Naturschnee plus technischer Schnee



Wintertourismus

Beschneistunden (15. Nov. – 31. Jän.) (modelliert)

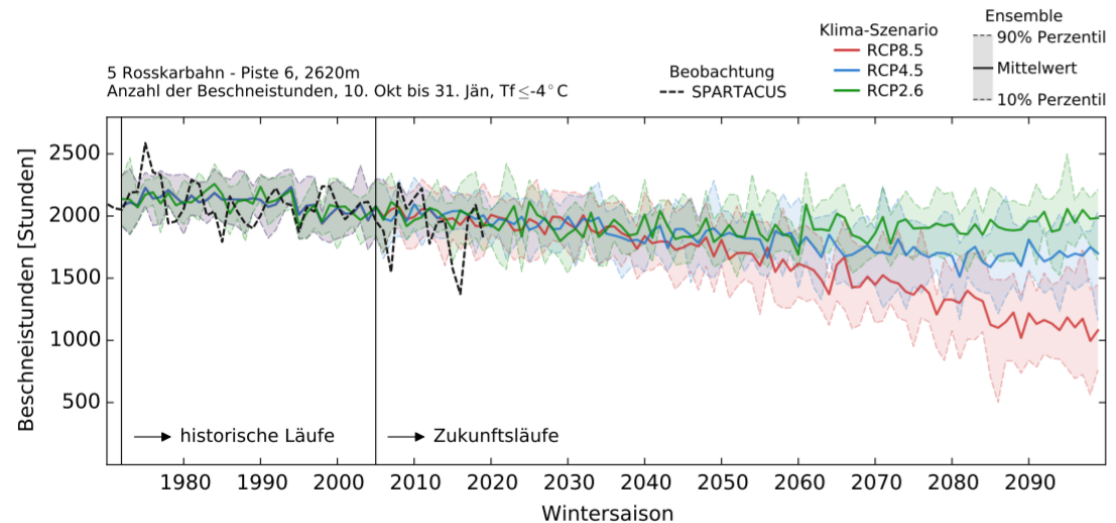
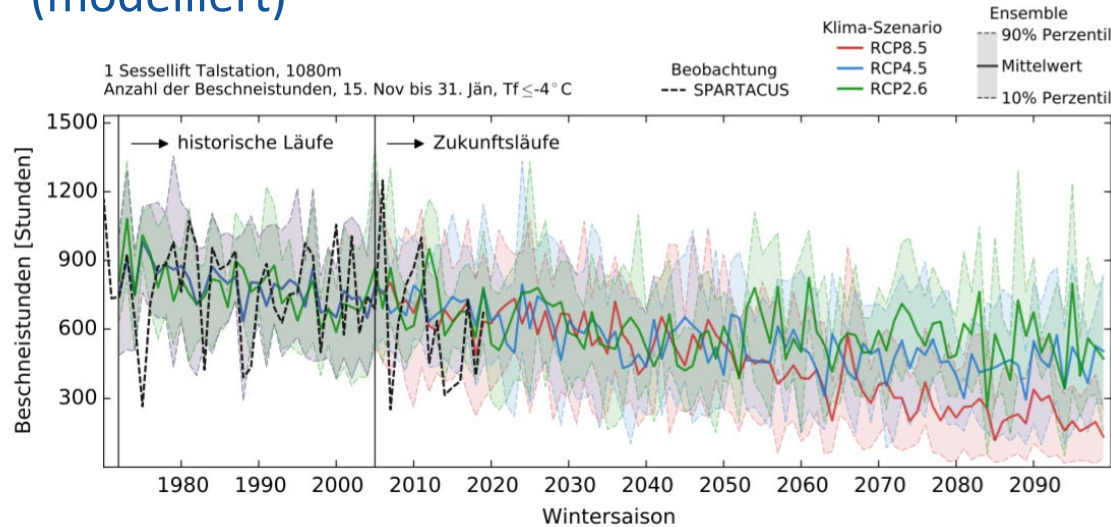


Ca. -20% bis 2050

→ Wichtige Info. für strategische Entscheidungen des
Tourismusbetriebes

Wintertourismus

Beschneistunden (1100 m vs. 2600 m) (modelliert)



**Sehr unterschiedliche
Betroffenheit!**

Effektive Kommunikation - Infografik



<https://fuse-at.ccca.ac.at/infografik/>

Take Home



?



Es liegt noch in unserer Hand...
(gerade der Wintertourismus in Österreich sollte
aus Eigeninteresse verstärkten Klimaschutz
einfordern)

Projekt: Future Snow Cover Evolution in Austria (FuSE-AT)

- Projekt des Austrian Climate Research Program (ACRP), 3 Jahre

- Partner:

- ZAMG
- University of Innsbruck
- Climate Change Center Austria (CCCA)
- Schneezentrum Tirol

- Ziele:

- Entwicklung von Szenarien (ÖKS15) um nutzerorientierte Indikatoren rund um
- Umfassende Analyse von Veränderungen der Schneedecke Trends
- Fallstudien zur Demonstration relevanter Anwendung

- Ergebnisse:

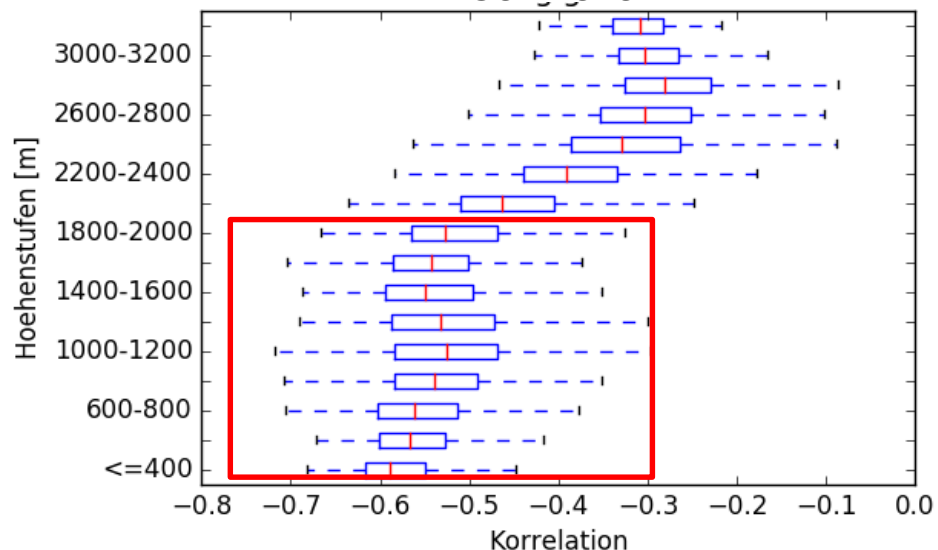
- Projekthomepage: <https://fuse-at.ccca.ac.at/>
- CCCA Data Center: <https://data.ccca.ac.at/>



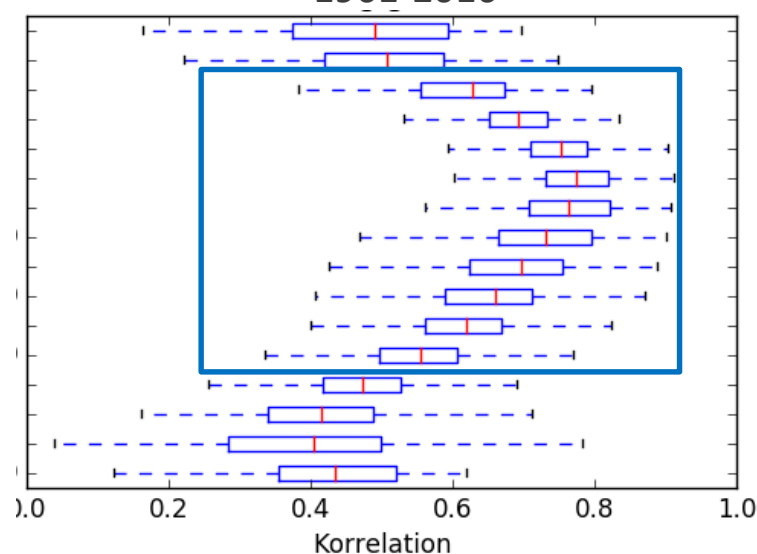


Korrelation mit Temperatur und Niederschlag (NDJFMA, SNOWGRID)

Zusammenhang Temperatur-Schneehöhe
1961-2016

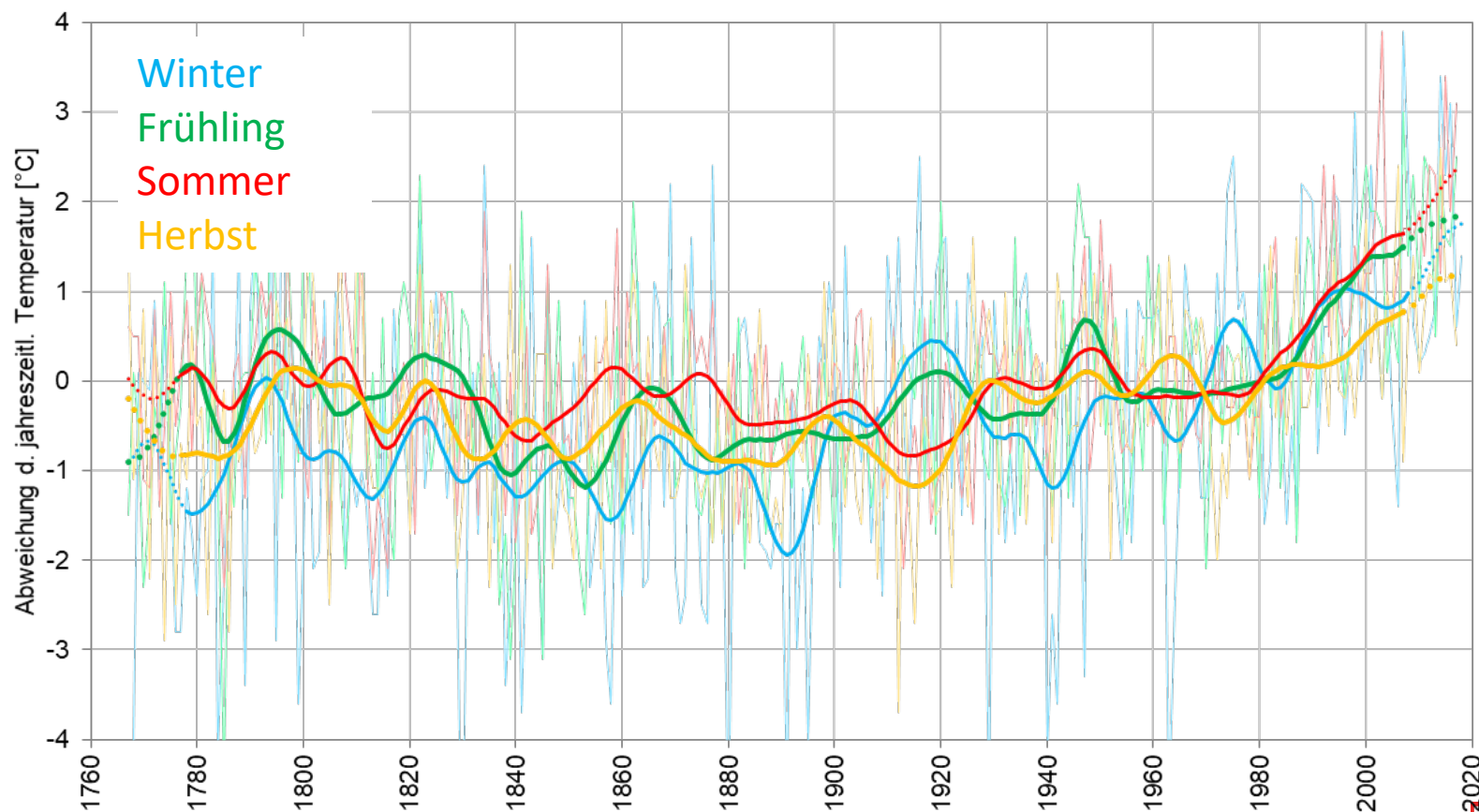


Zusammenhang Niederschlag-Schneehöhe
1961-2016

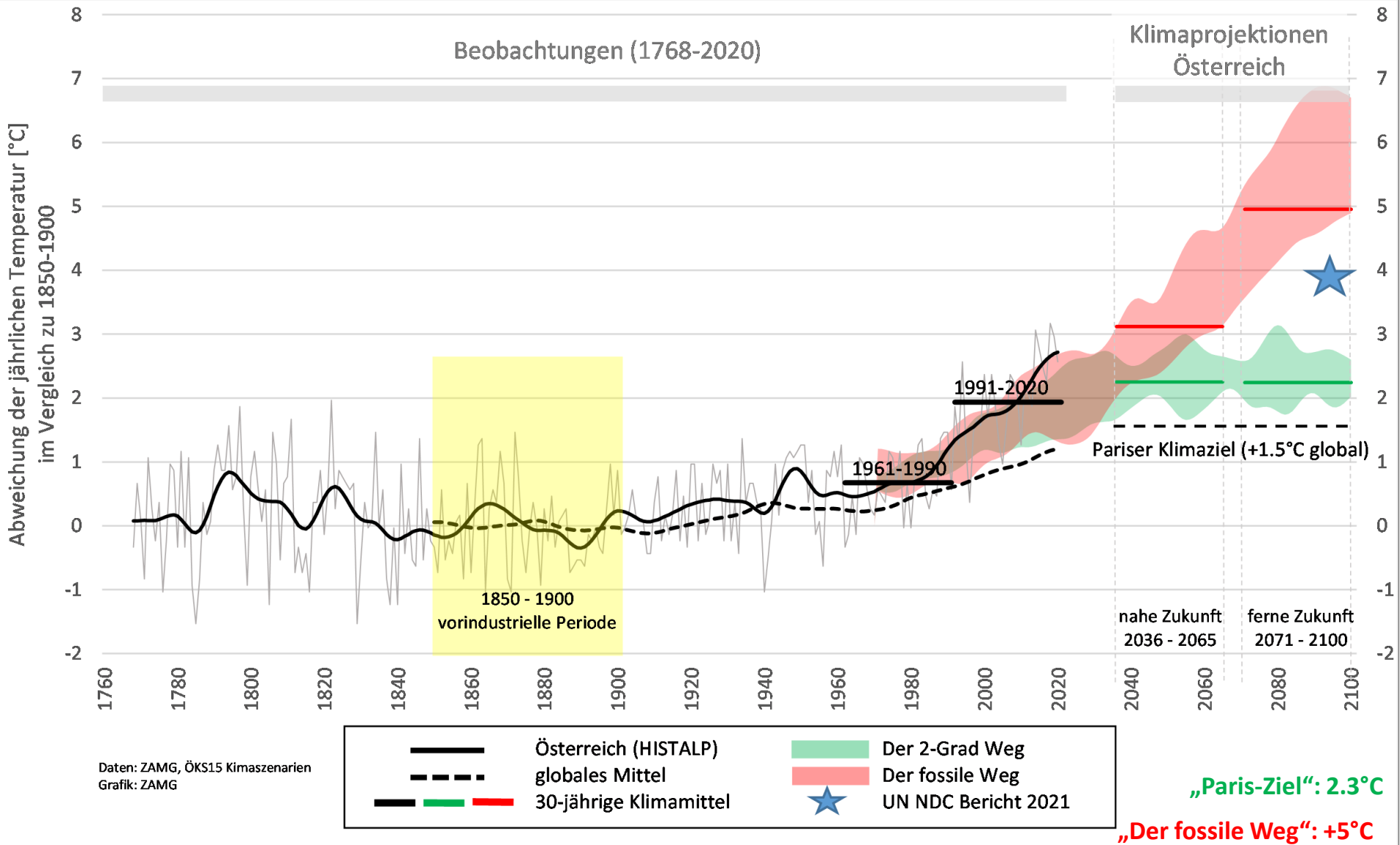


In Lagen unter 2000m reagiert Naturschnee empfindlich auf Erwärmung.
Dies könnte über etwa 1300m durch mehr Niederschlag aber ausgeglichen werden.

Temperatur – Vergangenheit (saisonal)

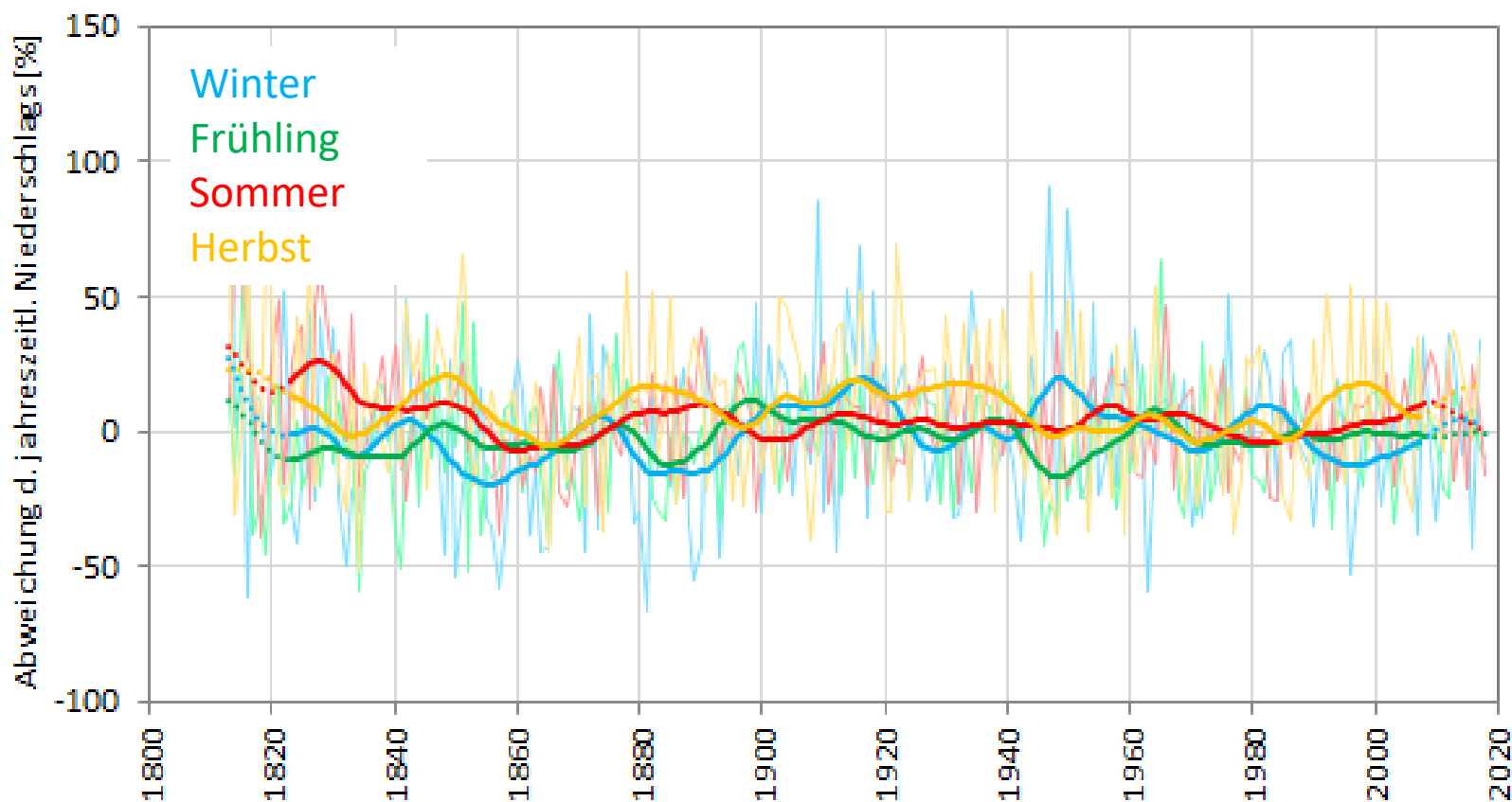


Klimawandel in Österreich – Wo stehen wir?





Niederschlag – Vergangenheit (DJF)



Schneetrends Vergangenheit [%]

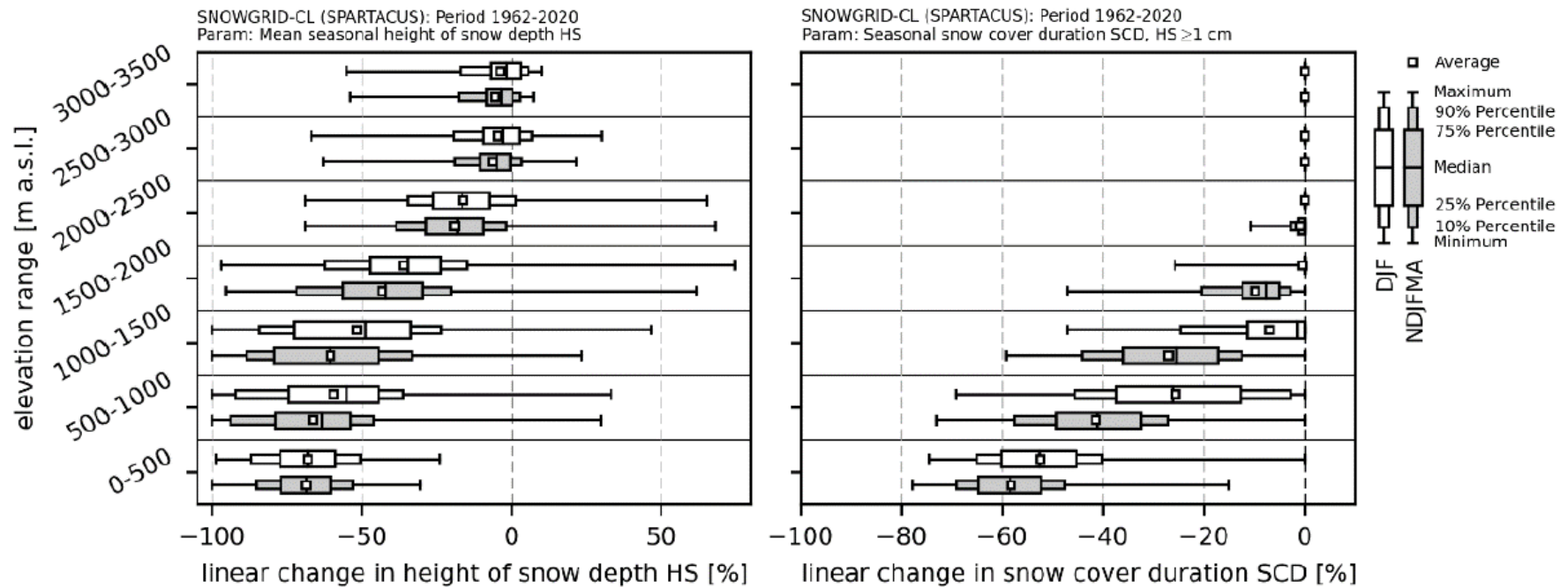


Figure 8. SG-CL calculated, altitude-dependent relative trends (Theil–Sen slope) of seasonal snow depth HS (**left**) and snow cover duration SCD (**right**) in the core (DJF; empty boxes) and extended winter season (NDJFMA; grey boxes) in elevation bins of 500 m for the period 1961/62–2019/20.

Schneetrends höhenabhängig



Mittlere Schneehöhe (DJF)

Änderung bis 2021-2050

Absolut [Tage]



Relativ [%]

