

# Klimawandel

## Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft



## Schneetrends in Österreich: Schnee bleibt immer kürzer liegen

Andreas Gobiet<sup>a</sup>, Marc Olefs<sup>a</sup>, Roland Koch<sup>a</sup>, Vanessa Seitner<sup>a</sup>, Ulrich Strasser<sup>b</sup>, Bruno Abegg<sup>c</sup>, Angelika Wolf<sup>d</sup>, Michael Rothleitner<sup>e</sup>  
<sup>a</sup> ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) | <sup>b</sup> UIBK - Institut für Geographie der Universität Innsbruck | <sup>c</sup> Universität St. Gallen  
<sup>d</sup> CCCA-Servicezentrum | <sup>e</sup> Schneezentrum Tirol am MCI - Die internationale Hochschule

Projektinfobox

Im ACRP-Projekt FuSE-AT (Future Snow Cover Evolution in Austria) von ZAMG und Universität Innsbruck wurden die Österreichischen Klimaszenarien (ÖKS15) um nutzerorientierte Indikatoren rund um das Thema "Schnee" erweitert und für Anwender\_innen und die Klimafolgenforschung zur Verfügung gestellt. Auf Basis dieser Szenarien und neu erstellter Gitterdatensätze wurden die Veränderungen der Schneeverhältnisse für das Gebiet von Österreich in Vergangenheit und Zukunft untersucht. Zusätzlich wurde anhand von praxisorientierten Beispielen demonstriert, wie nutzergerechte Klimadienleistungen rund um das Thema "Schnee und technische Beschneigung" in Österreich erstellt werden können, wobei besonders auf den Sektor Wintertourismus eingegangen wurde.

Als Kennwerte wurden Schneehöhe, Schneewasseräquivalent und Abfluss aus Schneeschmelze auf Tagesbasis sowie saisonale Kennwerte (z. B. Schneedeckendauer, Anzahl der Stunden, in denen technische Beschneigung möglich ist) und eine Vielzahl weiterer nutzergerechter Kenngrößen berechnet. Die Tagesdaten sind mit einer Auflösung von 1 x 1 km für Österreich über das CCCA-Datenzentrum verfügbar.

SNOWGRID-CL (SPARTACUS): Periode 1962-2020, Saison NDJFMA  
 PARAM: Saisonale gemittelte mittlere Gesamtschneehöhe HS

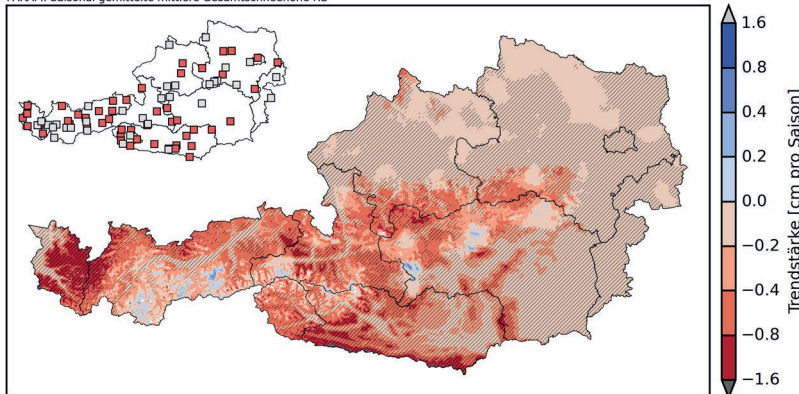


Abb. 1: Trendstärke der saisonal (November bis April) gemittelten täglichen mittleren Gesamtschneehöhe für die Periode 1962 bis 2020. Schraffierte Flächen kennzeichnen statistisch signifikante Trends (Mann-Kendall Trendstatistik, 95 %-Konfidenzniveau). Die kleine Abbildung zeigt die Trendanalyse an ausgewählten Klimastationen in Österreich (Projekt SNOWPAT). Rot: signifikant negativ; Grau: Trends nicht signifikant.

### Berechnung von Schneetrends in der Vergangenheit und Zukunft

Im Zuge des Projekts wurden die täglichen Schneehöhen (Naturschnee) und das Potential zur Erzeugung von technischem Schnee für die Vergangenheit (1961 bis 2019) sowie für die Zukunft (bis 2100) mit Hilfe eines Schneedeckenmodells (SNOWGRID-CL) (Olefs et al., 2020<sup>1</sup>) berechnet. Grundlage für diese Berechnungen waren Beobachtungsdatensätze für die Vergangenheit und die Österreichischen Klimaszenarien ÖKS15 für die Zukunft.

<sup>1</sup> Olefs, Marc; Koch, Roland; Schöner, Wolfgang; Marke, Thomas. 2020. "Changes in Snow Depth, Snow Cover Duration, and Potential Snowmaking Conditions in Austria, 1961–2020—A Model Based Approach" *Atmosphere* 11, no. 12: 1330. <https://doi.org/10.3390/atmos11121330>

- In den letzten 60 Jahren sind die Anzahl der Tage mit Schneedecke und die mittlere Schneehöhe in Österreich deutlich zurückgegangen. In tiefen Lagen wurden Abnahmen über 50% festgestellt, nur oberhalb von 2000 bis 2500 m sind keine signifikanten Änderungen zu verzeichnen.
- Im selben Zeitraum ist auch die Anzahl der Stunden, die sich für technische Beschneigung eignen, um etwa 25% zurückgegangen.
- Dieser Trend wird sich in den kommenden zwei bis drei Jahrzehnten fortsetzen – egal, welches Zukunftsszenario man betrachtet. Der Vergleich der Mittelwerte der Perioden 1971–2000 mit 2021–2050 zeigt etwa, dass die Anzahl der Tage mit Schneedecke um etwa 30% in tiefen Lagen und 10% in hohen Lagen abnehmen wird.
- In der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts könnte die Schneelage auf diesem Niveau stabilisiert werden, wenn in Bezug auf Klimaschutz der „2-Grad-Weg“ (RCP2.6) eingeschlagen wird.
- Wird der fossile Weg (RCP8.5) eingeschlagen, wird bis zum Ende des Jahrhunderts Schnee in tiefen und mittleren Lagen nahezu verschwinden und selbst in 2000m Seehöhe wird sich die Anzahl der Tage mit Schneedecke zumindest halbieren.
- Technische Beschneigung hat schon in der Vergangenheit stark zur hohen Schneesicherheit in vielen österreichischen Skigebieten beigetragen. In Zukunft wird dieser Faktor noch weiter an Bedeutung gewinnen, wobei die Bedingungen für die Produktion von technischem Schnee zunehmend schlechter werden. Für konkrete Aussagen zu einzelnen Skigebieten müssen die lokalen Gegebenheiten berücksichtigt werden (siehe fuse-at.ccca.ac.at für zwei Beispiele).

Hauptergebnisse

### Der Vergleich verschiedener Klimaszenarien in naher und ferner Zukunft

Da wir Menschen mit unseren Emissionen die Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre und damit das weltweite Klima beeinflussen, muss man Annahmen über die globalen Treibhausgasemissionen treffen, um daraus Szenarien des künftigen Klimas abzuleiten (Klimaszenarien).

FuSe-AT verwendet dafür die gängigen „Repräsentativen Konzentrationspfade“ (Representative Concentration Pathways - RCPs<sup>2,3</sup>). Um die Spannweite möglicher positiver und negativer Entwicklungen aufzuzeigen, werden ein pessimistisches Szenario ohne Klimaschutz („der fossile Weg“, RCP 8.5), ein **mittleres Szenario (begrenzter Klimaschutz, RCP 4.5)** und ein **optimistisches Szenario („der 2-Grad-Weg“, RCP 2.6)** verglichen. Um langfristige Änderungen im Klima darzustellen, werden die Mittelwerte 30-jähriger Zeiträume verglichen: In dieser Studie werden die Zeiträume 2021 bis 2050 (nahe Zukunft) und 2071 bis 2100 (ferne Zukunft) mit der historischen Referenzperiode 1971 bis 2000 verglichen.

## Schnee bleibt immer kürzer liegen, vor allem in niedrigen Lagen

Bereits in der Vergangenheit hat sich die Schneesaison (genauer: die Anzahl der Tage mit Schneedecke) verkürzt und die mittlere Schneehöhe ist deutlich zurückgegangen (Abb. 1). Dafür ist hauptsächlich die steigende Temperatur verantwortlich (im Winter im Gebirge etwa +2 Grad Celsius in den vergangenen 100 Jahren).

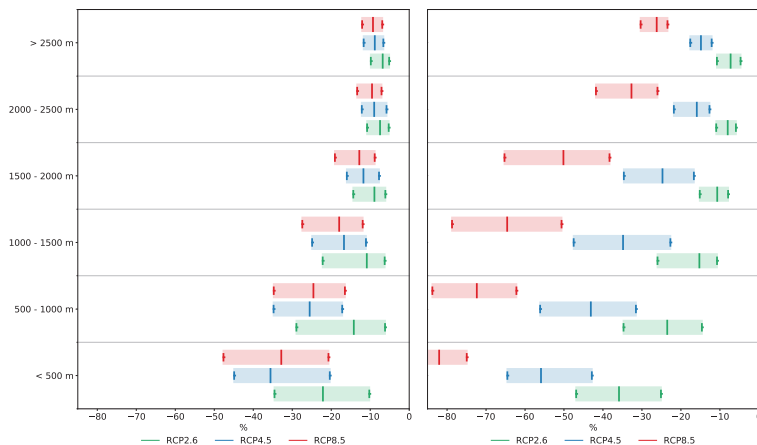


Abb. 2: Änderung der Anzahl der Tage mit Schneedecke (Schneehöhe >5cm) in unterschiedlichen Höhenstufen. Gezeigt wird der Vergleich der Mittelwerte der Perioden 1971-2000 mit 2021-2050 (links), beziehungsweise 2071-2100 (rechts). Die unterschiedlichen Farben kennzeichnen unterschiedliche Annahmen über die zukünftigen Treibhausgasemissionen, vom optimistischen „2-Grad-Weg“ (RCP2.6) in Grün - bis zum pessimistischen „fossilen Weg“ (RCP8.5) in Rot.

Generell sind dabei tiefere Lagen stärker betroffen als höhere Lagen, wobei aber die lokalklimatischen Effekte im Einzelfall untersucht werden müssen, um konkrete Aussagen über einzelne Skigebiete machen zu können.

In FuSE-AT wurde das für zwei unterschiedliche Skigebiete exemplarisch durchgeführt (Obergurgl und Brunnalm-Veitsch; die Studien sind auf der Projekthomepage [fuse-at.ccca.ac.at](http://fuse-at.ccca.ac.at) verfügbar).

## Zukunft hängt vom Klimaschutz ab

Wie die ferne Zukunft des Schnees in Österreich ab 2050 aussieht, hängt wesentlich vom globalen Klimaschutz der nächsten Jahre und Jahrzehnte ab. Wird das Pariser Klimaziel („der 2-Grad-Weg“) erreicht und die Erwärmung weltweit bei unter zwei Grad Celsius gestoppt, stabilisieren sich die Schneeverhältnisse in Österreich ab etwa 2050 und der Rückgang der Schneedecke wird gestoppt (RCP 2.6, grüner Bereich in Abb. 3). Werden im schlimmsten

Szenario ungebremst fossile Brennstoffe verbrannt („der fossile Weg“, RCP 8.5, roter Bereich in Abb. 2), wird Schnee unter 1.000 Meter Seehöhe bis zum Ende des Jahrhunderts selten. Bis 2.000 Meter hinauf würde sich die natürliche Schneedeckendauer um etwa 50 Prozent verkürzen, in tieferen Lagen sogar um über 70 Prozent (Abb. 2). Selbst die technische Beschneieung in vielen Schigebieten würde in diesem „Worst-Case-Szenario“ schwierig. Beispielsweise würden sich im Höhenbereich zwischen 1000 und 1500 Meter im Dezember die Phasen, in denen Beschneieung möglich ist, um 60 % verkürzen (Abb. 3).



## Impressum

Servicezentrum [servicezentrum@ccca.ac.at](mailto:servicezentrum@ccca.ac.at)  
Mozartgasse 12/1 [www.ccca.ac.at](http://www.ccca.ac.at)  
A-8010 Graz Stand: Juli 2021  
ZVR: 664173679 ISSN 2410-096X

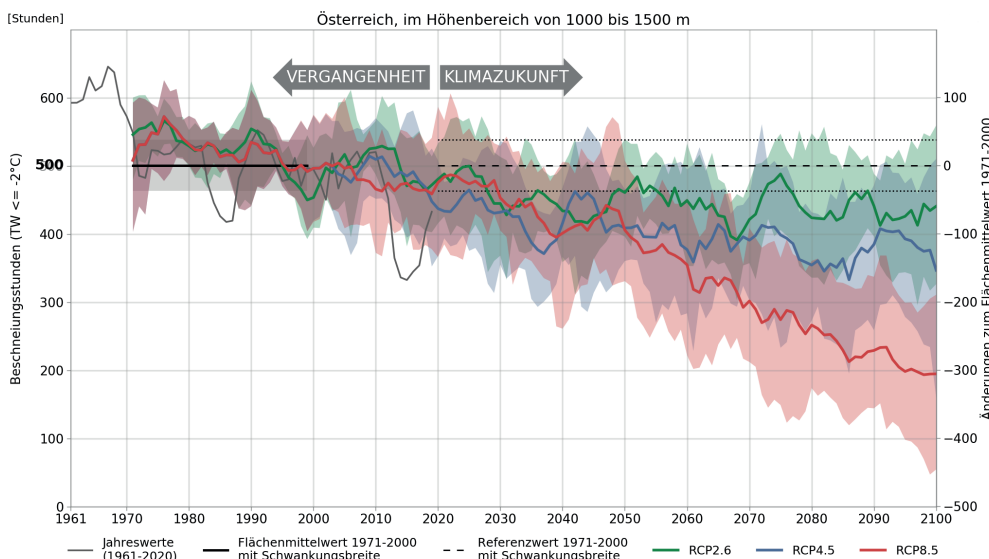


Abb. 3: Entwicklung der Anzahl der Stunden in Dezember, an denen die meteorologischen Bedingungen technische Beschneieung zulassen (Feuchtkugelttemperatur <-2°C) in Österreich im Höhenbereich zwischen 1000 und 1500 m für drei unterschiedliche Szenarien.

Dieser Trend wird sich in den kommenden zwei bis drei Jahrzehnten fortsetzen – egal, welches Zukunftsszenario man betrachtet. Im Vergleich zur Referenzperiode müssen wir in Österreich bis 2050 mit zumindest einem Grad Celsius weiterer Erwärmung rechnen, was zu einer zusätzlichen Verkürzung der Schneesaison um etwa drei Wochen führt. Wir werden in Österreich auch künftig extreme Winter erleben – sowohl sehr schneereiche als auch ungewöhnlich schneearme Winter. Graduell verschiebt sich aber das Temperaturniveau in einen immer wärmeren Bereich. Dadurch werden schneereiche Winter vor allem in tieferen Lagen immer seltener. Die Erwärmung wirkt sich nicht nur auf den Naturschnee, sondern auch auf die technische Beschneieung in Skigebieten aus, die mit immer kürzeren Beschneieungsphasen rechnen müssen.

<sup>2</sup> <https://klimanavigator.eu/dossier/artikel/012038/index.php>  
<sup>3</sup> [https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary\\_r.html](https://www.ipcc-data.org/guidelines/pages/glossary/glossary_r.html)