



Seilbahnen Schweiz
Remontées Mécaniques Suisses
Funivie Svizzere
Pendicularas Svizras

Factsheet

Klimaszenarien Winter 2050 für die Schweiz

November, 2024

Auf einen Blick

		Entwicklungen bis heute	Entwicklungen bis 2050*
	Temperatur Winter im Durchschnitt	Plus 2.4°C seit 1864	Plus ca. 1°C
	Nullgradgrenze	Plus 300 – 400 m seit 1961	Plus ca. 300 m
	Schneedecke**	15 – 40 % Abnahme der Schneedecke seit 1962, je nach Höhenlage	Ca. 10 – 30 % Abnahme der Schneedecke je nach Höhenlage
	Kälte**	Ca. 30 % weniger Eistage seit 1961, je nach Höhenlage	Ca. 10 – 30 % weniger Eistage je nach Höhenlage

© Seilbahnen Schweiz

* Mögliche Veränderungen mit begrenztem Klimaschutz (Szenario RCP 4.5) im Vergleich zu ungefähr heute.

** Angaben für ca. 1000–2700 m ü.M.

Zusammenfassung

- Die Wintertemperaturen in der Schweiz sind als Folge des menschengemachten Klimawandels seit Messbeginn 1864 um ca. 2.4°C gestiegen. Bis 2050 wird eine zusätzliche Erwärmung von ca. 1°C erwartet, mit einer Unsicherheit von +/- 0.5°C durch die Ungewissheit bezüglich der Massnahmen zum Klimaschutz und durch natürliche Schwankungen.
- Als Folge ist die Nullgradgrenze seit 1960 um ca. 300 – 400 Meter gestiegen und wird bis 2050 um weitere ca. 300 Meter ansteigen. Näherungsweise kann die natürliche Schneesicherheit über eine einfache Verschiebung der Nullgradgrenze abgeschätzt werden.

- Die natürliche Schneedecke hat bis heute deutlich abgenommen. Bis 2050 wird eine weitere Abnahme von 10–30 % vorausgesagt. Diese wird in tiefen und mittleren Lagen bis 1500 m ü.M., die heute schon oft nahe an oder unter der Schneefallgrenze sind, am stärksten sein, während hohe Lagen ab 2000 m ü.M. viel weniger betroffen sind. Niederschläge fallen öfter als Regen statt Schnee, besonders in tiefen Lagen. Am stärksten betroffen sind die Zeitfenster Mitte November bis Mitte Dezember und März, das heisst der Winter wird später starten und früher enden. Alle vorausgesagten Trends sind qualitativ ähnlich wie die beobachteten Trends in den letzten Jahrzehnten, und verstärken damit die bestehenden Herausforderungen. Lokale Eigenheiten (sonnenexponierte Lagen, Kaltluftseen) bleiben weitgehend erhalten. Es wird auch künftig Schwankungen von Jahr zu Jahr in Bezug auf die Schneemenge und Temperaturen geben.

- Die Anzahl sehr kalter Tage, an denen Schnee technisch hergestellt werden kann, hat bis heute ebenfalls deutlich abgenommen. Für 2050 wird eine weitere Abnahme von 10–30 % der Tage, an denen die Temperatur nicht über 0°C steigt, erwartet. In tiefen Lagen ist die prozentuale Abnahme am stärksten. Die technische Beschneigung kann die natürlichen Veränderungen nur kompensieren, falls die Infrastruktur darauf ausgelegt ist, mehr Schnee in weniger Tagen zu produzieren. Ökonomische Betrachtungen werden dabei noch relevanter.

- In wenigen Worten ausgedrückt: Der fortschreitende Klimawandel stellt besonders die Destinationen in tiefen und mittleren Lagen vor noch grössere Herausforderungen. Die natürliche Schneesicherheit nimmt dort am stärksten ab, und gleichzeitig nehmen die Möglichkeiten zur Beschneigung wegen hohen Temperaturen ebenfalls stark ab.

Vorbemerkung

Dieses Factsheet hat zum Ziel, eine wissenschaftlich abgestützte Prognose zur Klimaentwicklung im Winter für die Schweiz zu formulieren. Basis bilden die «CH2018 Klimaszenarien für die Schweiz» von MeteoSchweiz, ETH Zürich, Center for Climate Systems Modeling, Universität Bern und Swiss Academy of Sciences (SCNAT) und wissenschaftliche Studien von Klimatolog:innen.

Die Daten und Aussagen wurden zusammen mit Prof. Dr. Reto Knutti, ETH Zürich, Dr. Christoph Marty, SLF in Davos, sowie Dr. Adrien Michel und Dr. Sven Kotlarski, MeteoSchweiz, erarbeitet und validiert.

Die Szenarien-Datengrundlage aus dem Jahr 2018 wurde mit dem heutigen Wissensstand ergänzt und wird voraussichtlich im November 2025 aktualisiert, wenn neue Klimaszenarien veröffentlicht werden. Die Informationen zum zukünftigen Klima basieren auf verschiedenen Szenarien des menschlichen Treibhausgasausstosses, den sogenannten Representative Concentration Pathways (RCP): Als pessimistisches Szenario (Bezeichnung RCP 8.5) wird ein Szenario ohne Klimaschutz bezeichnet, als optimistisches Szenario gilt das Szenario RCP 2.6 mit konsequentem Klimaschutz und dem wahrscheinlichen Erreichen des Pariser Zwei-Grad-Ziels. Aktuell bewegen wir uns etwa auf einem mittleren Emissionspfad mit moderatem Klimaschutz, bezeichnet als Szenario RCP 4.5. Die Daten im vorliegenden Factsheet orientieren sich an diesem Emissionsszenario.

Wie unterscheiden sich die Klimaszenarien?

Szenario RCP 8.5: Es werden keine Klimaschutzmassnahmen ergriffen, und die globalen Treibhausgasemissionen nehmen bis Ende Jahrhundert stark zu.

Szenario RCP 4.5: Klimaschutzmassnahmen werden ergriffen, die globalen Treibhausgasemissionen werden zwar eingeschränkt, doch das Zwei-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens 2015 wird verfehlt.

Szenario RCP 2.6: Mit umgehend eingeleiteten Klimaschutzmassnahmen werden die globalen Treibhausgasemissionen in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auf praktisch null gesenkt. Das Zwei-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens 2015 wird voraussichtlich erreicht.

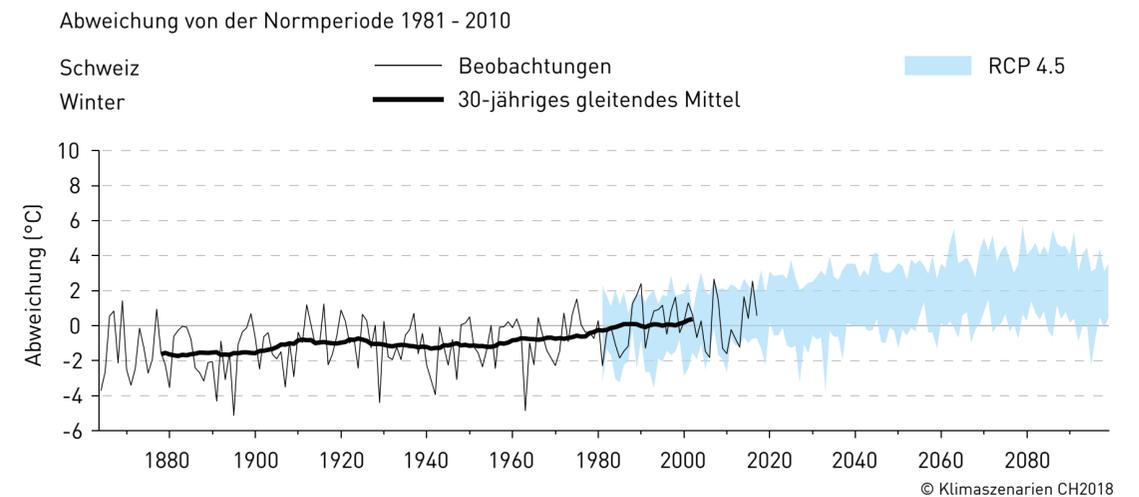
Das Pariser Klimaabkommen hat das Ziel, die globale Erwärmung gegenüber der vorindustriellen Periode (ca. 1850 – 1900) auf «deutlich unter 2°C» zu begrenzen, idealerweise 1.5°C. Mit den heutigen weltweiten Gesetzen beträgt die wahrscheinlichste Erwärmung bis 2100 ca. 3°C. Falls alle Länder die Ziele erreichen, die sie selbst formuliert haben, dann beträgt die Erwärmung ca. 2.5°C. Die Massnahmen dafür sind jedoch zurzeit ungenügend.



Entwicklung Temperatur und Nullgradgrenze

Temperaturveränderung in der Schweiz im Winter

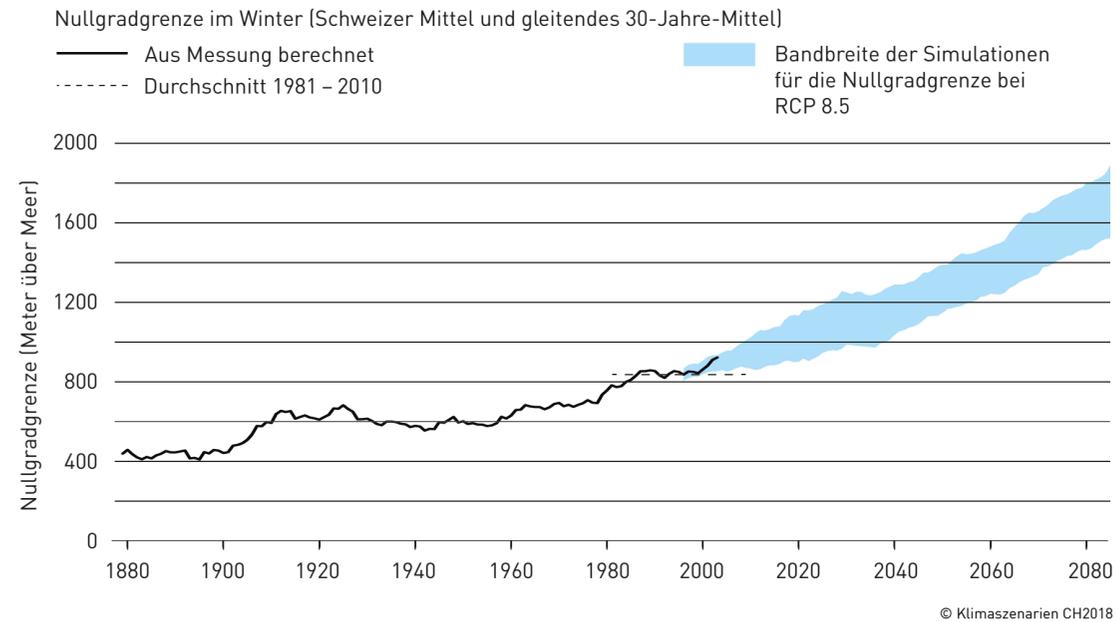
Temperaturentwicklung im Winter mit moderatem Klimaschutz



- Die Temperaturen werden bis Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen.
- Die Höhe des Anstiegs hängt von der Wirksamkeit der Klimaschutzmassnahmen ab.
- Bei einem Szenario RCP 4.5 mit moderatem Klimaschutz ist bis 2050 mit einem Anstieg der durchschnittlichen Wintertemperatur von ca. 1°C gegenüber den letzten paar Jahren zu rechnen. Dies entspricht einem Anstieg von ca. 1.7°C gegenüber der Norm 1981–2010. Diese Veränderung wird die Nullgradgrenze, den Niederschlag, die Schneedecke und die Anzahl der Frost- und Eistage beeinflussen. Der Trend wird von erheblichen natürlichen Schwankungen überlagert, besonders auf Zeiträumen von wenigen Jahren. Insgesamt ist eine Unsicherheit von +/- 0.5°C plausibel.

Entwicklung der Nullgradgrenze

Entwicklung der Nullgradgrenze ohne Klimaschutz



- Die Nullgradgrenze im Winter, welche sich derzeit um etwa 1000 m ü.M. befindet, wird bis Mitte des Jahrhunderts weiter ansteigen. Obige Abbildung zeigt den erwarteten Verlauf der Nullgradgrenze für ein Szenario ohne Klimaschutz (RCP 8.5). Im erwarteten Szenario RCP 4.5 wird ein etwas geringerer Anstieg prognostiziert.
- Im Vergleich zu heute wird ein Anstieg der Nullgradgrenze von 300 Meter in den nächsten 25–30 Jahren erwartet.
- Für Destinationen auf einer Höhe von etwa 1000 bis 1500 m ü.M. werden die Auswirkungen am grössten sein. In diesen Höhenlagen gibt es viele Anlagen, welche heute noch über der Nullgradgrenze liegen, bis 2050 werden sie sich darunter befinden.
- Sonnenexpositionen oder Kaltluftseen sorgen für lokale Abweichungen in den absoluten Temperaturen, jedoch wird sich die Nullgradgrenze auch bei diesen Gegebenheiten bis im Jahr 2050 um durchschnittlich rund 300 Meter nach oben verschieben.



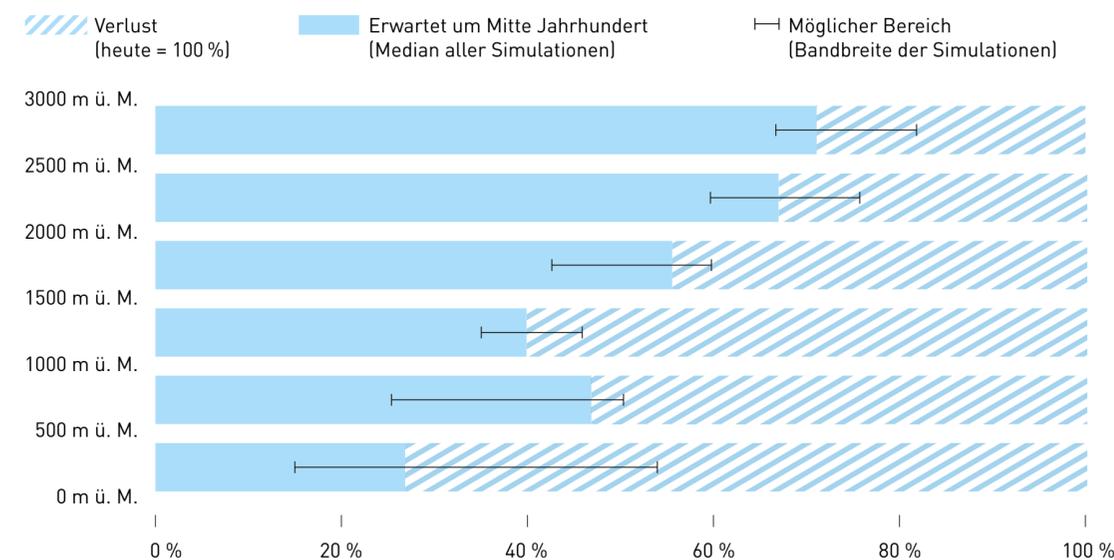
Veränderungen der Schneedecke

Mit dem prognostizierten Temperaturanstieg wird der Niederschlag häufiger als Regen statt als Schnee fallen und es wird deswegen weniger Neuschneetage geben. Diese Veränderungen werden die Schneedecke beeinflussen. Seit 1961 hat die Schneedecke auf 1000–1500 m ü.M. schon um 40 % abgenommen, auf 2000 m ü.M. um 33 %, auf 2500 m ü.M. um 17 %.

Wie wird das Wasseräquivalent verwendet, um die Masse der Schneedecke zu bestimmen?

Das Wasseräquivalent, auch Wasserwert genannt, ist eine Einheit, die in der Klimatologie verwendet wird, um die Dicke von Schnee, Firn oder Eis als entsprechende Schichtdicke von flüssigem Wasser auszudrücken. 1 Meter Wasseräquivalent entspricht beispielsweise ungefähr 1.1 Meter Eis, 2.9 Meter altem Nassschnee oder 10 Meter frischem Neuschnee.

Erwartete Änderung in Wasseräquivalent der Schneedecke in der Schweiz um 2060 gegenüber 1981–2010 ohne Klimaschutz



© Klimaszenarien CH2018

- Vorgehende Abbildung zeigt den erwarteten Verlust der Schneedecke in Wasseräquivalent (siehe Box) für ein Szenario ohne Klimaschutz (RCP 8.5) um 2060 gegenüber 1981–2010. Im erwarteten Szenario RCP 4.5 werden etwas geringere Verluste erwartet. In höheren Lagen ist bis ins Jahr 2050 im Vergleich zu heute mit Abnahmen der natürlichen Schneedecke von rund 20 % zu rechnen.
- In mittleren und tiefen Lagen wird die Abnahme der Schneedecke prozentual grösser sein, in absoluten Zahlen weniger, da es heute schon weniger Schnee hat. Die grösste prozentuale Abnahme wird in Höhenlagen unter 1500 m ü.M. zu verzeichnen sein. Bis 2050 und im Vergleich zu heute ist in diesen Höhenlagen mit einer Abnahme der Schneedecke von durchschnittlich rund 30 % mit einer Bandbreite von 25 bis 35 % zu rechnen.
- Die Änderungen werden im Frühwinter (Dezember) und Frühling (März) tendenziell grösser sein als im Hochwinter (Januar und Februar), die Wintersaison wird später beginnen und früher enden.
- Wie bisher wird es auch künftig zufällig Jahre mit deutlich unter- und überdurchschnittlichen Schneemengen und Temperaturen geben. Die Schwankungen von Monat zu Monat und Jahr zu Jahr werden tendenziell sogar zunehmen.
- Ob eine Schneesicherheit noch gegeben ist, und wie sie von der Kundenschaft wahrgenommen wird, ist nicht nur von der mittleren Schneesicherheit über Jahrzehnte abhängig, sondern auch von der Häufigkeit von unter- und überdurchschnittlichen Jahren bezüglich der Schneemenge.
- Mehr Niederschlag in Form von Regen kann besonders in tiefen Lagen zu zusätzlichen Herausforderungen führen.

Veränderungen Frost- und Eistage

Was ist ein Eis- oder Frosttag?

Ein Eistag ist ein Tag, an welchem die Temperatur nie über 0°C steigt.

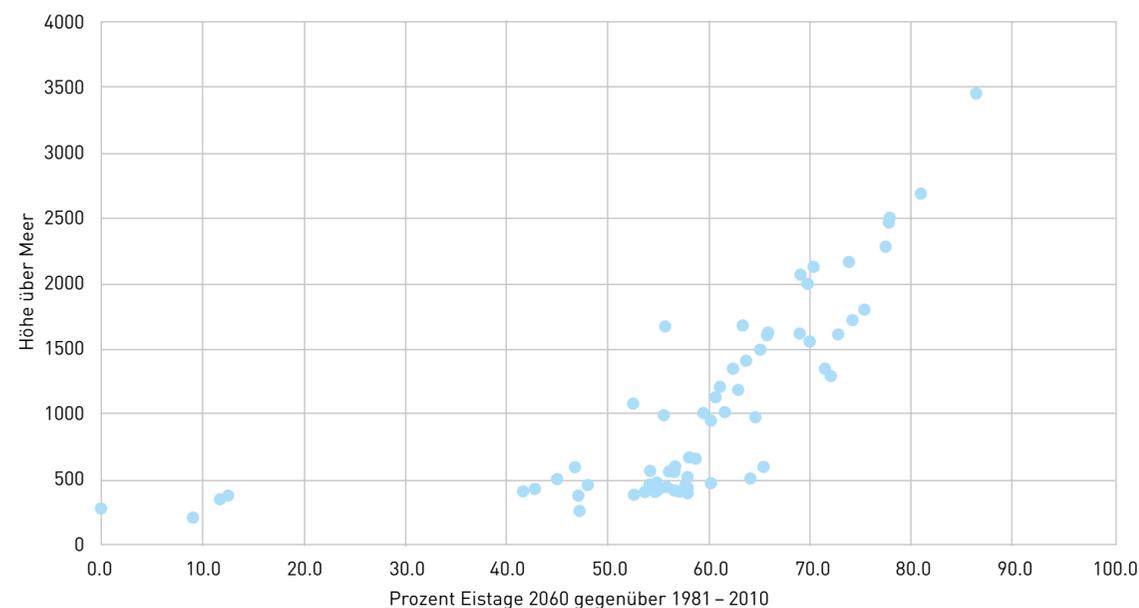
Ein Frosttag ist ein Tag, an dem die tiefste Temperatur unter 0°C liegt, unabhängig vom Höchstwert. Es gibt daher mehr Frosttage als Eistage, an denen die Temperatur den ganzen Tag unter 0°C bleibt.

Da es nicht möglich ist, genau zu bestimmen, wie lange die Temperatur an Frosttagen unter 0°C fällt, wird im Folgenden nur auf die Eistage eingegangen. Qualitativ ähnliche Änderungen sind auch in Frosttagen zu erwarten.

- Die Veränderungen der Eistage sind entscheidend, um die Entwicklung des Beschneigungspotentials (auch bekannt als Schneestunden) in Zukunft abzuschätzen, da man davon ausgehen kann, dass sich die Schneestunden etwa proportional zu den Eistagen bewegen.
- Eine Destination auf etwa 1600 m ü.M. mit ca. 58 Eistagen wird 2060 gegenüber 1995 etwa 25–45 % weniger Eistage verzeichnen. Im Vergleich zu heute und unter Berücksichtigung des seit 1995 bereits erfolgten Klimawandels würde die Abnahme bis 2050 noch etwa 10–25 % betragen, was etwa 6 bis 15 weniger Eistage bedeutet.
- Bis 2050 ist gegenüber der nahen Vergangenheit eine Abnahme der Eistage über den ganzen Winter von 20–30 % in tiefen Lagen (1000–1500 m ü.M.), von 15–25 % in mittleren Lagen (1500–2000 m ü.M.) und 10–20 % in hohen Lagen ab 2000 m ü.M. zu erwarten.
- Gebiete mit Schattenexpositionen oder Kaltluftseen sind bevorteilt, wenn es um die Anzahl der Eistage geht. Dennoch sind auch diese Gebiete von vergleichbaren Veränderungen betroffen.
- Mit der Abnahme der Eistage muss die technische Beschneigung mit den relevanten Ressourcen wie Wasser und der entsprechenden Infrastruktur in einem kürzeren Zeitraum durchgeführt werden können.

Veränderung der Eistage

Reduktion der Eistage um 2060 gegenüber 1981–2010 in Prozent an MeteoSchweiz Stationen



Impressum

Herausgeber

Seilbahnen Schweiz
Giacomettistrasse 1
3006 Bern
info@seilbahnen.org
www.seilbahnen.org

Koordination

Barbara Gnägi, Seilbahnen Schweiz

Autoren

Seilbahnen Schweiz,
Prof. Dr. Reto Knutti, ETH Zürich

Mitwirkende

Dr. Christoph Marty, SLF in Davos,
Dr. Adrien Michel und Dr. Sven Kotlarski,
MeteoSchweiz

Gestaltung

Rocket GmbH

Bilder

© Seilbahnen Schweiz; LAAX /
Weisse Arena Gruppe (1, 6, 14);
Thomas Hablützel (5) ; Davos Klosters
Mountains (9)

Übersetzung

Seilbahnen Schweiz, Schweiz Tourismus

© Seilbahnen Schweiz, Bern,
November 2024