Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

National Centre for Climate Services NCCS

CH2018

Klimaszenarien für die Schweiz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz

MeteoSchweiz

ETH zürich

C2SM Center for Climate Systems Modeling

UNIVERSITÄT BERN

sc | nat

Science and Policy
Platform of the Swiss Academy of Sciences

ProClim
Forum for Climate and Global Change

Haupt-Projektpartner
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, ETH Zürich, Center for Climate Systems Modeling (C2SM)

Co-Projektpartner
Universität Bern, ProClim | SCNAT

Projektsteuerung
Mischa Croci-Maspoli (MeteoSchweiz), Reto Knutti (ETH Zürich), Mark A. Liniger (bis März 2017, MeteoSchweiz), Christoph Schär (ETH Zürich), Cornelia Schwierz (MeteoSchweiz)

Projektleitung
Andreas M. Fischer (MeteoSchweiz), Kuno M. Strassmann (C2SM, ETH Zürich)

Autoren des Technischen Grundlagenberichts (in alphabetischer Reihenfolge)
Nikolina Ban (ETH Zürich), Mathias Bavay (SLF), David N. Bresch (ETH Zürich, MeteoSchweiz), Stefan Brönnimann (Uni Bern), Paolo Burlando (ETH Zürich), Ana Casanueva (MeteoSchweiz), Mischa Croci-Maspoli (MeteoSchweiz), Fabienne Dahinden (ETH Zürich), Simone Fatichi (ETH Zürich), Iris Feigenwinter (MeteoSchweiz), Andreas M. Fischer (MeteoSchweiz), Erich M. Fischer (ETH Zürich), Sophie Fukutome (MeteoSchweiz), Michael Graf (Uni Bern), Martin Hirschi (ETH Zürich), Reto Knutti (ETH Zürich), Sven Kotlarski (Meteo-Schweiz), Hans-Ruedi Künsch (ETH Zürich), Mark A. Liniger (MeteoSchweiz), Olivia Martius (Uni Bern), Christoph Marty (SLF), Iselin Medhaug (ETH Zürich), Nadav Peleg (ETH Zürich), Moritz Pickl (MeteoSchweiz), Christoph C. Raible (Uni Bern), Jan Rajczak (ETH Zürich), Ole Rössler (Uni Bern), Christoph Schär (ETH Zürich), Simon C. Scherrer (MeteoSchweiz), Christina Schnadt Poberaj (C2SM, ETH Zürich), Cornelia Schwierz (MeteoSchweiz), Sonia I. Seneviratne (ETH Zürich), Maurice Skelton (ETH Zürich), Silje Sørland (ETH Zürich), Curdin Spirig (C2SM, ETH Zürich), Kuno M. Strassmann (C2SM, ETH Zürich), Mathias Trachsel (Uni Bern), Richard Wartenburger (ETH Zürich), Elias M. Zubler (MeteoSchweiz)

Begleitgruppe
Dörte Aller (PLANAT/SIA), Pierluigi Calanca (Agroscope), Arthur Gessler (WSL), Roland Hohmann (BAFU), Ole Rössler (Uni Bern), Damiano Urbinello (BAG)

Kommunikative Begleitung
Nina Aemisegger (MeteoSchweiz), Monika Gut (MeteoSchweiz), Michael Keller (ETH Zürich), Michael Walther (ETH Zürich)

Dank
Wir danken den 22 externen nationalen und internationalen Gutachterinnen und Gutachtern des Technischen Berichts für deren wertvolle Kommentare.

Konzeption dieser Broschüre
Kuno M. Strassmann (C2SM, ETH Zürich)

Redaktion
Andreas M. Fischer (MeteoSchweiz), Kuno M. Strassmann (C2SM, ETH Zürich)

Gestaltung & Infografik
Roland Ryser / zeichenfabrik.ch

Text
Sinnform AG

Herausgeber
National Centre for Climate Services NCCS
c/o Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz
Operation Center 1, Postfach 257
CH-8058 Zürich-Flughafen
www.nccs.ch

Zitierung
NCCS (Hrsg.) 2018: CH2018 - Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich. 24 S.
ISBN-Nummer 978-3-9525031-0-2

Bezug der gedruckten Fassung und PDF-Download
BBL, Verkauf Bundespublikationen, CH-3003 Bern
www.bundespublikationen.admin.ch
Art.-Nr.: 313.006.d
11.18 3500 860430189

Klimaneutral und VOC-arm gedruckt auf Recyclingpapier
Diese Publikation ist auch in französischer, italienischer und englischer Sprache verfügbar.

gedruckt in der schweiz

Klimaneutral
Druckprodukt
ClimatePartner.com/53460-1810-1002

GESCHÄRFTER BLICK IN DIE KLIMAZUKUNFT



Weltweit steigt die Temperatur und damit auch die Gefahr, dass das Klima sich stark verändert. Im Abkommen von Paris verpflichten sich die Unterzeichnerstaaten ihre Treibhausgasemissionen zu reduzieren und eine gefährliche Störung des Klimasystems abzuwenden. Auch die Schweiz hat zugesichert, bis 2030 die Emissionen gegenüber 1990 zu halbieren. Der Bundesrat will noch weitergehen und längerfristig die Emissionen deutlich stärker reduzieren.

Wir sind auf gutem Weg. Doch um unsere ehrgeizigen Ziele zu erreichen, braucht es die Mitarbeit von allen: Sowohl Wirtschaft wie auch Politik und Private sind gefordert. Mit bewährten Instrumenten in den Bereichen Verkehr, Gebäude, Industrie und Landwirtschaft will der Bundesrat den Übergang zu einer emissionsarmen Schweiz weiter vorantreiben. Mit erneuerbaren Energien, CO_2-neutralem Verkehr und mehr Effizienz kann die Schweiz ihren Treibhausgasausstoss auf einen Bruchteil verringern.

Auch mit den grössten Anstrengungen kann die Erderwärmung im besten Fall begrenzt werden. Die bereits heute spürbaren Auswirkungen des Klimawandels werden sich weiter verstärken. Dabei ist die Schweiz als Alpenland besonders betroffen. Wir müssen uns auf den Klimawandel einstellen. Deshalb erstellt das Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz regelmässig Klimaszenarien. Dabei werden verschiedene Kräfte aus Wissenschaft und Bund vereint: Mit dem National Centre for Climate Services NCCS ist ein wertvolles Netzwerk für Klimadienstleistungen entstanden.

Die Klimaszenarien CH2018 bilden eine wichtige Grundlage für die Strategie des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Sie zeigen so genau wie nie zuvor, wo und wie der Klimawandel die Schweiz treffen kann. Sie ermöglichen damit, fundierte Entscheidungen zu treffen und verdeutlichen gleichzeitig was wir gewinnen, wenn es uns gelingt, das Klima zu schützen.

Alain Berset,
Bundespräsident, Vorsteher des Eidgenössischen Departement des Innern

Neben dieser Broschüre finden Sie folgende weiterführenden Informationen auf der Website **www.klimaszenarien.ch:**

→ Klimaszenarien für die Grossregionen der Schweiz
→ Technischer Grundlagenbericht zu den Klimaszenarien CH2018
→ Webatlas mit Grafiken und Datensätzen zu lokalen und regionalen Klimaveränderungen

UNSER KLIMA IN 40 JAHREN

Die Klimaszenarien CH2018 beschreiben, wie sich unser Klima bis Mitte dieses Jahrhunderts und darüber hinaus verändern kann. «Trockene Sommer», «Heftige Niederschläge», «Mehr Hitzetage» und «Schneearme Winter» sind absehbare Folgen eines ungebremsten Klimawandels für die Schweiz. Was weltweite Klimaschutzanstrengungen dagegen ausrichten können – und wie stark der Klimawandel die Schweiz dennoch trifft – zeigt das Szenario «Klimaschutz greift». Die Klimaszenarien verbinden Simulationen modernster Klimamodelle mit Beobachtungen bisheriger Trends und erlauben den bisher genauesten Blick in die Klimazukunft unseres Landes.

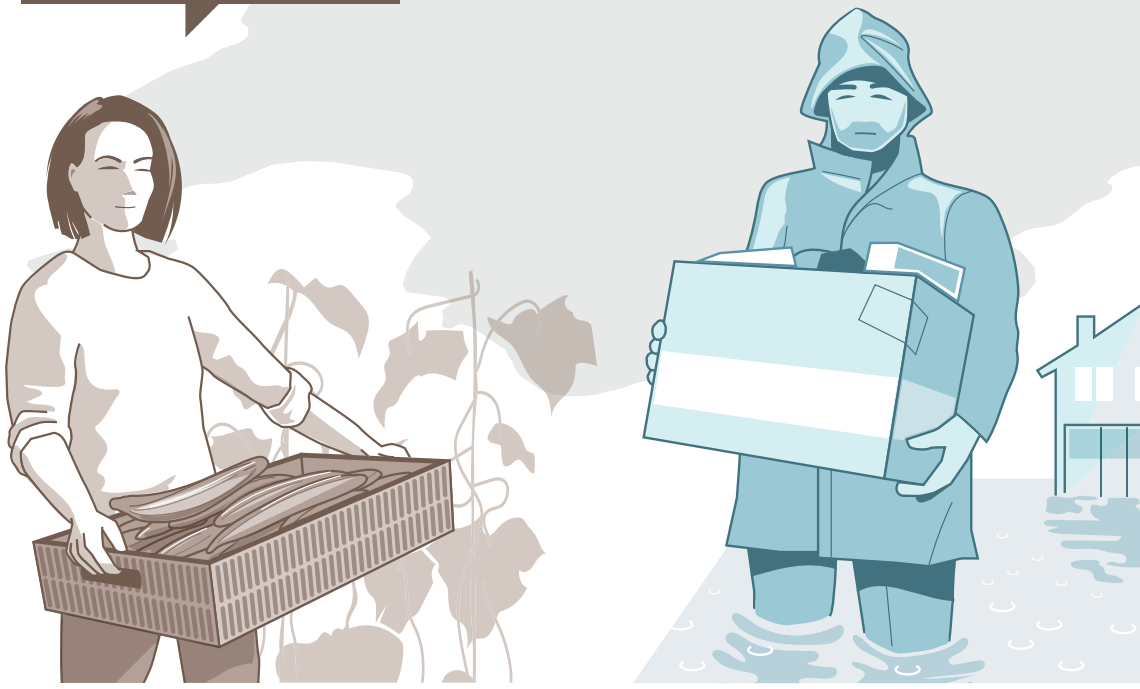
+2,5 °C bis +4,5 °C
Sommertemperatur

-25% bis +10 %
Sommerniederschlag

+0 bis +9 Tage
Längste Sommertrockenperiode

Winter: +10 % **Sommer:** +10 %
Stärkster jährlicher Eintagesniederschlag

Winter: +10 % **Sommer:** +20 %
100-jährliches Eintages-Niederschlagsereignis



2060

Die Übersicht zeigt den Bereich der möglichen Veränderungen um das Jahr 2060 gegenüber dem Referenzzeitraum 1981–2010. Die Angaben sind schweizweit typische Werte. Für regionale Werte siehe → Seite 16.

TROCKENE SOMMER

Gemüsebäuerin Valérie bewässert ihre Gurken, denn die Böden sind trockener. Die Verdunstung steigt und es regnet seltener.

→ Seite 6

HEFTIGE NIEDERSCHLÄGE

Hausbesitzer Urs räumt schon wieder seinen Keller aus, denn extreme Niederschläge sind merklich häufiger und intensiver geworden.

→ Seite 8



KLIMASCHUTZ GREIFT

Eine umfassende Senkung des weltweiten Treibhausgasausstosses könnte den zukünftigen Klimawandel eindämmen. So liesse sich bis Mitte des 21. Jahrhunderts rund die Hälfte, bis Ende Jahrhundert zwei Drittel der möglichen Klimaveränderungen in der Schweiz vermeiden.

→ Seite 14

Die Schweiz im Klimawandel → Seite 18
Wie entstanden die Klimaszenarien? → Seite 20

+3 bis +17
Sehr heisse Tage (heute im Schnitt 1 Tag pro Sommer)

+2 °C bis +5,5 °C
Wärmster Tag des Jahres

+2 °C bis +3,5 °C
Temperatur im Winter

400 m bis 650 m
Anstieg Nullgradgrenze im Winter





MEHR HITZETAGE

Nonna Lucia kann nicht schlafen, denn Hitzewellen, heisse Tage und Nächte sind häufiger und extremer.

→ Seite 10

SCHNEEARME WINTER

Gian bleibt im Gras stecken, denn die Winter sind wärmer und bringen oft Regen statt Schnee.

→ Seite 12

TROCKENE SOMMER

Langfristig wird die mittlere Niederschlagsmenge in den Sommermonaten abnehmen und die Verdunstung zunehmen. Die Böden werden trockener, es gibt weniger Regentage, und die längste niederschlagsfreie Periode dauert länger.

Für die Sommermonate ist in Zukunft mit einem spürbaren Rückgang des Niederschlags zu rechnen. An einem durchschnittlichen Regentag im Sommer fällt zwar im Schnitt ähnlich viel Niederschlag wie bisher. Aber es gibt mehr regenfreie Tage. Die längste Trockenperiode des Sommers kann Mitte des Jahrhunderts im Schnitt bis etwa eine Woche länger dauern als heute.

Generell sind Gebiete im Westen und Süden stärker vom möglichen Niederschlagsrückgang betroffen als solche im Osten. Es fällt nicht nur seltener Regen – wegen der höheren Temperaturen verdunstet auch mehr Feuchtigkeit als heute. Die Böden werden also trockener, selbst wenn der Niederschlag nicht abnehmen sollte.

Mit fortschreitendem Klimawandel nimmt die Tendenz zur Trockenheit weiter zu. Gegen Ende des Jahrhunderts könnte eine Trockenheit, wie sie bisher ein bis zwei Mal in zehn Jahren auftrat, jedes zweite Jahr vorkommen.

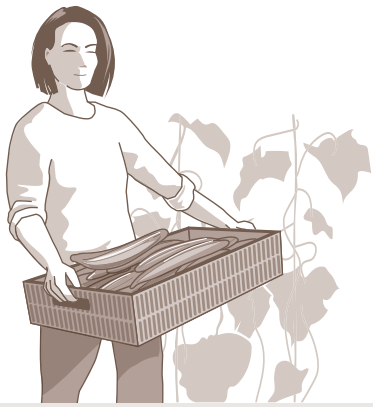
Mittlere Temperaturen lassen sich mit Klimamodellen recht zuverlässig simulieren. Schwieriger sind Voraussagen beim Niederschlag, der starken natürlichen Schwankungen in Menge und Verteilung unterworfen ist. Dies hängt mit der grossen Vielfalt der Mechanismen zusammen, welche den Wasserhaushalt in der Atmosphäre bestimmen. Trotz dieser Unsicherheit zeigen die Klimasimulationen den langfristigen Trend zur Niederschlagsabnahme im Sommer deutlich.

Die Sommer 2003 und 2018 geben einen Eindruck über mögliche Auswirkungen von heissen und trockenen Sommern. Von der zunehmenden Sommertrockenheit ist neben der Landwirtschaft auch die Energieproduktion und die Wasserwirtschaft betroffen.

	Sommerniederschlag	**Längste Sommer-Trockenperiode**	**Sommertemperatur**
Möglich um Mitte 21. Jahrhundert:	-25 % bis +10 %	+0 bis +9 Tage	+2,5 °C bis +4,5 °C
Möglich gegen Ende 21. Jahrhundert:	-40 % bis 0 %	+1 bis +9 Tage	+4 °C bis +7 °C

Möglicher Bereich der Veränderungen gegenüber 1981–2010 ohne Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen). Schweizweit typische 30-Jahres-Mittelwerte. Temperaturänderungen sind auf 0,5 Grad genau, Niederschlagsänderungen auf 5 Prozent genau angegeben.

Mögliches Szenario 2060: Die bodennahe Lufttemperatur der Schweiz ist im Durchschnitt der Sommermonate Juni, Juli und August etwa 4,5 Grad Celsius wärmer als heute. Gleichzeitig fällt bis zu einem Viertel weniger Regen, und die längste niederschlagsfreie Trockenperiode des Sommers dauert rund 20 statt 11 Tage wie bisher.

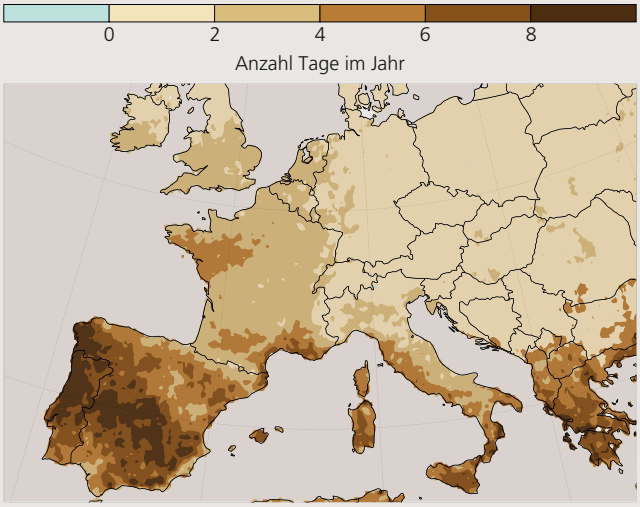


«Bei aussergewöhnlicher Trockenheit genügt ein Funke, um einen Waldbrand auszulösen. Die Klimaszenarien CH2018 helfen mir, das Waldbrandrisiko durch den Klimawandel genauer einzuschätzen.»

Dr. Marco Conedera,
Leiter Forschungseinheit Ökologie der Lebensgemeinschaften WSL

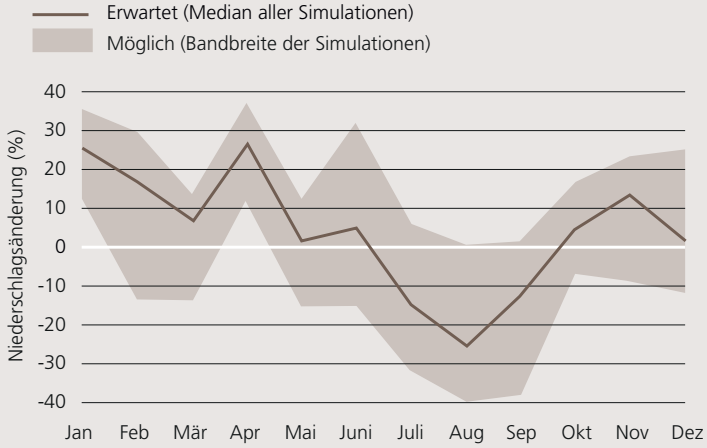
Änderung längste Sommertrockenperiode

Ohne Klimaschutz erwartete Änderung um 2060 gegenüber 1981–2010 (30-jährige Mittel).



Niederschlagsveränderung in La Chaux-de-Fonds

Änderung um 2060 gegenüber 1981–2010 im Jahresverlauf ohne Klimaschutz (30-jähriges Mittel)



Längere Trockenperioden

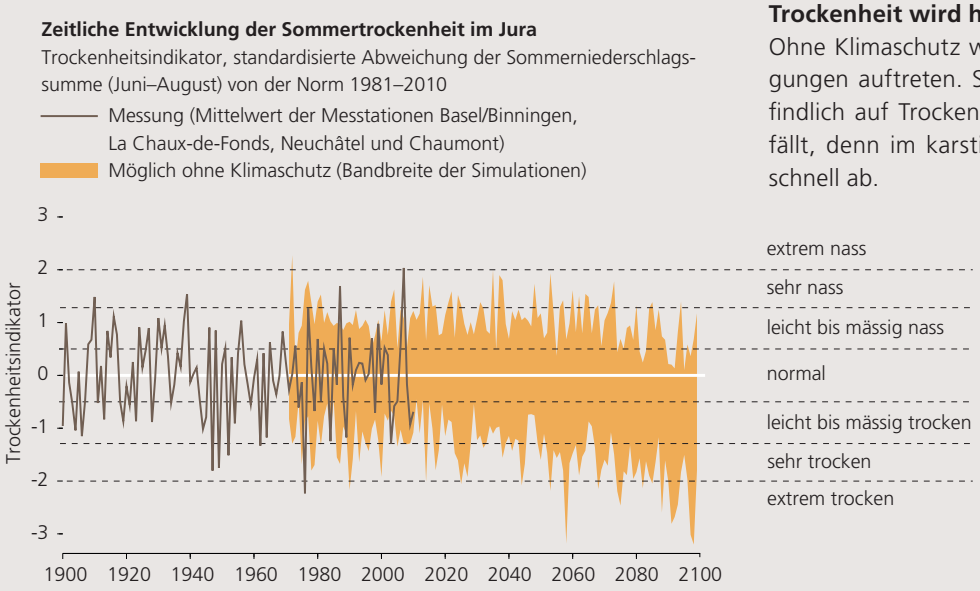
Unser Land liegt am Rand einer Zone mit zunehmenden Trockenperioden um das Mittelmeer. In der Schweiz ist bis Mitte Jahrhundert mit einer Verlängerung der längsten Trockenphasen im Sommer um rund 2 Tage zu rechnen. Je nachdem, wie weit sich der Trockenheitsgürtel ausdehnt, können es aber bis zu 9 Tage mehr sein.

Verschiebung im Jahresgang

Während im Winter die Niederschläge zunehmen, fallen die Sommermonate trockener aus. Dieses Muster zeigt sich zum Beispiel in La Chaux-de-Fonds im Neuenburger Jura.

Zeitliche Entwicklung der Sommertrockenheit im Jura

Trockenheitsindikator, standardisierte Abweichung der Sommerniederschlagssumme (Juni–August) von der Norm 1981–2010



Trockenheit wird häufiger

Ohne Klimaschutz werden im Sommer vermehrt trockene Bedingungen auftreten. So zum Beispiel im Jura. Die Region ist empfindlich auf Trockenheit, obwohl hier vergleichsweise viel Regen fällt, denn im karstigen Untergrund fliesst Niederschlagswasser schnell ab.

HEFTIGE NIEDERSCHLÄGE

Starkniederschläge werden in Zukunft wahrscheinlich merklich häufiger und intensiver als wir es heute erleben. Dies betrifft alle Jahreszeiten, aber besonders den Winter. Auch seltene Extremereignisse wie ein Jahrhundertniederschlag fallen deutlich heftiger aus.

Seit 1901 hat die Niederschlagsmenge von einzelnen Starkniederschlägen in der Schweiz um 12 Prozent zugenommen. Da wärmere Luft pro Grad Celsius der Erwärmung etwa 6 bis 7 Prozent mehr Wasser aufnehmen kann, ist die gemessene Intensivierung der Niederschläge physikalisch gut verstanden.

Es ist damit zu rechnen, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzt: Bei ungebremstem Klimawandel ist bis Mitte dieses Jahrhunderts zu erwarten, dass die stärksten Eintagesniederschläge im Winter um weitere rund 10 Prozent heftiger ausfallen. Bis Ende des Jahrhunderts beträgt die erwartete Zunahme 20 Prozent. Im Sommer bewegen sich die Zunahmen um 10 Prozent. Für andere Jahreszeiten liegen die Veränderungen zwischen denen für Winter und Sommer.

Auch sehr seltene Niederschlagsereignisse, wie sie etwa einmal in 100 Jahren eintreten, verstärken sich. Die Veränderung ist in allen Jahreszeiten ähnlich und beträgt Mitte Jahrhundert 10 bis 20 Prozent, gegen Ende Jahrhundert etwa 20 Prozent. Trotz abnehmender Niederschlagssummen werden also Einzelereignisse stärker.

Die Entwicklung der Starkniederschläge schwankt jedoch zeitlich und räumlich stark und kann über längere Zeiträume vom langfristigen Trend abweichen.

Die grössere Intensität von Starkniederschlägen kann erhebliche Kostenfolgen nach sich ziehen. Heftige Niederschläge können beispielsweise Erdrutsche und Überschwemmungen verursachen und so grosse Schäden anrichten. Daher müssen Infrastrukturen wie Hochwasserschutzbauten und Kanalisationen ausreichend dimensioniert sein.

Das Schadenspotenzial der Niederschlagsextreme ist in Zukunft jedoch nicht allein wegen der höheren Niederschlagsmengen grösser. Der Anstieg der Schneefallgrenze erhöht insbesondere im Winter den Anteil des flüssigen Niederschlags und beschleunigt so den Abfluss.

	Stärkster jährlicher Eintagesniederschlag		100-jährliches Eintages-Niederschlagsereignis	
	Winter	Sommer	Winter	Sommer
Erwartet um Mitte 21. Jahrhundert:	+10 %	+10 %	+10 %	+20 %
Erwartet gegen Ende 21. Jahrhundert:	+20 %	+10 %	+20 %	+20 %

Erwartete Veränderungen gegenüber 1981-2010 ohne Klimaschutz (Median der Simulationen, Maximum der Regionen). Der Unsicherheitsbereich der Starkniederschläge ist nicht berücksichtigt, da er stark von natürlichen Schwankungen bestimmt ist. Niederschlagsänderungen sind auf 5 Prozent genau angegeben.

Mögliches Szenario 2060: Während des stärksten Niederschlagstags fällt durchschnittlich etwa 10 Prozent mehr Niederschlag. Ein Jahrhundertniederschlag im Sommer bringt rund 20 Prozent mehr Regen als heute.

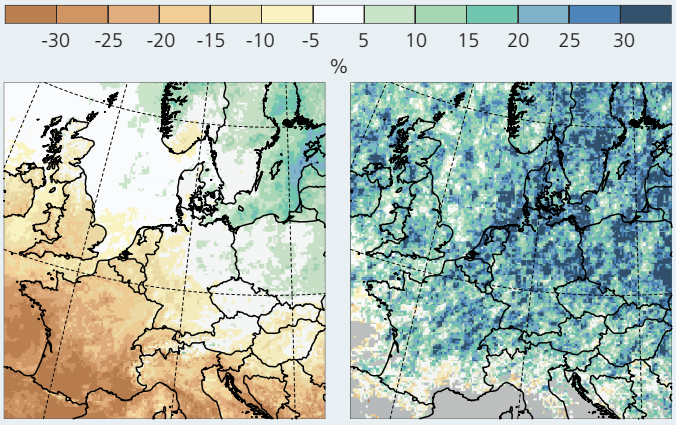


«Gebäudeschutz, Hochwasserschutzbauten und Entwässerungssysteme müssen in Zukunft noch besser aufeinander abgestimmt und ausreichend dimensioniert werden. Dazu gilt es, nicht nur auf Daten der Vergangenheit abzustützen, sondern auch Klimaprojektionen adäquat in den entsprechenden Normen abzubilden.»

Stefan Cadosch,
Präsident Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein sia

Änderung mittlere und extreme Niederschläge im Sommer

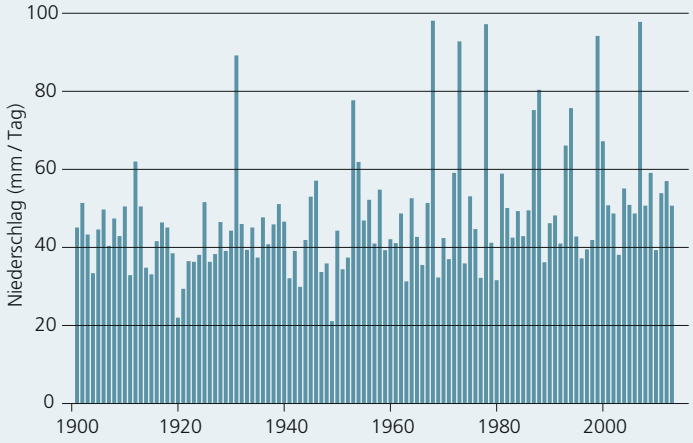
Änderung ohne Klimaschutz um 2060 gegenüber 1981–2010 (30-jährige Mittel).



Mittlerer Sommerniederschlag

100-jährliches Eintages-Niederschlagsereignis

Stärkster Eintagesniederschlag des Jahres in Zürich



Extreme werden stärker

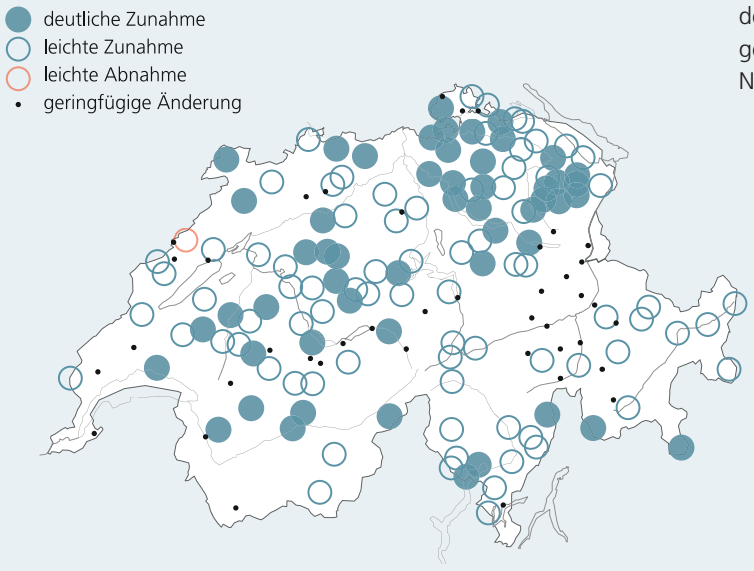
Die Schweiz ist von der zunehmenden Sommertrockenheit im Mittelmeerraum mitbetroffen (linke Karte). Gleichzeitig steht sie unter dem Einfluss einer Zunahme von Stark- und Extremniederschlägen im nördlichen Europa (rechte Karte).

Variabilität der Extreme verschleiert den Trend

Wie das Beispiel dieser Messwerte in Zürich zeigt, ist eine Häufung von Extremniederschlägen an einem bestimmten Ort nicht leicht zu erkennen. Die Abbildung zeigt den stärksten gemessenen Eintagesniederschlag jedes Jahres. Die Werte schwanken beträchtlich und die höchsten Niederschlagsspitzen treten selten auf.

Trends des stärksten Eintagesniederschlags im Jahr

Beobachteter Trend in der Niederschlagsmenge von 1901 bis 2014



Schweizweit klares Bild

Erst in der schweizweiten Übersicht tritt der Trend zu stärkeren Niederschlagsereignissen klar hervor. 158 der 173 Messstationen zeigen eine Zunahme, davon 53 deutlich. Eine deutliche Abnahme der Niederschlagsintensität wurde nirgends verzeichnet.

MEHR HITZETAGE

Noch erheblich stärker als die Durchschnittstemperaturen steigen die Höchsttemperaturen. Hitzewellen sowie heisse Tage und Nächte werden häufiger und extremer. Am grössten ist die Hitzebelastung in den bevölkerungsreichen städtischen Gebieten in tiefen Lagen.

Im Laufe der nächsten Jahrzehnte werden die Mitteltemperaturen in der Schweiz weiterhin ansteigen. Die Erwärmung betrifft alle Jahreszeiten, fällt aber am stärksten im Sommer aus. Bei weiter steigenden Treibhausgasemissionen kann es in der warmen Jahreszeit Mitte des Jahrhunderts in einem durchschnittlichen Jahr bis 4,5 Grad Celsius wärmer sein als heute.

Noch erheblich stärker als die jahreszeitlichen Durchschnittstemperaturen steigen die Höchsttemperaturen. Die heissesten Sommertage können 2060 in einem durchschnittlichen Sommer bis zu 5,5 Grad Celsius wärmer sein als heute. Dies lässt sich unter anderem damit erklären, dass aufgrund der geringeren Bodenfeuchte weniger Wasser verdunsten und so den Boden kühlen kann.

Die ans Mittelmeer angrenzenden Grossregionen Europas, und damit auch die Schweiz, sind weltweit von einer der stärksten Zunahmen von Hitzeextremen betroffen. Dieser Trend lässt sich bereits in den vergangenen Jahrzehnten beobachten und wird sich sehr wahrscheinlich auch in Zukunft fortsetzen.

Mit jedem zusätzlichen Grad Celsius der mittleren Erwärmung in der Schweiz verdoppelt sich ungefähr die Anzahl der sehr heissen Tage. Als «sehr heiss» gelten per Definition die 1 % heissesten Tage aller Sommer von 1981 bis 2010. Heute kommen sehr heisse Tage im Schnitt an knapp einem Tag im Sommer vor.* Bis Mitte dieses Jahrhunderts könnte die Anzahl sehr heisser Tage in einem typischen Sommer bis auf 18 steigen. Damit werden auch Hitzewellen deutlich häufiger auftreten.

Besonders in tiefer gelegenen Regionen nehmen zudem Phasen mit Hitzestress für Mensch und Tier zu: Durch das Zusammenwirken von grosser Wärme und Luftfeuchte kann sich der Körper nicht mehr auf ein angenehmes Mass herunterkühlen.

Dabei berücksichtigen die Klimamodelle keine städtischen Wärmeinsel-Effekte. In stark überbauten Gebieten liegen die Temperaturen insbesondere nachts noch einige Grad Celsius höher als im Umland. Der grosse Teil der Bevölkerung in den Ballungsräumen ist daher noch stärker von der zunehmenden Hitze betroffen.

* In einzelnen Jahren treten sehr heisse Tage oft gehäuft an aufeinanderfolgenden Tagen auf.

	Wärmster Tag im Jahr	Anzahl sehr heisse Tage**
Möglich um Mitte 21. Jahrhundert:	+2 °C bis +5,5 °C	+3 bis +17 Tage
Möglich gegen Ende 21. Jahrhundert:	+4 °C bis +8,5 °C	+12 bis +37 Tage

Möglicher Bereich der Veränderungen gegenüber 1981–2010 ohne Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen). Schweizweit typische 30-Jahres-Mittelwerte. Temperaturänderungen sind auf 0,5 Grad genau angegeben.
**Siehe Erklärung im Text.

Mögliches Szenario 2060: An den heissesten Tagen im Sommer klettert das Thermometer 5,5 Grad Celsius höher als wir es heute gewohnt sind. Hitzesommer wie im Rekordjahr 2003 sind nun die Norm. Sehr heisse Tage – mit Temperaturen wie sie bisher in der Regel nur einmal im Jahr vorkamen – gibt es im Schnitt 18 mal jährlich.

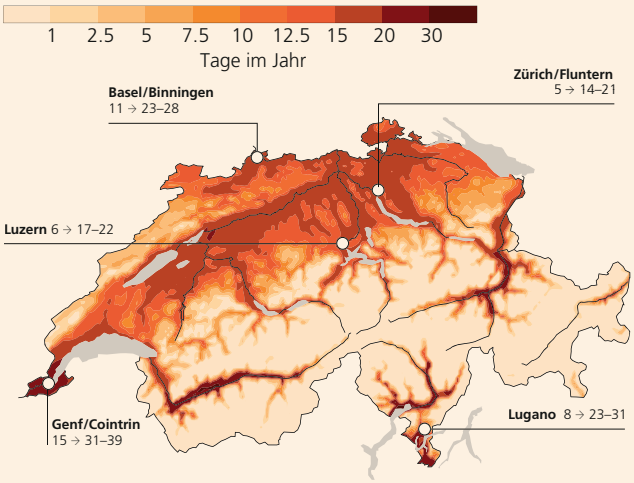


«Städte sind besonders hitzeanfällig. Die Stadt Zürich stellt sich auf den Klimawandel ein, indem sie einen ‹Masterplan Stadtklima› erarbeitet. Wichtig ist die bestmögliche Information über die zunehmende Hitzebelastung, um geeignete Massnahmen definieren zu können.»

Anna Schindler,
Direktorin Stadtentwicklung Zürich

Änderung Anzahl Hitzetage

Ohne Klimaschutz erwartete Änderungen der Anzahl Tage mit Temperaturen über 30 Grad Celsius um 2060 gegenüber 1981-2010 (30-jährige Mittel). Werte zeigen die Norm 1981–2010 und den möglichen Bereich um 2060.



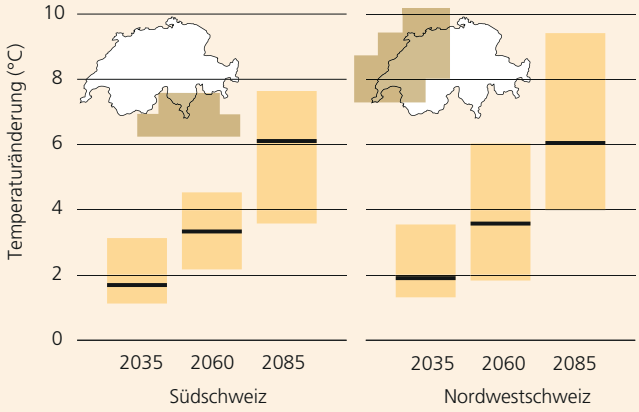
Mehr Hitzetage

Die tiefen Lagen mit den städtischen Ballungsräumen sind besonders von Hitze betroffen. Im Mittelland und in den Alpentälern steigt das Thermometer vermehrt über die 30-Grad-Marke, die einen «Hitzetag» kennzeichnet. Am meisten zusätzliche Hitzetage werden für die Region Genf, das Wallis sowie die Südschweiz erwartet.

Änderung Jahreshöchsttemperatur

Durchschnittliche Änderung ohne Klimaschutz um 2035, 2060 und 2085 gegenüber der Normperiode 1981–2010 (30-jährige Mittel).

Erwartet (Median aller Simulationen)
Möglich (Bandbreite der Simulationen)



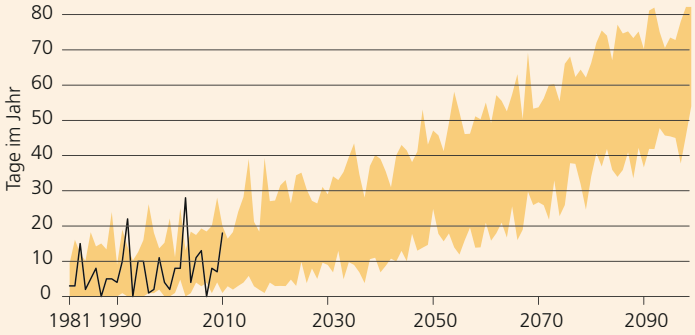
Höchsttemperaturen steigen besonders

Die Jahreshöchsttemperaturen steigen stark an. Der heisseste Tag im Jahr kann Mitte dieses Jahrhunderts südlich der Alpen bis 4,5 Grad Celsius, nördlich der Alpen sogar bis 6 Grad Celsius wärmer sein als heute. Damit würde es z.B. in Genf am wärmsten Tag in einem durchschnittlichen Jahr etwa 40 Grad Celsius heiss.

Tage mit Hitzestress in Lugano

Tage an denen sich der Körper aufgrund des Zusammenwirkens von Wärme und Luftfeuchtigkeit nicht mehr auf eine angenehme Temperatur abkühlen kann.

Aus Messungen berechnet
Möglich ohne Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen)



Akuter Hitzestress im Tessin

Das Tessin steht unter dem Einfluss der Mittelmeerluft und ist generell einige Grad wärmer als der Rest des Landes auf vergleichbarer Höhe. Mitte dieses Jahrhunderts muss zum Beispiel Lugano jeden Sommer mit etwa 30 Tagen Hitzestress rechnen.

SCHNEEARME WINTER

Auch die Winter werden Mitte des Jahrhunderts deutlich wärmer sein als heute. Zwar fällt mehr Niederschlag – aber wegen der höheren Temperaturen eher als Regen. Besonders in tieferen Lagen schneit es seltener und weniger. Entsprechend schrumpfen die schneereichen Gebiete der Schweiz stark.

Die bisherige Klimaerwärmung hat sich bereits stark auf das Vorkommen von Schnee und Eis ausgewirkt. So büssten die Alpengletscher seit 1850 rund 60 Prozent ihres Volumens ein. Und in Gebieten unter 800 Meter Höhe hat sich die Zahl der Schneetage seit 1970 halbiert.

In Zukunft werden in der Schweiz die Mitteltemperaturen im Winter weiter steigen. Die Nullgradgrenze könnte bis Mitte dieses Jahrhunderts von heute 850 Meter auf bis zu knapp 1500 Meter über Meer klettern. Der Schneefall verändert sich durch zwei gegenläufige Effekte: Die erhöhten Temperaturen führen einerseits dazu, dass ein grösserer Anteil der Niederschläge als Regen fällt. Andererseits fallen im Winter insgesamt mehr Niederschläge.

In der Summe wird unser Land jedoch eine deutliche Abnahme sowohl beim Schneefall als auch bei der Schneebedeckung erleben. Dies betrifft insbesondere die tiefen Lagen und das Frühjahr. Unterhalb von 1000 Meter wird die Schneebedeckung bis Mitte Jahrhundert um etwa die Hälfte, bis Ende Jahrhundert wahrscheinlich sogar um über 80 Prozent schwinden.

Betroffen sind jedoch auch die höheren Lagen: Die grosse Mehrheit der Alpenorte muss mit einer Verminderung der Schneefälle rechnen, insbesondere im Frühjahr. Die geringeren Schneemengen wirken sich auch auf die Gletscher aus: es fehlt ihnen die Nahrung und ihr Abschmelzen beschleunigt sich.

Im Winter bestimmen oft kleinräumige Erscheinungen wie Inversionslagen und Kaltluftseen das lokale Wettergeschehen. Daher schwanken die Schneemengen stark, und es ist entsprechend schwierig, sie im Klimamodell zu simulieren. Dies bedeutet, dass es auch in Zukunft immer wieder schneereiche Winter geben kann.

Die Veränderungen bei Schneefall und Schneebedeckung wirken sich nicht bloss auf den Wintertourismus aus, sondern sind auch für Sektoren wie Wasserkraft und Verkehr bedeutsam.

	Temperatur im Winter	**Anstieg der Nullgradgrenze im Winter**
Möglich um Mitte 21. Jahrhundert:	+2 °C bis +3,5 °C	400 m bis 650 m
Möglich gegen Ende 21. Jahrhundert:	+3 °C bis +5,5 °C	700 m bis 1050 m

Möglicher Bereich der Veränderungen gegenüber 1981–2010 ohne Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen). Schweizweit typische 30-Jahres-Mittelwerte. Temperaturänderungen sind auf 0,5 Grad genau angegeben.

Mögliches Szenario 2060: Im Winter ist es durchschnittlich 3,5 Grad Celsius wärmer als heute. Es schneit seltener und weniger. Die Schneefallmengen in tiefen Lagen sind nur noch halb so gross. Die Nullgradgrenze ist um 650 Meter geklettert und liegt im Winter etwa auf 1500 Meter über Meer.

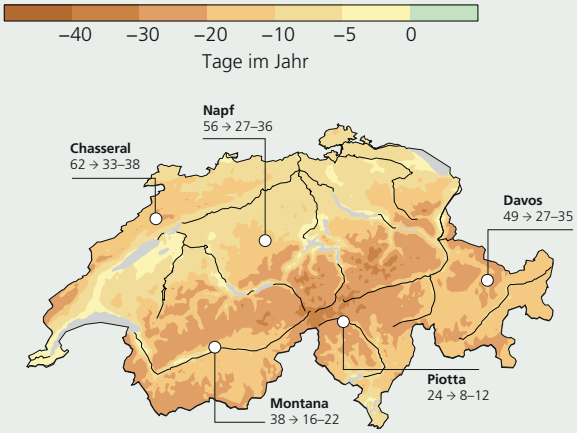


«Der Wintertourismus ist ein wichtiger Standortfaktor für unsere Region. Die neuen Daten helfen uns, die Herausforderungen der sich ändernden Schneeverhältnisse klarer einzuschätzen.»

Carmelia Maissen,
Gemeindepräsidentin Ilanz/Glion

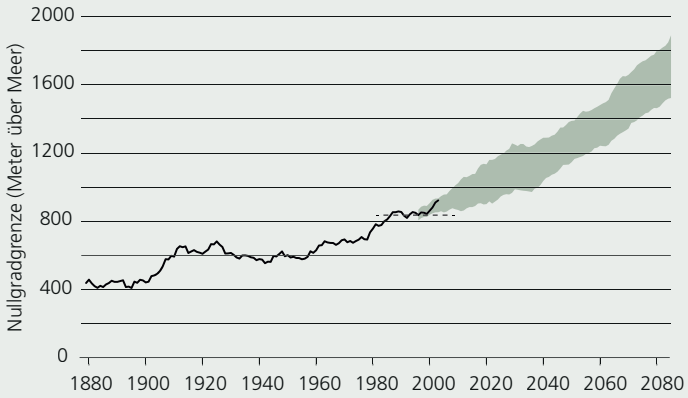
Änderung Anzahl Neuschneetage

Ohne Klimaschutz erwartete Änderungen um 2060 gegenüber 1981–2010 (30-jährige Mittel). Werte zeigen die Norm 1981–2010 und den möglichen Bereich um 2060.



Nullgradgrenze

Nullgradgrenze im Winter (Schweizer Mittel und gleitendes 30-Jahre-Mittel)



Der Schnee macht sich rar

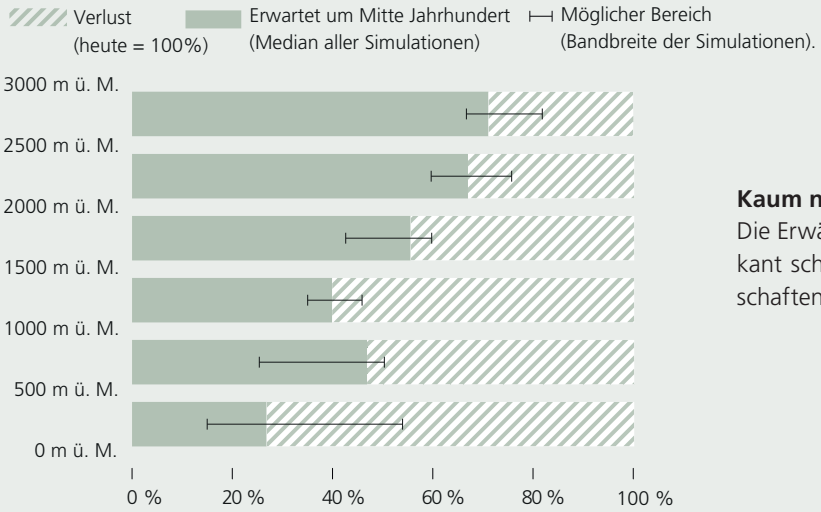
In den bisher schneereichen höheren Lagen wird an deutlich weniger Tagen Schnee fallen. So ist in den Zentralalpen Mitte dieses Jahrhunderts pro Jahr mit gegen 30 Neuschneetagen weniger als heute zu rechnen. In den tieferen Lagen und insbesondere im Mittelland geht die Anzahl weniger stark zurück – weil es bereits heute selten schneit.

Steigende Nullgradgrenze

Die Nullgradgrenze ist bereits deutlich angestiegen. Diese Entwicklung wird sich in Zukunft noch verstärkt fortsetzen. Das Gebiet, in dem die Bedingungen für Schneefall gegeben sind, schrumpft so zusehends.

Schneedecke

Schneebedeckeckung um 2060 ohne Klimaschutz in Prozent der heutigen Norm, als mittleres Wasseräquivalent von September bis Mai auf unterschiedlichen Höhenstufen (30-jährige Mittel)



Kaum noch Schnee in der Ebene

Die Erwärmung lässt die Schneedecken auf allen Höhenstufen markant schrumpfen. In tiefen Lagen verschwinden verschneite Landschaften weitgehend.

KLIMASCHUTZ GREIFT

Eine umfassende Senkung des weltweiten Treibhausgasausstosses könnte den Klimawandel wirksam eindämmen. So liessen sich bis Mitte des 21. Jahrhunderts etwa die Hälfte, bis Ende Jahrhundert zwei Drittel der möglichen Klimaveränderungen in der Schweiz vermeiden. Zwar würden die Temperaturen auch in der Schweiz weiter steigen, aber viel weniger als wenn die Emissionen unvermindert zunehmen.

Das Klimaschutzabkommen von Paris 2015 hat zum Ziel, den Anstieg der durchschnittlichen Temperatur an der Erdoberfläche auf deutlich unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Stand zu begrenzen. Dieses globale 2-Grad-Ziel liesse sich wahrscheinlich noch erreichen, falls die Unterzeichnerstaaten den bislang stetig ansteigenden Ausstoss von Treibhausgasen umgehend senken und in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts praktisch vollständig stoppen.

Die bodennahe Lufttemperatur wird sich allerdings trotz Klimaschutz weiter erhöhen – in der Schweiz stärker als im weltweiten Mittel. So ist bis Mitte dieses Jahrhunderts je nach Jahreszeit eine zusätzliche Erwärmung zwischen etwa 0,5 bis 2,5 Grad Celsius wahrscheinlich. Zusammen mit der bereits beobachteten Klimaveränderung* ergibt sich für die Schweiz eine Erwärmung von insgesamt 2 bis 4 Grad Celsius gegenüber vorindustrieller Zeit.

Die Niederschlagsmengen in unserem Land könnten gegenüber heute im Sommer bis um 15 Prozent abnehmen und im Winter ebenso viel zulegen. Diese Werte gelten für Mitte des Jahrhunderts, würden sich jedoch bis Ende Jahrhundert kaum verändern – das zeigt, dass Klimaschutzmassnahmen das Klima langfristig stabilisieren können.

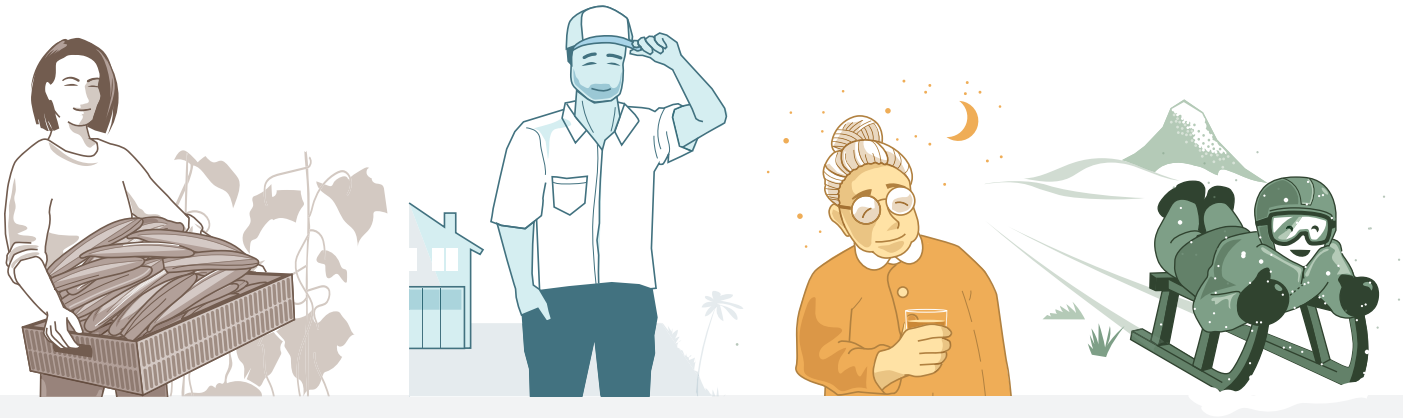
Der Klimaschutz zeitigt auch bei den anderen Aspekten der Klimaveränderung in der Schweiz Wirkung: Sommertrockenheit, Hitze, Starkniederschläge und Schneearmut sind deutlich weniger ausgeprägt als bei unvermindert steigenden Emissionen. So ist etwa mit weniger als zehn sehr heissen Tagen pro Jahr zu rechnen – statt mit über dreissig ohne Klimaschutz. (vgl. Seite 10).

* Die Temperatur ist zwischen dem Normzeitraum 1981–2010 und einem früh-industriellen Zeitraum (1864–1900) im Mittel um 1,5 Grad Celsius angestiegen.

	Temperatur Sommer	**Niederschlag Sommer**	**Anzahl sehr heisse Tage**	**100-Jährliches Eintages-Niederschlagsereignis Winter****	**Temperatur Winter**
Möglich um Mitte 21. Jahrhundert:	+1 bis +2,5 °C	-15 % bis +5 %	+0 bis +8	+5 %	+0,5 bis 2 °C
Möglich gegen Ende 21. Jahrhundert:	+1 bis +2,5 °C	-15 % bis +10 %	+1 bis +7	+5 %	+0,5 bis 2 °C

Schweizweite Veränderungen im 30-Jahr-Mittelwert gegenüber 1981–2010. Die Werte für Ende Jahrhundert sind praktisch identisch. Temperaturänderungen sind auf 0,5 Grad genau, Niederschlagsänderungen auf 5 Prozent genau angegeben.
** Für die Änderungen in Starkniederschlägen wird nur die erwartete Änderung angegeben.

Mögliches Szenario 2060: Dank einem gemeinsamen Kraftakt haben die Vertragsstaaten das Hauptziel des Klimaschutzabkommens von Paris erreicht. Dadurch wird auch das Klima in der Schweiz entlastet: Im Sommer ist es bei uns zwar etwa 1,5 Grad Celsius wärmer als bisher. Aber ohne wirksame Klimaschutzmassnahmen wären es 2,5 bis 4,5 Grad Celsius.



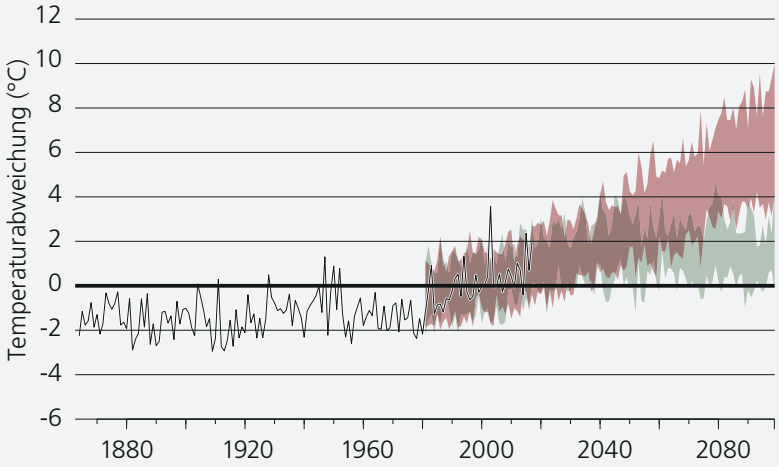
Mittlere Sommertemperatur

Abweichung vom Durchschnitt der Jahre 1981–2010 im Schweizer Mittel

— Messungen

Möglich **mit** Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen)

Möglich **ohne** Klimaschutz (Bandbreite der Simulationen)



Das Potenzial des Klimaschutzes

Eine umfassende weltweite Senkung des Treibhausgasausstosses würde auch die Erwärmung in der Schweiz stark eindämmen. Dennoch würden die Temperaturen bis Mitte dieses Jahrhunderts weiter steigen. Bei weiter steigenden Emissionen und ohne wirksamen Klimaschutz hingegen würde sich der Anstieg der Temperaturen bis weit über dieses Jahrhundert hinaus fortsetzen.

REGIONALE ÜBERSICHT

Die Klimaszenarien CH2018 lassen sich mit einem für die ganze Schweiz gültigen Wert nicht vollständig beschreiben. Sind die Trends über alle Landesteile ähnlich, so gibt es doch bedeutsame Unterschiede, etwa zwischen Mittelland und Alpen, oder zwischen Nord- und Südschweiz. Diese Übersicht ergänzt die schweizweiten Angaben zu den Klimaszenarien mit regional abgestuften Werten.

(Temperaturänderungen sind auf 0,5 Grad genau, Niederschlagsänderungen auf 5 Prozent genau angegeben)

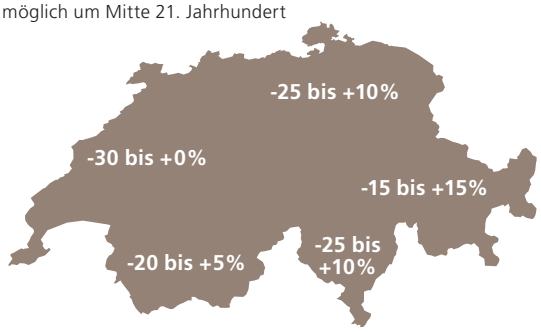
2060 ohne Klimaschutz

2085 ohne Klimaschutz

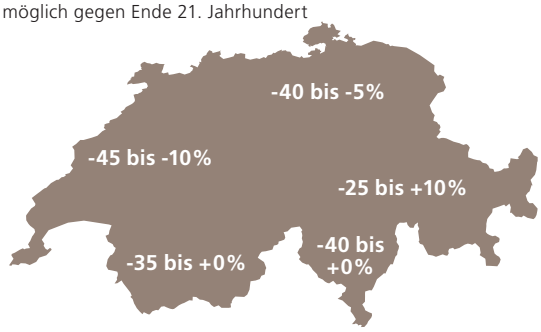
Sommer-niederschlag



möglich um Mitte 21. Jahrhundert



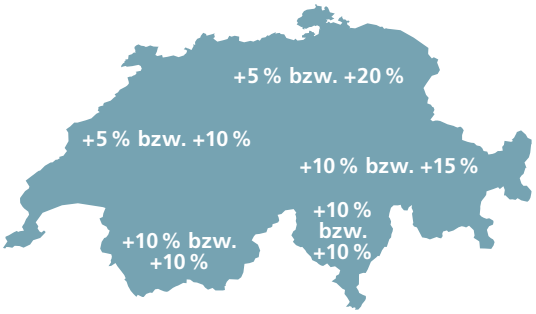
möglich gegen Ende 21. Jahrhundert



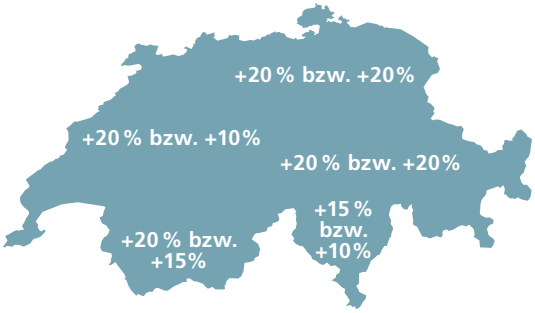
100-jährliches Eintagesnieder-schlagsereignis (Winter/Sommer)



erwartet um Mitte 21. Jahrhundert



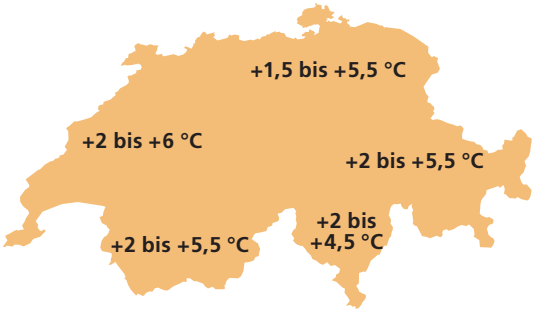
erwartet gegen Ende 21. Jahrhundert



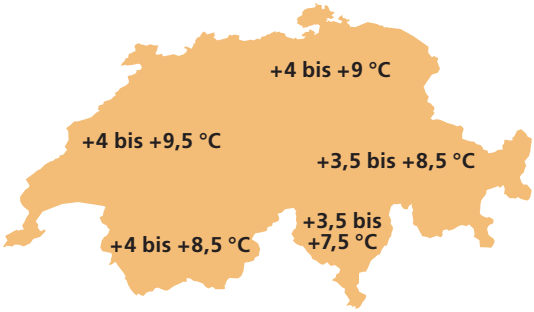
Wärmster Tag im Jahr



möglich um Mitte 21. Jahrhundert



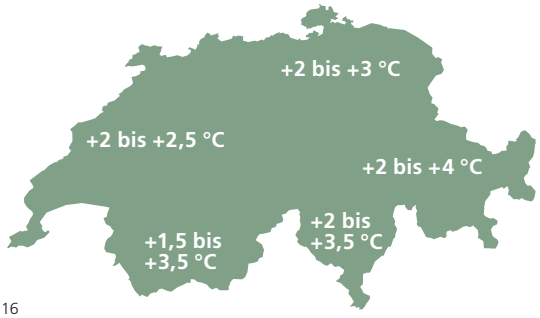
möglich gegen Ende 21. Jahrhundert



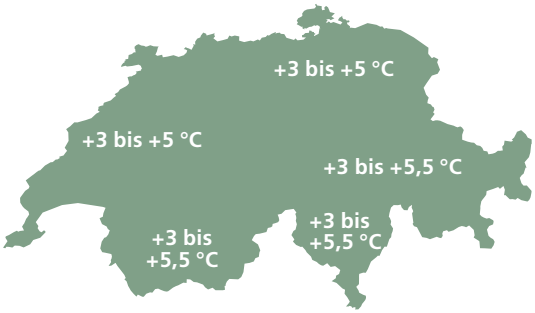
Temperatur im Winter



möglich um Mitte 21. Jahrhundert



möglich gegen Ende 21. Jahrhundert

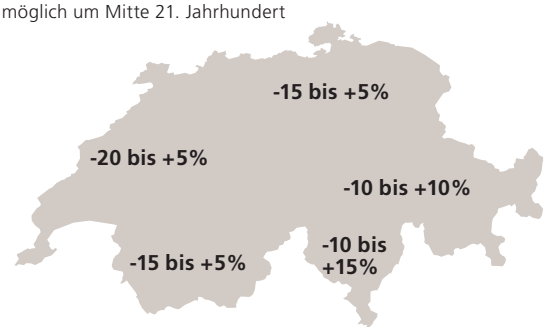


2060 mit Klimaschutz

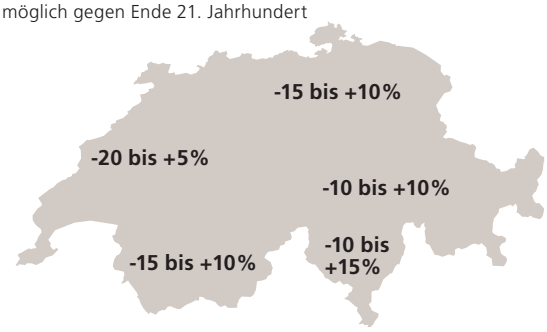
2085 mit Klimaschutz

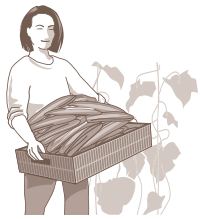
Sommerniederschlag

möglich um Mitte 21. Jahrhundert



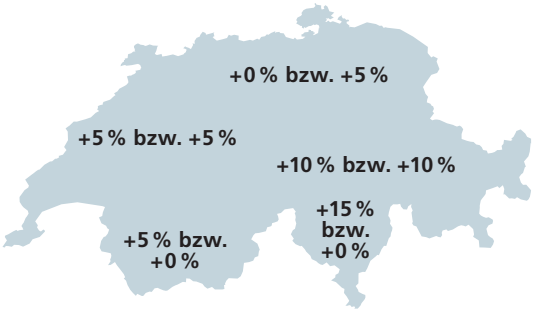
möglich gegen Ende 21. Jahrhundert



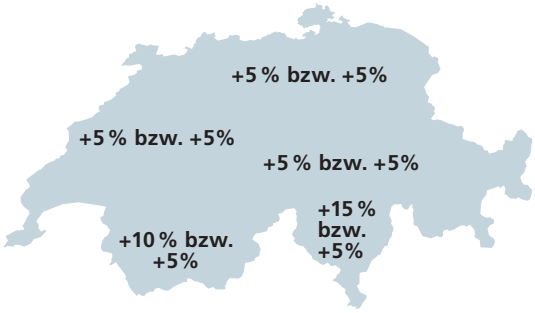


100-jährliches Eintagesniederschlagsereignis (Winter/Sommer)

erwartet um Mitte 21. Jahrhundert



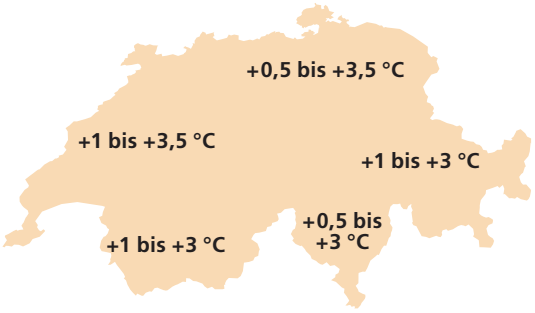
erwartet gegen Ende 21. Jahrhundert



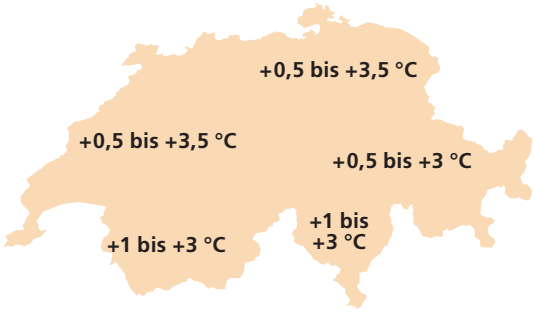


Wärmster Tag im Jahr

möglich um Mitte 21. Jahrhundert



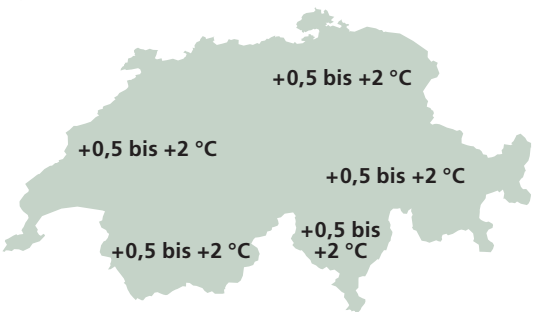
möglich gegen Ende 21. Jahrhundert



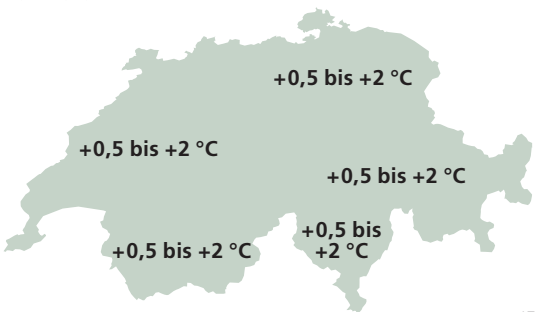


Temperatur im Winter

möglich um Mitte 21. Jahrhundert



möglich gegen Ende 21. Jahrhundert





DIE SCHWEIZ IM KLIMAWANDEL

In der Schweiz ist es heute in allen Landesteilen deutlich wärmer als früher. Die bodennahe Lufttemperatur hat über die letzten 150 Jahre um etwa 2 Grad Celsius zugenommen – deutlich stärker als im weltweiten Durchschnitt. Neun der zehn wärmsten Jahre seit Messbeginn lagen im 21. Jahrhundert. Auch Starkniederschläge sind häufiger und stärker geworden.

In der Schweiz gibt es seit 1864 verlässliche Langzeitmessungen des Klimas. Sie zeigen eindeutige Beweise des Klimawandels. So hat die bodennahe Lufttemperatur in der Schweiz in den letzten 150 Jahren um etwa 2 Grad Celsius zugenommen*. Diese Erwärmung ist deutlich stärker als im globalen Durchschnitt (0,9 Grad Celsius). Am schnellsten erwärmte sich unser Klima seit den 1980er-Jahren.

Als eine Folge dieser Erwärmung kommt es heute zu häufigeren und zu wärmeren Hitzeperioden als früher. Ebenfalls verringerte sich das Volumen der Alpengletscher seit Mitte des 19. Jahrhunderts insgesamt um rund 60 Prozent. Seit 1970 hat die Anzahl der jährlichen Schneefalltage auf 2000 Meter über Meer um 20 Prozent abgenommen. Unterhalb von 800 Meter über Meer schneit es heute sogar nur noch halb so oft wie damals. Die Vegetationsperiode ist zwei bis vier Wochen länger als in den 1960er-Jahren.

Eindeutig erkennen lassen sich in bisherigen Messreihen auch zunehmende Starkniederschläge: Sie sind stärker und häufiger als zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Auch die Niederschlagsmengen im Winter haben zugenommen.

Keine klaren Hinweise auf langfristige Trends finden sich in den Aufzeichnungen in Bezug auf die Niederschlagssumme im Sommer, Trockenperioden, Hochnebel und Windgeschwindigkeiten. Dies kann davon herrühren, dass diese Grössen vom Klimawandel nicht oder kaum betroffen sind. Es kann jedoch auch sein, dass der Einfluss des Klimawandels noch nicht erkennbar ist. Die Beobachtungsbasis reicht nicht aus, um Veränderungen in kleinräumigen Phänomenen wie Gewitter, Tornado und Hagel zu bestimmen.

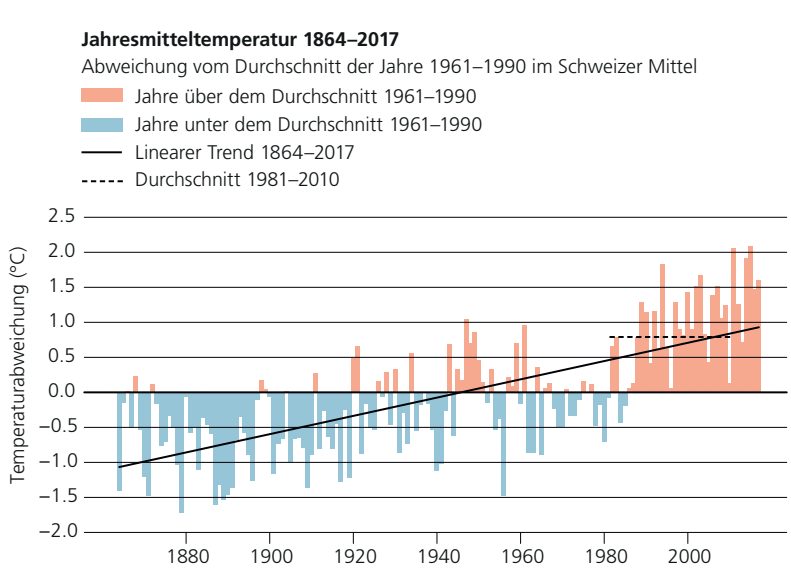
Menschgemachte Klimaänderung

Der menschliche Einfluss auf das Klima ist klar erwiesen. Die globale Erwärmung durch menschgemachte Treibhausgase ist wahrscheinlich die dominante Ursache für die beobachteten klimatischen Veränderungen in der Schweiz über die letzten 50 bis 100 Jahre. Die gemessene Erwärmung kann nicht alleine durch natürliche Schwankungen erklärt werden. Dafür ist sie viel zu gross. Auch Veränderungen in anderen Umweltsystemen wie dem Wasserkreislauf oder dem Gletscherzustand sind stark vom Temperaturanstieg bedingt und somit mindestens teilweise auf den menschlichen Einfluss zurückzuführen.

* Die Temperatur ist zwischen dem Normzeitraum 1981–2010 und einem früh-industriellen Zeitraum (1864–1900) im Mittel um 1,5 Grad Celsius angestiegen (siehe Abbildung Jahresmitteltemperatur).

Jahresmitteltemperatur 1864–2017

Abweichung vom Durchschnitt der Jahre 1961–1990 im Schweizer Mittel

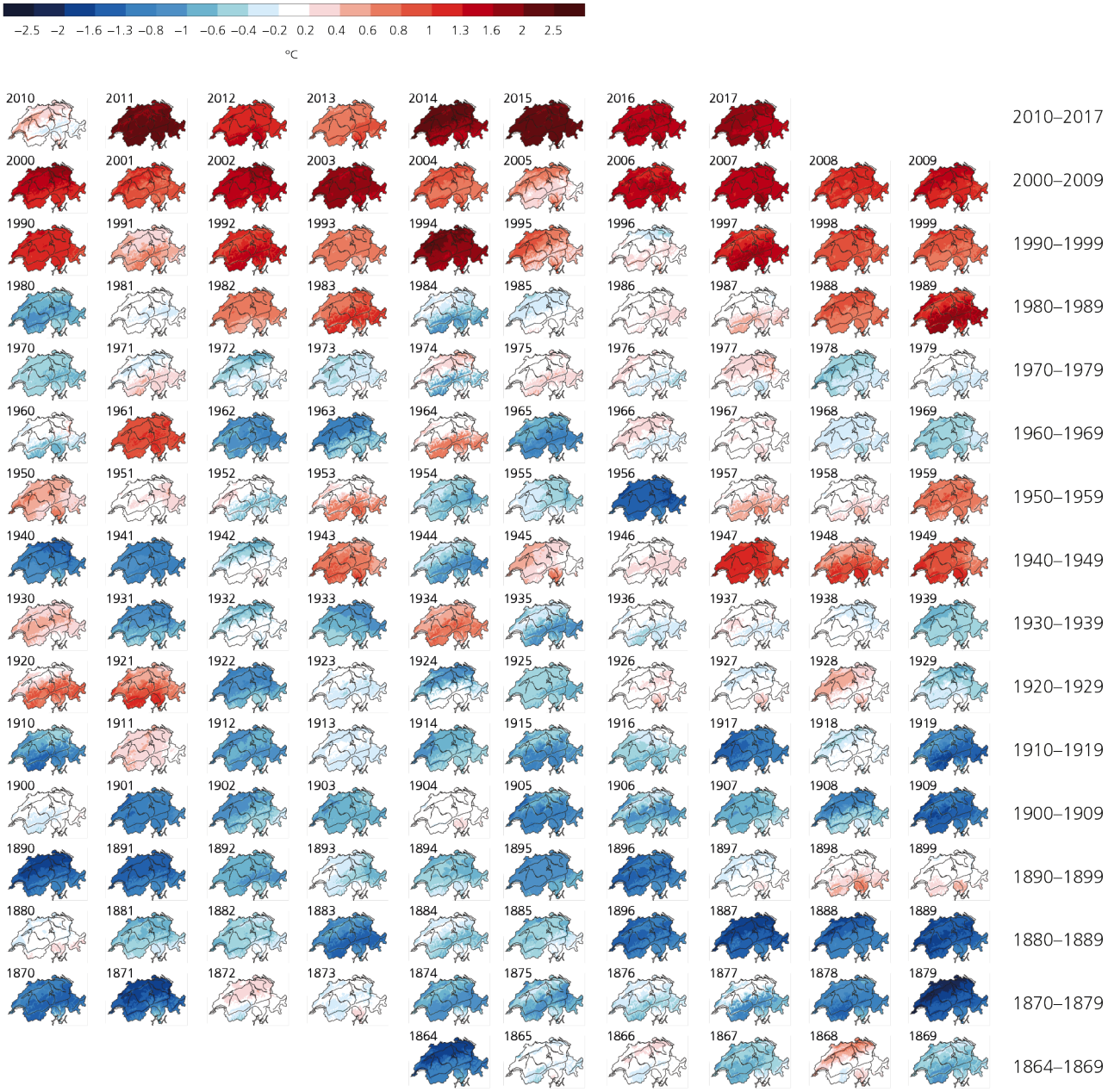


Klarer Trend

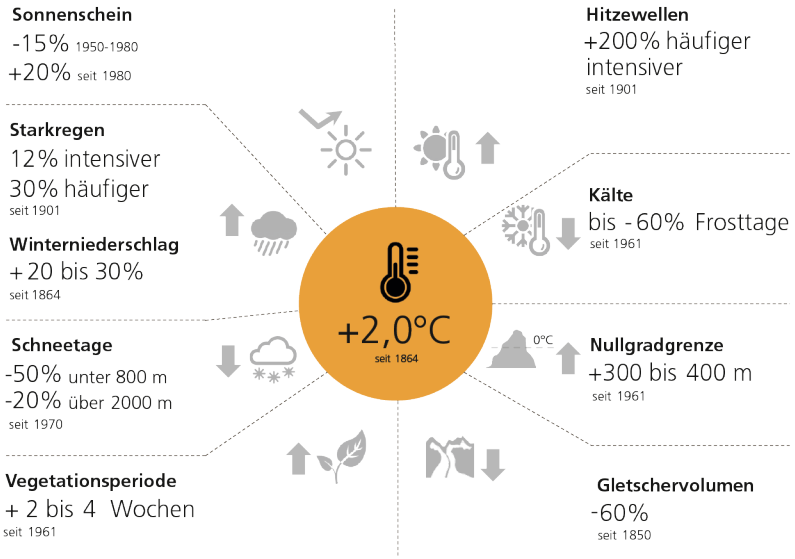
Obwohl die Temperaturen in der Schweiz von Jahr zu Jahr schwanken, ist die Erwärmung seit Beginn der Klimamessungen klar erkennbar. Die Trendlinie über den Messzeitraum zeigt eine Erwärmung von 2 Grad Celsius von 1864 bis 2017. Der Durchschnitt über die Normperiode 1981–2010 ist gestrichelt eingezeichnet.

Generell wärmer: Jahresmitteltemperatur 1864–2017

In allen Landesteilen ist es heute deutlich wärmer als früher. Neun der zehn wärmsten je gemessenen Jahre traten im 21. Jahrhundert auf. Die Abbildung zeigt die Abweichung vom Durchschnitt der Jahre 1961–1990. Weitere Informationen zum Klima der Schweiz finden Sie auf www.meteoschweiz.ch.



Beobachtete Veränderungen



WIE ENTSTANDEN DIE KLIMASZENARIEN?

Was sind die Folgen weiter zunehmender Treibhausgase, und welchen Erfolg versprechen umfassende Senkungen des Treibhausgasausstosses? Diese Frage lässt sich nur mit Computersimulationen von Klimamodellen beantworten. Die Klimaszenarien CH2018 übersetzen die komplexen wissenschafltlichen Ergebnisse der Klimamodelle in verständliche Aussagen.

Simulationen mit insgesamt 21 verschiedenen Computermodellen, die an Europäischen Forschungsinstitutionen betrieben werden, bilden die Grundlage der Klimaszenarien CH2018. Die Analyse mehrerer Simulationen erlaubt eine Abschätzung der Unsicherheiten, die mit den Klimaszenarien verbunden sind.

Mithilfe von statistischen Verfahren lässt sich die Auflösung der Ergebnisse weiter stark verfeinern: Wenn langjährige, zuverlässige Messungen vorliegen, sind Aussagen für bestimmte meteorologische Messstandorte oder sogar flächendeckende Karten mit einer horizontalen Maschenweite von zwei Kilometern möglich – beispielsweise für Temperatur und Niederschlag.

Mit und ohne Klimaschutz

Hauptursache des globalen Klimawandels ist der verstärkte Ausstoss von Treibhausgasen durch den Menschen seit der Industrialisierung. Die Hauptrolle spielt Kohlendioxid (CO_2), das überwiegend bei der Verbrennung von fossilen Treib- und Brennstoffen, aber auch bei der Abholzung von Wäldern, entsteht. Mitverantwortlich sind weitere Gase – vor allem Methan, das sich durch Vergärung bildet, etwa in Sümpfen, Mägen von Rindern und auf Reisfeldern. Diese Gase reichern sich in der Erdatmosphäre an und verstärken dort den natürlichen Treibhauseffekt.

Ob und wie schnell die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre weiter ansteigt, hängt vom Verhalten der Menschheit ab. Werden alle bekannten Klimaschutzmassnahmen ausgeschöpft, gelingt es, den Ausstoss der Treibhausgase rasch und nachhaltig zu vermindern. Werden hingegen keine Massnahmen ergriffen, so steigen die Emissionen ungebremst.

* Der Technische Bericht zu CH2018 betrachtet zusätzlich eine mittlere Entwicklung mit begrenztem Klimaschutz (RCP4.5).

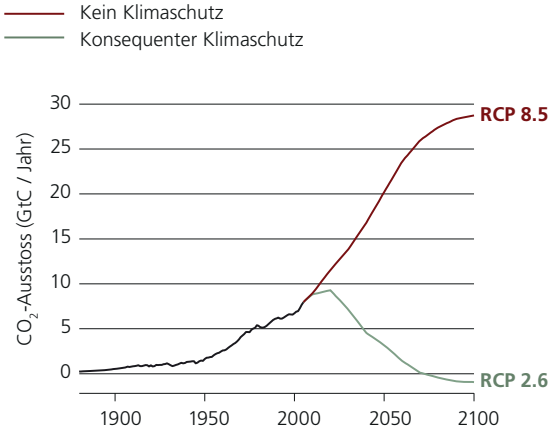
Die Klimaszenarien CH2018 bilden die ganze Bandbreite zwischen diesen beiden Extremen ab. In Anlehnung an die Arbeiten des Weltklimarats IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) berücksichtigen sie zwei* mögliche Entwicklungen der zukünftigen Treibhausgas-Emissionen:

- *Konsequenter Klimaschutz:* Mit einer umgehend eingeleiteten Senkung der Emissionen auf praktisch Null wird der Anstieg der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre bis etwa in 20 Jahren gestoppt. Damit lassen sich die Ziele des Pariser Klimaabkommens von 2015 wahrscheinlich erreichen und die globale Erwärmung auf zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Zustand begrenzen (RCP 2.6**).

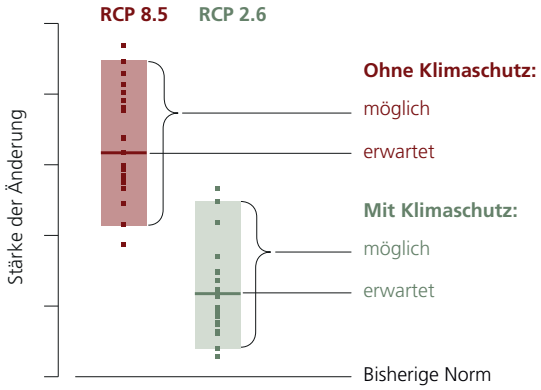
- *Kein Klimaschutz:* Klimaschutzmassnahmen werden nicht ergriffen. Trotz des technischen Fortschritts nehmen daher die klimawirksamen Emissionen stetig zu – und mit ihnen die Erwärmung. (RCP 8.5**).

** Representative Concentration Pathway

Emissionsszenarien
Weltweiter netto CO_2-Ausstoss aus fossilen und industriellen Quellen
(Quelle: Angepasst von IPCC 2013/WGI/Box 1.1/Figure 3b)



Streuung der Ergebnisse
Einzelne Modellsimulationen als Punkte



Resultate lesen

Die Klimaszenarien CH2018 beschreiben jeweils einen Mittelwert der Klimaverhältnisse über einen Zeitraum von drei Jahrzehnten. Sie gruppieren sich um die Jahre 2035, 2060 und 2085. Wenn es im Text also «Mitte des Jahrhunderts» oder «2060» heisst, bezieht sich dies auf den Zeitraum von 2045–2074. Entsprechend bedeutet «Ende des Jahrhunderts» die Jahre 2070–2099.

Als gegenwärtige Norm des Schweizer Klimas gilt der Zeitraum von 1981 bis 2010. Diese dreissig Jahre bilden den Ausgangspunkt der Simulationen und dienen als Referenzzeitraum für sämtliche Angaben über zukünftige Veränderungen gegenüber dem heutigen Klima. Dabei ist zu beachten, dass sich das Klima inzwischen bereits wieder verändert hat und die Temperaturen seit den 1980er-Jahren noch schneller ansteigen als zuvor.

Natürlich werden auch in Zukunft einzelne Jahre von den erwarteten Durchschnittswerten abweichen. Wie wir es bereits heute kennen, sind in jedem Jahr einzelne Klimaphänomene schwächer oder stärker ausgeprägt als im langjährigen Mittel.

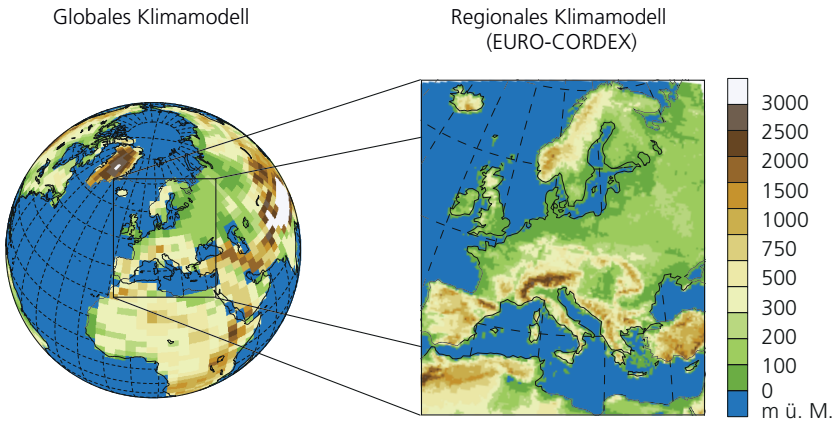
Simulationen berechnen, wie sich das Klima unter dem Einfluss ansteigender oder sinkender Mengen von Treibhausgasen verhalten würde. Da sich alle Modelle unterscheiden, liefern sie auch leicht unterschiedliche Resultate – selbst wenn der modellierte Zeitraum und die Einflüsse übereinstimmen.

Die Projektionen der Klimamodelle streuen immer über einen gewissen Bereich. Je die Hälfte der Werte liegen über respektive unter dem sogenannten Median. Dieser entspricht am ehesten dem absehbaren Wert und wird daher im Rahmen der Klimaszenarien als «erwartet» bezeichnet (dunkle Linie in Grafik).

Das zweithöchste Ergebnis der Klimamodelle markiert die obere, das zweittiefste die untere Grenze des dargestellten Bereichs. So wird das Ergebnis nicht allein von den extremsten Werten bestimmt. Alle Werte innerhalb der oberen und unteren Grenze des Bereichs werden im Rahmen der Klimaszenarien CH2018 als «möglich» bezeichnet (gefärbte Balken in Grafik). Die Wahrscheinlichkeit, dass die realen Werte innerhalb des «möglichen» Bereichs liegen werden, beträgt schätzungsweise zwei Drittel.

Die simulierten Änderungen sind von Ort zu Ort leicht unterschiedlich. Für eine schweizweite Angabe von Änderungen zu den einzelnen Klimaszenarien wurde der gerundete Medianwert aus fünf Teilgebieten der Schweiz gewählt. Detaillierte Angaben zu den Änderungen in diesen fünf CH2018-Regionen sind dem Technischen Bericht zu entnehmen.

Es gibt keine Simulation, in denen gleichzeitig alle Aspekte der Klimaveränderung stark ausgeprägt sind. Einige Simulationen zeigen beispielsweise eine starke Sommertrockenheit an, während sie eher auf moderatere Starkniederschläge hinweisen. Es ist damit unwahrscheinlich, dass die extremsten Werte aller beschriebenen Klimagrössen gleichzeitig auftreten.



Die für die Klimaszenarien CH2018 verwendeten Computermodelle sind Bestandteil von EURO-CORDEX («Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment – European Domain»). Diese Initiative des Weltklimaforschungsprogramms hat zum Ziel, globale Klimasimulationen für Europa zu verfeinern. Dazu werden regionale Klimamodelle verwendet.

Klimamodelle

Ein Computermodell ist ein System von physikalisch-mathematischen Formeln und Prozeduren, welche die realen Verhältnisse vereinfacht abbilden. Klimamodelle sind ähnlich aufgebaut wie Modelle, die für Wettervorhersagen eingesetzt werden. Sie beschränken sich jedoch nicht auf die untere Atmosphäre, wo sich das Wetter abspielt, sondern simulieren Ozeanströmungen und teilweise die Wechselwirkung mit Schnee, Eis und Vegetation.

Mit der Hilfe von Klimamodellen und leistungsfähigen Computern lässt sich das Klima Schritt für Schritt in die Zukunft vorausberechnen. So lassen sich die Auswirkungen der Treibhausgasemissionen auf das Klima ermitteln. Dabei zeigen globale Modelle, wie sich das Klima weltweit verändern könnte. Ihre räumliche Auflösung ist allerdings zu gering, um das örtliche Klima eines kleinen Landes wie der Schweiz zu erfassen. Deshalb werden für verschiedene Erdteile regionale Klimamodelle verwendet. Ihre Ergebnisse liegen heute in einer Auflösung von 12 bis 50 Kilometer vor.

Klimaschwankungen verschleiern die Trends

Auch wenn das Klima das «durchschnittliche Wetter» an einem Ort darstellt, unterliegt es natürlichen Schwankungen. So können Klimagrössen wie Temperatur und Niederschlag über Jahrzehnte stark schwanken. Die Klimaszenarien stellen Abschätzungen zum zukünftigen Zustand des Klimas dar. Dies schliesst sowohl den langfristigen Trend aufgrund der Treibhausgasemissionen als auch natürliche Schwankungen mit ein.

Die Schwankungen der Klimagrössen können über Jahrzehnte hinweg grösser sein als der langfristige Trend. Ein Beispiel dafür ist die vorübergehende Dämpfung des globalen Temperaturanstiegs zwischen 1998 und 2012, der als Hiatus («Unterbrechung») in den Medien kontrovers diskutiert wurde. Umgekehrt ist aber auch eine vorübergehende Verstärkung des langfristigen Trends möglich.

Theoretische Überlegungen zum Klimawandel, Klimamodelle und bisherige Messreihen stimmen in ihren Aussagen gut überein. Daher ist davon auszugehen, dass sich die simulierten Trends langfristig durchsetzen. Dies gilt auch dann, falls die Messungen für die nächsten Jahre aufgrund natürlicher Schwankungen kurzfristig einen anderen Verlauf zeigen.

WARUM NEUE KLIMASZENARIEN?

Die Klimaszenarien CH2018 bestätigen die bisher bekannten Trends, zeichnen jedoch ein wesentlich detaillierteres Bild der Schweizer Klimazukunft. Nutzerinnen und Nutzer finden auf der Website **www.klimaszenarien.ch** umfangreiche weiterführende Informationen und Datensätze.

Die ersten Arbeiten an nationalen Klimaszenarien begannen Anfang dieses Jahrhunderts. Die ersten umfassenden Abschätzungen wurden im Bericht «Klimaänderung und die Schweiz 2050» (CH2007) vorgelegt. Vier Jahre später folgten die «Szenarien zur Klimaänderung in der Schweiz CH2011». CH2018 – die neue Generation der Schweizer Klimaszenarien – wartet mit einigen Neuerungen auf:

Erweiterte Wissensgrundlage

Gegenüber dem letzten Bericht kamen Beobachtungsdaten für sieben weitere Jahre hinzu. Dies erlaubt eine genauere Erfassung der bisherigen Trends in Messreihen. Auch die neuesten Erkenntnisse aus der Wissenschaft flossen in die Szenarien CH2018 ein. So wurden beispielsweise die Erkenntnisse aus dem fünften Sachstandbericht des IPCC Weltklimarats berücksichtigt, der 2013 erschien.

Mehr und bessere Modelle

Im Laufe der letzten Jahre entstand eine neue Generation globaler und regionaler Klimasimulationen. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Klimaforschung und den neusten Modellen. Die neuen Simulationen verfügen über die vierfache räumliche Auflösung gegenüber jenen, die 2011 für den letzten Bericht verwendet wurden. Zudem wurden die statistischen Verfahren verfeinert, um eine noch bessere Lokalisierung zu ermöglichen.

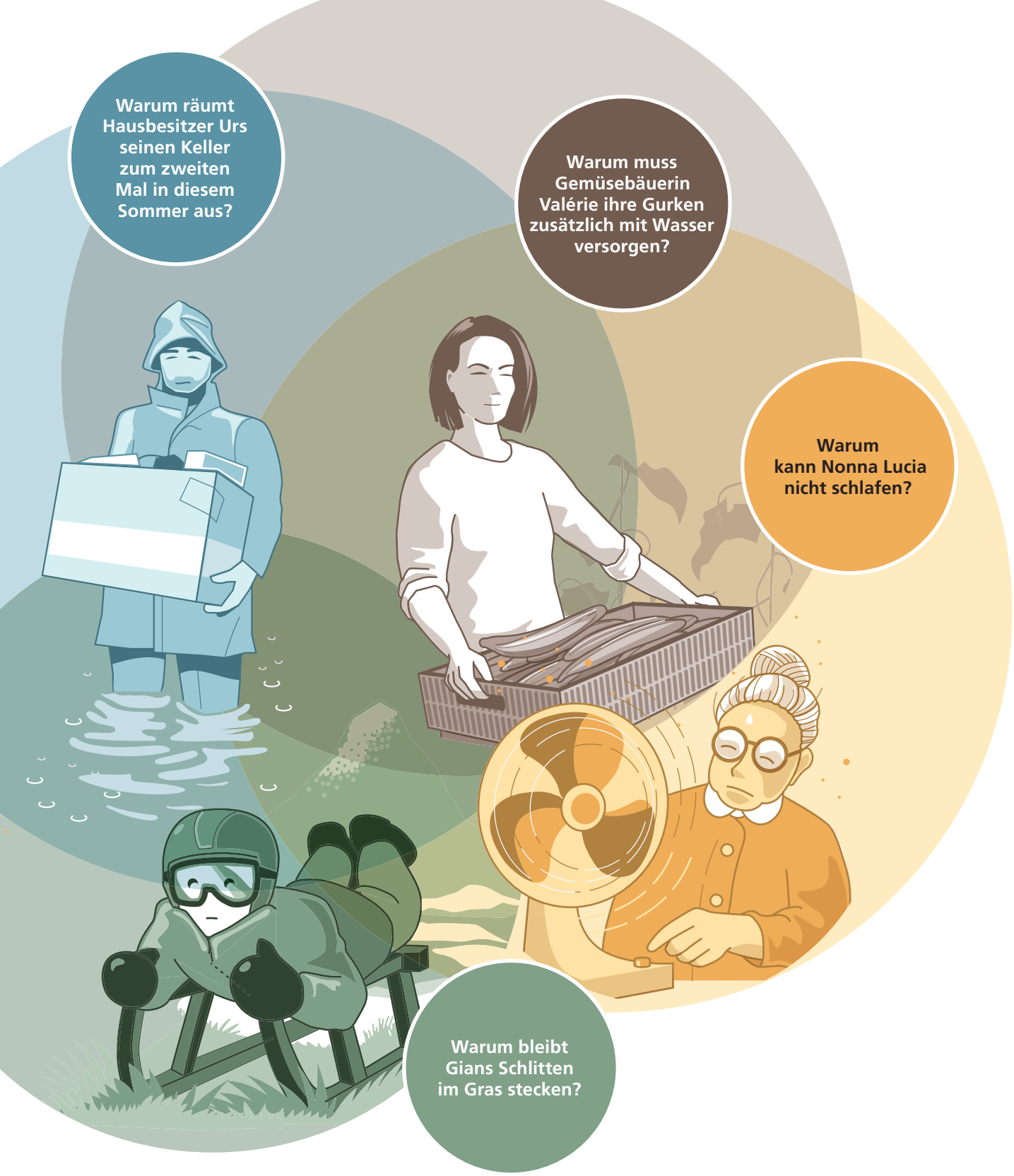
Grössere Praxisnähe

Das verfügbare Wissen über die Bedürfnisse der Nutzerinnen und Nutzer wächst laufend. Die aktuellen Klimaszenarien liefern daher konkretere Informationen zu einer Reihe von Schlüsselbereichen. Dazu gehören etwa Extremereignisse und ortsbezogene Klimaindikatoren.

Die neuen Klimaszenarien bestätigen und erweitern das in den vorausgegangenen Untersuchungen gezeichnete Bild des zukünftigen Klimawandels in der Schweiz. Neu gibt es aber für verschiedene, bislang nur qualitativ bekannte Trends auch konkrete Werte, so etwa für Niederschlagsextreme.

Seit 2014 ist die regelmässige Erstellung von Klimaszenarien ein offizielles Mandat des Bundes, um Entscheidungsträgern die aktuellsten Planungsgrundlagen für Anpassungen an den Klimawandel zu liefern. Bereits jetzt zeichnen sich wichtige Neuentwicklungen ab: So bildet bereits eine neue Generation von globalen Klimamodellen die Basis für den kommenden sechsten Sachstandsbericht des IPCC Weltklimarats. Gleichzeitig erreichen Klimamodelle immer höhere Auflösungen. Zurzeit sind zum Beispiel grosse Forschungsanstrengungen mit regionalen Modellen einer räumlichen Auflösung von zwei Kilometern im Gange. Sie simulieren erstmals direkt kleinräumige Vorgänge wie Gewitter oder Föhn.

Entscheidend für die erfolgreiche Weiterentwicklung neuer Schweizer Klimaszenarien wird die konsequente Berücksichtigung der Nutzerbedürfnisse sein. Dieser regelmässige Austausch zwischen Produzenten und Anwendern von Klimadienstleistungen ist die vordringliche Aufgabe des National Centre for Climate Services (NCCS) in den kommenden Jahren.



Wie stark der Klimawandel die Schweiz verändert, und was ein konsequenter Klimaschutz dagegen auszurichten vermag, beschreiben die neuen Klimaszenarien CH2018. Sie beruhen auf neuesten Computersimulationen und erlauben den bisher genauesten Blick in unsere Klimazukunft. **www.klimaszenarien.ch**