Klima: Was müssen wir erwarten?

Inhalt

1. Wie hat sich das Klima bis heute verändert?
2. Welches Klima mit bzw. ohne griffigen Klimaschutz?
3. Auswirkungen auf Natur, Gesellschaft und Wirtschaft
4. Fazit

Zu den unmittelbaren, globalen Auswirkungen der Klimaerhitzung zählen nebst dem Temperaturanstieg Veränderungen der Niederschlagsmuster und der Wasserverfügbarkeit, häufigere Wetterextreme (Hitzewellen, Dürren, Stürme, Überschwemmungen) sowie der Anstieg des Meeresspiegels in tief liegenden, dicht besiedelten und wirtschaftlich intensiv genutzten Küstengebieten.

Diese Auswirkungen treffen jene Länder und Regionen am härtesten, denen die finanziellen oder technischen Möglichkeiten fehlen, um sich daran anzupassen, z.B. Pakistan oder die Philippinen. Gleichzeitig sind das in der Regel Länder, die selber vergleichsweise wenig zur Klimaerhitzung beitragen. So ist zum Beispiel Pakistan mit über 230 Millionen Einwohner:innen nur für 1 Tonne CO_2 pro Person und Jahr verantwortlich; die Schweiz mit ihren knapp 9 Mio. Einwohner:innen hingegen verantwortet rund 12 Tonnen CO_2 pro Person und Jahr. Aber auch finanzstarke Länder wie die Schweiz werden durch die Auswirkungen der Klimaerhitzung herausgefordert und sind – falls diese nicht rasch gestoppt wird – mit hohen Kosten konfrontiert.

1. Wie hat sich das Klima bis heute verändert?

In der Schweiz gibt es seit 1864 verlässliche Langzeitmessungen des Klimas. Sie zeigen klare Belege für die Klimaerhitzung:

- Der Erwärmungstrend ist seit den 1960er-Jahren ungebrochen; er hat sich in den letzten Jahrzehnten deutlich beschleunigt.
- Die wärmsten Jahre seit Messbeginn traten fast ausnahmslos im 21. Jahrhundert auf.
- Die letzten zehn Jahre waren in der Schweiz 2,5 °C wärmer als der vorindustrielle Durchschnitt.

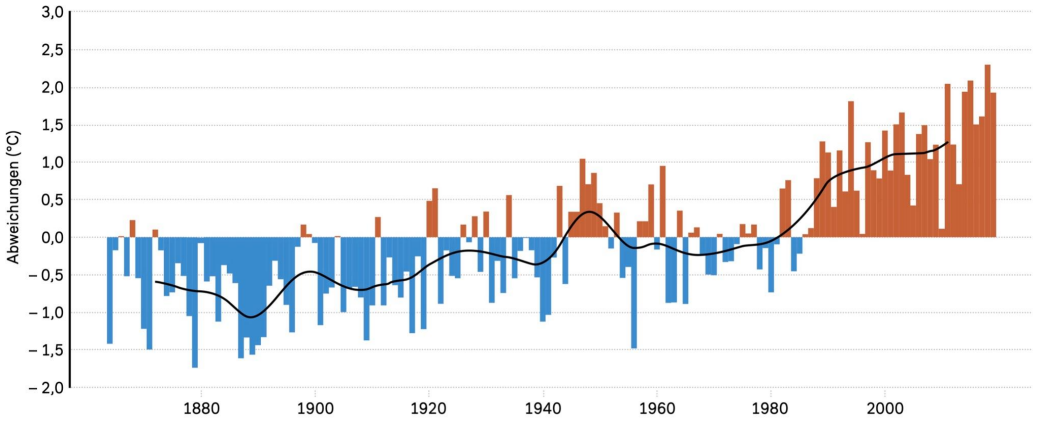

Abb.: Durchschnittliche Temperaturen, gemittelt über die ganze Schweiz, 1864 bis 2019. Die schwarze Kurve zeigt das 20-jährige, gewichtete Mittel.
Quelle: MeteoSchweiz / aus: Bundesamt für Umwelt: Klimawandel in der Schweiz, 2020.

Durch die Klimaerhitzung wird das Wetter auch extremer. So sind Hitzewellen, aber auch Starkniederschläge deutlich häufiger und intensiver geworden.

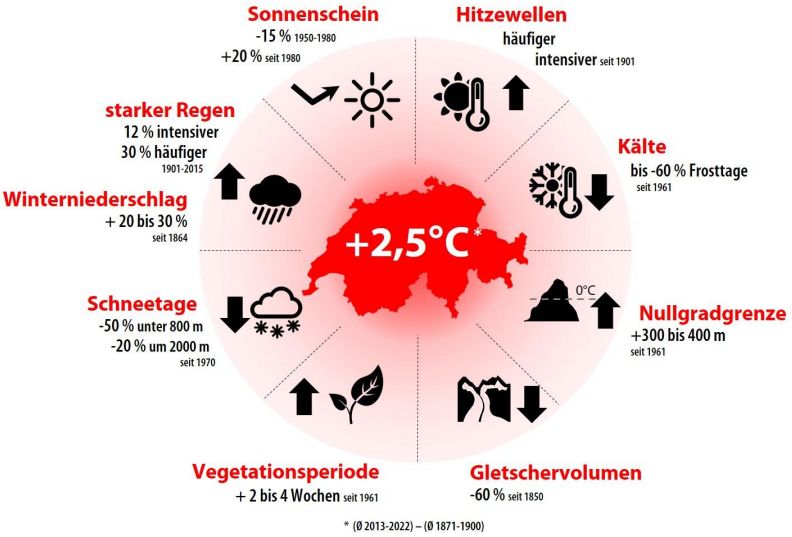

Abb.: Wichtige Veränderungen des Schweizer Klimas basierend auf Beobachtungsdaten © BAFU/MeteoSchweiz (2020), aufdatiert und angepasst.

Hitzewellen, wie sie 2003, 2015, 2018 und 2022 aufgetreten sind, aber auch häufigere **Hitzetage** und **Tropennächte** haben einschneidende Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Dies äussert sich z. B. in einem Anstieg der Sterblichkeit sowie in zusätzlichen Notfall-Spitaleintritten als Folge von Flüssigkeitsmangel oder verschlechterter Herz- beziehungsweise Lungenfunktion.

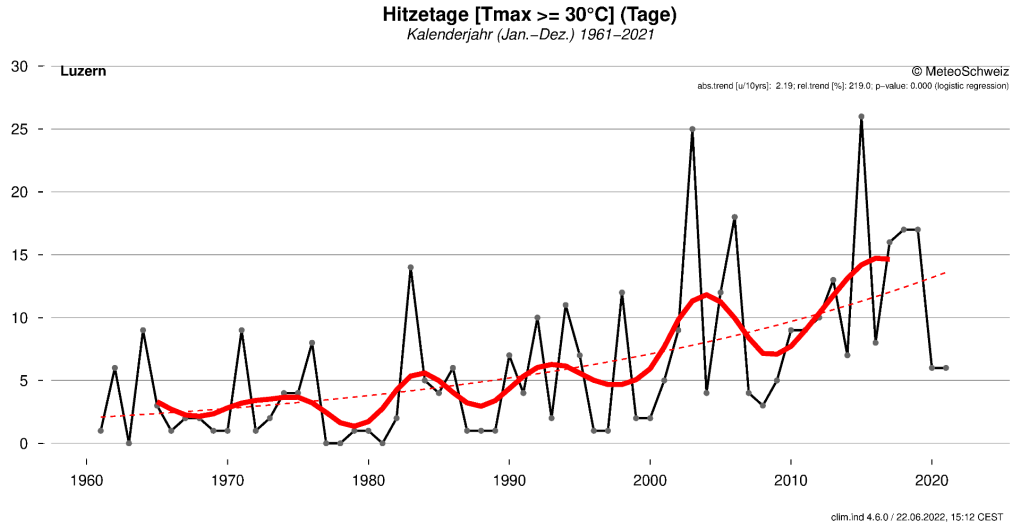

Abb.: Anzahl Hitzetage pro Jahr in Luzern, 1961 bis 2021. Die rot gestrichelte Linie zeigt den statistisch signifikanten positiven Trend. Die durchgezogene rote Linie zeigt das 11-jährige gleitende Mittel. Quelle: Meteoschweiz.

Starkniederschläge und auftauender **Permafrost** erhöhen das Risiko von Überschwemmungen, Erdrutschen, Murgängen, Felsstürzen und anderen Naturgefahren. Dies gefährdet die Bevölkerung und führt zu Schäden an Häusern, Verkehrsverbindungen, wichtigen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen sowie Kulturland.

Vier von fünf Gemeinden in der Schweiz waren in den letzten fünfzig Jahren von Schäden durch **Hochwasser** betroffen. Gut ein Fünftel der Schweizer Bevölkerung ist heute der Gefahr von Überschwemmungen ausgesetzt. Knapp 2 Millionen oder rund ein Drittel aller Arbeitsplätze liegen in Gebieten, die von Naturgefahren bedroht sind. Mit dem zunehmenden Wert von Infrastrukturen und Sachwerten und bei gleichzeitig fortschreitender Klimaerhitzung nimmt das Schadenspotenzial weiter zu.

Abbildung 39
Orte mit Schäden durch Hochwasser, Murgänge, Rutschungen oder Sturzprozesse (Felsstürze/Steinschlag), 1972–2020

Nicht nur im Berggebiet und an gewässernahen Zonen ist man mit Naturgefahren konfrontiert, sondern überall in der Schweiz. Aufgrund der Siedlungsentwicklung und des Klimawandels erhöhen sich die Risiken trotz aller Schutzanstrengungen stetig.

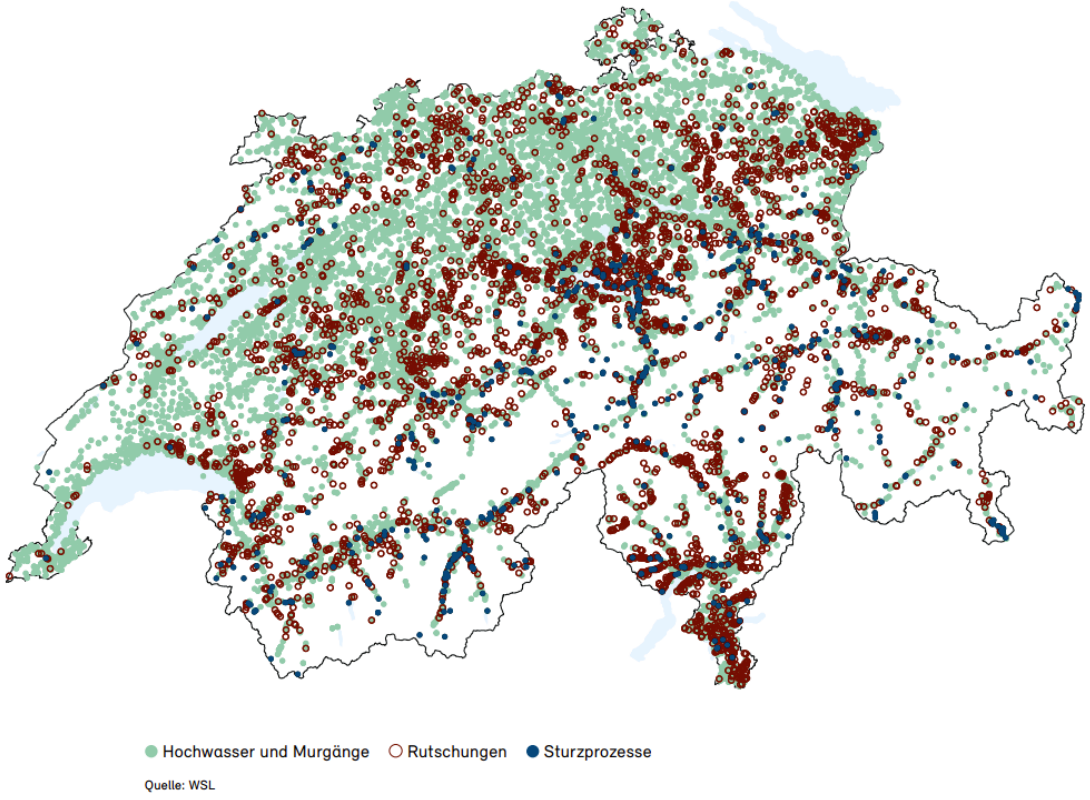

Abb.: Eidg. Institut für Wald, Schnee und Landschaft (WSL).

Weitere augenfällige Belege für die bisherige Klimaerhitzung sind der Rückgang der **Schneebedeckung** im Mittelland und das Schwinden der **Gletscher** im Gebirge. Letzteres hat dramatische Ausmasse angenommen: Allein im Sommer 2022 verloren die Schweizer Gletscher mehr als 6 Prozent ihres Volumens.

2. Welches Klima mit bzw. ohne griffigen Klimaschutz?

Die Klimazukunft der Schweiz hängt massgeblich von der Entwicklung der globalen Treibhausgasemissionen ab. Gelingt es, diese in den nächsten Jahrzehnten massiv zu reduzieren, wird sich die **Durchschnittstemperatur** in der Schweiz gemäss den nationalen Klimaszenarien CH2018 bis Ende des Jahrhunderts um 2,1 bis 3,4 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau erhöhen (Szenario «konsequenter Klimaschutz», sog. RCP2.6-Szenario). Nimmt der Treibhausgasausstoss hingegen weiterhin zu, könnte es im gleichen Zeitraum gegenüber dem vorindustriellen Niveau um 4,8 bis 6,9 °C wärmer werden (Szenario «kein Klimaschutz», sog. RCP8.5-Szenario). In diesem Szenario sinken die durchschnittlichen **Sommerniederschläge** bis Mitte des 21. Jahrhunderts um bis zu 25% (um bis zu 40% bis Ende des Jahrhunderts), **Starkniederschläge** werden um 10% häufiger (um 20% bis Ende des Jahrhunderts) und **Hitzewellen** nehmen an Intensität und Häufigkeit spürbar zu.

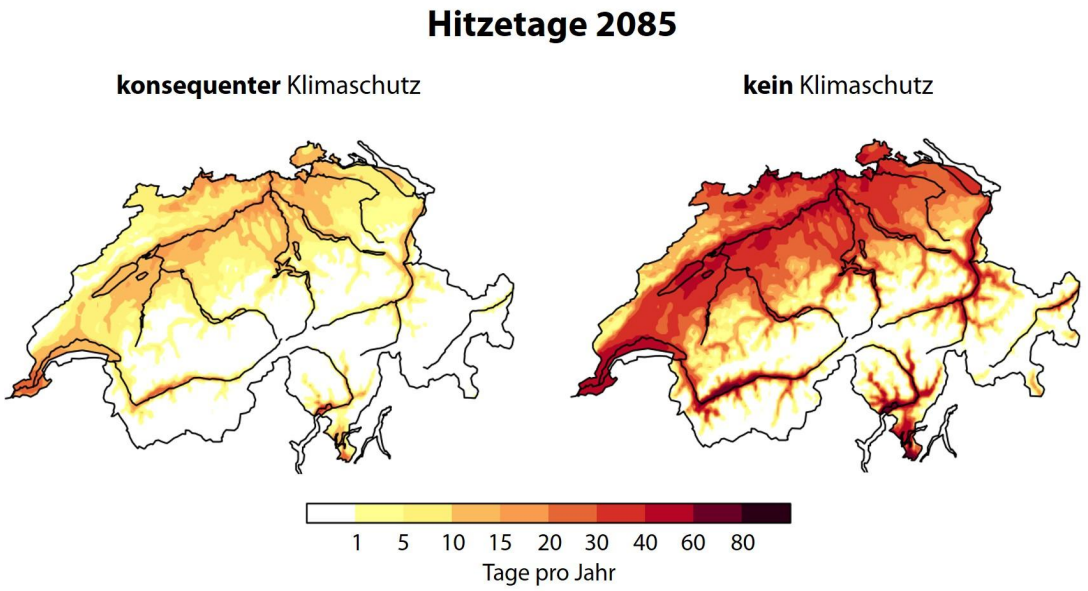

Abb.: Durchschnittliche Anzahl Hitzetage pro Jahr um das Jahr 2085, einmal mit konsequentem Klimaschutz (links) und ohne Klimaschutz (rechts). © Schweizer Klimaszenarien CH2018.

Auch der **Wasserhaushalt** der Schweiz wird sich je nach Emissionsszenario deutlich verändern. Wesentliche Gründe dafür sind der Gletscherschwund und der Anstieg der Schneefallgrenze, der zu mehr Niederschlägen in Form von Regen statt Schnee führt. Ohne Klimaschutzmassnahmen wären bis zum Ende des Jahrhunderts nur noch ca. 5%

des ursprünglichen **Gletschervolumens** vorhanden, die **Winterabflüsse** der Fliessgewässer wären rund 30% höher als heute und im Gegenzug würden die **Sommerabflüsse** um rund 40% zurückgehen. Extreme und lang anhaltende sommerliche **Niedrigwasserperioden** wären in den nicht-alpinen Gebieten deutlich häufiger zu erwarten. Gegen Ende des Jahrhunderts könnte eine **Trockenheit**, wie sie bisher ein bis zweimal in zehn Jahren auftrat, jedes zweite Jahr vorkommen. Auf der anderen Seite nimmt auf lokaler Ebene mit den häufiger und intensiver werdenden Starkniederschlägen das Risiko für **Hochwasser** zu.

Mit konsequentem Klimaschutz liesse sich rund ein Drittel des Gletschervolumens retten, die Sommerabflüsse gingen nur um 10% zurück und jene im Winter nähmen nur um 10% zu. Auch mit Hochwasser, Niedrigwasser und Trockenheit wäre in geringerem Umfang zu rechnen.

3. Auswirkungen auf Natur, Gesellschaft und Wirtschaft

Die Klimabedingungen haben massgeblichen Einfluss auf den Lebens- und Wirtschaftsraum Schweiz.

Eine fortschreitende Klimaerhitzung schränkt die Möglichkeiten der **Wassernutzung** durch den Menschen zunehmend ein. Trinkwassergewinnung, Bewässerung, Stromproduktion oder Kühlung werden zeitweise an Grenzen stossen. Lokal muss mit Einschränkungen in der Wassernutzung gerechnet werden. Verschiedene Verwendungszwecke (Trink-/Brauchwasser, Bewässerungswasser, Kühlwasser, Wasser zur Stromerzeugung, etc.) müssen gegeneinander abgewogen werden und potenzielle Schäden an Ökosystemen durch die Wassernutzung sind zu berücksichtigen.

Temperatur und Niederschlagsänderungen beeinflussen die Lebensräume von Tier- und Pflanzenarten und damit die **Biodiversität**. Wärmeempfindliche Arten verschwinden und neue, invasive Arten können sich ausbreiten. Der Temperaturanstieg der Gewässer begünstigt Krankheiten bei Wasserlebewesen, und das Trockenfallen von Bächen und Flüssen verursacht Fischsterben. Ökosystemleistungen wie Bodenfruchtbarkeit, Erosionsschutz, und Kohlenstoffspeicherung können – zumindest bis sich ein neues Klimagleichgewicht einstellt – vermindert sein.

Für langlebige Pflanzen wie Bäume spielt die Geschwindigkeit der Klimaerhitzung eine entscheidende Rolle. Bei schnellem Temperaturanstieg ist die Mehrzahl der Arten überfordert. Die **Waldwirtschaft** muss frühzeitig auf sich verändernde Produktionsbedingungen reagieren. Wälder, die unter Trockenstress leiden, werden anfälliger für Schädlingsbefall, fangen leichter Feuer und verlieren ihre Schutzfunktion

vor Naturgefahren wie Lawinen, Steinschlag und Erosion. Gleichzeitig besteht die Gefahr, dass viel im Holz gespeichertes CO_2 freigesetzt wird.

Veränderte Wasserverfügbarkeit und häufigere Wetterextreme steigern die Produktionsrisiken in der **Landwirtschaft**. Der Aufwand für Bewässerung und Schädlingskontrolle (inkl. invasive Arten) steigt, es kommt häufiger zu Ernteeinbussen, und Nutztiere müssen vor Hitze geschützt werden. Auf der anderen Seite wirken sich mildere Temperaturen (längere Vegetationsperiode) auf die Anbaubedingungen grundsätzlich positiv aus und bieten Chancen für wärmebedürftige Kulturen.

Hohe Temperaturen und häufigere Hitzewellen belasten die **Gesundheit** von Mensch und Tier. Insbesondere für alte und pflegebedürftige Menschen sowie für Kleinkinder und Schwangere stellen sie ein erhebliches Gesundheitsrisiko dar. Speziell in Ballungsgebieten muss mit extremen Temperaturen gerechnet werden. Ohne Klimaschutzmassnahmen dürfte um 2060 bereits ein normaler Sommer in der Schweiz zu etwa 650 vorzeitigen Todesfällen infolge von Herz-Kreislauf- und Lungenbeschwerden führen, kombiniert mit einer Hitzewelle wäre diese Zahl noch deutlich höher. Die Klimaerhitzung kann ausserdem zum Auftreten neuer Krankheitsüberträger bzw. -erreger sowie Allergene führen und negative Effekte auf die Lebensmittelsicherheit haben. Hitzestress bei Tieren beeinträchtigt nicht nur das Wohlergehen, sondern auch die Fortpflanzung, das Wachstum und die Produktivität.

Auch die **Industrie** und der **Dienstleistungssektor** sind von den Auswirkungen der Klimaerhitzung betroffen. Aufgrund einer Analyse der SwissRe ist die Klimaerhitzung langfristig die grösste Gefahr für die Weltwirtschaft. Werden keine Gegenmassnahmen ergriffen, droht die Weltwirtschaft deutlich zu schrumpfen. Die Folgen können gemildert werden, wenn entschiedene Massnahmen ergriffen werden, um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen.

Erwartete Auswirkung verschiedener Szenarien auf das globale BIP bis 2050 im Vergleich zu einer Welt ohne Klimaerhitzung:
minus 18 % ohne Gegenmassnahmen (Anstieg um 3,2 °C)
minus 4 % bei Erreichen der Ziele des Pariser Abkommens (Anstieg < 2 °C).[1]

Die Effekte der Klimaerhitzung im Ausland auf die Schweiz tangieren sowohl wirtschaftliche Bereiche wie den Import und Export von Gütern und Dienstleistungen (Wirtschaftsleistung, Nahrungsmittelversorgung, Energieversorgung,

[1] Die Zahlen bezeichnen einen Rückgang des Bruttoinlandsprodukts (BIP) gegenüber einem Basis-Szenario ohne Klimaerhitzung.

Finanzdienstleistungen) als auch Bereiche wie Sicherheit, Migration und Entwicklungszusammenarbeit.

Gemäss einer Untersuchung zu den Auswirkungen auf sechs ausgewählte Bereiche der Schweizer Wirtschaft (Gesundheit, Gebäude und Infrastrukturen, Energie, Wasserversorgung, Landwirtschaft, Tourismus) ist bei einer ungebremsten Klimaerhitzung im Vergleich zu einer Begrenzung auf +2 °C bis 2060 mit Mehrkosten von rund 2,8 Milliarden Franken pro Jahr zu rechnen (ohne mögliche Zusatzkosten durch häufigere Extremwetterereignisse). Bis Ende des Jahrhunderts könnten die BIP-Einbussen in der Schweiz 12 % erreichen, wenn sich die aktuelle globale Emissionsentwicklung ungebremst fortsetzt. Berücksichtigt man hingegen auch die positiven Effekte klimapolitischer Massnahmen zur Eindämmung der Klimaerhitzung (beispielsweise Innovationsanreize oder reduzierte Gesundheitskosten), so dürfte der volkswirtschaftliche Nutzen die direkten Kosten übersteigen.

Die Auswirkungen der Klimaerhitzung auf die Schneesicherheit in den Wintertourismusgebieten der Schweiz illustriert die nachstehende Abbildung.

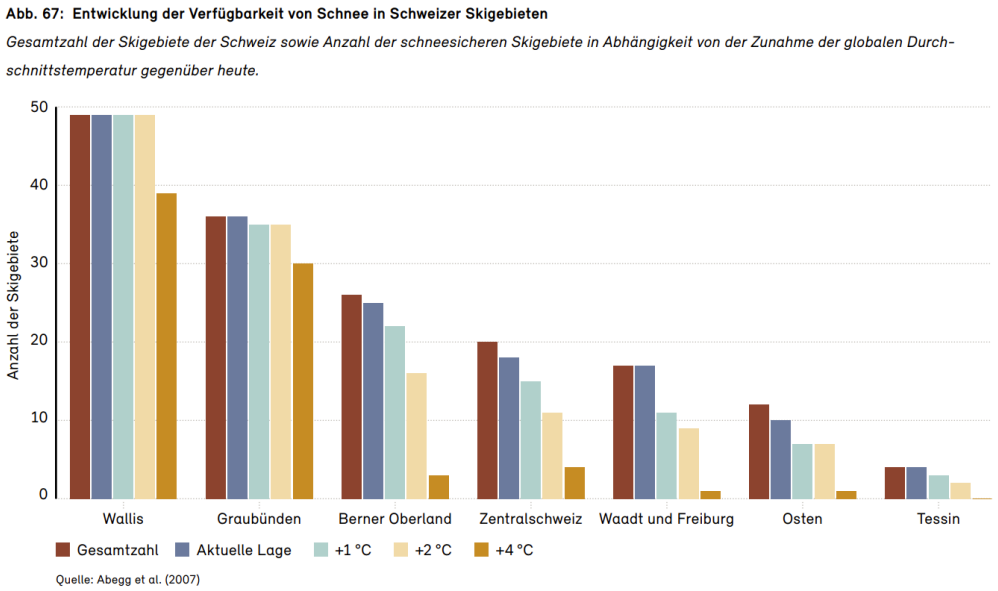

Abb.: Entwicklung der Verfügbarkeit von Schnee in Schweizer Skigebieten, je nach globaler Erwärmung. Bundesamt für Umwelt: Klimawandel in der Schweiz, 2020..

4. Fazit

- Die umfassende Verminderung des weltweiten Treibhausgasausstosses auf netto null würde den Temperaturanstieg und weitere klimatische Veränderungen in der Schweiz stark eindämmen.
- Mit konsequentem Klimaschutz liessen sich bis 2060 etwa die Hälfte, bis im Jahr 2100 zwei Drittel der möglichen Auswirkungen auf das Klima der Schweiz vermeiden.
- Die aktuell beobachtete Klimaerhitzung wird sich auch bei konsequentem Klimaschutz noch einige Zeit fortsetzen. Um die Folgen zu bewältigen, sind Anpassungsmassnahmen erforderlich. Es bestehen aber Grenzen bei der Möglichkeit, sich an die Auswirkungen einer ungebremsten Klimaerhitzung anzupassen. Wenn diese Grenzen nicht überschritten werden sollen, sind rasche Schritte in Richtung netto null Treibhausgasemissionen zwingend erforderlich.