
Wo können wir 2060 noch Ski fahren?

Es fällt trotz wissenschaftlicher Warnungen schwer, sich die Folgen des Klimawandels auszumalen. Wir versuchen es: mit einer Szenarien-Visualisierung zu den Schweizer Skigebieten.

Von [Andreas Moor](#) und [Simon Schmid](#), 06.02.2019

Strahlend weiss: So präsentiert sich die Alpenlandschaft diesen Winter. Über den Hängen liegt Puderzucker, Skifahrerinnen und Snowboarder zieht es in die Berge. Und für einmal ist im Schweizer Tourismus, der über die letzten Jahre wirtschaftlich gebeutelt wurde, alles einfach nur gut.

Blickt man in die Zukunft, verdüstern sich aber die Aussichten. Klimaberechnungen legen nahe, dass Winter wie dieser zunehmend zur Ausnahme werden. Die Flocken werden spärlicher vom Himmel fallen und durch milde Bodentemperaturen schneller zum Schmelzen gebracht, sagen Forscher: Die Schneedecke wird dünner, besonders in tiefen bis mittleren Lagen.

Wo also ist Skifahren in vierzig Jahren noch möglich? Wo liegt genug, wo zu wenig Schnee? Um ein plastisches Bild zu zeichnen, haben wir ein drohendes Szenario interaktiv visualisiert – und zwar anhand der Schweizer Skigebiete.

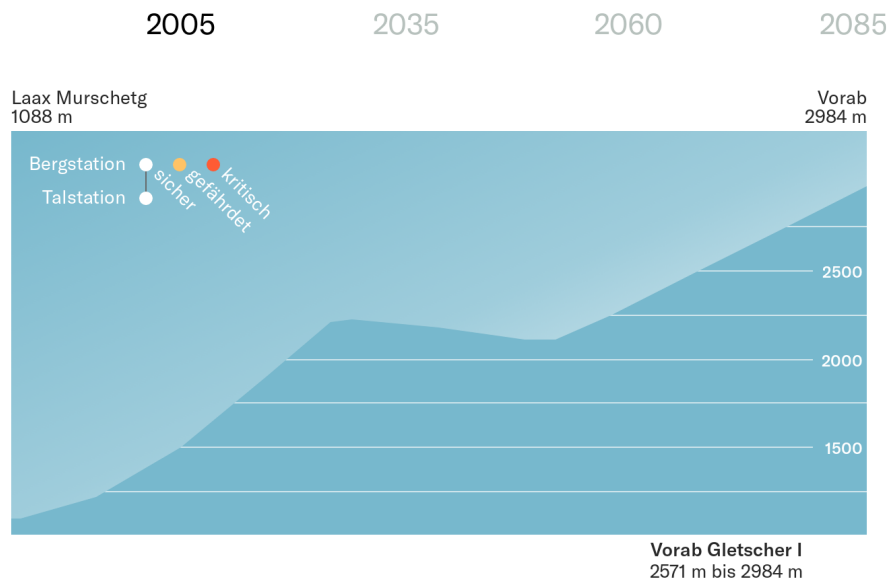
Der gefährdete Snowpark

Zum Beispiel für Laax, ein Skigebiet in Graubünden, das für seinen Snowpark voller Sprungschanzen berühmt ist und viele Freestyler anzieht. Wir haben daraus 23 Lifte analysiert, die direkt mit einer Piste verbunden sind. Für jede Anlage sind zwei Punkte eingezeichnet: die Bergstation und die Talstation.

- **Weiss** bedeutet: Hier ist es schneesicher – an dieser Stelle liegt während mindestens 100 Tagen pro Jahr über 30 cm Naturschnee.
- **Gelb** bedeutet: Hier ist ein rentabler Skibetrieb nur schwierig möglich – es braucht viel Kunstschnee.
- Und **Rot** heisst: Hier ist die natürliche Schneedecke während weniger als 40 Tagen über 30 cm dick – der Skibetrieb lohnt sich an dieser Stelle nicht mehr, die Kunstschneeproduktion ist stark eingeschränkt.

Wie sich die globale Erwärmung auf die Schneesicherheit in Laax auswirkt, ist anhand von vier Zeitpunkten dargestellt: für die Referenzperiode des Modells im Jahr 2005 sowie für die im Szenario simulierten Jahre 2035, 2060 und 2085. Klicken Sie auf die Jahreszahlen, um die Prognosen anzusehen!

Laax



Quelle: [Marty et al. \(2017\)](#). ○ Naturschneedecke über 30 cm während mindestens 100 Tagen pro Jahr vorhanden. ● 40 bis 100 Tage lang Naturschnee über 30 cm. ● Unter 40 Tage lang Schneedecke über 30 cm.

Die Jahresangaben beziehen sich auf den Durchschnitt über eine Dreissigjahresperiode. Die Angabe für 2035 bedeutet zum Beispiel, wie hoch die erwarteten Werte im Mittel über die Jahre 2020 bis 2049 sein werden.

Die Visualisierung macht klar, wie stark ein fortschreitender Klimawandel den Wintersport an Orten wie Laax in Zukunft treffen würde:

- **Aktuell (bzw. 2005)** liegt fast das gesamte Skigebiet im weissen Bereich. Das heisst: Es gibt einerseits genug Naturschnee, und es ist andererseits auch genug kalt, um mit Kunstschnee den Skibetrieb zu gewährleisten.
- **2035** liegen einige Talstationen der Laaxer Ski- und Sessellifte, die sich zwischen 1500 und 2000 Metern über Meer befinden, bereits im gelben Bereich. Die untersten Punkte sind rot. Das heisst, es braucht deutlich mehr Kunstschnee, die Talabfahrt nach Flims oder Laax wird bereits an deutlich weniger Tagen offen sein als heute.
- **2060** gibt es auch unmittelbar unterhalb des Crap Sogn Gion auf 2200-Metern über Meer nicht mehr genug Naturschnee, um problemlos eine Skisaison zu bestreiten. Im weissen Bereich liegen dann nur noch eine Handvoll Lifte rund um den Vorab-Gletscher von 2200 bis knapp 3000-Höhenmetern. Alle anderen Pisten müssen intensiv beschneit werden.
- **2085** wird schliesslich das ganze Skigebiet gelb-rot. Nur noch an den höchstgelegenen Punkten ist genug Naturschnee vorhanden. Mit dem Skibetrieb, wie wir ihn heute kennen, ist es im Bündner Skiort dann vorbei.

Den Verantwortlichen bei den Bergbahnen in Laax und dem Nachbardorf Flims ist die Gefahr bewusst. «Man merkt bereits jetzt, wie die Schneefallgrenze aufgrund des Klimawandels steigt», sagt Reto Fry, Energie- und Umweltverantwortlicher der Weisse-Arena-Gruppe. «Wenn es früher zum Beispiel bis Trin Mulin schneite, also 300 Höhenmeter unterhalb des Dorfes, so schneit es heute noch bis Flims. Und in ein paar Jahrzehnten schneit es dann nur noch bis Foppa, also bis zur ersten Station 300 Meter oberhalb von Flims.»

Wenn es irgendwie geht, dann laufen die Schneekanonen in Laax und im dortigen Snowpark schon heute auf vollen Touren. Die Infrastruktur am Berg ist gewaltig – obwohl etwa die grosse Halfpipe am Crap Sogn Gion aus Erdmasse vorgeformt ist. Für Destinationen wie Laax ist der Klimawandel deshalb auch eine Materialschlacht, die immer schwieriger zu gewinnen ist.

Und Laax ist nicht das einzige Schweizer Skigebiet, in dem dies so sein wird.

Naturschnee reicht nicht mehr aus

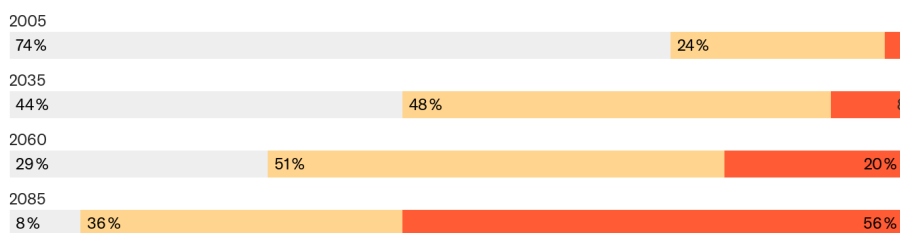
Wir haben anhand einer wissenschaftlichen Publikation des Schnee- und Lawinenforschungsinstituts SLF und der Technischen Hochschule EPFL sämtliche Skilifte in der Schweiz auf ihre Schneesicherheit hin untersucht. Insgesamt 1204 Anlagen in 151 Skigebieten wurden nach dem beschriebenen Weiss-Gelb-Rot-Schema klassifiziert. Dieses berücksichtigt einerseits die Höhenlage und andererseits die Exposition (Nord oder Süd) eines Lifts.

Die Resultate der Datenanalyse zeigen:

- Bei einem fortschreitenden Klimawandel sind 2060 nur noch 29 Prozent der **Lifte** (gemessen am Liftmittelpunkt) im weissen Bereich. Aktuell sind es 74 Prozent. Gleichzeitig steigt der Anteil der Lifte im gelben Bereich von 24 auf 51 Prozent und der Anteil von jenen im roten Bereich von 2 auf 20 Prozent.
- Jedes fünfte **Gebiet** ist bei fortschreitendem Klimawandel im Jahr 2060 vollständig im roten Bereich. Winter, in denen genug Schnee liegt, werden ab Mitte des Jahrhunderts in diesen Gebieten die Ausnahme – für den regelmässigen Betrieb reicht die Schneemenge jedenfalls nicht mehr. Darüber hinaus verfügt über die Hälfte der Gebiete höchstens noch über gelbe, aber nicht mehr über weisse Anlagen. Damit verschlechtern sich die meteorologischen und wirtschaftlichen Perspektiven in diesen Gebieten.

Skilifte ohne Schnee

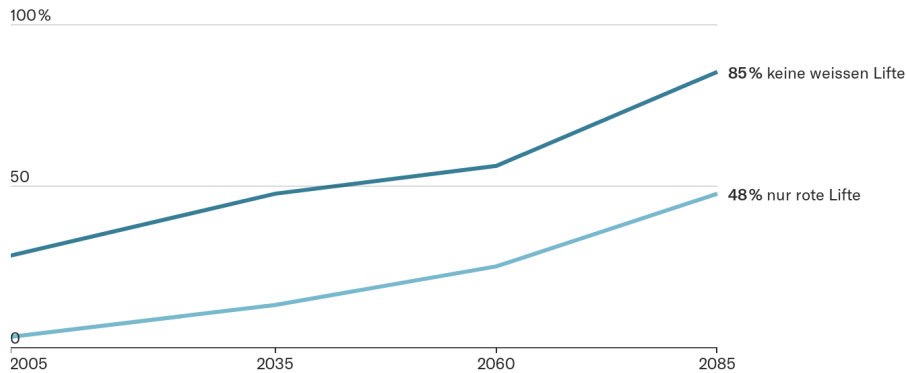
Anteil der Anlagen nach Schneesicherheitsstufe



Quelle: Eigene Analyse basierend auf Marty et al. (2017)

Skigebiete im Stress

Anteil der Skigebiete mit ausschliesslich roten bzw. keinen weissen Anlagen



Quelle: Eigene Analyse basierend auf Marty et al. (2017)

Mit den Simulationen ist naturgemäss eine gewisse Unsicherheit verbunden. Dies insbesondere, weil es sich beim Schneefall um ein lokales Phänomen handelt, das schwieriger vorauszusagen ist als etwa ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur. Zudem kann es auch bei einer starken globalen Erwärmung immer mal wieder vorkommen, dass in einzelnen Jahren kältere Temperaturen herrschen oder mehr Schnee liegt, als vom Modell angezeigt wird. Dieses gibt einen Durchschnittswert für eine Periode über 30 Jahre an.

Plötzliche Wintereinbrüche und intensive Schneefälle, wie wir sie dieses Jahr erlebt haben, wird es also auch in Zukunft geben. Doch im Durchschnitt nehmen die Schneemengen ab. Und für sämtliche Prognosen gilt: Das Risiko, dass der Klimawandel heftiger ausfällt als von Modellen vorhergesagt, ist grösser als das Risiko, dass der Klimawandel weniger heftig ausfällt.

Die Verschiebung der Zonen

Zu den Gebieten mit prekären Winteraussichten gehört etwa Gstaad. Das schicke Touristendorf im Berner Oberland zählt bereits heute zu den weniger schneesicheren Destinationen: Die Ortschaft auf 1050 Metern über Meer liegt aktuell just an der Grenze vom gelben zum roten Bereich. Und die Skihänge am Eggli, an der Wispile und an der Videmanette rund um das Dorf reichen höhenmässig nicht weit in die weisse, schneesichere Zone hinein.

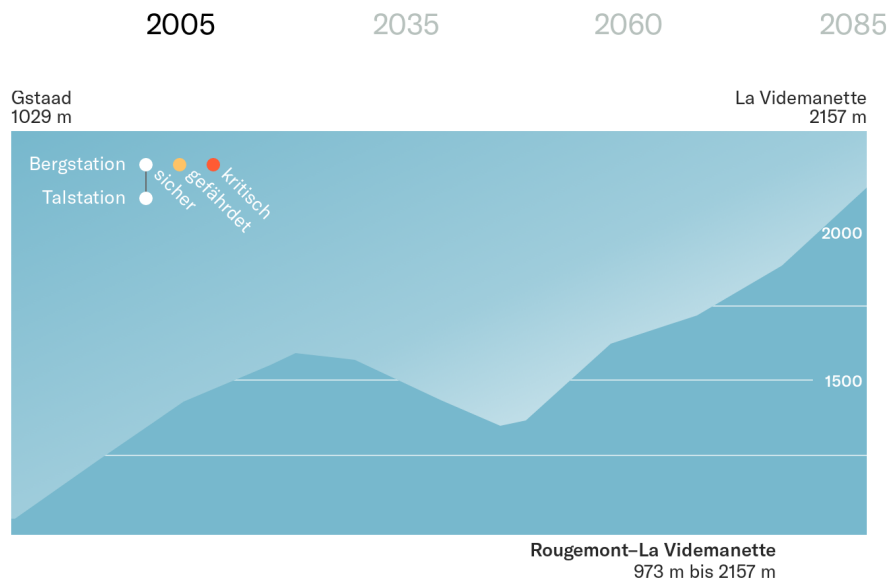
Wenn sich diese drei Zonen mit dem fortschreitenden Klimawandel immer weiter nach oben verschieben, betrifft dies auch Gstaad:

- Bis **2035** wandert das Zonenschema um etwa 200 bis 400 Höhenmeter nach oben. Mit der Folge, dass im Gstaader Skigebiet nur noch eine Handvoll Bergstationen im weissen Bereich sind. Ohne Klimaschutz ist die Schneesicherheit in Gstaad also bereits in 16 Jahren akut gefährdet: Die Touristen müssten mit viel mehr Kunstschnee als heute bei der Stange gehalten werden.
- Bis **2060** verschiebt sich das Schema bei einem unverminderten Temperaturanstieg um weitere 200 bis 400 Meter in die Höhe. In Gstaad ist in diesem Szenario nur noch ein einziger Lift auf der Höhe von gut 2000 Metern mit reinem Naturschnee befahrbar. Skifahrer müssten zwingend in die höher gelegenen Les Diablerets ausweichen.

–

2085 ist, im Fall einer über Jahrzehnte anhaltenden globalen Erwärmung, das gesamte Gstaader Skigebiet schliesslich rot oder gelb. Der Übergang von der roten zur gelben beziehungsweise von der gelben zur weissen Zone liegt in diesem extremen Szenario dann um insgesamt 800 bis 1000 Meter höher als heute.

Gstaad



Wichtig an den Berechnungen und Visualisierungen ist: Sie beruhen auf der Annahme, dass die Politik keine besonderen Anstrengungen unternimmt, um den Klimawandel zu stoppen. Verbesserungen, etwa bei der Energieeffizienz oder beim Einsatz von nicht fossilen Energieträgern, würden lediglich durch den üblichen technischen Fortschritt zustande kommen.

Dies mag eine unrealistische Annahme sein angesichts der Tatsache, dass sich die Staaten im Pariser Abkommen vor drei Jahren verpflichtet haben, die globale Erwärmung gegenüber vorindustriellen Zeiten auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu beschränken. Zum Vergleich: Im Klimaszenario hinter dieser Datenanalyse steigt die Erdtemperatur bereits bis 2035 um knapp unter 2 Grad, bis 2060 um ungefähr 2,5 Grad und bis 2085 sogar um 3,5 Grad. In der Schweiz steigen die winterlichen Temperaturen sogar leicht stärker.

Doch auszuschliessen ist eine solche Entwicklung nicht. Im Gegenteil. «Die Klimaschutzmassnahmen, die bislang von den Mitgliedsstaaten des Pariser Abkommens versprochen wurden, reichen nicht im Geringsten aus, um den Temperaturanstieg langfristig auf deutlich unter 2 Grad zu begrenzen», sagt Andreas Fischlin, Klimaforscher an der ETH Zürich. «Schätzungen gehen davon aus, dass die Temperaturen ohne eine Verschärfung der beschlossenen Massnahmen bis 2100 tatsächlich um 3 bis 4 Grad steigen können.»

Die letzten Neuigkeiten zum Klimawandel sind nicht eben verheissungsvoll. So sind die weltweiten Emissionen von Treibhausgasen 2017 nach einigen rückläufigen Jahren wieder gestiegen. In Frankreich ist Präsident Emmanuel Macron mit der Einführung einer Treibstoffsteuer gescheitert, und in Brasilien wurde mit Jair Bolsonaro ein neuer Präsident gewählt, der von Klimaschutz nicht viel hält. In den USA hat Präsident Donald Trump in

Aussicht gestellt, Ende 2020 aus dem Pariser Klimaabkommen auszutreten (obwohl nach Umfragen eigentlich zwei Drittel der Amerikaner dagegen sind).

Schneesicherheit ab 2000 Metern

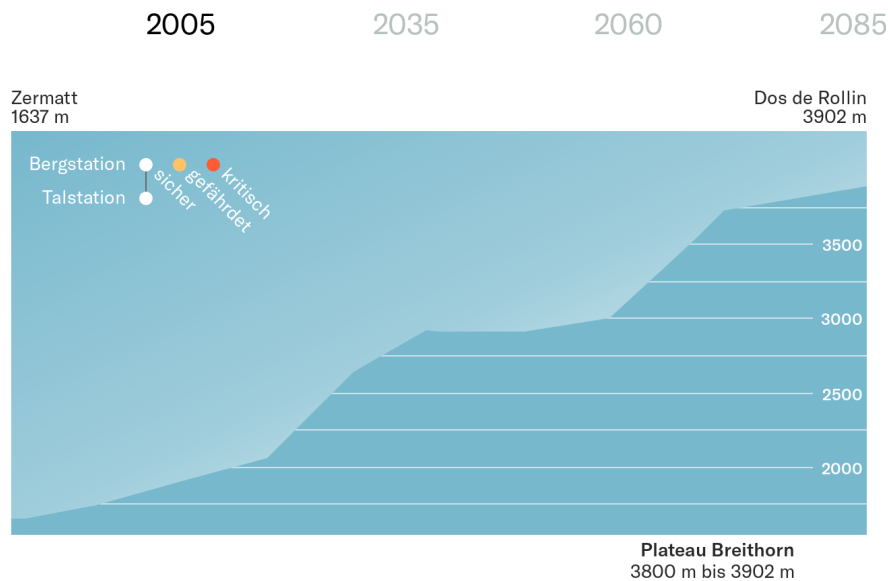
Sofern sich die Bolsonaros und Trumps dieser Welt also durchsetzen und es nicht gelingt, den Klimawandel einzudämmen, wird die hiesige Bergwelt im Winter zukünftig also weniger weiss aussehen als heute. Die Saison für alpinen Wintersport wird je nach Höhenstufe und Jahr zwei bis fünf Wochen später beginnen und zwei bis elf Wochen früher aufhören. Die grössten Veränderungen werden dabei zwischen 1500 und 2500 Metern zu beobachten sein. Fast 40 Prozent der Skianlagen fallen in diesen Bereich.

Klimatologe Christoph Marty, auf dessen Forschungsarbeiten die Analyse beruht, warnt davor, diesen Ausblick auf die leichte Schulter zu nehmen. «Der Klimawandel wird für den Wintersport einschneidende Folgen haben», sagt der Wissenschaftler, der am SLF in Davos den Einfluss des Klimas auf die Schneedecke erforscht. «Bereits heute sind viele Destinationen stark auf Kunstschnee angewiesen. In Zukunft wird diese Abhängigkeit zunehmen. Der Skisport wird sich auf wenige, hoch gelegene Gebiete konzentrieren.»

Zu diesen Gebieten zählt Zermatt im Wallis. Sämtliche dortigen Anlagen liegen nach heutigem Stand im weissen Bereich. Bis 2035 und auch bis 2060 wird sich dies kaum ändern: Die dreissig Gondelbahnen, Sessel- und Skilifte am Fusse des Matterhorns werden selbst dann noch sehr schneesicher liegen, wenn viele andere Skigebiete es nicht mehr sind. Fast alle Zermatter Bahnen liegen über 2000 Metern, die höchste Gondelbahn fährt bis auf 3800 Meter über Meer.

Selbst im Fall eines ungebremsten Temperaturanstiegs bis 2085 ist Zermatt eines der wenigen Gebiete, deren Skianlagen weiter im weissen Bereich liegen. Das heisst nicht, dass dann jeden Winter garantiert genug Naturschnee liegt – Zermatt ist eigentlich eine verhältnismässig schneearme Region, bereits heute werden dort mit über 1200 Schneekanonen rund 75 Prozent der Pisten technisch beschneit. Doch es bedeutet, dass die Temperaturen genug tief sind, dass auf jeden Fall genug Kunstschnee für die Aufrechterhaltung des Skibetriebs produziert werden kann.

Zermatt



Das Beispiel von Zermatt zeigt, dass die Höhe (neben der Exposition) im Hinblick auf die Schneesicherheit als Faktor am stärksten ins Gewicht fällt.

Daneben spielt auch das Mikroklima eine Rolle, wie Christoph Marty erklärt. Zum Beispiel kriegt Engelberg in der Innerschweiz regelmässig mehr Schnee ab als andere Skigebiete auf ähnlicher Höhe; und in Grindelwald (BE) oder Ulrichen (VS) liegt oft mehr Schnee als im Dorf Zermatt. Doch von der Höhe hängt letztlich ab, ob der Schnee liegen bleibt oder rasch wieder schmilzt.

Weniger Schnee bleibt liegen

Das Beispiel des Bündner Skiorts Lenzerheide illustriert, warum das so ist. Dabei befinden wir uns weiterhin im Szenario eines ungebremsten Temperaturanstiegs bis ins Jahr 2085:

- In diesem Szenario reduziert sich die Anzahl der Tage, an denen Schnee fällt, im Durchschnitt über alle Liftanlagen in der Lenzerheide von aktuell 68 auf zukünftig 39 Tage. Das entspricht einem Rückgang um 43-Prozent.
- Im fast identischen Szenario (mehr dazu in der Infobox am Ende dieses Texts) reduziert sich die Dicke der Schneedecke im Februar über alle Liftanlagen um 68 Prozent.

Der Klimawandel führt also in der Lenzerheide zu einer verhältnismässig kleinen Abnahme der Anzahl Neuschneetage und zu einem verhältnismässig grossen Rückgang der mittleren Schneetiefe. Dieses Muster ist typisch.

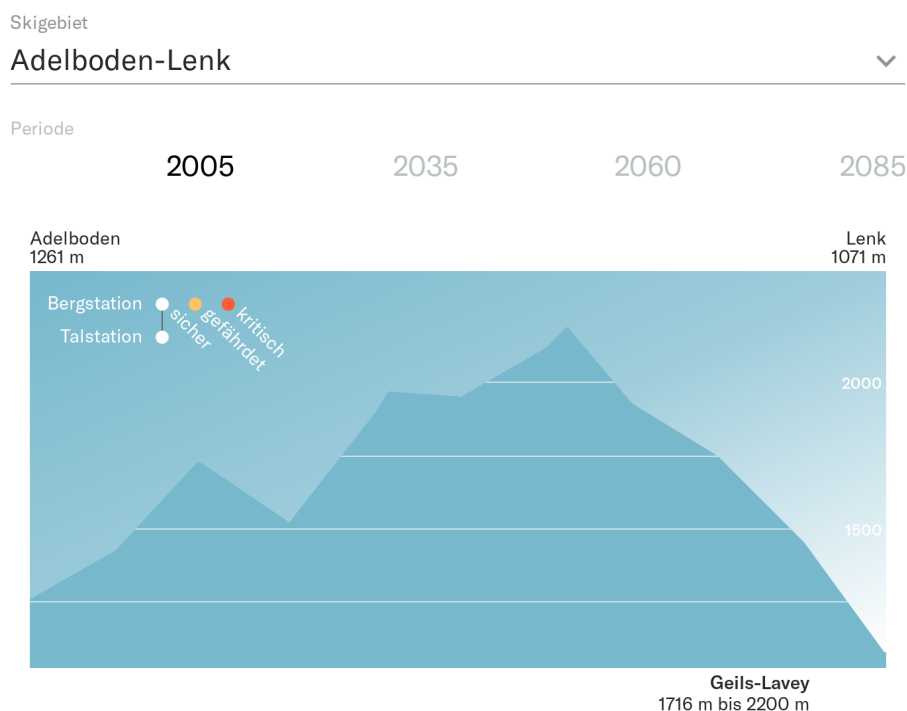
Der Grund dafür ist die höhere Temperatur: Sie ist dafür verantwortlich, dass häufiger Regen statt Schnee fällt, und bringt den einmal gefallenen Schnee schneller wieder zum Schmelzen – was die Schneedecke reduziert. Die Temperatur wiederum hängt hauptsächlich von der Höhe ab.

Das Skigebiet in der Lenzerheide reicht von 1500 bis 2850 Meter über Meer, viele Pisten liegen im Bereich von rund 2000 Metern. Südhänge, die der

prallen Sonne ausgesetzt sind, gibt es fast nicht. Das bedeutet, dass die Lenzerheide im Vergleich zu anderen Gebieten weniger stark vom Klimawandel betroffen ist.

Trotzdem macht man sich in der Bündner Destination, die 2014 mit Arosa verbunden wurde, ernste Gedanken. «Schon heute werden rund 60 Prozent all unserer Pisten beschneit», sagt Samuel Lorez, technischer Leiter der Lenzerheide Bergbahnen AG. «Doch es ist fraglich, ob die Temperaturen für die Kunstschneeproduktion in Zukunft in den unteren Lagen noch tief genug sein werden.» Das Zeitfenster, in denen das Thermometer unter null Grad fällt, werde bereits jetzt immer kleiner. Entsprechend würden immer leistungsfähigere Anlagen gebraucht, um den Skibetrieb in der unteren Hälfte des Gebiets aufrechtzuerhalten. «Man muss innerhalb von wenigen Stunden die Hänge komplett einschneien können.»

Wie sich die Situation in der Lenzerheide – und in weiteren Schweizer Ski-gebieten – präsentiert, zeigt die folgende Grafik. Sie ist interaktiv: Wählen Sie aus der Liste die Destination aus, die Sie interessiert – und untersuchen Sie, welchen Einfluss der Klimawandel auf die Schneesicherheit ausübt.



Die globale Erwärmung ist in vollem Gange. Wie sich der Klimawandel bereits heute auf den Schneefall ausgewirkt hat, war kürzlich im «Tages-Anzeiger» zu lesen: Minus 17 Prozent Schneetage werden heute etwa in Klosters gezählt.

Steigen die Temperaturen weiter, so drohen noch grössere Einbussen. Wie der Thinktank Avenir Suisse in einer Studie schreibt, steht dem Tourismus in diesem Fall ein Umdenken bevor. Skifahren könnte zum Premiumprodukt werden, das nur noch reichen Bevölkerungsschichten in einzelnen Resorts zugänglich ist. Derweil müssen die Destinationen nach neuen Ertragsquellen suchen: Über 90 Prozent des Jahresumsatzes werden etwa in Laax in der Wintersaison erzielt.

Ob es den Bergbahnen, Restaurants und Hotels in den Alpen gelingt, ihr Geschäftsmodell anzupassen, ist aus ökologischer Sicht jedoch nicht der zentrale Punkt. «Wenn der Worst Case beim Klima eintritt, ist Skifahren das kleinste der Probleme», sagt Reto Fry von der Weisse-Arena-Gruppe. «Dann geht es nicht mehr darum, ob Touristen verschneite Berglandschaften vorfinden, sondern um die Stabilität des ganzen alpinen Ökosystems.»

Um einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, hat man in Laax Massnahmen beschlossen. Der Skitourismus soll umweltfreundlich gestaltet werden: Sämtlicher Strom für das Skigebiet stammt aus CO₂-neutralen Quellen, neue Seilbahnen werden mit Solarpanels verkleidet, die Abwärme der Motoren wird zur Beheizung der umliegenden Gebäude genutzt. «Wir wollen helfen, das schlimmste Szenario beim Klimawandel zu verhindern», sagt Reto Fry.

Die Analyse der Schweizer Skigebiete und ihrer Liftanlagen dient in diesem Licht betrachtet vor allem der Veranschaulichung: um bildlich aufzuzeigen, wie heftig die globale Erwärmung tatsächlich ausfallen kann – sofern sich weder die gesetzgebenden Politiker noch die Konsumenten mit ihrem Verhalten aufrufen und den Ausstoss von Treibhausgasen reduzieren.

Wie wir vorgegangen sind

Die Datenauswertung basiert auf einer Liste von insgesamt 1657 Luftseilbahnen, Gondelbahnen, Sessel- und Skiliften in der Schweiz, die 2018 von Swisstopo bezogen wurde. Davon wurden 453 Anlagen entfernt, weil sie entweder nicht zu einem Skigebiet gehören oder nur eine Zubringerfunktion erfüllen. Die verbleibenden Anlagen wurden in Anlehnung an eine Liste von MySwitzerland einem von insgesamt 151 Skigebieten zugeteilt. Dazu zählen einige grosse, aber auch viele kleine Gebiete, die nur über einen oder eine Handvoll Lifte verfügen. Die Namen und die exakte Anzahl der Lifte können in der Swisstopo-Datenbank leicht von den Angaben abweichen, welche die Skigebiete auf ihren Pistenplänen machen.

Die Berg- und die Talstation sowie der Mittelpunkt jeder Anlage wurden sodann mit einem Ampelschema klassifiziert. Diese Schema wurde von Marty et al. (2017) anhand des SRES-Klimaszenarios A2 für die Region Aare erstellt und nach Absprache mit dem Autor auf die restliche Schweiz angewandt. Es berücksichtigt neben der Höhe als zentralem Parameter für die Schneesicherheit auch die Nord- oder Südexposition eines Hangs. In derselben Arbeit von Marty et al. (2017) finden sich auch Berechnungen zum Rückgang der Schneehöhe nach Höhenstufe. Als Referenzjahre bei den Berechnungen dienen die Jahre 2035, 2060 und 2085. Dabei handelt es sich um Mittelpunkte innerhalb einer dreissigjährigen Periode. Das Szenario im Jahr 2060 bezieht sich also auf einen durchschnittlichen Winter innerhalb der Jahresperiode von 2045 bis 2074.

Beim A2-Szenario handelt es sich um eines der «alten» SRES-Klimaszenarien des Internationalen Klimarats IPCC, die in dessen Berichten bis 2007 verwendet wurden. Es gleicht dem «neuen» RCP8.5-Szenario aus der sogenannten RCP-Familie, die ab 2013 verwendet wurden, ist allerdings etwas weniger extrem. Das A2-Szenario kann als Worst-Case-Szenario betrachtet werden, in dem die Welt praktisch nichts gegen den Klimawandel tut, während die Erdbevölkerung weiter wächst und sich die Technologie zum Ersatz von fossilen Brenn- und Treibstoffen nur langsam entwickelt. Die weltweiten Treibhausgasemissionen wachsen in diesem Szenario bis 2060 auf etwa die doppelte Menge wie heute an und steigen danach weiter. Die Temperatur steigt bis 2085 um rund 3,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter (aktuell beträgt der Anstieg etwa 1 Grad).

Bei der Berechnung der Anzahl Neuschneetage wurden zudem die CH2018-Klimaszenarien des National Center for Climate Services NCCS herangezogen, an dem unter anderem die ETH Zürich und Meteo Schweiz beteiligt sind. Die dortigen Berechnungen basieren auf dem RCP8.5-Szenario.