

# SCHNEE IM KLIMAWANDEL

Klima macht Schule: Davos und Parc Ela

Grundlagen



Skibetrieb beim Weissfluhjoch von Davos.

## Impressum

### Autorin und Autor:

Veronika Stöckli, Bergwelten 21 AG, Davos  
Gian Paul Calonder, Gemeinde Davos

### Bildquellen:

Wo nicht anders vermerkt stammen die Bilder von der Autorin oder dem Autor.

Das Projekt "Klima macht Schule: Davos und Parc Ela" wurde von der Gemeinde Davos für die Volksschulen in Davos initiiert und später in Zusammenarbeit mit dem Parc Ela auf die Schulen der Naturparkregion erweitert. Das Projekt wurde mit Unterstützung der Volksschule Davos, der Gemeinde Davos, der Meuli-Stiftung, dem Amt für Natur und Umwelt Graubünden, dem Verein Parc Ela und dem Bundesamt für Umwelt BAFU finanziell unterstützt.

Die Inhalte der Module orientieren sich am Davoser Klimafilm. Sie ergänzen das Themendossier zum Klimawandel für den Zyklus 3, welches GLOBE Schweiz für education21 entwickeln liess.

"Klima macht Schule: Davos und Parc Ela" behandelt die folgenden Themen als Module:

- Klima – gestern, heute, morgen
- Natürliche Ursachen von Klimaschwankungen
- Natur im Klimawandel
- Schnee im Klimawandel
- Gletscher im Klimawandel
- Permafrost im Klimawandel
- Wirtschaft und Gesellschaft im Klimawandel
- CO<sub>2</sub>-Bilanz und Klimaschutz in der Gemeinde Davos

Jedes dieser Themen umfasst Grundlagen, Unterrichtsmaterialien für Schülerinnen und Schüler sowie methodisch didaktische Erläuterungen. Das vorliegende Dokument erläutert Grundlagen zum Thema **Schnee im Klimawandel**.

Davos und Parc Ela, den 1. Dezember 2020

## Schnee im Klimawandel

Schnee ist aus unserer Region kaum wegzudenken. Ab Mitte November bis in den April hinein liegt zumindest in höheren Lagen des Parc Ela und in Davos auf Hausdächern und Wiesen Schnee.

Wegen seiner langen Liegedauer ist es nicht erstaunlich, dass Schnee bei uns sehr bedeutend ist. Im Spätherbst stellen die Bewohnerinnen und Bewohner des Berggebiets ihre Arbeiten im Garten ein, holen Schneeschaukel, Winterkleider und Schneesportgeräte aus dem Keller. Am Berg werden Skipisten präpariert und im Siedlungsgebiet Strassen für die Schneeräumung vorbereitet und Unterkünfte für die Gäste geöffnet. In der Natur wechseln Schneehasen, Schneehühner und das Hermelin in ihr weisses, warmes Winterkleid. Pflanzen und Tiere drosseln ihren Stoffwechsel und gehen mit ihrer Energie sparsam um, damit sie die kalte Jahreszeit gut überstehen.

Das vorliegende Kapitel beschreibt, was Schnee genau ist, wie er in Davos und im Parc Ela vom Klimawandel betroffen ist und was das für Mensch und Natur bedeutet.



Diese Lerneinheit wird im Davoser Klimafilm illustriert über das Modul „Frau Holle wird nachlässig“.

## ZUSAMMENFASSUNG

Im Winter sind die Tage kurz und kalt. Die Landschaft ist weitgehend schneebedeckt. Beim Weissfluhjoch auf 2540 m ü. M. oberhalb von Davos liegt in der Regel bereits im Oktober der erste Schnee und er verbleibt dort bis in den Juni hinein. Im Talboden von Davos auf rund 1560 m ü. M. bleibt der Schnee in der Regel ab Ende November liegen. Anfangs März türmt er sich dort durchschnittlich 80 cm hoch. In der zweiten Hälfte des Aprils sind die Wiesen im Talboden wieder schneefrei. Weil der Schnee solange die Landschaft bedeckt, ist er für uns sehr bedeutend, sei es für den Wintertourismus, als Wasserspeicher, als Naturgefahr oder als Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Schnee besteht aus Eis, Wasser und Luft. Er entsteht hoch oben in der Atmosphäre. Feinste Wassertröpfchen gefrieren zu Eiskristallen und verbinden sich zu Schneeflocken, die allmählich auf die Erde sinken.

Die Schneedecke am Boden ist schichtartig aufgebaut und widerspiegelt die Wetterbedingungen des Winters. Schnee dämpft den Schall, reflektiert Strahlung sehr effektiv, hingegen leitet er Wärme nur schlecht oder ist für Licht nur schwach durchlässig.

Gegen das Frühjahr hin beginnt der Schnee zu schmelzen. Einzelne Schneefelder können jedoch bis weit in den Sommer hinein verbleiben, z. B. über Permafrost.

Mit dem Klimawandel schwindet der Schnee. Die Schneesaison startet heute rund 12 Tage später und endet 26 Tage früher als um 1970. Die Schneedecke hat pro Dekade um 4 bis 11 % an Höhe verloren. Ohne wirksame Massnahmen zum Schutz des Klimas wird bis zur Mitte des Jahrhunderts die Nullgradgrenze um weitere 400 - 650 m ansteigen.

Weil der Naturschnee schwindet werden Pisten und Loipen mehr und mehr künstlich beschneit. Das ist sehr aufwändig: für 1 m<sup>3</sup> Kunstschnee werden bis 9 kWh Strom und mehr als 0.5 m<sup>3</sup> Wasser verbraucht.

Mit dem Schnee verlieren wir auch ein Material mit herausragenden isolierenden Eigenschaften, die Albedo geht zurück und es stellt sich die Frage, ob der Schnee auch in Zukunft für Wirtschaft, Gesellschaft und Natur noch so bedeutend sein wird.

## ORIENTIERUNG – WAS IST SCHNEE?

Im Winter sind die Tage kurz und die Luft ist kalt. Die Landschaft im Berggebiet ist weitgehend schneebedeckt (vgl. Abbildung 1). Gesellschaft, Wirtschaft und Natur können mehr oder weniger gut damit leben. Für einige ist der Winter gar die schönste Jahreszeit.



**Abbildung 1. Im Winter versinkt das Leben im Schnee.**

Schnee prägt unsere Region. Beim Weissfluhjoch auf 2540 m ü. M. oberhalb von Davos liegt normalerweise bereits im Oktober der erste Schnee und er verbleibt dort bis in den Juni hinein. Im April, erreicht die Schneedecke ihre grösste Höhe. Sie misst dann durchschnittlich etwas über zwei Meter. So weit oben kann es auch während des Sommers hin und wieder schneien, wobei der Schnee meist nicht lange liegen bleibt.

Im Siedlungsgebiet von Davos bleibt der Schnee normalerweise ab Ende November liegen. Anfangs März liegt mit durchschnittlich 80 cm am meisten Schnee. In der zweiten Hälfte des Aprils sind die Wiesen im Talboden wieder schneefrei.

Schnee ist in unserer Region für Wirtschaft, Gesellschaft und Natur sehr bedeutend. Der Wintertourismus ist ein wichtiger Arbeitgeber und bietet zahlreiche Geschäftsmöglichkeiten. Schnee ist auch für die Wasserversorgung bedeutend. Im Schnee wird über den Winter hindurch sehr viel Wasser eingelagert. Wenn dieser Speicher schmilzt, versorgt er uns mit Grund- und Trinkwasser oder wird genutzt, um Energie zu produzieren. Ohne den Schnee wäre dieses Wasser schon lange der Nordsee zugeflossen. Schnee behindert hin und wieder unsere Mobilität. Strassen und Schienen müssen geräumt werden, wenn z. B. Lawinen niedergehen oder Bäume unter der Last des Schnees brechen.

Das Siedlungsgebiet und die Verkehrswege sind heute eher selten von Lawinen betroffen. In lawinengefährdeten Gebieten darf nicht gebaut werden und Strassen oder Bahnlinien werden mit Galerien oder Tunnels geschützt oder über den Winter ganz gesperrt.

Schnee ist bedeutend für die Natur, für Pflanzen und Tiere. Sie nutzen die Schneedecke als Lebensraum, um sich zu verstecken oder um sich vor Wind und Kälte zu schützen.

Doch woher kommt der Schnee eigentlich? Weshalb liegt an einigen Orten viel Schnee an anderen weniger? Wie sieht es im Innern einer Schneedecke aus? Warum verschwindet der Schnee mit

zunehmender Wärme wieder und was bedeutet er für uns? Und was geschieht mit ihm in Zeiten des Klimawandels? Diesen Fragen zum „Material“ Schnee gehen die folgenden Kapitel nach.

In Davos kennt man sich mit Schnee übrigens besonders gut aus. Hier ist die Schneeforschung zuhause. Das WSL-Institut SLF wurde in den dreissiger Jahren des letzten Jahrhunderts beim Weissfluhjoch im Parsennggebiet ins Leben gerufen. Noch heute ist dort ein Schnee-Versuchsfeld (vgl. Abbildung 2). Die Messreihen sind einzigartig, denn seit über 70 Jahren werden im Winter täglich die Höhe der Schneedecke und die Menge an Neuschnee gemessen.



**Abbildung 2. Versuchsfeld auf Weissfluhjoch (2540 m ü. M.) bestückt mit Messgeräten für die Erforschung des Schnees.**

#### WOHER KOMMT DER SCHNEE?

Die Schneedecke ist aus zahllosen Schneeflocken aufgebaut. Sie entstehen hoch oben in der Atmosphäre. Wenn feuchte Luft abkühlt, bilden sich aus dem Wasserdampf feinste Wassertröpfchen. Das Wasser tritt vom dampfförmigen in den wässrigen Zustand über, es kondensiert. Meist geschieht dies an feinsten Partikeln, die in der Atmosphäre schweben, z. B. an Aerosolen, Feinstaub, Pilzsporen oder Bakterien.

Die Wassertröpfchen kühlen bei eisigen Temperaturen weiter ab und gefrieren schliesslich zu Eiskristallen. Diese haben sehr unterschiedliche Formen: Nadeln, Plättchen oder Sterne. Sie haben Innerhalb kurzer Distanz zwei Phasenwechsel durchgemacht: von gasförmig zu flüssig und von flüssig zu fest. Der Gefrierpunkt des Wassers ist derart bedeutend für unser Leben, dass dieser Phasenübergang auf der Skala in Grad Celsius die „Null“ definiert.

Die Eiskristalle verbinden sich mit weiteren feinsten Wassertröpfchen und wachsen dadurch allmählich an. Sie werden zunehmend grösser und schwerer. Bald sind sie zu schwer, um in der Atmosphäre zu schweben; sie sinken allmählich in Richtung Erde. Auf ihrem Weg verbinden sich die Eiskristalle zu Schneeflocken.

Schneeflocken und Eiskristalle sind enorm vielfältig ausgeformt. Ist es sehr kalt, so bilden sich eher Plättchen oder Prismen aus, ist es etwas wärmer, so entstehen eher Sterne.

Ist der Boden ausreichend kalt, so bleiben die Schneeflocken am Boden liegen. Bei anhaltendem Schneefall türmt sich der Schnee allmählich auf. Schliesslich bildet sich eine geschlossene Schneedecke.



## DIE SCHNEEDECKE IM GELÄNDE

Einmal am Boden angelangt, wird der Schnee gelegentlich verblasen. Die Fachleute sprechen bei diesem Vorgang von „verfrachten“. Generell gilt: wo es oft und stark windet, liegt wenig Schnee, wo es hingegen eher windstill ist, häuft sich der Schnee an, z. B. in Mulden. Verfrachteter Schnee bildet an Kuppen sogenannte Wechten.



**Abbildung 3. An der windabgewandten Seite von Kuppen können imposante Wechten entstehen.**

## DIE SCHNEEDECKE ALS ARCHIV DES WINTERS

Die Schneedecke ist aus verschiedenen Schichten aufgebaut. Mit jedem Schneefall kommt eine neue Schicht hinzu. Die Schichten sind sehr unterschiedlich beschaffen. Kälte, Wärme, Wind und Sonne verändern den Schnee im Verlauf der Zeit (vgl. Abbildung 4).

Schneeforscherinnen und Schneeforscher können im Schnee quasi die Geschichte des Winters nachlesen. Sie sehen z. B. wie oft es wieviel geschneit hat und wie kalt es dabei war. Besonders nützlich ist, dass die Expertinnen und Experten sogenannte Schwachschichten erkennen können. An Schwachschichten kann die Schneedecke im Steilen abbrechen und als Lawine talwärts stürzen.



**Abbildung 4. Eine Schneedecke spiegelt das Wetter des Winters wider.**

Manche Schichten im Schnee können die Expertinnen und Experten auf den Tag genau datieren. Z. B. wenn eine Schicht Saharastaub zu sehen ist. Die beige Färbung im Schnee ist tatsächlich feinsten Sand aus Afrika. Wenn heftige Winde über die Wüste streifen, können diese den Sand aufwirbeln und feine Staubpartikel mittragen, so wie bei der Schneeverfrachtung. Mit starken Südwinden gelangt der feine Sand bis zu uns und wird hier mit dem Niederschlag aus der Atmosphäre ausgewaschen. So gelangt immer wieder ein Stückchen Afrika zu uns.

Die Schneedecke ist in ständigem Wandel. Dies in erster Linie deshalb, weil der Schnee um null Grad kalt ist, also an der Phasengrenze von fest (Eis) zu flüssig (Wasser). Die Eiskristalle und Schneeflocken verformen sich. Im Innern der Schneedecke sind nun abgerundete Eis-Formen zu erkennen.

### SCHNEE ALS MATERIAL

Schnee besteht aus Eis, Wasser und Luft, und diese drei Größen bestimmen die Materialeigenschaften von Schnee. Schnee dämpft den Schall, reflektiert die Strahlung sehr effektiv, leitet Wärme sehr schlecht und ist für Licht nur schwach durchlässig.

Der Schall eines vorbeifahrenden Zuges, Autos oder Schritte werden in einer verschneiten Landschaft leise und gedämpft wahrgenommen. Der Geräuschpegel ist tatsächlich kleiner, da Schnee den Schall nicht zurückwirft (reflektiert) sondern schluckt (absorbiert). Die Schallwellen bleiben quasi in den luftgefüllten Hohlräumen des Schnees gefangen.

Der Schnee reflektiert die kurzwellige Strahlung der Sonne sehr effektiv. Dieses Phänomen wird als Albedo bezeichnet. Über Neuschnee und bei Temperaturen unter 0 °C ist sie am höchsten (der reflektierte Anteil beträgt ca. 90 %). Bei positiven Temperaturen und über Altschnee sinkt der Wert auf 50 %.

Der Schnee weist eine geringe Wärmeleitfähigkeit aus. Das heisst, Wärme wie auch Kälte werden nur sehr zögerlich durch den Schnee hindurch geleitet. Die meist eiskalten Lufttemperaturen gelangen kaum weiter als wenige Dezimeter tief in den Schnee. Schnee ist umgekehrt also ein guter Isolator. Dies verdankt er seinem locker luftigen Gefüge.

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  („lambda“) wird in der Einheit Watt pro Meter und Kelvin angegeben. Die Wärmeleitfähigkeit liegt für Luft bei 0,026 W/m\*K, bei Wasser um 0,55 W/m\*K und bei Eis um 2,3 W/m\*K. Frisch gefallener Schnee besteht bis zu 95 % aus eingeschlossener Luft. Neuschnee isoliert somit am besten. Die Wärmeleitfähigkeit nimmt zu, je dichter der Schnee ist.

Eiskalte Luft erreicht also kaum den Boden unter einer Schneedecke. Es gilt die Faustregel, dass es am Boden unter einer Schneedecke von mehr als ca. 40 cm nicht kälter als 0 °C wird. Ausnahmen bestätigen bekanntlich die Regel. Der Boden unter einer präparierten Piste oder Loipe ist oft kälter als 0 °C, weil der Schnee durch die Pistenfahrzeuge stark verdichtet wird und somit viel schlechter isoliert. Auch im Permafrost ist der Boden unter dem Schnee kälter als 0 °C.

Die isolierenden Eigenschaften von Schnee sind für Pflanzen und Tiere vorteilhaft, denn sie schützt diese vor eisiger Kälte.



## SCHNEESCHMELZE

Gegen das Frühjahr hin beginnt der Schnee allmählich zu schmelzen. Die Energie der Sonne, warme Luft oder Regen wärmen den Schnee nach und nach bis er zu schmelzen beginnt. Die Landschaft öffnet sich und wird allmählich wieder grün. Einzelne Schneefelder verbleiben bis weit in den Sommer hinein, z. B. wo es schattig ist, am Fuss von Schuttfächern und Felswänden oder in Lawinenzügen (vgl. Abbildung 5). Schneereste können insbesondere dort überdauern, wo der Untergrund das ganze Jahr hindurch gefroren ist, z. B. über Permafrost.



**Abbildung 5. Schneefelder im Frühsommer an der Weissfluh bei Davos.**

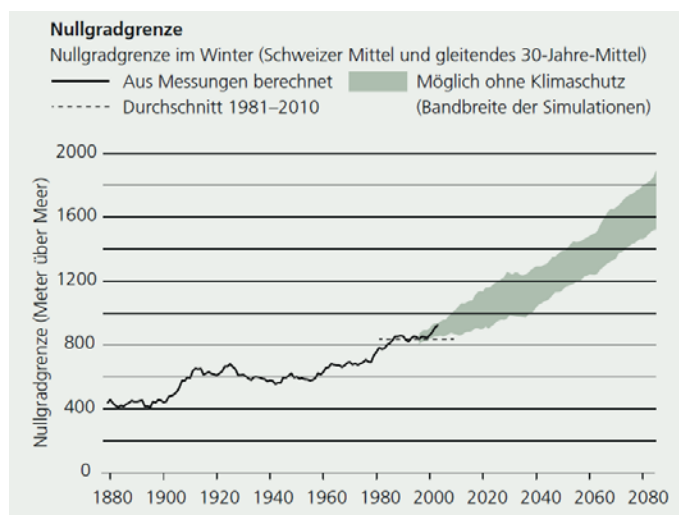
## SCHNEE IM KLIMAWANDEL

Mit dem Klimawandel ändern sich die Winter bei uns markant. Das Modul „Klima – gestern, heute, morgen“ erläutert dies genauer. In Davos ist es um 0,7 °C wärmer (Mittelwert von 1961 bis 1990 gegenüber 1981 bis 2010). Das bedeutet, dass sich die Lufttemperatur immer weiter vom Gefrierpunkt entfernt.

Die folgenden Kapitel erläutern anhand von Beispielen, wie der Klimawandel auf den Schnee wirkt und welche Folgen dies hat für Mensch und Umwelt.

## DIE SCHNEEFALLGRENZE STEIGT

Die Nullgradgrenze bezeichnet die Höhe über Meer, in der die Luft um 0 °C kalt ist, also an der Phasengrenze von flüssig (Regen) zu fest (Schnee) liegt. Mit dem Klimawandel ist die Nullgradgrenze im Winter schweizweit seit 1961 um 300 - 400 m angestiegen (vgl. Abbildung 6).



**Abbildung 6. Die Nullgradgrenze über die Jahre 1880 bis 2080. Quelle: NCCS, 2018.**

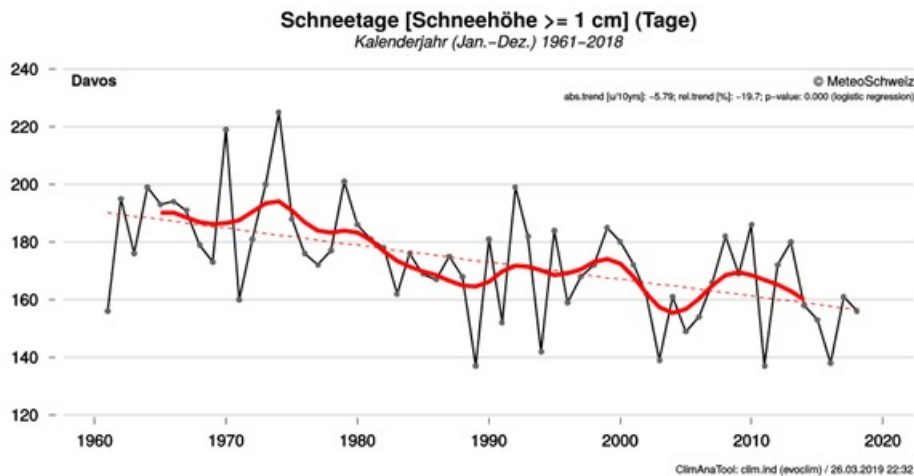
Mit der ansteigenden Nullgradgrenze regnet es mehr und es schneit weniger. Auf 2000 m ü. M. ist der Schneefall seit 1970 um 20 % zurückgegangen. Auf einer Höhe von 800 m gar um 50 %. Die Nullgradgrenze wird ohne Anstrengungen zum Schutz des Klimas bis im Jahre 2060 um weitere 400 - 650 m ansteigen.

Die Schneefallgrenze weicht von der Nullgradgrenze ab. Sie bezeichnet die Höhe über Meer, bei welcher der Niederschlag je zur Hälfte aus Schnee und aus Regen besteht. Die Schneegrenze wiederum bezeichnet die Höhe, bei welcher der fallende Schnee am Boden liegen bleibt. Die Schneegrenze liegt rund 50 - 200 m über der Schneefallgrenze und rund 200 - 400 m unter der Nullgradgrenze.

## DER SCHNEE SCHWINDET

Seit den 1960er Jahren geht der Schnee markant zurück. Er liegt rund einen Monat weniger lang auf dem Boden, wobei er vor allem immer früher taut. Die Schneesaison startet rund 12 Tage später und endet 26 Tage früher als um 1970 (vgl. Abbildung 7 und 8). Dieser Trend ist auch in Davos und im

Parc Ela feststellbar. Zudem ist auch die Schneedecke dünner geworden, sie hat in den letzten Jahrzehnten pro Dekade um 4 bis 11 % an Höhe verloren.



**Abbildung 7.** Entwicklung der jährlichen Anzahl Tage mit einer Schneedecke (mehr als 1 cm Schnee am Boden) über die Jahre 1961 bis 2018 in Davos. Das 20-jährige gleitende Mittel ist fett rot eingezeichnet, der lineare Trend ist rot gestrichelt dargestellt. Quelle: MeteoSchweiz, 2019b.

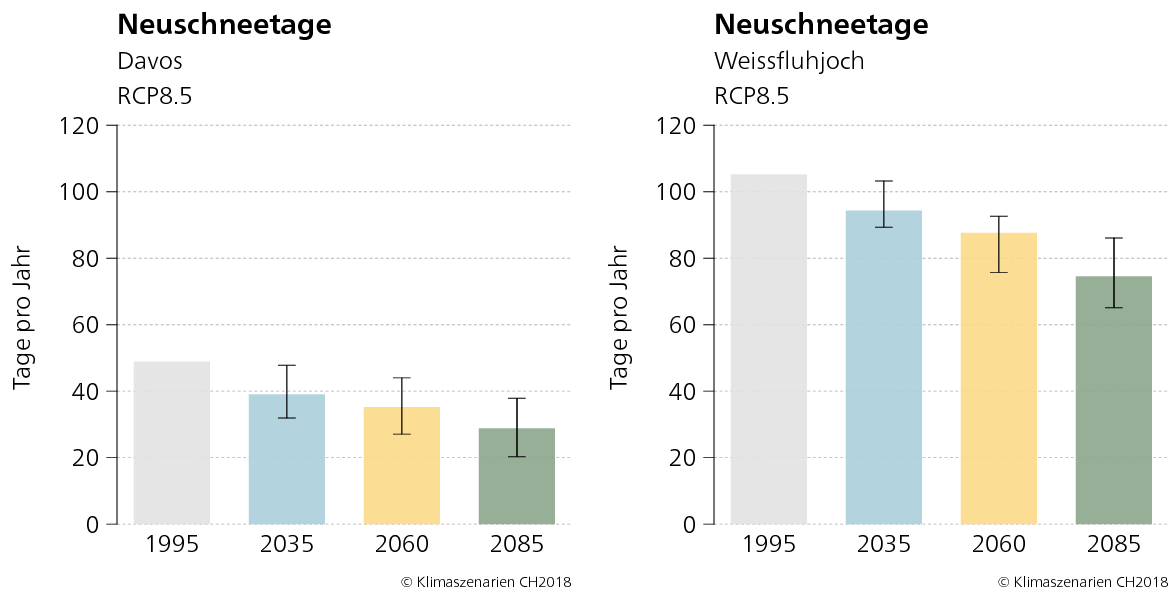
Mit der zunehmenden Wärme wird es in den kommenden Jahren seltener schneien und die Schneedecke wird weiter abnehmen. Man geht davon aus, dass gegen Ende des Jahrhunderts

- die Schneesaison um vier bis acht Wochen kürzer sein wird,
- die Schneegrenze um 500 bis 700 Meter nach oben verschoben sein wird und es in einer Höhe von 1500 m ü. M. voraussichtlich nur noch halb so oft schneien wird wie heute,
- die Schneemengen zurückgehen, ausser in Höhen über 2000 m ü. M. im Hochwinter,
- die als Schnee gespeicherte Wassermenge um zwei Drittel geringer wird.



**Abbildung 8.** Am ausapernden Grünhorn erscheint im Frühjahr jeweils das Konterfei des Bündner Kriegsherrn Jürg Jenatsch aus dem 17. Jahrhundert. Wie lange wird er noch auf uns herunter blicken?

Die Forschung rechnet damit, dass gegen Ende des Jahrhunderts nur noch oberhalb von rund 2000 m ü. M. eine geschlossene Schneedecke liegt. In mittleren Höhen (1000 - 1700 m ü. M.) wird es eine geschlossene Schneedecke nur noch jeden zweiten Winter geben (vgl. Abbildung 9).



**Abbildung 9. Erwartete Anzahl Neuschneetage pro Jahr unter dem Emissionsszenario RCP8.5 in Davos (1560 m ü. M.) und im Versuchsfeld des SLF auf Weissfluhjoch. Quelle: NCCS, 2018.**

Mit dem Klimawandel geht der Schnee weiter zurück. Allerdings schwankt die Niederschlagsmenge von Jahr zu Jahr erheblich, auch im Winter. Ein schneereicher Winter kann also gut und gerne immer wieder vorkommen.

Dass der Schnee rarer wird, zeigt sich überall im Alpenraum und ist gar über die gesamte nördliche Hemisphäre feststellbar. Mit der zunehmenden Wärme wird der Schnee weiter schwinden, mit bedeutenden Folgen für Wirtschaft, Gesellschaft und Natur.

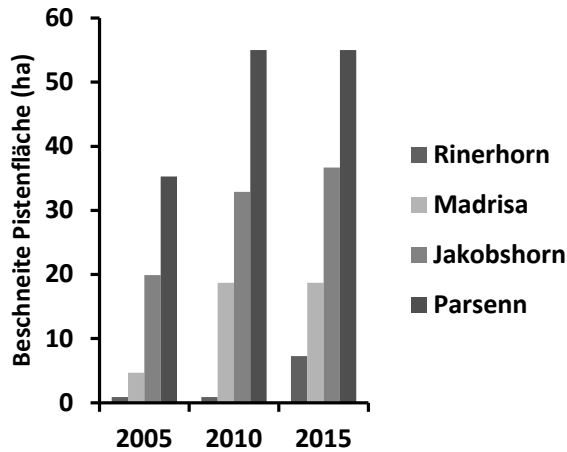
Mit dem Klimawandel verändert sich auch der Wasserhaushalt mehr und mehr, denn das im Schnee gespeicherte Wasser trägt heute nahezu 40 % zur Abflussmenge in der Schweiz bei. Zukünftig wird das Wasser immer mehr auch im Winter abfließen. Das Wasserdargebot in der kalten Jahreszeit wird steigen, was die Versorgung mit Trinkwasser erleichtern und für die Energieproduktion interessant sein wird. In Bezug auf die Naturgefahren sind diese Aussichten weniger rosig. Es wird erwartet, dass Hochwasser früher im Jahr auftreten und dass diese - falls die Schneeschmelze mit Starkregen zusammentrifft - auch heftiger ausfallen werden als bisher.

## KUNSTSCHNEE STATT FRAU HOLLE

Die Skigebiete beschneien ihre Pisten mehr und mehr mit Kunstschnee. Damit wird der steigenden Schneegrenze begegnet und dem Wunsch nach einem frühen Start der Skisaison entsprochen.

In der Region Davos Klosters wurden 2015 rund 118 ha Skipisten künstlich beschneit, gegenüber 61 ha 10 Jahre zuvor. Die beschneiten Schlittenwege und Langlaufloipen sind dabei nicht berücksichtigt. Der Trend hin zu mehr Kunstschnee zeigt sich auch in anderen Skigebieten. Schweizweit wird die Hälfte aller Pisten künstlich beschneit (vgl. Abbildung 10).

Eine Kunstschneepiste ist sehr aufwändig. Für 1 m<sup>3</sup> Kunstschnee werden bis zu 9 kWh Strom verbraucht. Die Energie wird massgeblich für den Transport des Wassers ins Skigebiet und für den Betrieb der Schneekanonen benötigt. Auch der Wasserbedarf ist sehr gross. Er liegt um 0.5 m<sup>3</sup> Wasser für 1 m<sup>3</sup> Kunstschnee.



**Abbildung 10. Beschneite Pisten in den Skigebieten Davos-Klosters. Datenquelle: ARE, 2016.**

Der weitere Rückgang der Schneedecke birgt das Risiko, dass Skigebiete ihre Schneesicherheit und damit auch Umsatz und Wertschöpfung verlieren. Mehr dazu im Modul „Gesellschaft und Wirtschaft im Klimawandel“.

#### DIE ALBEDO GEHT ZURÜCK

Eine weitere herausragende Eigenschaft von Schnee ist seine hohe Albedo (vgl. Kapitel Schnee als Material). An das Phänomen der Albedo haben sich verschiedene Lebewesen in der Natur raffiniert angepasst, z. B. die Schneeealgen. An der Oberfläche der Schneedecke – dort wo die Strahlung am stärksten ist – hüllen sie sich in einen rotgefärbten Schutzmantel (vgl. Abbildung 11). Die darin enthaltene Substanz blockiert die UV-Strahlung so gut, dass die Zellen der Schneeealgen nicht zerstört werden. Der Farbstoff schützt derart effektiv, dass er für Sonnencreme kopiert wird.



**Abbildung 11. Die rote Farbe schützt die Schneeealgen vor der hohen Strahlung auf dem Schnee**

## SCHLUSSBEMERKUNG

Schnee ist ein faszinierendes Material von enormem Wert für unsere Region. Unser Alltag und auch die Natur sind daran angepasst und die Wirtschaft baut auf ihn. Sein Anblick ist aus unserer Landschaft kaum wegzudenken und doch schwindet er allmählich. Daher stellen sich folgende Fragen: Können wir den Klimawandel soweit drosseln, sodass der Schnee uns noch in ausreichender Menge erhalten bleibt? Wird der Schnee auch in den kommenden Jahrzehnten eine bedeutende Stütze für unsere Wirtschaft bleiben?



## LITERATURVERZEICHNIS

Akademien der Wissenschaften Schweiz. 2016. Brennpunkt Klima Schweiz. Grundlagen, Folgen und Perspektiven. Swiss Academies Reports 11 (5), Bern, 218 S.

ARE (Amt für Raumentwicklung Graubünden). 2016. Daten Kunstschnee.

BAFU (Bundesamt für Umwelt; Hrsg.). 2012. Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt "Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz". Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1217: 76 S.

CH2018. 2018. CH2018 – Climate Scenarios for Switzerland, Technical Report, National Centre for Climate Services, Zürich, 271 S.

Klein G, Vitasse Y, Rixen C, Marty C, Rebetez M. 2016. Shorter snow cover duration since 1970 in the Swiss Alps due to earlier snowmelt more than to later snow onset. *Climatic Change* Vol. 139, Issue 3, pp 637-649.

Marty C, Schlögl S, Bavay M, Lehning M. 2017. How much can we save? Impact of different emission scenarios on future snow cover in the Alps, *The Cryosphere*, 11, 517-529.

MeteoSchweiz. 2015. Typische Wetterlagen im Alpenraum. Zürich-Flughafen, 27 S.

NCCS (Hrsg.). 2018. CH2018 – Klimaszenarien für die Schweiz. National Centre for Climate Services, Zürich.

Schmucki E, Marty C, Fierz C, Weingartner R, Lehning M. 2017. Impact of climate change in Switzerland on socioeconomic snow indices. *Theor Appl Climatol*. Volume 127, Issue 3, pp 875–889.

SLF (WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung). 2013. Schnee. Darmstadt, 160 S.