



Inhaltsverzeichnis	Seite
Vorwort	1
Einleitung	1
Wetter	2
Wind	3
Schnee	5
Klima	7
Schlusswort	8
Bibliografie	8
Impressum	8

## Wetter – Schnee – Klima

### Vorwort

**Riet R. Campell, Direktor SSSA**

Das Wetter – der Schnee – das Klima:  
Wenige Berufe sind so wetterabhängig wie jene mit Outdoor-Tätigkeiten. Falsche Langzeitprognosen haben für den Tourismus fatale Auswirkungen. Das führt dazu, dass touristische Destinationen für präzise Wettervorhersagen (Beispiel [www.engadin.stmoritz.ch](http://www.engadin.stmoritz.ch)) grossen Aufwand betreiben.

Diese Academy soll unsere Schneesportlehrerinnen und -lehrer dazu aufmuntern, sich mit dem Wetter, dem Schnee und dem Klima auseinander zu setzen. Als Ausbilder soll man winterliche Wetterphänomene verstehen und erklären können. Es ist wichtig, dass Schneesportlehrerinnen und -lehrer die Wetterkarte interpretieren können. Was bedeuten z. B. eine Warm- und was eine Kaltfront? Föhn und Bise sind Winde, welche wir kennen sollten, damit wir sie unseren Gästen erklären können.

Weiter gibt diese Ausgabe Auskunft über die Entstehung des Schnees und erklärt den Unterschied zwischen natürlichem und technischem Schnee.

Der Klimawandel und seine Bedeutung für unseren Beruf sind ebenfalls angesprochen. Herrn Dr. Thomas Wiesinger, dem Autor, danke ich für den Text und die Bilder. Euch allen, liebe Leserinnen und Leser wünsche ich viel Vergnügen beim Studieren der Academy.

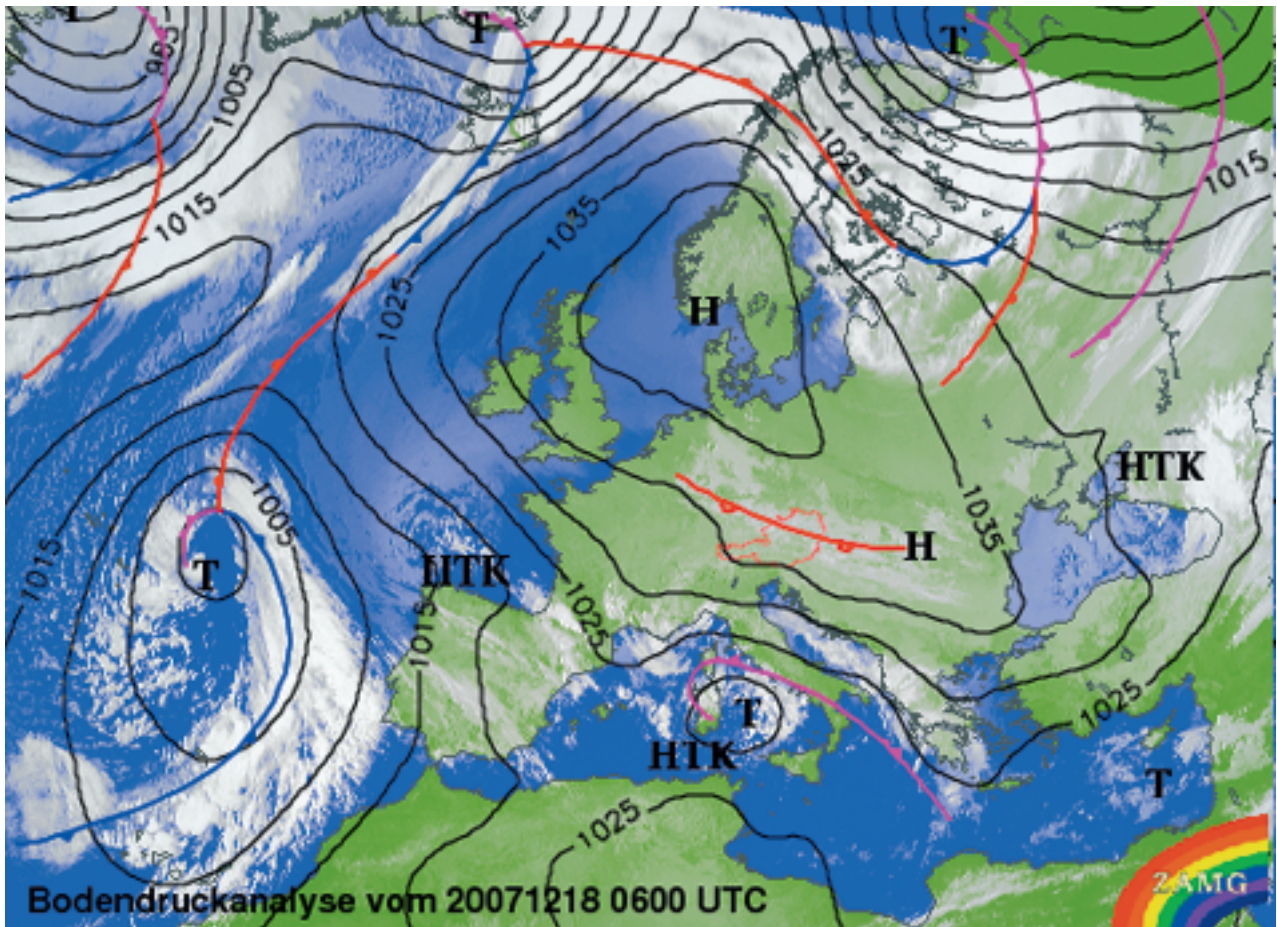
### Einleitung

**Dr. Thomas Wiesinger**

Das Wetter ist immer ein Gesprächsthema – besonders unter jenen, die draussen arbeiten. Unter Wetter verstehen wir dabei, was gerade in der Atmosphäre passiert, ob es regnet, schneit, die Sonne scheint, oder ob es hagelt.

Witterung dagegen beschreibt das Wetter an einem Ort über mehrere Tage oder Wochen.

Klima dagegen ist das durchschnittliche Wetter in sehr vielen Jahren. Das bedeutet, dass ein Hochwasser oder ein schneearmer Winter nicht zeigen, dass sich das Klima verändert. Eine durchschnittliche Erwärmung der Luft hingegen deutet auf eine langfristige Veränderung des Klimas hin. Mehr dazu später.



## WETTER

Wetterkarte Europas vom 18.12.2007. Dargestellt sind in den drei Hauptfarben: Kontinent in Grün, Meere in Blau und Wolken in Grau/Weiss. Je weissere die Wolken desto kälter und hochreichender sind sie. Im gezeigten Bild dominiert ein kräftiges Hoch (H) mit Zentrum über Südnorwegen das Wetter in der Schweiz. Die Luft fliesst etwa parallel zu den Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) im Uhrzeigersinn um das Hoch, d.h. in der Schweiz aus südöstlicher Richtung. Ein Tief (T) vor Portugal bringt im Atlantik Wolken und Regen. An seiner Rückseite wird Kaltluft nach Süden transportiert und ist durch die aufgelockerte Wolkenstruktur erkennbar. Die Druckverhältnisse sind auf Meeressniveau dargestellt. Zusätzlich eingetragen sind Tiefdruckgebiete in der Höhe (Höhentiefs – HTK). Diese synoptischen Gebilde sind durchaus sehr wetterwirksam. Die markantesten Wettererscheinungen bei einem HTK sind häufig Schauer und Gewitter.

☀️ zeigt die Lage einer Warmfront, ▲▲ einer Kaltfront und ▲▲ einer Okklusion.

Eine Okklusion ist eine Luftmassengrenze, wo die schnellere Kaltfront die Warmfront bereits eingeholt hat. Sie hat Kalt- oder Warmfrontcharakter und deutet auf ein sterbendes Tief hin. Warm- und Kaltfront werden im kommenden Text erläutert.

Das bei uns herrschende Wetter wird bestimmt von den Luftmassen, und ob diese gehoben werden, neutral bleiben oder absinken. Luftmassen sind feucht, wenn sie vom Meer kommen, trocken, wenn sie vom Kontinent zu uns fließen, kalt, wenn sie aus der Arktis kommen, und Mittelmeerluft ist mild.

Wolken und Niederschlag nehmen wir besonders stark wahr. Wolken bilden sich immer dann, wenn (feuchte) Luft gehoben wird und damit in Schichten der Atmosphäre kommt, die kälter sind. Im Winter gibt es drei Fälle, die zur Hebung einer Luftmasse führen können:

### 1. Warmfront

Eine wärmere (ist gleich leichtere) Luftmasse wird in einem Tiefdruckgebiet herantransportiert und gleitet über die (schwerere) bei uns liegende Kaltluft. Wir nennen das **Warmfront**. Dabei fällt Niederschlag und die Schneefallgrenze steigt dabei an (auch im Hochwinter auf 2000 m möglich). Da es in die Täler regnet, die mit Kaltluft gefüllt sind, ist Glatteis oft die Folge.



Foto: B. Landl

Halo (Ring) und Nebensonnen entstehen durch Brechung der Lichtstrahlen an Eiskristallen in hohen Schichtwolken. Sie zeigen die Annäherung einer Warmfront – aber nicht immer folgt dem Halo Niederschlag nach.

## 2. Kaltfront

Im selben Tiefdruckgebiet folgt der Warmfront nach einer Pause mit aufgelockelter Bewölkung (Warmsektor) kalte Luft nach. Die Grenzfläche zwischen diesen Luftmassen heisst **Kaltfront**. Weil diese schwerer ist als die warme Luft im Warmsektor, schiebt sie sich unter die warme Luft und hebt diese rasch an. Dabei entstehen rasch Wolken und manchmal auch Wintergewitter. Kaltfronten bringen Neuschnee (meist 10 bis 40 cm), auffrischenden Wind und kältere Luft. Dadurch sinkt die Schneefallgrenze ab. Kaltfronten sind Stunden bis zu einem Tag wirksam und erzeugen keine Katastrophensituationen durch extrem viel Neuschnee. Kaltfronten werden meist präzise prognostiziert.

## 3. Stausituation

Eine Luftmasse wird gegen ein Gebirge gepresst und muss aufsteigen. Auch dabei entsteht Niederschlag. Wenn die Luftströmung gegen die Alpen längere Zeit anhält und die Luft feucht ist, entsteht eine **Stausituation**, die manchmal auch grosse Neuschneemengen bringen kann. Neuschneereiche Stausituationen dauern meist zwei bis vier Tage.

Umgekehrt führt das grossräumige Absinken von Luftmassen in **Hochdruckgebieten** im Winter zu Wolkenauflösung, Kälte und Hochnebel (oben blau, unten grau). Bei starkem Absinken von Luft kann auf den Bergen ohne Wind eine Erwärmung einsetzen, während in den Tälern kalte Luft lagert.

Da die Alpen in der Westwindzone der mittleren Breiten liegen, wandern Hoch- und Tiefdruckgebiete mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten von West nach Ost. Dabei bilden sich immer wieder neue Druckgebilde und alte füllen sich auf sowie sterben.

Ein Tiefdruckgebiet hat eine Grösse von einigen hundert bis rund 3000 km. Es kann also von Skandinavien bis ins Mittelmeer reichen und sorgt dafür, dass die Wärmeunterschiede zwischen den Polarregionen und den wärmeren Regionen im Süden ausgeglichen werden.

Im Tiefdruckgebiet gibt es also Fronten (ist gleich Grenzen zwischen Luftmassen) und ruhigere Zonen unterschiedlicher Temperatur. Je nach dem, wie gross das Tiefdruckgebiet ist, und wie es an den Alpen vorüberzieht, beeinflusst es unser Wetter unterschiedlich.

## WIND

Zwischen Hoch- und Tiefdruckgebieten herrschen, wie der Name schon sagt, Luftdruckunterschiede. Die Luft strömt dabei vom höheren zum tieferen Druck.

## Föhn

Manchmal liegen Hoch- und Tiefdruckgebiete so, dass sich die Druckunterschiede über die Alpen aufbauen und diese dann überströmt werden. Wir sprechen von Föhn. Wenn die Luftmassen von Süden nach Norden fliessen, ist es der klassische (Süd)**Föhn**, in umgekehrter Richtung der Nordföhn. Der Südföhn staut Wolken an der Alpensüdseite mit Luft, die weit aus dem Süden kommt. Die Luftmasse ist also meist mild und feucht (Mittelmeer). Bei der Wolkenbildung wird viel Wärme frei, die mit dem Wind in die Föhntäler des Nordens transportiert wird.



Foto: Thomas Wiesinger

Typische Föhnwolken (*Alto cumulus lenticularis*). Trotz hoher Windgeschwindigkeiten wandern diese Wolken nicht, sondern werden permanent neu gebildet und aufgelöst.

Es entsteht ein trockener, warmer Fallwind, der in tiefen Lagen zu intensiver Schneeschmelze führen kann. Auf den winterlichen Bergen ist der Föhn jedoch kalt und er verfrachtet den Schnee.





Foto: Thomas Wiesinger

Blick zum Alpenhauptkamm, an dem eine Föhnmauer sichtbar ist. Im Süden liegt eine geschlossene Wolkendecke, nach Norden hin sinkt die Luft ab und die Wolken lösen sich sofort auf.

### Bise

An der Rückseite eines Tiefs (an der westlichen Flanke) wird kalte Luft nach Süden transportiert, zuerst aus Norden, danach aus Nordosten. Diesen Wind nennt man in der Schweiz **Bise**. Natürlich ist er kalt, bringt meist keinen Niederschlag und führt zu einer Hochnebellage, die meist wieder durch einen zügigen milden Westwind aufgelöst wird, der oft auch Regen bringt.

**Föhn, Bise und Westwind** sind grossräumige Winde. Zusätzlich hat aber jedes Tal seine eigenen Lokalwinde, wenn die grossräumigen Winde nicht dominieren. Der wichtigste winterliche Wind ist der nächtliche Bergwind. Um zu verstehen, wie der winterliche Bergwind entsteht, müssen wir etwas mehr vom Schnee verstehen.

### Bergwind

Was haben ein Kachelofen und der Schnee gemeinsam? Beide strahlen Wärme ab und kühlen dadurch ab. Weil der Kachelofen 60 Grad hat, der menschliche Körper 36 und der Schnee -5 Grad hat sagen wir, der Kachelofen strahlt warm und der Schnee strahlt kalt, aber das ist alles relativ. Der Schnee strahlt sogar noch effizienter ab als ein Kachelofen – besonders wenn der Himmel wolkenfrei ist. Denn Wasser in der Atmosphäre hemmt die Abstrahlung.

In einem Hochdruckgebiet sinken die Luftmassen ab, die Wolken lösen sich auf, der nächtliche Himmel ist klar, der Schnee strahlt Wärme ab und wird eiskalt. Das hat zur Folge, dass sich auch die bodennahe Luft abkühlt, sie wird (spezifisch) schwerer und beginnt abzusinken – der **Bergwind** entsteht. Viel absinkende Kaltluft bildet einen Kaltluftsee im Talbecken, eventuell Hochnebel und eine Temperaturumkehr (Inversion) mit der Höhe. Normalerweise nimmt die Temperatur mit der Höhe ab (weil die Dichte der Luft abnimmt). Wenn aber die ganz kalte Luft im Talbecken liegt ist es umgekehrt – die Luft wird nach oben hin wärmer, genau bis zur Höhe des Hochnebels und von da wird sie mit zunehmender Höhe kälter.

Eine mögliche Konsequenz für den Schneesportlehrer könnte sein: Bei Föhn Aufwärmübungen oder lange Erklärungen vor der exponierten Bergstation vermeiden.

Bei Bergwind Aufwärmübungen und Erklärungen, wenn möglich nicht im Fallwind, sondern an einem erhöhten, sonnigen Ort machen.

### Wind-Chill

Die menschliche Haut ist sensibel auf Kälte und der Wind kann dieses Kälteempfinden noch verstärken.

Wind \ Luft	0°	-5°	-10°	-15°	-20°
10 km/h	-3	-9	-15	-21	-27
20 km/h	-5	-12	-18	-24	-31
30 km/h	-7	-13	-20	-26	-33
40 km/h	-7	-14	-21	-27	-34
50 km/h	-8	-15	-22	-29	-35

Empfundene Temperatur in °C in Abhängigkeit von der herrschenden Lufttemperatur (oben) und der Windgeschwindigkeit (links). Z.B. bei -15°C und 40 km/h ist die fühlbare Temperatur nicht -15°C sondern -27°C. Ab einer fühlbaren Temperatur von rund -29°C kommt es nach höchstens einer halben Stunde an ungeschützten Körperstellen zu lokalen Erfrierungen.

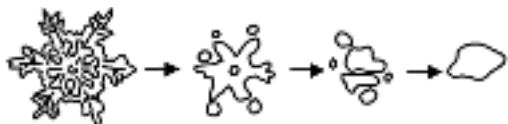
Das hat zwei Gründe. Zum einen ist der Körper (betroffen ist ja v.a. der Kopf) von einer wärmeren Luftschicht umgeben, die der Wind wegbläst. Eskimos schützen sich davor durch nach vorn gezogene Kapuzen mit Fellrand, der den Wind verwirbelt. Zum anderen verdunstet auf der Haut manchmal Schnee und bei der Verdunstung wird der Haut viel Wärme entzogen – sie kühlt ab und es kann zu einer lokalen Erfrierung kommen.

Das erste Anzeichen dafür ist blasse, blutleere Haut, v.a. an Wangen und Nase. Wenn diese Anzeichen zu erkennen sind, ist das Wegdrehen vom Wind / Wegfahren an einen weniger exponierten Ort die erste, wichtige Massnahme.

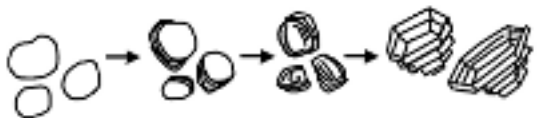
## Schnee

## SCHNEE

Schnee bildet sich in der Atmosphäre in unzähligen verschiedenen Kristallformen, die dann einzeln oder ineinander verhakt als Schneeflocken zu Boden fallen. Gleich darauf beginnt sich der Schnee zu verändern, durch Wind, Kälte, Wärme, Regen oder Sonnenschein.



Ein Schneestern wird am Boden seine Form verändern. Er baut seine Äste ab und lagert das Material in Einbuchtungen ab. Dabei entstehen rundliche Körner mit weniger Volumen. Das ist der Grund, warum sich die Schneedecke setzt. Je wärmer desto schneller läuft der Prozess der Umwandlung.



In der Schneedecke hat es unterschiedliche Temperaturen. Meist ist es unten warm und oben kalt. Dadurch beginnt Wasserdampf langsam nach oben zu steigen, wo er in kühleren Schichten kommt. Dort kann die Luft den gasförmigen Wasserdampf nicht mehr halten und er sublimiert (Phasenübergang von gasförmig zu fest) an Kristallen und bringt diese stufenförmig zum wachsen.

Technischer Schnee dagegen besteht nicht aus Schneekristallen, sondern aus gefrorenen Wassertröpfchen. Wasser wird mit hohem Druck durch kleine Düsen gedrückt. Bei der Expansion kühlt der winzige Tropfen rasch ab und gefriert. Dazu mehr im Kapitel «Technischer Schnee».

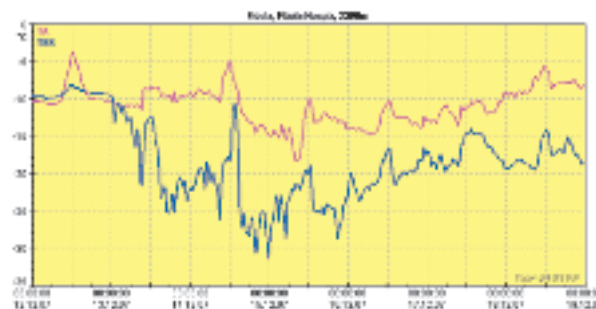
Wind transportiert fallenden und bereits abgelagerten Schnee. Der meiste Schnee wird dabei in den untersten 10 cm über der Schneedecke transportiert. Dabei werden die einzelnen Schneekristalle zerbrochen und es entstehen kleinere Kristalle und somit anderer Schnee (Tribschnee). Die kleineren Kristalle werden abgelagert und viel dichter gelagert als grosse Schneesterne. Die Kristallfragmente haben zahlreiche Berührungspunkte, an denen sie sich mit Eisbrücken verbinden. Gebundener Schnee, aus dem Schneebrettlawinen bestehen, ist entstanden. Auf der Piste liegt Tribschnee manchmal an den Rändern, wo er in der Nacht abgelagert wurde. Beim Befahren spürt man, dass der Tribschnee oft kompakt ist, und man wenig einsinkt.



Foto: Thomas Wiesinger

Sturm auf einer Piste transportiert und verändert den Schnee. Die Auswirkungen sind vielfältig: Tribschnee entsteht, die Sicht ist vermindert, die Schneeoberfläche wird hart und glatt poliert.

Schnee hat viele besondere Eigenschaften. Eine ist, dass er Wärme sehr effizient abstrahlen kann (siehe Seite 4).



Vergleich der Lufttemperatur (TA, in Rosa) mit der Temperatur der Schneeoberfläche (TSS, in Blau). Am 12.12. war es bedeckt und es schneite – die Luft- und Schneeoberflächentemperatur sind etwa gleich. Ab dem 13.12. klarte es auf. Beide Temperaturen schwanken, aber die Schneeoberflächentemperatur liegt immer deutlich unter der Lufttemperatur – bei klarem Himmel ist die Schneeoberfläche 10°C bis 15°C kälter als die Luft.

Eine zweite besondere Eigenschaft ist, dass der Schnee Wärme, die von der Sonne kommt (in Form kurzweiliger Strahlung) nur geringfügig aufnimmt. Beide Gründe zusammen führen dazu, dass er nicht schmilzt, obwohl er immer sehr nahe an seinem Schmelzpunkt existiert. Bei Erwärmung auf minus 3°C und mehr verändert Schnee seine mechanischen Eigenschaften stark. Er wird dabei weicher, schwächer und plastisch verformbar, ohne dass es zum Schmelzen kommt.



Schneekanonen bei frühwinterlicher Schneeproduktion.

In der Praxis kann das heissen: «Die Rennpiste hält nicht». Schneehärter (Salz) kann dann kurzfristig helfen, wenn bereits freies Wasser im Schnee ist. Wenn der Schneehärter mit dem Wasser in Lösung geht, wird viel Energie benötigt. Die Energie wird dem Schnee in Form von Wärme entzogen, er kühlt ab, das Wasser gefriert und der Schnee wird wieder widerstandsfähiger – bis alles freie Wasser gefroren ist. Schnee kann nicht wärmer als null Grad werden – wer eine höhere Schneetemperatur misst, misst Mist. Knapp unter null Grad nimmt die Menge des flüssigen Wassers in der Schneedecke zu und wird durch die Kapillarspannung gehalten. Auf der Piste bedeutet das ein Aufweichen der Schneedecke. Dabei verändern sich die Gleiteigenschaften der Ski. Feuchterer Schnee verlangt nach einer gröberen Belagstruktur, damit die Adhäsionskraft der einzelnen Wassertropfen weniger stark wirken kann. Das Wachs am Polyethylen-Belag wirkt wasserabstossend und verhindert, dass der Ski kleben bleibt. Die gröbere Belagstruktur ist in diesem Fall jedoch wichtiger als das richtige Wachs.

Sobald sich die Wärmeverhältnisse auf der Piste oder Loipe ändern, sei es durch Schattenwurf oder Bewölkung, reagiert der Schnee darauf. Nach Sonnenuntergang oder wenn ein Hang in den Schatten kommt, sinkt die Temperatur der Schneeoberfläche genauso wie wenn es während des Tages aufklart. Die obersten Millimeter reagieren dabei blitzschnell auf die Veränderungen. Da aber beim Wiedergefrieren des Wassers viel Wärme frei wird, braucht es länger bis der Gefrierprozess durch den Schneesportler wahrnehmbar ist.

### TECHNISCHER SCHNEE

Die Eigenschaften des technischen Schnees unterscheiden sich stark von denjenigen des natürlichen Schnees. Die Entstehungsgeschichte ist völlig unterschiedlich. Schnee entsteht in der Atmosphäre, indem gasförmiger Wasserdampf bei sehr tiefen Temperaturen zu Eiskristallen sublimiert (Phasenübergang von gasförmig zu fest). Fast jeder Regen in unserer Breite war hoch oben vorher Schnee und ist auf dem Weg zum Boden geschmolzen.

Diese Kristalle sind mehrere Millimeter gross und meist dünn und zerbrechlich.

Technischer Schnee hingegen entsteht, indem ein kaltes Wasser-Luftgemisch durch sehr kleine Düsen gepresst und verwirbelt wird. Dabei bilden sich sehr kleine Tröpfchen (sehr viel kleiner als Regentropfen), welche auf ihrem Weg bis zum Boden teilweise gefrieren. Die Wassertropfchen gefrieren von aussen nach innen. Dabei wird sehr viel Wärme frei. Je nach der herrschenden Kälte dauert das Gefrieren des ganzen Tröpfchens Stunden bis Tage. Die erzeugten Schneekörner sind sehr klein (0.1 – 0.8 mm), unabhängig davon, ob sie mit Ventilator-Schneeezeugern oder Lanzen hergestellt wurden. Da sie während des Gefrierens oft aufplatzen, entstehen noch kleinere und scharfkantige Kornsplitter. Das hat zur Konsequenz, dass technischer Schnee mehr Abrieb erzeugt als Naturschnee.

Technischer Schnee kann nur erzeugt werden, wenn es kalt genug ist (unter 2°C Wassertemperatur). Um die Beschneigung bei möglichst hohen Temperaturen durchführen zu können, wird entweder Schneewasser elektrisch gekühlt oder in höher gelegene Becken gepumpt, wo es abkühlen kann. Eine andere Möglichkeit ist die Beigabe von eisbildenden Proteinen, welche den Gefriervorgang bei rund 4°C höherer Temperatur ermöglichen. Dadurch wird die Menge produzierten Schnees gemessen am Energieaufwand erhöht. Die maximale Schneeleistung wird bei -12°C Feuchtkugeltemperatur erzielt. Bei trockener Luft kann man bei wärmeren Temperaturen Schnee erzeugen als bei hoher Luftfeuchtigkeit.

Technischer Schnee hat bereits bei der Herstellung eine grosse Dichte und sintert schnell. Frischer technischer Schnee ist fast gleich dicht wie präparierter, natürlicher Schnee. Oft enthält er nach der Produktion noch freies, flüssiges Wasser. Wird er präpariert, bevor dieses Wasser gefrieren kann, so entstehen eisige, glatte Schichten.

#### KLIMAWANDEL

Die Beobachtungen des Anstiegs der mittleren globalen Temperatur in der Luft und im Ozean (bis 3000 m Tiefe) und der verbreitete Rückgang von Schnee und Eis zeigen eindeutig eine Erwärmung des Weltklimas. Die durchschnittliche Erwärmung seit 100 Jahren beträgt 0.75 Grad, wobei die grösste Erwärmung in den letzten 50 Jahren geschehen ist. Nicht einmal ein Grad! Das scheint unwesentlich wenig zu sein – aber dieser Schein trügt. Elf der letzten 12 Jahre gehören zu den 12 wärmsten seit 1850. Mancherorts sind die Auswirkungen dieser Erwärmung deutlich spürbar. Die Alpengletscher, welche sehr sensibel auf Temperaturveränderungen reagieren, schmelzen rasant ab, und die Anzahl der tropischen Wirbelstürme und deren Intensität nehmen zu.



Gletscher im Oberengadin auf 3300 m. Die Abdeckmatten haben die Abschmelzung lokal stark reduziert. Rundherum ist das Abschmelzen von Mai bis Ende August (rund 4 m) sichtbar.

#### Ursachen der Klimaveränderung

Mit einer Sicherheit von über 90% hat der markante Anstieg von Treibhausgasen, der durch uns Menschen verursacht wurde, mit der Erwärmung zu tun. Treibhausgase sind Gase, die die Abstrahlung von Wärme von der Erdoberfläche reduzieren. Genannt werden hier vor allem Kohlendioxyd aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und Methan sowie Lachgas aus der Landwirtschaft. Dazu kommen so genannte Rückkopplungen: Eine wärmere Atmosphäre kann mehr Wasserdampf aufnehmen – ein wirksames Treibhausgas. Oder: in wärmerer Luft können Pflanzen weniger Kohlendioxyd aufnehmen – also bleibt es in der Atmosphäre. Dasselbe gilt für die Weltmeere. Oder: weniger Schnee in Europa bedeutet weniger Abkühlung der Erdoberfläche im Winter, was einer weiteren Erwärmung förderlich ist.

#### Weitere Entwicklung für Europa

Für die nächsten 20 Jahre wird eine Erhöhung der Lufttemperatur um 0.2 Grad pro Jahrzehnt erwartet – auch wenn der Ausstoss an Klimagasen durch uns Menschen gesenkt werden sollte (was nicht zu erwarten ist). Heisse Sommertage werden zunehmen. Die Schneebedeckung wird abnehmen (gemeint ist ganz Europa, nicht die Berge).

Die Klimaveränderung geht langsam und träge vor sich. Das heisst, eine drastische Reduktion von Treibhausgasen bedeutet trotzdem eine weitere Klimaveränderung über Generationen. Keine Reduktion bedeutet noch dramatischere Veränderungen.

#### Veränderungen in den Alpen im Winter

Was bisher geschah: Aus Schneedaten des SLF, Davos, lässt sich erkennen, dass seit 10 bis 20 Jahren die Schneebedeckung in Höhen unter 1300 m signifikant abnimmt. Um 1600 m nimmt sie auch ab, jedoch auf ein «normales Niveau» nach den schneereichen 1980er Jahren. Über 2000 m ist keine Veränderung feststellbar. In allen Höhen ist erkennbar, dass in den letzten rund 20 Jahren das Abschmelzen der Schneedecke im Frühling rascher und früher stattfindet.

Für die nähere Zukunft ist absehbar, dass es in den Alpen wärmer wird.

Die Häufigkeit von Starkniederschlagsereignissen wird zunehmen. Die Winterniederschläge (Dezember bis Februar) werden wahrscheinlich um rund 10% zunehmen, allerdings nur oberhalb von 2000 m sicher als Schnee fallen, da die Schneefallgrenze weiter ansteigen wird. Davon sind die Westalpen etwas mehr betroffen als die Ostalpen.

Hier noch einmal der Hinweis: Hier geht es ums Klima, also das durchschnittliche Wetter vieler Jahre. Einzelereignisse können und werden von diesen Prognosen abweichen – und das kann massgeblich sein, weil ein kräftiger Schneefall im Frühwinter bis in mittlere Lagen die Skisaison retten kann.

#### Permafrost taut auf

In schattigen Steilhängen oberhalb von rund 2400 m sind die Böden in den Alpen dauerhaft gefroren und tauen im Sommer nur oberflächlich auf. Durch die ansteigenden Temperaturen schmilzt v.a. in Felswänden das als «Klebstoff» wirkende Eis, und die Felsstabilität nimmt lokal ab. In der Folge kommt es zu Felsstürzen und statischen Problemen von Bauwerken (Häuser, Liftstützen, u.a.). Schutthalden reagieren langsamer auf die Temperaturerhöhungen und zeigen daher bis jetzt weniger Auswirkungen auf die Klimaveränderung.



#### SCHLUSSWORT

Der Schneesport hat in den Alpen eine grosse Vergangenheit und Tradition – und er wird auch eine Zukunft haben. Allerdings werden wir uns auf Veränderungen einstellen müssen, die bereits in der jüngeren Vergangenheit eingesetzt haben. Die Zukunft am winterlichen Berg wird wohl noch technischer werden. Technischer Schnee, Handymasten, High-Tech-Pistenmaschinen mit Winden, Betoninjektionen im auftauenden Permafrost und so weiter.



Thermokarstsenkung: Im Untergrund schmilzt das Permafrosteis und es bilden sich tiefe Löcher im Boden, weil das Eis schmilzt und dadurch das Bodenvolumen kleiner wird. Dieses Loch auf einer Piste ist 3 Meter tief.

In den kommenden 50 Jahren werden wir weiterhin Schneesport betreiben – zunehmend in grösseren Höhen auf viel technischem Schnee und weniger oft in tiefen Lagen. Wenn die Prognosen zutreffen, können wir uns sogar über etwas mehr Schnee freuen – aber auch etwas mehr Regen könnte dabei sein.

#### Autor: Dr. Thomas Wiesinger



Thomas Wiesinger (45) ist Meteorologe, Berg- und Skiführer sowie Lawin prognostiker. Seit 27 Jahren arbeitet er in der Alpin- ausbildung, seit 10 Jahren bildet er in der Schweiz und in Österreich Berg- und Skiführer in den Bereichen Skitouren, Lawinen, Wetter und Schnee aus. Thomas Wiesinger lebt mit seiner Familie in Klosters/GR, führt dort

seine Firma snow-how und arbeitet im deutschsprachigen Alpenraum.

#### Bibliografie

Mathieu Fauve, Hansueli Rhyner, Martin Schneebeli: Pistenpräparation und Pistenpflege, Das Handbuch für den Praktiker, SLF Davos (2002), ISBN: 3-905621-01-0

Stephan Harvey: White Risk – Interaktive Lern-CD zur Lawinenunfall-Prävention/White Risk-CD interactif pour la prévention des accidents d'avalanche/White Risk – Interactive learning CD for the prevention of avalanche accidents, SLF Davos und SUVA (2006), ISBN: 3-905621-29-0

**Alle Lehrmittel und die Academy sind zu finden unter: [www.snowsports.ch/shop](http://www.snowsports.ch/shop)**

#### Impressum Praxis im Schneesport

ACADEMY Nr. 12 ist eine Praxisbeilage zur Zeitschrift SWISS **SNOWSPORTS** (1/2008), welche ein Organ des gleichnamigen Verbandes ist.

**Projektleiter** Stephan Müller

**Redaktion** Marlene Däpp

**Autor** Dr. Thomas Wiesinger

**Übersetzung** Agata Markovic

**Fotos** Thomas Wiesinger (inkl. Titelbild), Marcia Phillips, B. Landl

**Adresse der Redaktion** Redaktion SWISS **SNOWSPORTS**, Hühnerhubelstr. 95, 3123 Belp, E-Mail: [redac@snowsports.ch](mailto:redac@snowsports.ch)

**Gestaltung und Druck** Südostschweiz Print AG, Kasernenstr. 1, 7000 Chur, [www.so-print.ch](http://www.so-print.ch)

**Adressänderungen** Direkt an SWISS **SNOWSPORTS**, Hühnerhubelstr. 95, 3123 Belp, E-Mail: [info@snowsports.ch](mailto:info@snowsports.ch)

**Bezugspreise** Für Mitglieder des Verbandes SWISS **SNOWSPORTS** im Beitrag inbegriffen.

**Nachdruck** Die in ACADEMY publizierten Artikel und Fotos sind urheberrechtlich geschützt. Nachdrucke oder Kopien sind mit der Redaktion zu vereinbaren. Die Redaktion lehnt jede Haftung für unverlangt eingeschickte Texte und Fotos ab.

**Auflage** 14 500 Exemplare, davon 11 050 deutsch und 3 450 französisch