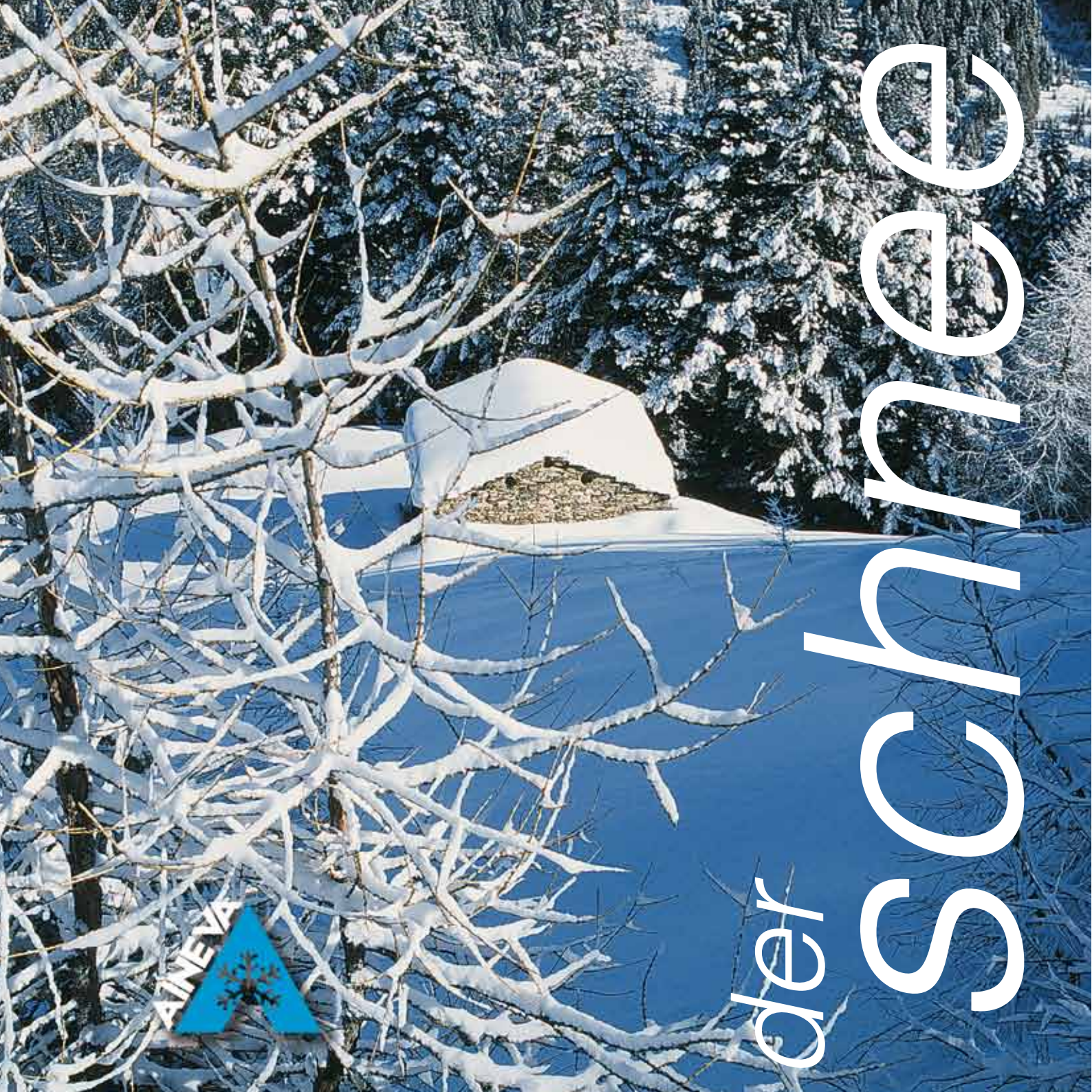




der Schnee



DER SCHNEE

Eine Initiative der Arbeitsgruppe
der Lawinenwarner der AINEVA.

In Zusammenarbeit mit:
**Elena Barbera, Stefania Del Barba,
Robert Thierry Luciani**

Revision des deutschen Textes:
**Autonome Provinz Bozen, Hydrographisches Amt,
Lawinenwarndienst, Wetterdienst.
Christoph Oberschmied
Christoph Zingerle**

Übersetzung der Texte ins Deutsche:
Studi di Traduzione Riuniti - Trento

Graphischer Entwurf:
Mottarella Studio Grafico

Fotos von:**Renato Boscolo, Anselmo Cagnati, Daniele
Chiappa, Mario Corradini, Mario Di Gallo, Lodovico
Mottarella, Giovanni Peretti, Alfredo Praolini, Gianluca
Tognoni, Mauro Valt.**

Die Fotos der Schneekristalle wurden freundlicherweise von
METEO FRANCE/clichés Edmund Pahaut zur Verfügung
gestellt.

Die Kapitel "künstlicher oder programmierter Schnee" und
„Aineva“ wurden von **Gianluca Tognoni, Mauro Valt** ed **Elena
Turroni** realisiert.

Genehmigung für die deutsche Version: 22. Mai 2000,
Publications de l'**Ecole Moderne Francaise**

Alle Urheberrechte sind vorbehalten; eine Reproduktion ohne
ausdrückliche Genehmigung der **AINEVA** ist verboten.

Die Boshüre wurde bearbeitet von:
Alfredo Praolini (Reg. Lombardei)
Gianluca Tognoni (Aut. Prov. Trient)
Elena Turroni (Reg. Piemont)
Mauro Valt (Reg. Veneto)

Diese Reportage, die zum Teil in der Zeitschrift BT Nr. 1064
vom Jänner 1995 unter dem Titel "La Neige" erschien (BT
wurde von **C.Freinet** 1995 gegründet und ist eine Publikation
der "École moderne francaise"), wurde von **Veronique Place**
(ANENA) konzipiert, mit den Arbeiten von Météo France /
Centre d'Etude de la neige, der Abteilung Nivologie des Centre
National du machinisme agricole du Génie Rural des eaux
et des fortêts und des Geografen **Charles-Pierre Peguy**,
gemeinsam mit **Laurent Rey** (Nivologe) und **Edmond Pahaut**
(Météo France / Centre d'Etude della neige).

© italienisch Ausgabe: **AINEVA**
© französische Ausgabe: **P.E.M.F.**
© Fotografien: die **Autoren**



Die AINEVA (Associazione Interregionale Neve e
Valanghe - Dachorganisation der Lawinenwarndienste
des italienischen Alpenraumes) hielt es für richtig, im
Einklang mit ihren Zielsetzungen, den Bedarf an
Informationsmaterial über die nicht einfach
verständliche Materie Schnee zum Ausdruck zu
bringen, und dabei vor allem die Leser im Schulalter
anzusprechen.

Diese Broschüre gibt zum Teil eine französische
Version wieder, die durch die „Publications de
L'Ecole Moderne Francaise", unter der
Schirmherrschaft von ANENA und METEOFRANCE,
veröffentlicht und wegen ihrer leicht verständlichen
Ausführung ausgewählt wurde, die jedoch gleichzeitig
reichhaltig an wissenschaftlichem Inhalt ist.

Diese ermöglicht unkompliziert und mit schönen
Bildern, die Entstehung des Schneekristalls in der
Atmosphäre und seine Umwandlung am Boden,
ausgelöst durch die verschiedenen physikalischen
Prozesse (Metamorphosen) zu begreifen.

Die AINEVA wünscht sich, dass diese Broschüre als
Lehrmittel hauptsächlich in den Schulen eingesetzt
wird, um eine Sensibilisierung gegenüber der
reizvollen Welt des Schnees für all diejenigen
anzuregen, die in der winterlichen Bergwelt wohnen
oder diese aufsuchen.

**Associazione
Interregionale
Neve e Valanghe**
Vicolo dell'Adige, 18
38100 Trento
Tel. 0461.230305
<http://www.aineva.it>
e-mail: aineva@aineva.it

Der Präsident der AINEVA

Dr. Franco Vallet

jedem seinen Schnee

Der Schnee, als **Dekoration** für unsere Feste zum Jahresende, welche die Landschaft in eine Glückwunschkarte, die Tanne in einen Christbaum verwandelt und wie eine Kerze funkelt..., der Schnee als Symbol des Winters oder als **Inspiration** für Schriftsteller und Maler...

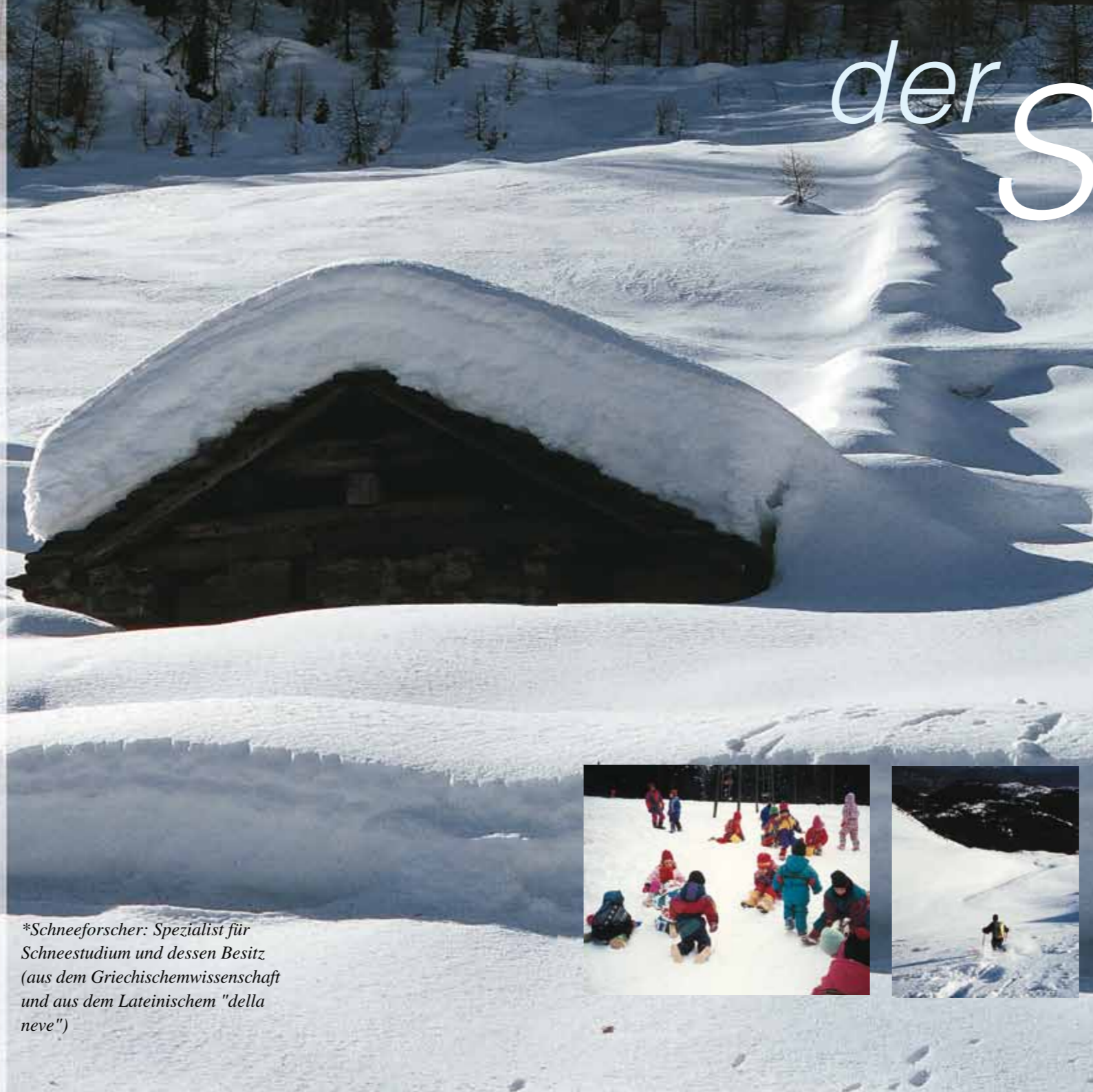
Der Schnee als **Werkstoff für Spiele**, der sich in Schneebälle und -männer formen lässt, als **Unterlage auf der man rutschen kann**, manchmal in Pulverform, aus Eis, grobem Salz oder Matsch bestehend...

Der Schnee als **Klimaelement**, mit dem man durch lange Monate hindurch Tag für Tag leben muss: Der Mensch im hohen Norden oder in den Bergen sowie die Tier- und Pflanzenwelt...

Der Schnee als **gefährliches Naturelement**, das den Reisenden vom Weg abkommen lässt, als Lawine abgeht, den Verkehr in der Stadt lahm legt, die Verbindungswege verschüttet und unterbricht.

Der Schnee als **ökonomische Stütze** für den Wintersport, den wir mit Ungeduld erwarten, das "weiße Gold", dessen Ausbleiben die Gefahr der Arbeitslosigkeit für Hoteliers und

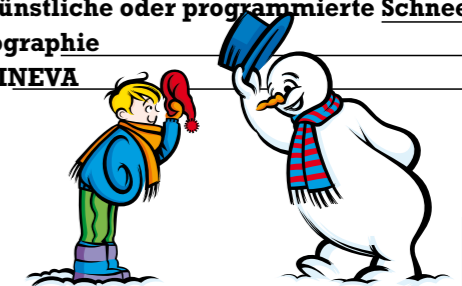
Unter allen Arten des Schnees gibt es auch den der Wissenschaftler, der Schneeforscher*, die wir befragen.



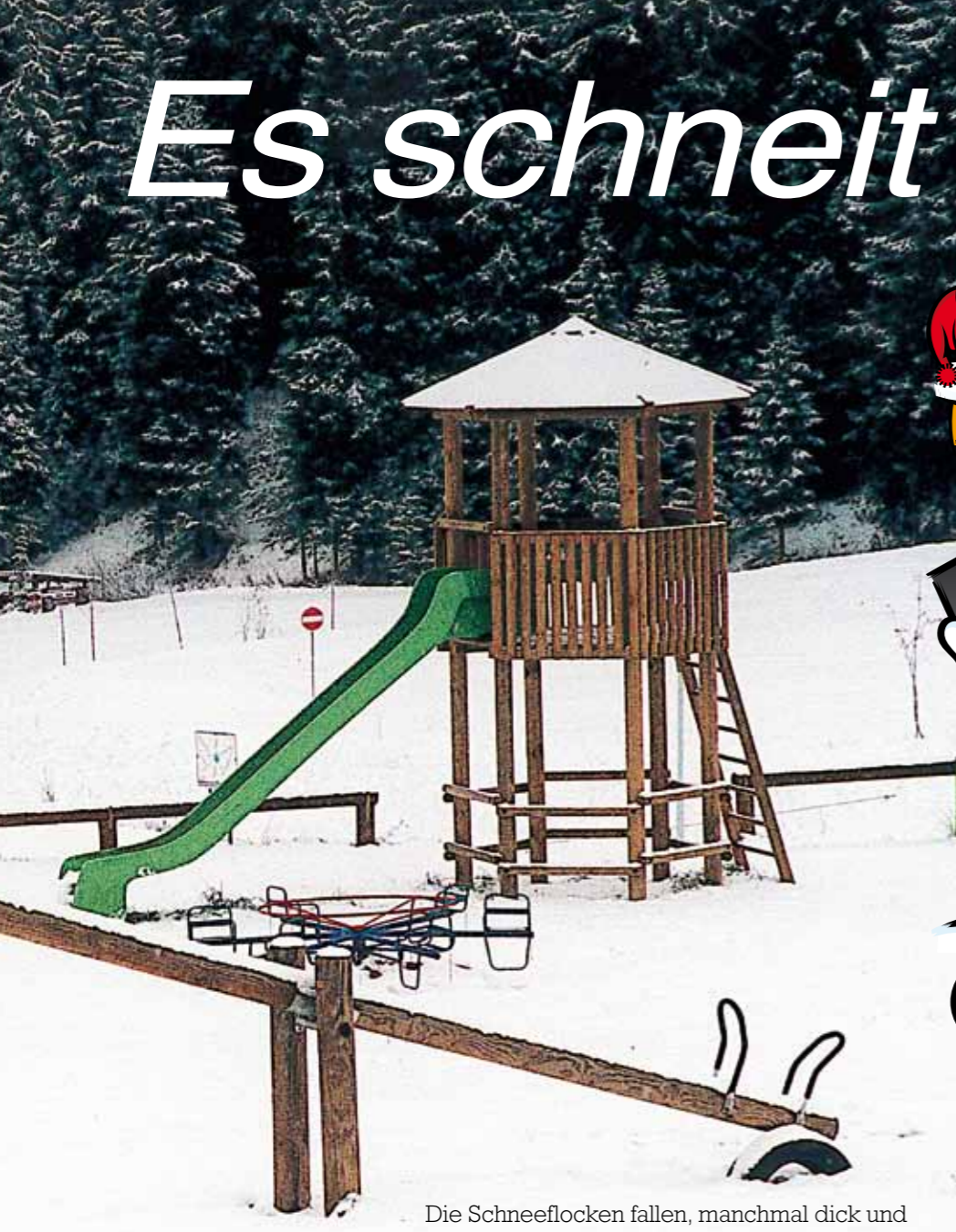
der Schnee

Jedem seinen Schnee	2
Es schneit	4
Der Schnee bildet sich in den Wolken	6
Der Fall des Schneekristalls	11
Der Schnee am Boden	12
Die abbauende Umwandlung	13
Die aufbauende Umwandlung	17
Der Schnee und der Wind	18
Die Schneedecke bewegt sich und gleitet	20
Einige überraschende Eigenschaften des Schnees	22
Der Schnee ist kalt	
und dennoch ist er eine Wärmeisolierung	22
Der Schnee, der Schall und die Vibrationen	23
Der Schnee und die Sonne	24
Die Beobachtung der Schneedecke und die Lawinenwarnung	26
Beobachten, messen und mitteilen	26
Erheben, auswerten, vorhersagen und verbreiten	27
Der Schnee am Äquator	28
Die Länder des Schnees	30
Die nördlichen Länder oder die der langen Winter	30
Die alpinen Länder oder die der unterschiedlichen Schneefälle	31
Die Schneekapriolen	32
Der künstliche oder programmierte Schnee	34
Bibliographie	36
Die AINEVA	37

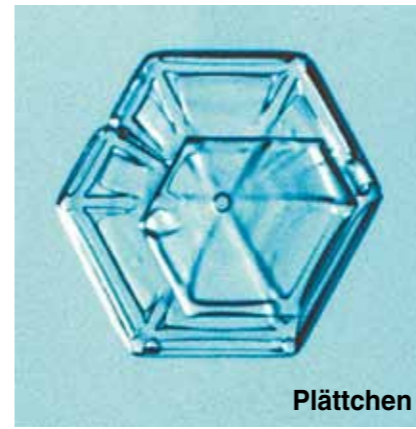
*Schneeforscher: Spezialist für Schneestudium und dessen Besitz (aus dem Griechischemwissenschaft und aus dem Lateinischem "della neve")



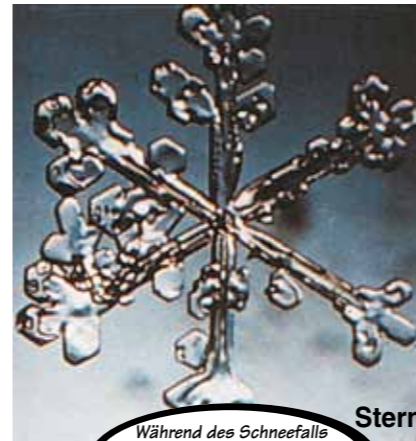
Es schneit



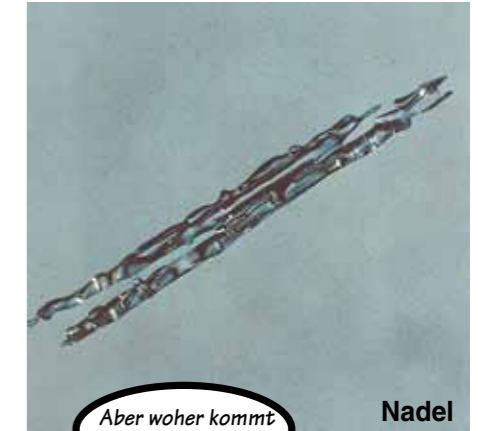
Die Schneeflocken fallen, manchmal dick und schwer, manchmal fein und leicht. Am Boden angekommen bilden sie eine mehr oder weniger dichte Decke. Manchmal tauen sie sofort – dann sagen wir, dass der Schnee „nicht liegen bleibt“.



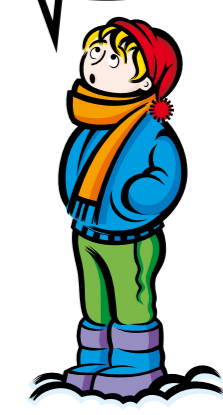
Wir beobachten die Schneeflocken und die Schneekristalle und sehen unterschiedliche Kristallformen, aus denen sie gebildet sind.



Während des Schneefalls fange ich einige Schneekristalle auf der schwarzen Unterlage auf.



Aber woher kommt dieser Schnee?





Der Schnee bildet sich in den Wolken

Die Schneekristalle bilden sich in den Wolken bei Temperaturen unter 0 Grad, und zwar ausgehend von Eiskeimen.

Die Wolken

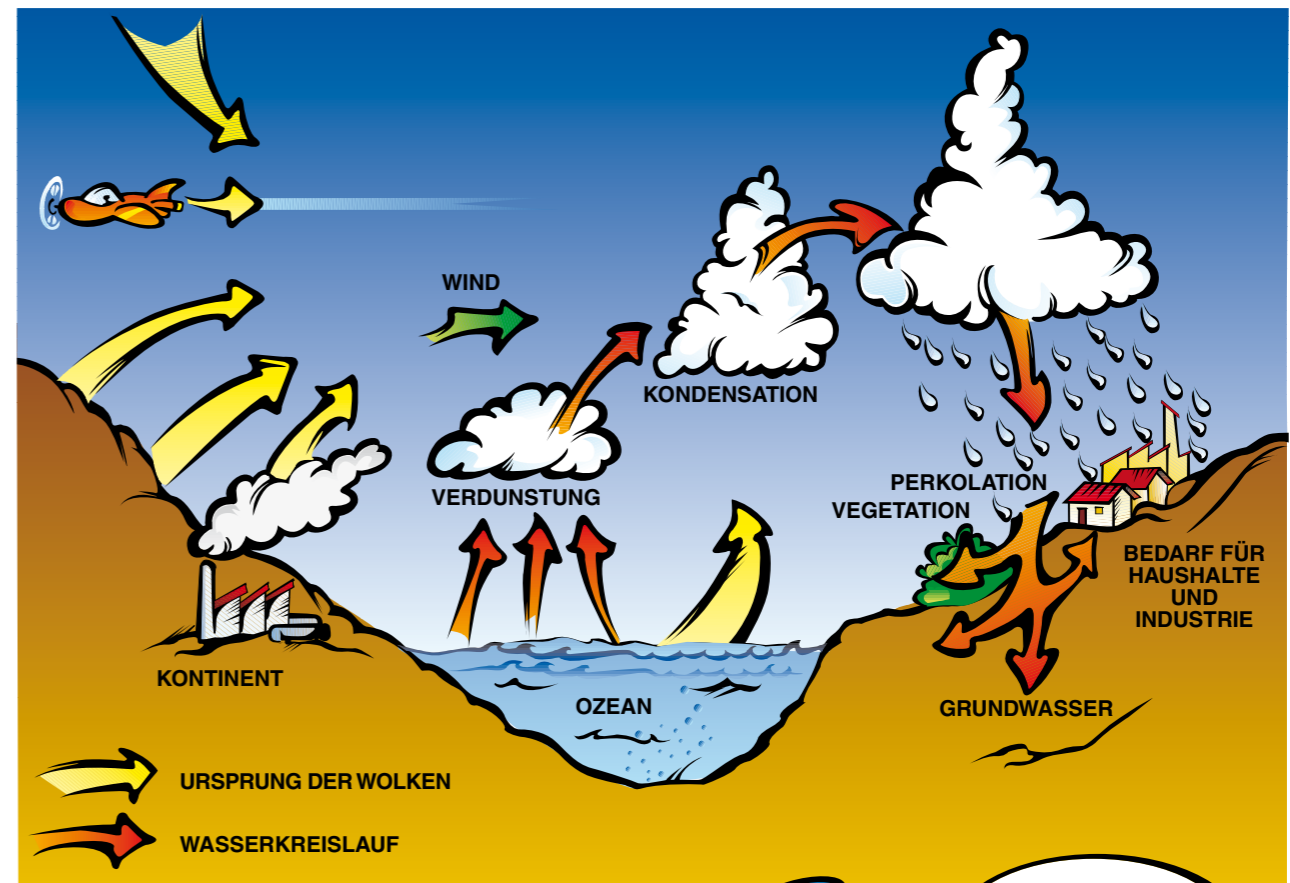
= 1 Millionstel Meter = 1 Tausendstel Millimeter

Die Wolken bestehen hauptsächlich aus winzigen Wassertropfchen, die in der Luft schweben. Diese Mikrotropfchen (etwa 20 μ m) stammen aus der Kondensation von Wasserdampf, einem unsichtbaren Gas, das in der Luft enthalten ist. Die Kondensation entsteht durch die Abkühlung der Luftmasse. Beim Kontakt mit kaltem Glas kondensiert der unsichtbare Wasserdampf in feinste Wasserteilchen, das Glas beschlägt. Ein weiteres Beispiel der Kondensation: bei einem Dampfkochtopf kondensiert beim Hochziehen des Ventils, der unter Druck stehende, über 100°C heiße Wasserdampf zu einer kleinen Wolke (fälschlich Dampf genannt) indem er sich sehr schnell in die Atmosphäre mit 20°C erhebt und dabei abkühlt. Aber zur Bildung von Wolken ist auch eine starke Konzentration von Wasserdampf (sehr feuchte Luft) erforderlich sowie das Vorhandensein von sehr kleinen Staubteilchen (von 0,2 bis 10 μ m), die man als Kondensationskerne bezeichnet. Dieser Staub besteht aus salzhaltigen Teilchen, die von der Verdunstung der Meere stammen, aus mineralischen Teilchen vulkanischen Ursprungs wie Asche und aus Industrieabgasen.

Diese Staubteilchen sind löslich. In Regionen mit großen Industriebetrieben, kann man



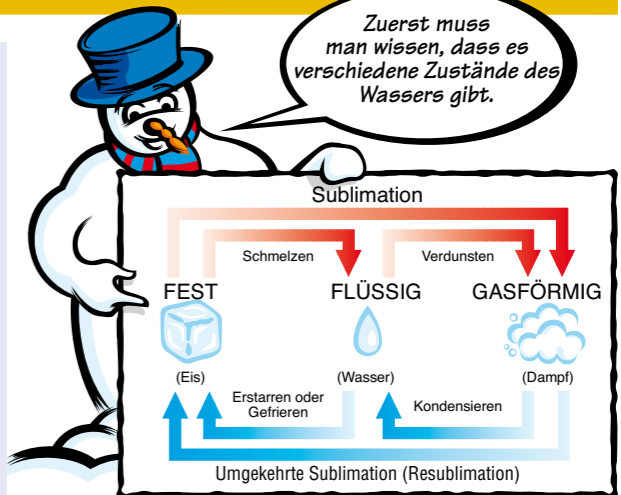
häufig eine Dunstbildung beobachten, die auf die starke Konzentration der Kondensationskerne zurückzuführen ist. Auf dieselbe Weise formt sich nach dem Vorüberflug eines Flugzeugs ein weißlicher Streifen, einer Wolke völlig gleich, der durch die konzentrierte Zufuhr von Kondensationskernen aus den Abgasen entsteht.



Die Sättigung der Luft

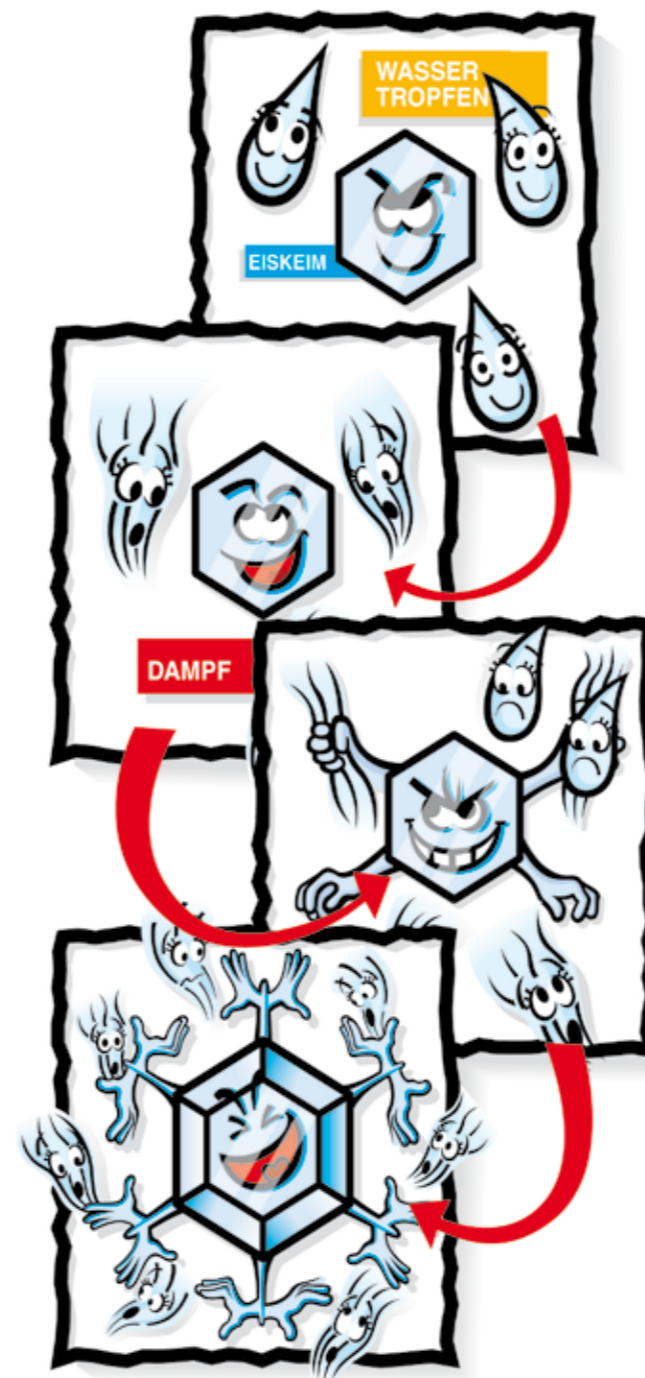
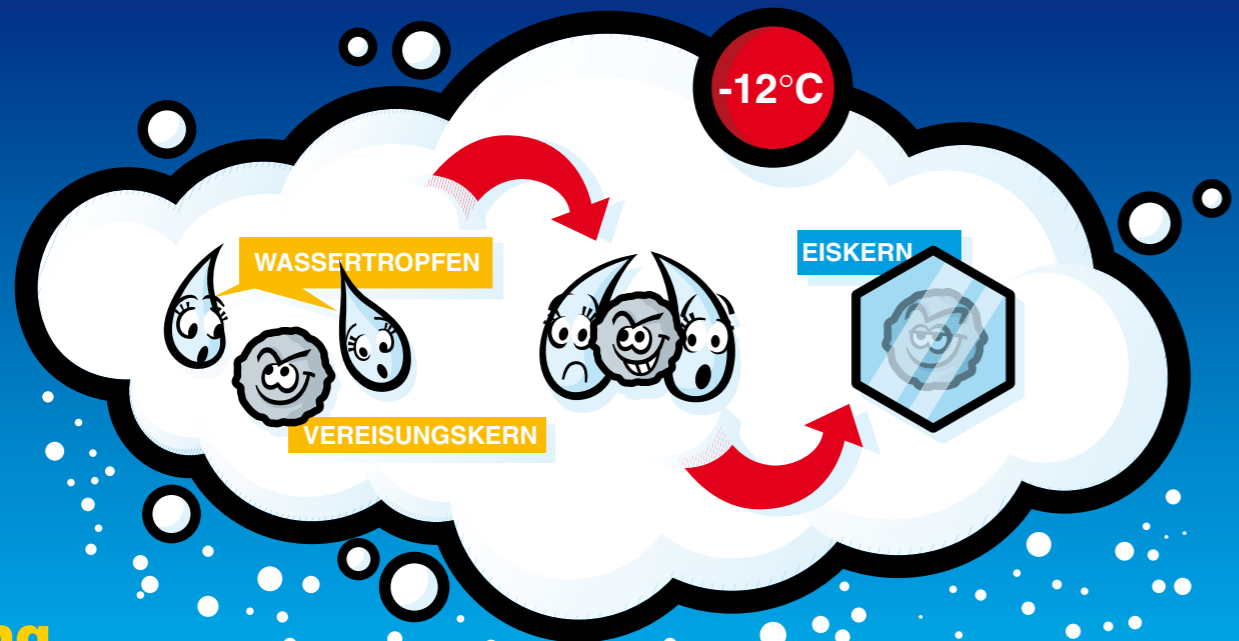
Die Luft kann nicht eine x-beliebige Menge an Wasserdampf enthalten. Diese Menge hängt im Wesentlichen von der Lufttemperatur ab. Je kälter die Luftmasse, umso weniger Wasserdampf kann sie enthalten. Sobald bei einer bestimmten Temperatur der maximale Wasserdampfgehalt erreicht ist – die Luft wird als „gesättigt“ bezeichnet –, wird die ganze überschüssige Menge in flüssiger Form kondensiert.

TEMPERATUREN (in °C)	+ 20	+ 10	0	- 5	- 10	- 20
WASSERMENGE (in g/m ³)	17,2	9,4	4,8	3,4	2,4	1,1



Die Bildung des Eiskeims

So, wie die Kondensation des Wassers in Tröpfchen durch das Vorhandensein eines Kondensationskerns erfolgt, werden zur Vereisung der Tröpfchen in Eiskeime **Vereisungskerne** benötigt, die ab -12°C wirksam werden. Diese Kerne sind kleine, feste Staubteilchen. Beim Fehlen dieser Kerne könnte ein reiner Wassertropfen erst bei -35°C gefrieren. Die Wassertropfen, die in Kontakt mit den Vereisungskernen kommen, sind der Ursprung für die **Eiskeime**. Diese Keime oder Embryos sind winzig kleine sechseckige Eisteilchen (ein Sechseck ist ein Vieleck mit sechs Seiten).



Die Bildung des Schneekristall

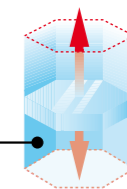
Sobald die Eiskeime sich in der Wolke gebildet haben, vergrößern sie sich zusehends (einge Millimeter in 30 Minuten!) Der anfängliche Keim entwickelt sich auf Kosten der Tröpfchen, die ihn umgeben, und zwar durch einen komplizierten physikalischen Effekt: einige Tröpfchen verdunsten und der überflüssige Dampf sublimiert direkt in Form von Eis an dem Keim. Das Wachstum des Eiskeims bewirkt die Entstehung des Schneekristalls.

Von der **sechseckigen Grundstruktur** des Eiskeims ausgehend, verleihen Temperatur und Feuchtigkeitsgrad dem Schneekristall unendlich viele verschiedene Formen, indem sie das Wachstum von einigen seiner Teile fördern. Alle Schneekristalle haben sechs Verzweigungen oder sechs Seiten. Falls die Temperatur während des Wachstums des Schneekristalls wechselt, findet eine andere Vergrößerungsart statt, und das Kristall nimmt komplexe Formen an. Es ergibt sich zum Beispiel die Form eines „Manschettenknopfs“, gebildet aus einer Säule zwischen zwei Plättchen.

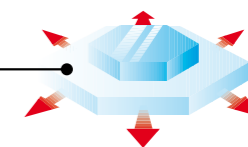
Manschettenknopf



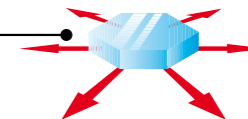
von -6° - -10°C
Wachstum an der Oberfläche



von -10° - -12°C
Wachstum an den Seiten



von -12° - -18°C
Wachstum an den Ecken













Die verschiedenen Wachstumsarten ausgehend vom Eiskeim, bei regulären Temperaturverhältniss. (Daten vom Centre d'Études de la neige di Météo-France).

Seit es auf der Erde schneit, ist es höchst unwahrscheinlich, dass sich zwei völlig gleiche Schneekristalle gebildet haben.

Japanische Wissenschaftler haben eine Sammlung von mehr als 3.000 Kristallarten.

Die Weltorganisation der Meteorologie hat 10 wesentliche Formen definiert.

1	Plättchen	
2	Sterne	
3	Prismen	
4	Nadeln	
5	Raumdendriten	
6	„Manschettenknöpfe“	
7	unregelmäßige Kristallformen	
8	Graupel	
9	Eisregen	
10	Hagel	

Der Graupel

Im Winter sehr häufig, besteht aus Schneekristallen, die sich in turbulenten Wolkenmassen gebildet haben und beim Kontakt mit den Wassertröpfchen gereift sind. Hält dieses Phänomen lange an, nimmt der Kristall das Aussehen einer weißen Mimosenblüte an. Diese kugelförmigen Schneekristalle können eine Gleitschicht bilden, die eine Lawine auslöst.



Der Eisregen

Regentropfen, die in der Nähe des Bodens eine Luftschicht mit Temperaturen unter null Grad durchqueren, vereisen und verwandeln sich in durchsichtige Eiskörner (Durchmesser unter 5 mm).

Der Hagel

Dieser bildet sich normalerweise im Sommer im Inneren von Unwetterwolken (Gewitterwolken), wo starke Vertikalwinde (aufsteigende Luftströmungen) die Tröpfchen nach oben befördern. Durch das Aufsteigen verwandeln sich die Tröpfchen in Eis und vergrößern sich, indem sie sich mit neuen Eishüllen umgeben. Wenn die aufsteigende Luftströmung nicht mehr in der Lage ist das Hagelkorn in der Wolke zu halten, fällt dieses nach unten. Der Durchmesser eines Hagelkorns kann bis zu 5 cm betragen.

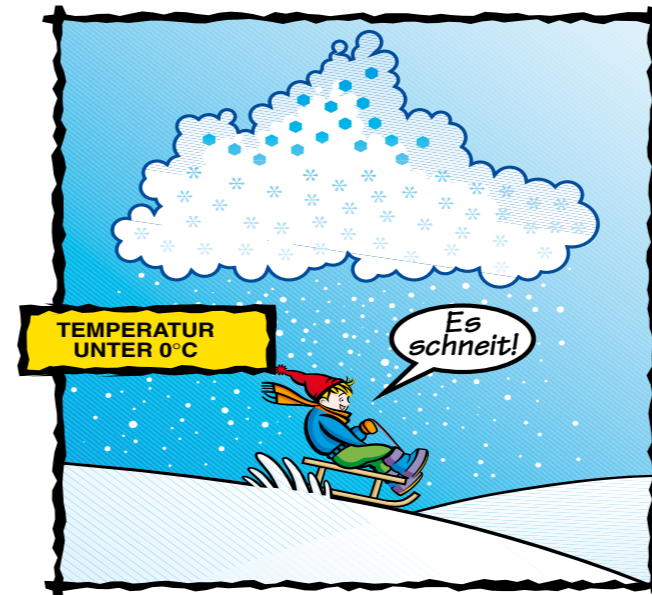
Der Rauheif

Dieses besondere Kristall bildet sich am Boden und nicht in der Atmosphäre, und zwar in kalten und sternklaren Nächten. Der in der Luft enthaltene Wasserdampf sublimiert bei der Berührung mit der Schneeoberfläche, die kälter als die Luft ist, zu Kristallen in Nadel- oder Blätterform.



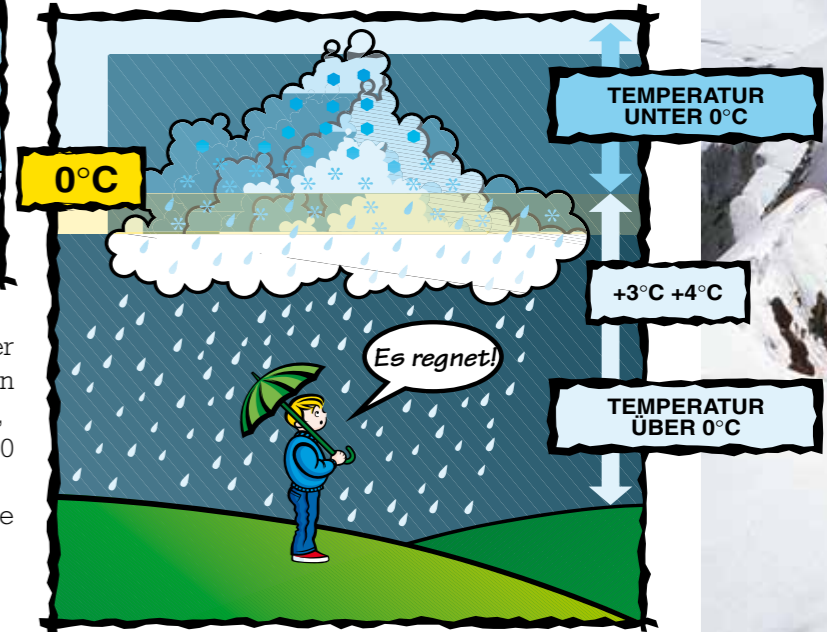
Der Fall des Schneekristalls

Durch ihr Wachsen, werden die Schneekristalle schwerer und fallen in Richtung Boden. Während ihres Falls erfahren sie schon durch die Temperatur und den Wind Veränderungen.



Bei Windstille und niedrigen Temperaturen bis zum Boden (unter -5°C) fallen die Kristalle einzeln oder ineinander verschlungen als leichte Flocken. Sie lagern sich am Boden als leichter und trockener Schnee ab, der viel Luft enthält. Sein Gewicht beträgt zwischen 50 und 100 kg/m^3 . Das ist für Skiläufer und Snowboarder der Pulverschnee in dem sie so gerne ihre Spuren ziehen!

Bei mildereren Temperaturen (um die Nullgradgrenze) bilden sich größere und schwerere Flocken. Die Kristalle, leicht angefeuchtet, hängen sich durch ihre Verästelungen mehr zusammen. Der am Boden liegende Schnee ist dicht und feucht. Sein



Gewicht beträgt zwischen 100 und 200 kg/m^3 . Falls die Temperatur in Bodennähe mehr als $+3$ oder $+4^{\circ}\text{C}$ beträgt, regnet es. Die Kristalle schmelzen, ihr Dasein war vergänglich.

Durch **den Wind prallen** die Kristalle während ihres Falls öfters zusammen und die zerbrechlichen Strukturen werden dadurch zerstört. Die Schneesterne sind davon am meisten betroffen. Am Boden sieht man zersplitterte Kristalle, die manchmal bis auf kleine Körnchen zerkleinert und durch den Wind, eines mit dem anderen, verdichtet werden (die durch den Wind verursachte Schneedichte variiert zwischen 150 und 300 kg/m^3).



Der Schnee am Boden

Der Schnee hat den Boden mit einer mehr oder weniger dichten Decke überzogen. Der Schnee knirscht unter den Füßen, die Schuhe hinterlassen eine deutliche Spur, oder er verschwindet sofort unter dem Anpressdruck und gibt den Boden wieder frei, oder er bleibt an die den Schuhsohlen kleben.

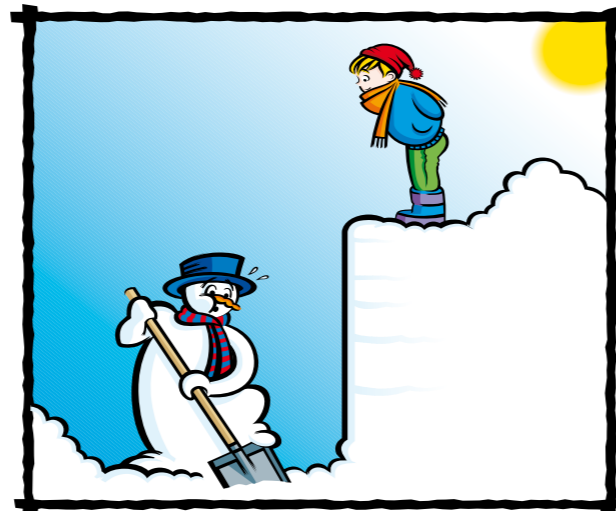
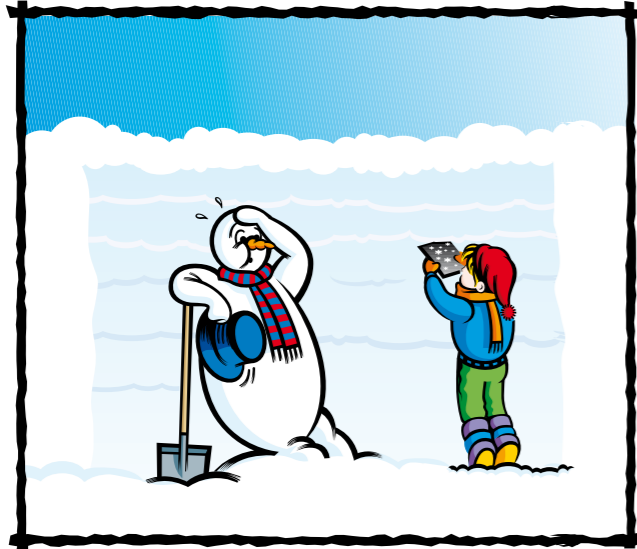
Manchmal ist es unmöglich mit Handschuhen Schneebälle zu formen, dann wiederum kann man gleichmäßige und sehr feste Schneebälle kneten.

Die Schneekristalle, die am Boden liegen bleiben, bilden Schichten. Im Laufe des Winters werden es immer mehr und es wird eine Schneedecke aufgebaut. Jede dieser Schichten macht eine eigene Entwicklung durch, die mit den Wetterverhältnissen verbunden ist.

Nach einem Schneefall erfährt der abgelagerte Neuschnee weitere Veränderungen, - die sogenannten Umwandlungsformen - auch **Metamorphosen** genannt. Diese setzen sich bis zur Schneeschmelze im Frühjahr fort. Die Schneekristalle, die in der Gletscherregion gefallen sind, werden dort zum "ewigen Schnee".

Je nach Feuchtigkeit der Schneedecke und abhängig von der Temperatur, unterscheiden wir drei Umwandlungsarten.

Die Körner mit Hilfe eines Brettchens aus jeder Schicht entnehmen (oben und unten, falls nur eine Schicht vorhanden ist).



Einen Schacht bis zum Boden der Schneedecke graben. An der im Schatten liegenden Schachtwand erkenne ich den Schichtaufbau der verschiedenen Witterungsereignisse.

Die verschiedenen Kristallarten mit Hilfe der Zeichnungen und Fotos auf den folgenden Seiten bestimmen, und zwar mit derselben Vorsicht, wie es auch die Beobachtung der Neuschneekristalle verlangt (temperiertes Beobachtungsmaterial und kurze Beobachtungszeit).



Die ab- und aufbauende Umwandlung des Schneekristalls

Trockener Schnee ist **Schnee, der kein Wasser im flüssigen Zustand enthält:**

Er besteht ausschließlich aus Eis und Luft. Seine Temperatur liegt unter null Grad, manchmal knapp unter 0° C. Mit Handschuhen an den Händen kann man aus diesem Schnee keinen Schneeball formen.

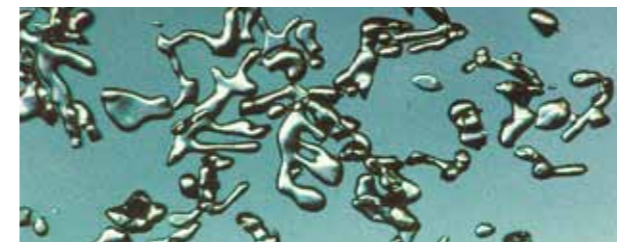
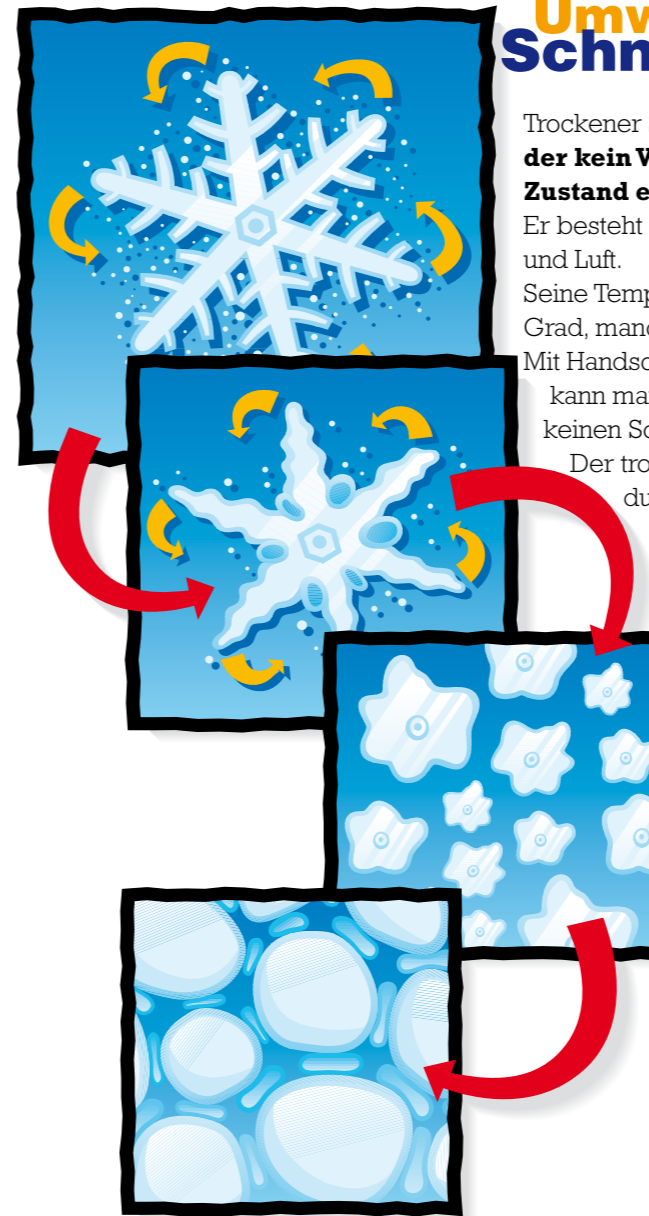
Der trockene Schnee kann durchmachen (Abbauende-, Aufbauende- und Schmelzumwandlung).

Erster Fall (Abbauende Umwandlung)

Diese Metamorphose findet bei Neuschnee statt, wenn der Temperaturunterschied in der Schneedecke gering ist. Die Schneekörner runden sich ab. Die vorspringenden Teile stumpfen ab und verwandeln sich in Dampf, der an konkaven Stellen vereist. Dadurch entstehen **abgerundete Körner** (Symbol•), mit einem Durchmesser zwischen 0,2 und 0,5 mm, die sich untereinander gut verbinden.

Diese Metamorphose bewirkt, dass sich Schnee setzt und verfestigt. Die Schneedecke wird stabil. Auf der Piste kann dieser Schnee von der Pistenpräpariermaschine gut gewalzt werden und man erhält eine sehr kompakte Schneeschicht.

Mit Handschuhen kannst du mit diesem Schnee nur mühsam Schneebälle machen.



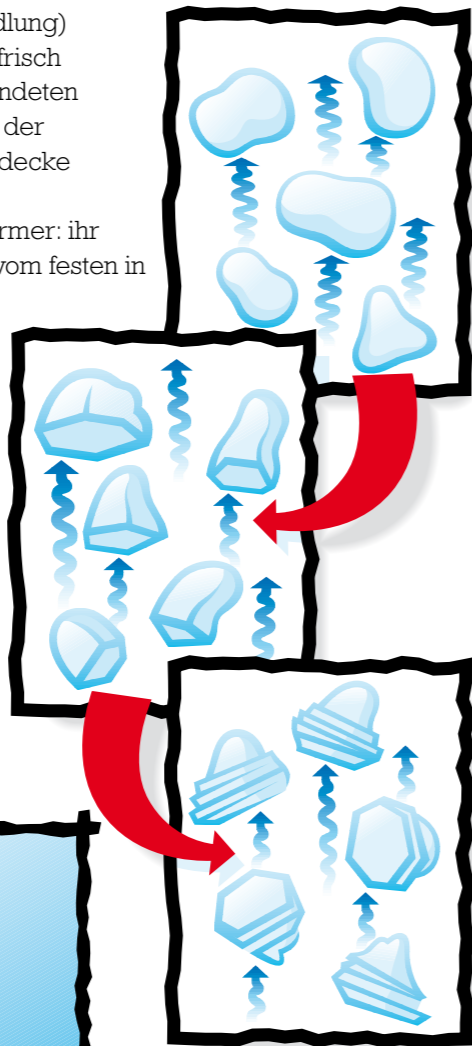
Zweiter Fall (Aufbauende Umwandlung)

Diese Metamorphose kann man an frisch gefallenen oder zu Körnern abgerundeten Schneekristallen beobachten, wenn der Temperaturunterschied der Schneedecke mittelmäßig ist.

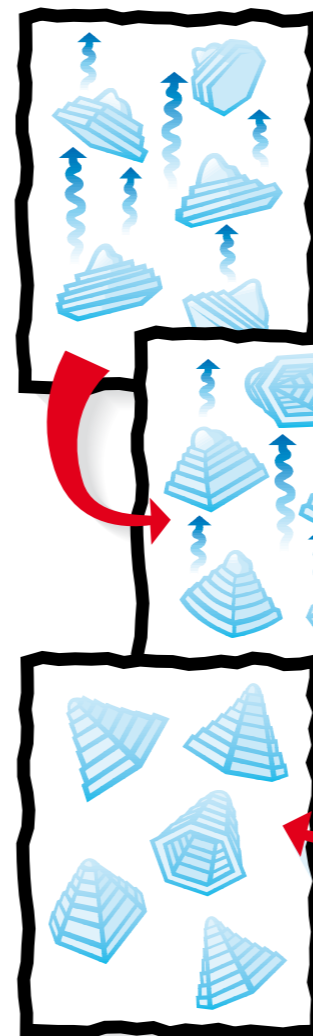
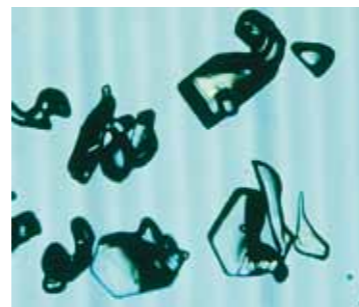
Die untenliegenden Körner sind wärmer: ihr oberer Teil sublimiert (d.h. er geht vom festen in den gasförmigen Zustand über) und der so erzeugte Dampf kondensiert an der Basis der Körner, die sich darüber befinden. (Sublimation siehe Seite 7).

Die Körner werden kantig und haben flache Seiten. Sie werden als **kantige Körner** bezeichnet (Symbol □), mit einem Durchmesser zwischen 0,8 und 1,5 mm.

Diese Art von Schnee ist weniger stabil, weil die Körner ihren Zusammenhalt verloren haben. Auf der Piste ist der Schnee sehr kalt und pulvrig.



Diese Veränderung ist nicht irreversibel. Sollte der Temperaturunterschied wieder kleiner werden, verändern sich die kantigen Formen in abgerundete Körner und die Schneedecke wird wieder fester.

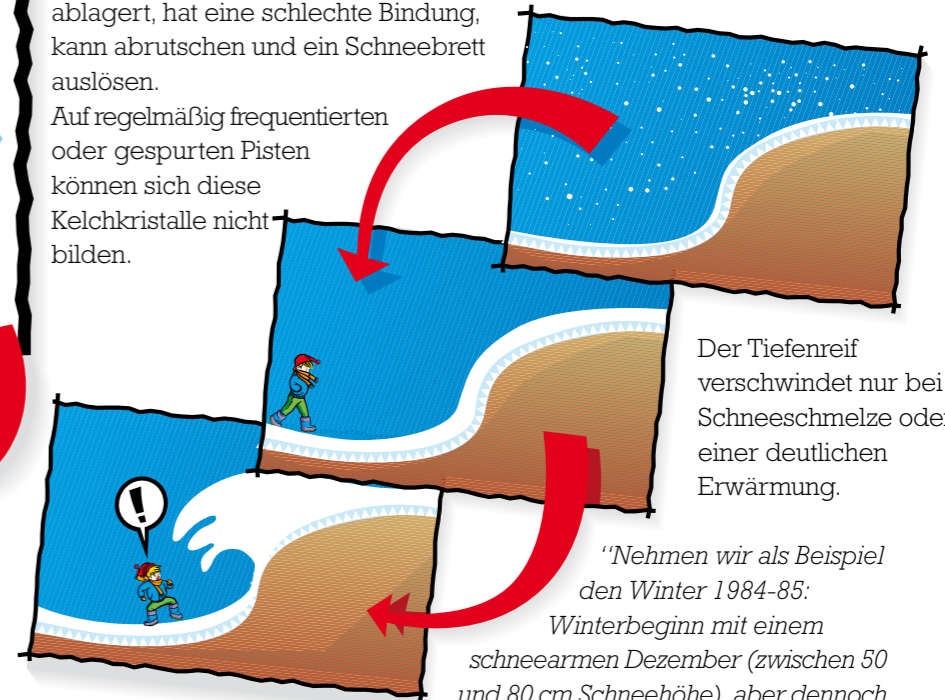


Wenn der Temperaturunterschied in der Schneedecke sehr groß ist und über mehrere Tage andauert, setzen die kantigen Formen ihre aufbauende Entwicklung durch den bereits beobachteten Vorgang fort: Sublimation der wärmeren Körner (unten), Reifbildung an den kalten Körnern (oben). An der Körnerbasis bilden sich Stufen. Die Körner verwandeln sich in streifige Pyramiden, mit einem Durchmesser zwischen 5 und 10 mm. Sie werden als **Becherkristalle** bezeichnet, da sie hohl sind (Symbol A), oder als **Tiefenreif**.

Die becherartigen Kristalle haben untereinander keinerlei Zusammenhalt und bilden eine Schwachschicht in der Schneedecke. Sie verhalten sich wie eine Anhäufung von Murmeln.

ablagert, hat eine schlechte Bindung, kann abrutschen und ein Schneebrett auslösen.

Auf regelmäßig frequentierten oder gespurten Pisten können sich diese Kelchkristalle nicht bilden.



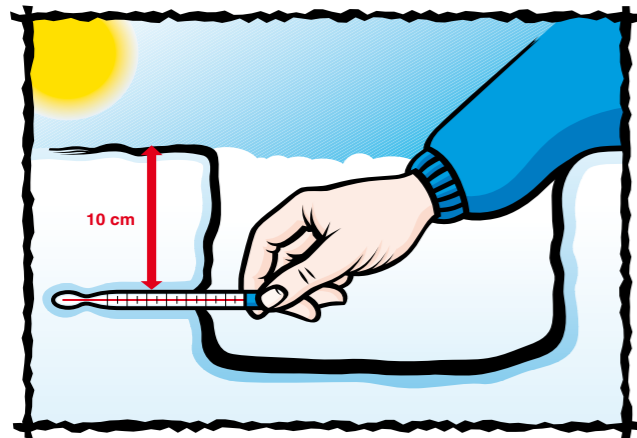
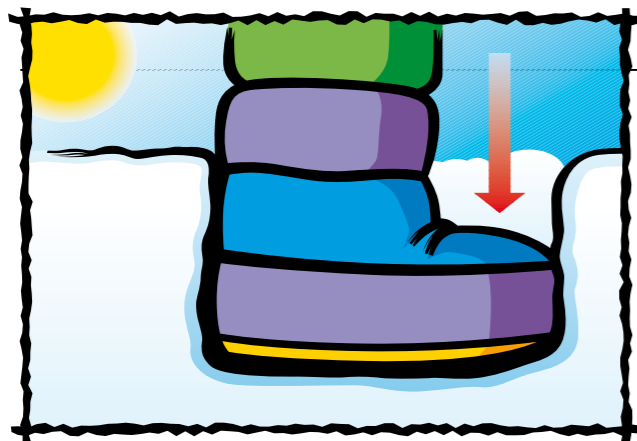
Der Tiefenreif verschwindet nur bei der Schneeschmelze oder bei einer deutlichen Erwärmung.

„Nehmen wir als Beispiel den Winter 1984-85:

Winterbeginn mit einem schneearmen Dezember (zwischen 50 und 80 cm Schneehöhe), aber dennoch

verhältnismäßig günstig für den Skilauf auf kalt und locker gebliebenem Schnee ($T - 10^{\circ}\text{C}$, 200 kg/m^3). Im Januar wurden Temperaturen zwischen -25°C und -30°C an der Schneeoberfläche gemessen und die Kältewelle dauerte die ganze erste Monathälfte an. Alle Schichten verwandelten sich in lockeren und losen Tiefenreif. Diese Schwachschichten, wurden von neuen Schneefällen überdeckt und waren im Februar der Auslöser für Lawinenunfälle (Schneebretter, die auf einer schwachen Basisschicht aufliegen).“

(L. Rey, La Neve, le sue metamorfosi, le valanghe = Der Schnee, seine Metamorphosen, die Lawinen)



Wie man die Schneetemperatur misst
 Die Schneetemperatur wird täglich etwa zehn Zentimeter unterhalb der Schneeoberfläche gemessen. Den Fuß in den lockeren Schnee stampfen und sich mit dem Rücken zur Sonne stellen, damit Schatten entsteht. Das Thermometer (Alkohol, Quecksilber oder elektronisch) zehn Zentimeter unter der Schneeoberfläche waagrecht einführen. Sobald sich die Temperatur nach einigen Minuten stabilisiert hat, das Thermometer nur so weit herausziehen damit die Ablesemarke ersichtlich wird und den Messort mit der Lawinenschaufel an der Schneeoberfläche abschatten. Die Temperaturen der Schneedecke werden alle 10 cm an der Profilschachtwand gemessen. Mit der Schaufel wird ein Loch ausgehoben und es wird die Messung wie vorhin beschrieben, durchgeführt.

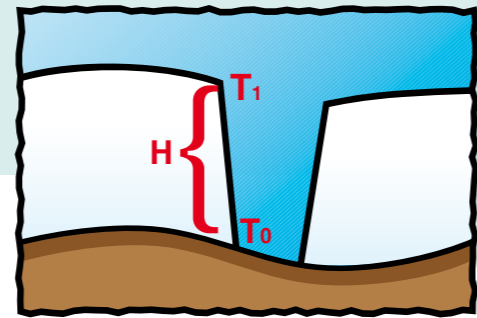
Berechnung des Temperaturgradienten
 Für eine bestimmte Schneedecke stellen die Schneeforscher den Temperaturunterschied pro Zentimeter Dicke fest, den sogenannten Temperaturgradient (GT). Sie unterscheiden drei Temperaturgradienten, welche die drei beschriebenen Metamorphosen auslösen.
 H: Dicke der Schneedecke
 T₁: Temperatur 10 cm unter der Schneedecke
 T₀: Temperatur am Boden der Schneedecke
 T₀ > T₁

Berechnung des Temperaturgradienten:
 $T_0 - T_1 / e = GT$ Grad Celsius pro Zentimeter.
 Rechenbeispiele des Temperaturgradienten für eine 30 cm dicke Schneedecke:

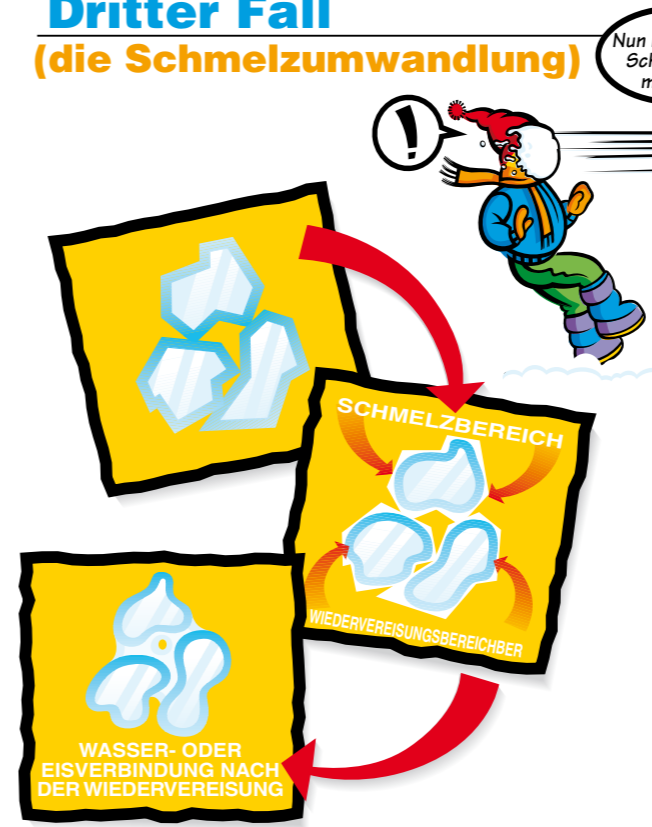
geringer Gradient (GT < 0,05°C/ cm) laut Lawinenhandbuch < 0,15 K/cm
 H = 30 cm; T₀ = -3°C; T₁ = -4°C
 T₀ - T₁ = 1°C
 GT = 1/30 = 0,0033 °C/cm

mittlerer Gradient (GT zwischen 0,05 und 0,2 °C/ cm)
 H = 30 cm; T₀ = 0 °C; T₁ = -5 °C
 T₀ - T₁ = 5 °C
 GT = 5/30 = 0,17 °C/ cm

großer Gradient (GT > 0,2 °C/ cm) > 0,15°/m
 H = 30 cm; T₀ = 0 °C; T₁ = -18 °C
 T₀ - T₁ = 18 °C
 GT = 18/30 = 0,6 °C/cm



Dritter Fall (die Schmelzumwandlung)



Beim nassen Schnee haften die einzelnen Körner aneinander dank des Vorhandenseins von flüssigem Wasser, wie zwei nasse Glasplatten bei der Berührung zusammenhaften.

Ist der Schnee jedoch durch flüssiges Wasser gesättigt, verliert er seine Festigkeit und verhält sich wie eine zähe Masse (Honig). Das ist der sogenannte Nassschnee der Frühjahrslawinen.

Falls die nasse Schneedecke abkühlt (kalte Luft, Abstrahlung), gefriert das Wasser und festigt die Körner mittels Eisbrücken untereinander. Auf diese Weise wird die Schneedecke hart und stabil.

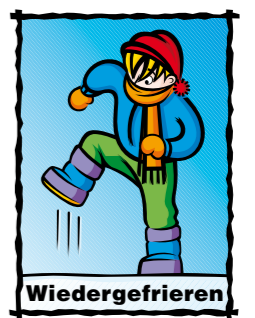
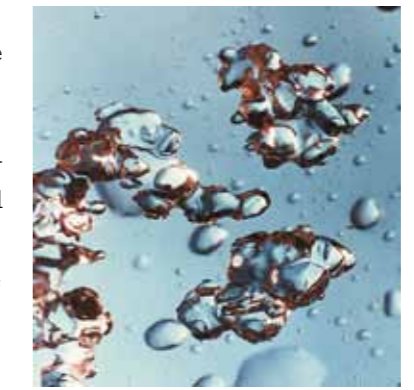
Die Schmelzumwandlung reduziert die Schneedecke und setzt dem Dasein des Schneekristalls ein Ende, das zum Korn wurde und schließlich zu flüssigem Wasser.

Auf den Pisten findet man im Frühjahr häufig diese Art von Schnee. Morgens ist dieser gefroren, dann wird er an der Oberfläche weicher und ist angenehm zum Ski laufen. Am späten Nachmittag wird er zu schwerem bindingslosem Faulschnee.

Der Schnee wird als stark durchfeuchtet bezeichnet, wenn er **Wasser in flüssigem Zustand enthält**. Er besteht aus Eis, Luft und flüssigem Wasser. Seine Temperatur beträgt 0°C. Man kann einen Schneeball formen. Hier ist das flüssige Wasser wesentlich an der Veränderung beteiligt.

Das im Schnee enthaltene Wasser stammt sowohl von einer Erwärmung – ausgelöst durch die Sonneneinwirkung, milde Temperaturen – als auch von einer direkten Einwirkung des Regenwassers.

Die gewölbten Teile schmelzen zuerst und das Wasser gefriert in den Hohlteilen. Man erhält **runde Körner** (Symbol O), mit einem Durchmesser zwischen 1 und 5 mm.





Der Schnee und der Wind

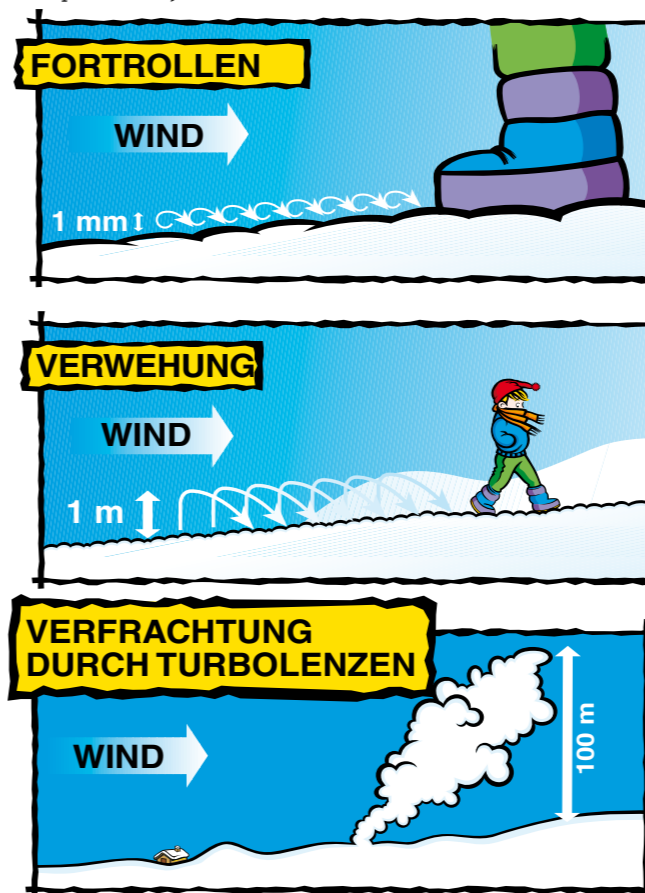
Der Wind befördert die Schneekristalle während ihres Falls oder er treibt sie am Boden und verändert die Oberfläche der Schneedecke. Die Schneeforscher unterscheiden drei Arten von Schneedrift durch den Wind. Bei schwachem Wind (etwa 4 m/sek.) werden **die Körner** an der Oberfläche der Schneedecke **abgerundet: das ist das Fortrollen oder Schneefegen** in Windrichtung. Der Schnee füllt in kürzester Zeit die kleinen Senken auf, wie z.B. hinterlassene Fußstapfen, und nivelliert die Unebenheiten der Oberfläche. Diese Beförderung ist auch der Grund für die Bildung von Wellen an der Oberfläche. Wenn die Windgeschwindigkeit größer ist, **springen die Körner** zwischen 1 cm und 10 cm Höhe: dies nennt man **die**



Saltationsschicht. Diese Beförderung verursacht lokale Schneeansammlungen, Falten an der Oberfläche, Schneeverwehungen (Schneeanhäufungen durch den Wind) vergleichbar mit den Sanddünen. Schließlich können die Körner auch durch **die Luft gewirbelt** werden, dank der Turbulenzen des Windes. Es bilden sich Schneewolken, die bis hundert Meter Länge erreichen können. Dieses Phänomen können wir beobachten, wenn an den Berggipfeln Schneefahnen hängen. Wenn diese Art von Beförderung mit einem Schneefall zusammentrifft, **dann entsteht der Schneesturm**, vergleichbar mit den Sandstürmen in der Wüste, die blind machen und in die Häuser eindringen.

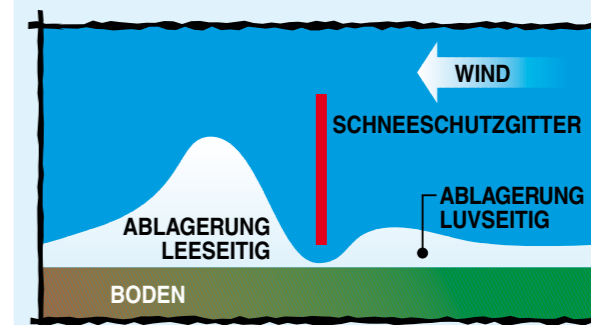


Die Länder im hohen Norden erleben fürchterliche Schneestürme, die in Kanada **Blizzard's** oder in Sibirien **Pourga** oder **Bourane** genannt werden. Auch in den Alpen sind Schneestürme, die sich meist auf den Pässen austoben, keine Seltenheit. *"Der Schneesturm wird von der Bergbevölkerung fast genauso gefürchtet wie die Lawine. Der Sturm und sein irrer Schnee sind der große Feind und die große Gefahr der Pässe". (E. BENEVENT. Das Klima der französischen Alpen; 1926).*



Die Verwehungszäune

Beim Errichten der Verwehungszäune werden Stellen ausgewählt, wo sich der Schnee ansammeln kann, ohne Schäden anzurichten (z.B.: Verwehen einer Straße, Schneedrift in den Lawinenhang). Der Verwehungszaun stellt ein Hindernis dar, das der Wind umströmen muss. Dadurch wird die Geschwindigkeit verringert, so dass der Triebsschnee meist hinter dem Verwehungszaun abgelagert wird. Dieses System wird als Lawinenschutz verwendet (um Anhäufungen in den Gefahrenzonen zu vermeiden), und um auf den Skipisten vorrätigen Schnee zu haben.



Die Schneedecke bewegt sich, gleitet und kriecht



* Die aufsummierte Schneehöhe ist die Summe aller Neuschneefälle eines Winters.

** Messungen, die am Pass Col de Porte (Frankreich) durchgeführt wurden.

Der Schnee ist ein Material, das sich verformen und zusammenpressen lässt. Er wird im Laufe des Winters auf Grund der Temperatur und unter der Einwirkung des Drucks der nachfolgenden Schneeschichten komprimiert. Die Winterperiode mit den maximalen Schneehöhen ist meist das Frühjahr.

Eine 3 m mächtige Altschneedecke entspricht im Durchschnitt einer aufsummierten Neuschneehöhe von 10 – 12 m auf 1325 m Meereshöhe.**

Auf den Skipisten beschleunigt das Pistenpräpariergerät die Kompression des Schnees, begünstigt seine Stabilität und erhöht seine Widerstandskraft gegen den Abrieb durch die Skikanten.

Der Schnee ist auch mit zähflüssigem Material wie z.B. Schlamm, Lava oder Teig vergleichbar.

An den Hängen gleitet er sanft in Richtung Tal, wobei er sich jeden Tag einige Millimeter vorwärts schiebt.



Die Verformbarkeit des Schnees

Die verschiedenen Schichten der Schneedecke bewegen sich nicht mit derselben Geschwindigkeit. Die erste, mit dem Boden in Berührung befindliche Schicht, gleitet sehr langsam, während die oberen Schichten in der Schneedecke weniger Widerstand und somit eine höhere Gleitbewegung haben. Diese Gleitbewegungen sind im Frühjahr erkennbar: An den Hängen reißt die Schneedecke auf und verformt sich an Stauzonen in der Ebene, wobei sie manchmal Figuren bildet, die Schnecken aus Schnee gleichen. Durch einen ähnlichen Vorgang hängt die Schneedecke von den Dächern herab. Diese langsamen Bewegungen können beachtliche



Kräfte entwickeln, die sich an Bauten auswirken: Strommasten können sich verbiegen oder der Schnee kann Baumstämme im unteren Teil verformen (Säbelwuchs).

Einige überraschende Eigenschaften des Schnees

Schnee ist kalt ... Und dennoch wirkt er als eine Wärmeisolierung

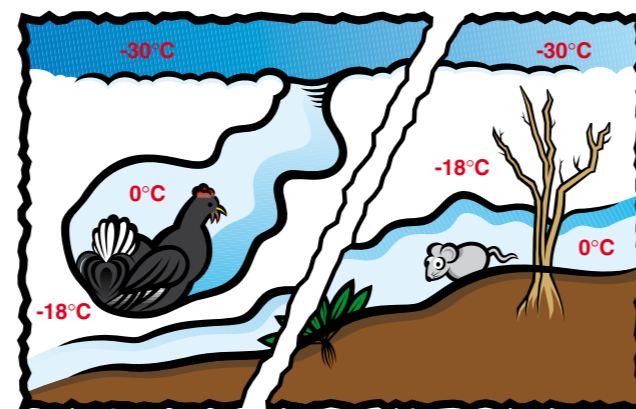
Der Schnee verhindert, dass die Vegetation friert und hält die Temperaturen in Bodennähe für die Tiere, die unter dem Schnee leben oder sich zum Schutz vor der Kälte darin eingraben, bei 0°C.

Ein Mensch, der sich im Gebirge verirrt hat (vor allem während eines Schneesturms), kann sich retten, indem er sich so tief wie möglich in den Schnee eingräbt.

Die Eskimos verwendeten den Schnee als Isoliermaterial, um sich ihre Iglus zu bauen. Wenn die Außentemperaturen unter -40°C absinken, liegt die Raumtemperatur im Iglu um die 0°C.

Die Schneekristalle schließen die Luft ein. Etwa 90% des Neuschnee-Volumens besteht aus Luft. Beginnt der Schnee zu tauen, enthält er immer noch 50% Luft. Die Luft schützt vor Kälte.

Die Schneeschichten verhalten sich wie ein Mantel oder eine Decke. Die Schneeforscher verwenden dafür den Ausdruck "Schneedecke" (manteau neigeux in Französisch, manto nevoso in Italienisch, snow cover in Englisch und capa de nieve in Spanisch).



Der Schnee dämpft die Geräusche; **er ist eine Schalldämmung**. Die im Schnee enthaltene Luft dämpft den Schall. Hört man auf die Geräusche im Freien, kann man ohne die Fensterläden zu öffnen feststellen, dass es geschneit hat. Die Geräusche sind gedämpft. Am Ufer eines Sees kann ein Schrei bis zu 2,5 km Entfernung vernommen werden. Bei einer Neuschneedecke wird der Schall nur bis zu 11 m Entfernung weitergeleitet. Von diesen "Schnee Geräuschen" wurden Poeten und Schriftsteller inspiriert, indem sie die Stille der Winterlandschaft mit Ruhe, Frieden, Seelenruhe aber auch Tod verglichen. *"Die große Ebene ist weiß, unbeweglich und stumm. Kein Geräusch, kein Klang; jedes Leben ist ausgelöscht. Aber manchmal hören wir etwas, einer Totenklage ähnlich.*

*Ein herrenloser Hund bellt im nahen Wald.
Kein Lied schwingt in der Luft, kein Geräusch begleitet unsere Schritte.
Der Winter hat sich auf allen Blüten niedergelassen.
Kahle Bäume erheben sich am Horizont.
Ihre Skelette gleichen weißen Gespenstern [.....]"*
Freie Übersetzung aus der „Schneenacht“ von G. de Maupassant

Können Geräusche Lawinen auslösen?

Es ist nicht bekannt, dass Hubschrauber oder Düsenflugzeuge durch ihre Geräuschentwicklung Lawinen ausgelöst haben. Falls ernsthafte Gefahr besteht, wird zur künstlichen Lawinenauslösung Sprengstoff verwendet.

Die Explosion löst eine Stoßwelle aus, die sich in der Luft ausbreitet und die Schneeschichten in Bewegung setzt.

Der Schnee als Leiter von Wellen

Die elektrischen und elektromagnetischen Wellen verbreiten sich in unterschiedlicher Weise, je nach Qualität und Menge des Schnees. Diese Eigenschaft ermöglicht verschiedene Anwendungen:

- Von Satelliten aus wird die Gesamtschneehöhe am Boden gemessen und so die Wasservorräte einer Region bewertet.

- Der Unterschied zwischen den durch Messgeräte ausgestrahlten und durch den Schnee zurückgesandten Wellen ermöglicht die Bestimmung der Schneeeigenschaften und die perfekte Skipräparierung für ein Skirennen.

Die von den Lawinenverschüttetensuchgeräten (LVS) ausgestrahlten Signale, durchdringen die Schneedecke und ermöglichen so eine genaue Ortung des Lawinenoپfers.





Der Schnee und die Sonne

Die Wirkung der sichtbaren Strahlen

„Wie Schnee in der Sonne schmilzt“, ist eine trügerische Offensichtlichkeit. Der frische und kalte Januarschnee ist strahlend weiß und schmilzt auch an den Südhängen nicht, die ständig der Sonne ausgesetzt sind. Zum Vergleich dazu absorbiert der grobkörnige Schnee des Frühjahrs, durch Staub und Geröll verschmutzt, 60% der Sonnenstrahlen und das beschleunigt seine Schmelze. Eine große Verschmutzung durch Staub kann das Abschmelzen bis zu eineinhalb Monaten beschleunigen. Der Neuschnee absorbiert lediglich 10% dieser Strahlen.

Zur früheren Schneeperiode werden in einigen Ländern (China, Japan) Farbstoffe eingesetzt. Die Bergbevölkerung kennt diesen Effekt seit langer Zeit.

Verstreut man auf die verschneiten Felder Asche, setzt die Schneeschmelze etwa zehn Tage früher ein. Diese Beschleunigung des Schmelzens ist auf die Wirkung der sichtbaren, von der Sonne abgegebenen Strahlen und der Fähigkeit, dass sich dunkle Körper erwärmen, zurückzuführen.

Warum ist der Schnee weiß?

Die Farbe eines Gegenstandes ist die des Lichts, die dieser zum Auge sendet. Durch das weiße Licht der Sonne beschienen, hat der Schnee die Eigenschaft an das Auge ein identisches Licht zu übertragen. Deshalb seine weiße Farbe. Je frischer der Schnee, umso mehr weißes Licht wird reflektiert (bis zu 90%).



Farbiger Schnee

In den Alpenregionen können wir manchmal farbigen Schnee beobachten. Die rote oder gelbe Farbe des Schnees ist auf Sandstaub, der während des Schneefalls in der Luft liegt, zurückzuführen. Dieser stammt von der Sahara als Folge von starken Südwinden, wie z.B. dem Schirokko.

Auch grüne oder rote Mikroalgen können die Färbung der Schneedecke verursachen.

Die Wirkung der unsichtbaren Strahlen, der Infrarotstrahlen

Wie alle Körper strahlt der Schnee bei Tag und Nacht Infrarot- oder Wärmestrahlen aus (langwellige Strahlung). Ferner hat der Schnee die Kapazität praktisch alle Infrarotstrahlen zu absorbieren, die von anderen Körpern ausgestrahlt werden (Atmosphäre, Wolken) und sie fast vollständig in Form von Infrarotstrahlen wieder zurückzustrahlen (reflektieren). In sternklaren und windstillen Nächten sinkt die Temperatur der Schneeoberfläche (z.B. -20°C) unter die der Luft (-10°C). Tatsächlich kühlt die Schneedecke aus, weil sie Wärme = langwellige Strahlung nach oben in den Raum abgibt.

Wolken reflektieren im Gegensatz dazu einen Teil der ausgesandten langwelligen Strahlung der Schneedecke zurück zur Erde und bremsen so während der Nacht diesen Wärmeverlust ab. In diesem Fall sind die Oberflächentemperaturen der Schneedecke und die der Luft annähernd gleich.



Die Beobachtung der Schneedecke und die Lawinenwarnung

Beobachten, messen und mitteilen

Die Aufgabe der Schneemess- und Wetterstationen

Das Schnee- und Wettermessnetz besteht aus 154 Beobachtungsstationen im Hochgebirge (zwischen 1.500 und 2.500 m Höhe) und einem Netz von 105 automatischen Stationen, die sich zwischen 2.000 und 3.000 m Höhe befinden. Die Mehrzahl der Beobachter, die Daten erheben, haben von der AINEVA organisierte Fachkurse besucht und gehören folgenden Berufsgruppen an: Pisten und Liftpersonal der Skistationen, Forstbeamte, Staubeckenwärter (ENEL, EW), Hüttenwirte und Bergführer. An diesen Beobachtungsstationen werden zwei Arten von Messungen durchgeführt: Eine tägliche **“Messung der Wetter- und Schneedaten”** (diese findet gegen 8 Uhr statt): Bewölkung, Wind, Temperaturen, Niederschläge, Schneehöhe, Neuschnee, Neuschneegewicht, Einsinktiefe, Schneefahnen an Berggipfeln und die beobachteten Lawinen werden sorgfältig verschlüsselt und den regionalen Lawinenwarnzentralen übermittelt. (Schneeverfrachtung an den Bergkämmen und beobachtete Lawinen werden sorgfältig verschlüsselt und den regionalen Lawinenwarnzentralen übermittelt).

Erheben, auswerten, vorhersagen und verbreiten



Die Entwicklung der Wetter- und Schneedeckensituation vorherzusagen ist eine der Hauptaufgaben der Wetter- und Lawinenwarndienste in den Regionen Piemont, Aostatal, Lombardei, Veneto, Friaul-Julisch-Venetien und den Provinzen Trient und Bozen.

Sie sammeln und werten die vom Messnetz übermittelten Daten aus, erarbeiten die regionalen Schnee- und Lawinenlageberichte und verbreiten diese.

Entlang der italienischen Alpen gibt es 7 Warnzentralen, die mit dieser Aufgabe beschäftigt sind und dem interregionalen Verband für Schnee und Lawinen (AINEVA) angeschlossen sind.

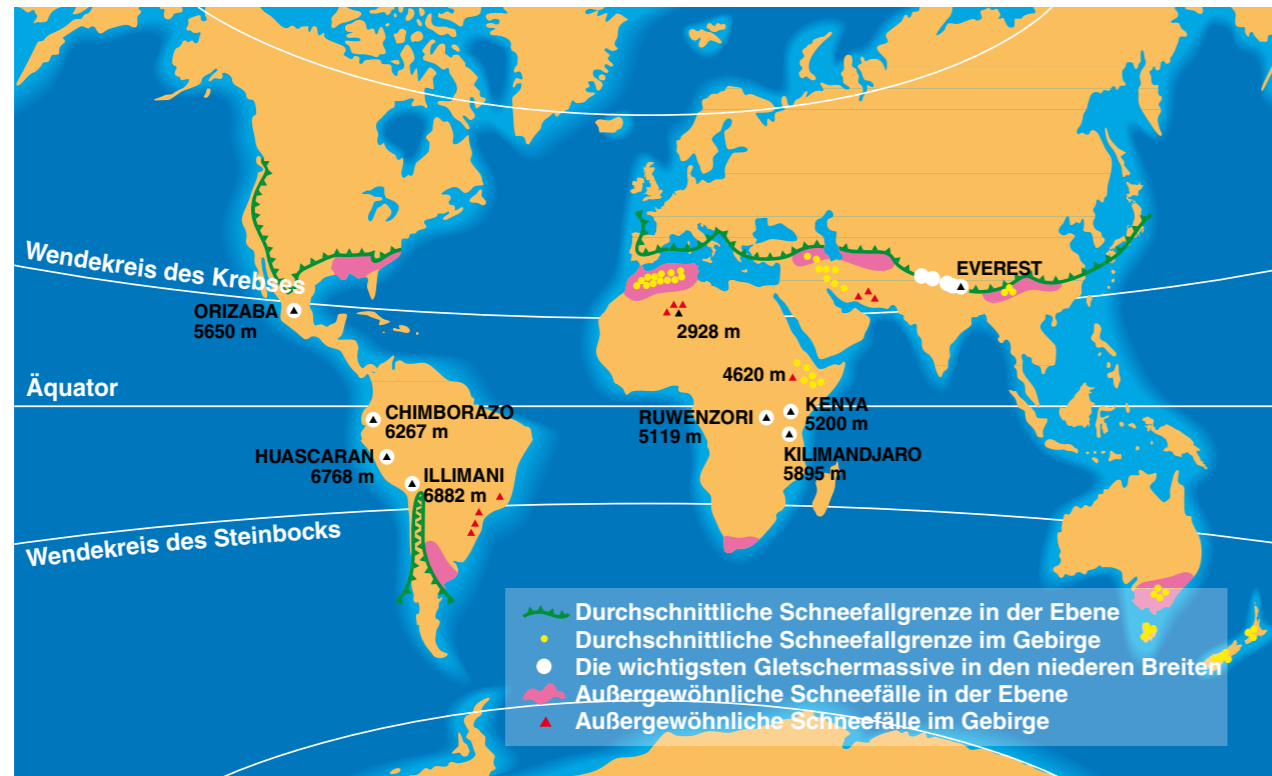
Eine wöchentliche **“Profilierhebung”**: Messung der “Festigkeit” der Schneedecke in ihrer gesamten Dicke mittels einer Sonde, Bestimmung der verschiedenen Schichten der Schneedecke durch das “Ausheben” eines Schachtes bis zum Boden, Erhebung der verschiedenen Schneekristallarten – Temperatur, Härte, Feuchtigkeit, und Gewicht.

So ist es möglich die Stabilität der Schneedecke zu bestimmen.

Das automatische Stationsnetz im Hochgebirge vervollständigt die Informationen über Wind, Temperatur, Schneehöhe, die einfallende und reflektierte Strahlung.

Schnee am Äquator

*Geographische Breite:
Entfernung zwischen einem Punkt der Erde und dem Äquator, in Grad gemessen.



In einigen Äquatorgebieten ermöglicht die außergewöhnliche Höhenlage, dass sich dort Schneefälle ereignen können und auch Gletschereis vorhanden ist. Die Höhenlage lässt vermehrte Niederschläge zu: Die Lufttemperatur sinkt im Durchschnitt um ein Grad pro 200 m und der Schneezuwachs beträgt etwa 15 cm pro 100 m. Schematisch hängt die (geographische) Verteilung des Schnees auf der Erdoberfläche von der Breiten- und der Höhenlage ab.

Der Breitengradeneffekt erscheint offensichtlich: Je weiter man sich vom Pol entfernt, umso seltener schneit es oder ereignen sich Schneefälle in höheren Lagen. Die Kombination von Breitenlage, Höhenlage, Niederschlagsmenge, ermöglicht es, bezüglich der Schneedecke drei Regionen zu unterscheiden.

- Die innertropischen Regionen, wo lediglich die höchsten Gipfel verschneit sind. In Afrika, am Äquator gibt es nur vier Bergmassive, in denen sich Schneefälle ereignen: Das Äthiopische Massiv (das seinen höchsten Punkt auf 4.620 m hat), der Gebirgsstock Ruwenzori (5.119 m), der Mount Kenia (5.194 m) und schließlich der Kilimandscharo (5.895 m). Über 4.000 m Höhe sind alle Niederschläge aus Schnee. Der ewige Schnee formt sich in Gletschereis um.

- Die höchsten Bergmassive der subtropischen und temperierten Gebiete: Die Alpen, der Himalaja und die Rocky Mountains haben ein "Hyperschneeklima". Die reichlichen Niederschläge fallen zwischen 10 und 12 Monaten pro Jahr, in Form von Schnee mit saisonbedingten Variationen.

„Während des Monats Mai bedeckt sich im Himalaja der Himmel jeden Nachmittag, um auf einer Höhe von etwa 6.000 m 30 cm Neuschnee abzuladen. Von Anfang Juni bis Mitte August läßt der Monsun ununterbrochen enorme Niederschlagsmengen ab.“ (Ch. P.Péguy, *La Neige*.)

In den kalttemperierten Kontinentalregionen sind die Schneefälle nicht unbedingt ergiebig. In Sibirien und in Kanada sind die Niederschläge auf Grund der intensiven Kälte und des Kontinentalklimas gering. Die Luft ist sehr trocken, die lokalen Schneefälle unergiebig.



In den Fotos oben der Kimborazo und der Kilimandscharo, daneben der Cerro Torre.



Die Länder des Schnees

Der Erdkundler
Charles Pierre
Péguy hat
unterschiedliche
Arten von
Landschaften auf
Grund des Schnees
hervorgehoben.
Befassen wir uns mit
denjenigen, die von
Menschen bevölkert
sind.



Links Ny-
Älesund, auf den
Inseln Svalbard,
das nördlichst
gelegene Dorf
der Welt.

Die Länder
wie Sibirien
oder die der langen
Winter

“Die Schneedecke ist eher
langanhaltend als mächtig”

Auf der nördlichen Halbkugel handelt es sich hauptsächlich um kalte Kontinentalregionen, wie Sibirien und fast ganz Kanada. Die Schneedecke, mit einer durchschnittlichen Höhe von 30 bis 50 cm, bleibt zwischen 6 und 8 Monaten pro Jahr am Boden liegen.

Je mehr man sich dem Pol nähert, verlängert sich die Schneedeckendauer. Sie ist durch den subarktischen und anschließend den arktischen Schnee gekennzeichnet: In Asien sind es 260 Tage Schnee um den 71. nördlichen Breitengrad. Im Norden Sibiriens bleibt die Halbinsel Taimyr (76. nördliche Breite) nur 6 Wochen pro Jahr völlig schneefrei. In Richtung Süden sind die ausgedehnten Steppen von Zentralasien südöstlich vom Ural, fast viereinhalb Monate pro Jahr unter der Schneedecke begraben, und zwar bis hin zum 48. nördlichen Breitenkreis (Grenze mit der Mongolei), auf demselben Breitengrad wie Paris.

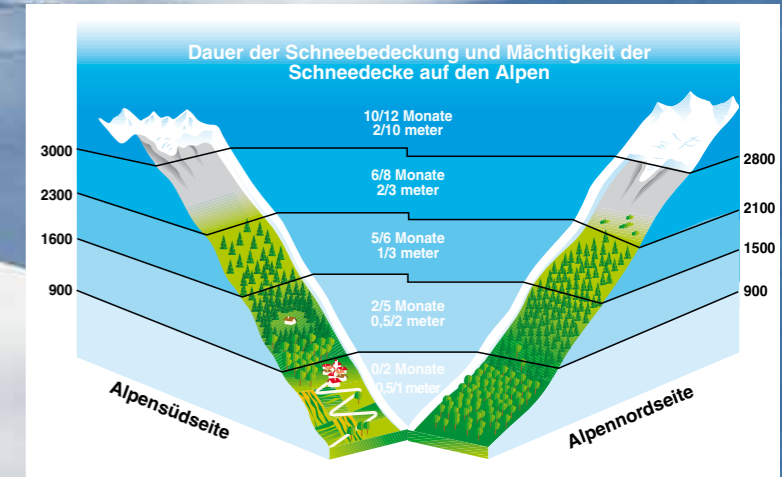
Die alpinen
Länder oder die
der unregelmäßigen
Schneelagen

In den Alpenländern, wo die Winter im Vergleich zur sibirischen Kälte nicht sehr streng sind, hängt die Schneebedeckung am Boden von der Häufigkeit der Schneefälle ab. Von einem zum anderem Gebirgsmassiv kann die Schneehöhe völlig unterschiedlich sein. Die Gebirge und Einzugsgebiete welche den ozeanischen und mediterranen Tiefdruckgebieten ausgesetzt sind, haben intensivere Schneefälle. Die Ausrichtung eines Hangs – ein schattiger Hang ist nach Norden gerichtet, ein sonniger Hang ist nach Süden ausgerichtet – ist ausschlaggebend für die Dauer seiner Schneebedeckung.



Der ewige
Schnee

Über 2.800 m Höhenlage kann der Schnee in Zonen, in denen er sich ansammelt (Senken, Lawinenkanäle) auch den ganzen Sommer als Schneefeld liegen bleiben. Es handelt sich um einen sehr dichten und grobkörnigen Schnee, der wenig Luft enthält, an der Oberfläche tagsüber schmilzt und normalerweise in der Nacht wieder gefriert. Er ist grau oder farbig und mit mineralischen oder organischen Stoffen verschmutzt. Auf den Gletschern verwandelt sich der Schnee in den oberen Schichten in ein Firnfeld und anschließend zu Eis. Das Eis ist sehr dicht (Dichte ab 900 kg/m³, während der kalte Neuschnee 50 kg/m³ oder etwas mehr wiegt). Luft und Wasser können nicht mehr fließen. Die sechseckigen Eiskristalle sind kugelförmig geworden und können Durchmesser bis zu 10 mm erreichen.



Schneekapriolen



In unseren Breiten ist der Schnee ein jahreszeitliches Phänomen, von Winter zu Winter verschieden. Die Schneeforscher und die Klimatologen sind über gewisse Abweichungen der Winter einig. "Schneemangel" im Gebirge oder "Schneefülle" im Flachland kennzeichneten die letzten Jahre und waren oft Thema für die Titelseiten der Zeitungen und Tagesgespräch der Medien.

Wie oft wurde der berühmte Satz ausgesprochen: „Wo sind die Winter von einst?“

Klimatische Anomalien, Erwärmung des Planeten? Klimahistoriker haben in der Vergangenheit folgendes festgestellt:

- Extreme Winter: „Sehr strenge Winter, in deren Verlauf an unseren Küsten das Meer einfro. In Gallien wurden außerordentliche Kältewellen schon ab Beginn des Oktobers 763 bis Ende Februar 764 verzeichnet. In einigen Gebieten unseres Landes wären, laut Historikern, bis zu 10 Metern Schnee gefallen.“ (M. de La Soudière, L'Hiver).

- Schneelose Jahre: 1762, 1925, 1949, 1954..., und unserer Zeit näher, die Jahre 1964 sowie 1988, die allesamt in die wetterkundliche Geschichte eingehen.

Von 1988 bis 1992 konnten wir einen Rückgang der durchschnittlichen Beschneigung beobachten. Dennoch ist es nicht möglich Langzeitvorhersagen zu machen.

Der Winter 1993-94 begann mit besonders ergiebigen und häufigen Schneefällen. In La Plagne wurde auf dem Nordhang im Dezember 93 auf 2.000 m Höhe eine Schneedecke von 3,15 m Mächtigkeit gemessen, wo im Vorwinter 92-93 nur eine jährliche Neuschneesumme von 3,30 m registriert wurde.

Die Klimatologen machen sich über die Konsequenzen der zunehmenden Erwärmung der Erde Gedanken, die für das kommende Jahrhundert erwartet wird (von 1,5 bis 4,5°C). Diese Erwärmung ist auf den vom Menschen verschuldeten Teil des Treibhauseffekts zurückzuführen, der durch die Zunahme der Abgase, vor allem der Kohlendioxidgase, verursacht wird. Um die Auswirkungen der Klimavariationen auf den Schnee erforschen zu können, wurden verschiedene Computer-Modelle erarbeitet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Temperaturanstieg bedeutende Auswirkungen auf die Polargebiete haben kann. Die Niederschläge in höheren Regionen könnten zunehmen und die Schneefallgrenze deutlich ansteigen. Im Süden Europas sind Dürreperioden möglich.

Trotz allem bleiben in diesem Zusammenwirken der langsamen klimatischen Veränderung Schneextreme unvorhersehbar und werden weiterhin in der Erinnerung erhalten bleiben.



Der künstliche oder programmierte Schnee



Auf der gegenüberliegenden Seite, ein Beschneigungsanlage mit Hoch- (oben) und Niederdruck Schneekanonen.

In unserer Zeit ist die Wirtschaft vieler Berggebiete zum Großteil an den Wintertourismus gekoppelt. Die schneearmen Winter der letzten Jahre haben den Tourismus wesentlich beeinträchtigt. Um dem Schneemangel auf den Pisten entgegenzuwirken, versuchte man etwas zu "erfinden", das diese "Vergesslichkeit" der Natur ausmerzen könnte. Um dieses Problem zu lösen, hat der Mensch die Prozesse, die sich in der Luft abspielen, beobachtet. Er versuchte soweit wie möglich die Bedingungen nachzuahmen, um so eine Beschneigung nach seiner Vorstellung künstlich zu erzeugen.

Als Erinnerung: Damit sich ein Schneekristall in der Luft bildet sind 3 Bedingungen erforderlich: Eine unter dem Gefrierpunkt = 0° , oder zumindest um die 0°C liegende Lufttemperatur, bestimmte Feuchtigkeitswerte und das Vorhandensein von Gefrierkernen. Da im Freien die Temperaturverhältnisse schwerlich zu verändern sind, sind die einzigen Bedingungen, auf die der Mensch mühelos einwirken kann, die Luftfeuchtigkeit und das Vorhandensein von Gefrierkernen.

Mit speziellen Maschinen, den sogenannten "Schneekanonen", ist es möglich der Luft in Form von

zerstäubten Wassertröpfchen die in die Luft "geschossen" werden, Feuchtigkeit zuzuführen.

Beim richtigen Zusammenspiel aller Parameter (Lufttemperatur, Menge der vorhandenen Tröpfchen, Dauer, in der Luft bleiben), erstarren die Tröpfchen zu Körnern und bilden so die Grundlage für den künstlichen oder programmierten Schnee. Dieser "Schnee" unterscheidet sich sehr vom Naturschnee, da sich in den Wolken verzweigte Kristalle bilden, die je nach ihrer Form manchmal ganz besonders bizarr sind, während der durch den Menschen ausgelöste Vorgang vereiste, wenig entwickelte Kügelchen bildet, ähnlich dem bereits umgeformten Schnee.

Oft erfolgt der Gefrierprozess nur außen an den Wassertröpfchen, weil die Temperatur nur um etwa 0°C liegt, und die von den Tröpfchen zurückgelegte Strecke sehr kurz ist. Es bilden sich vereiste Kügelchen, deren Inneres noch mit Wasser angefüllt ist. In diesem Fall endet der Prozess auf dem Boden mit dem weiteren Gefrieren des ganzen Korns.

Andere Arten von Eingriffen sind möglich, nicht nur durch die Dosierung von Menge und Größe der Mikrowassertropfen abhängig von den Wetterverhältnissen, sondern auch indem man die Wassertemperatur an 0°C annähert. Das Wasser wird dann mit Luft vermischt, die ihrerseits stark abgekühlt wurde, und dies treibt zusätzlich den Gefriervorgang an. Ein anderes System, um diesen Prozess anzutreiben besteht darin, dass man das Vorhandensein von Gefrierkernen





beträchtlich erhöht. Dem Luft-Wasser-Gemisch wird Lehmstaub beigegeben, der sorgfältig ausgewählt und je nach Bedarf behandelt wurde. So kann man die Schneeproduktion erhöhen, vor allem bei nicht sonderlich tiefen Temperaturen. Dieser Staub wird allgemein als Zusatzstoff bezeichnet.

Die zur Schneeproduktion verwendeten Systeme, die sogenannten "Kanonen", sind nichts anderes als Zerstäuber und Düsen, die entweder mit Hoch- oder mit Niederdruck funktionieren, je nachdem wie Wasser und Luft behandelt werden. In beiden Fällen wird das abgekühlte Wasser zerstäubt und mit Druckluft vermischt, die mit unterschiedlichen Methoden sehr stark abgekühlt wurde. Anschließend wird es so hoch wie möglich in die Luft "geschossen", da dort der Gefriervorgang stattfindet.

BIBLIOGRAPHIE

- La Neige*, PEGUY Ch. P., PUF, "Que sais-je?", Parigi, 1952, 2^e ed. 1968.
Les Cristaux de neige: formation, PAHAUT E., "Neige et Avalanches", n. 28, juin 1980, p.3-32
Les Cristaux de neige: évolution, PAHAUT E. et MARBOUTY D., "Neige et Avalanches", n. 25 avril 1981, p 3-42
La Neige: propriété physiques, MARBOUTY D., .., "Neige et Avalanches", n. 30 mars 1983, p.3-31
La Neige, ses métamorphoses, les avalanches, REY L., ANENA, Grenoble, 1986, 213 p.
Neige et Avalanches, REY L. et ZUANON J.P., Musée Chateau, Annecy, 1986, 36 p.
La Neige et la Vie, BONZOM G. e ROUILLON A., fiches pédagogiques, ANENA, Grenoble, 1990, 25 fiches.
Ski et Sécurité, VALLA F. ANENA, Ed. Glénat, 1991, 127 p.
Transport de la neige par le vent: connaissances de base et recommandations, NAAIM F. e BRUGNOT G., CEMAGREF, Grenoble, 1992.
Eléments de nivologie, SERGENT C. e al., ANENA, Grenoble, 1993, 63 p.
Tout savoir (ou presque) sur la neige et les avalanches, REY L. e ZUANON J.P., ANENA, 1994, 20 p.
Neige et Avalanches, rivista trimestrale dell'ANENA.



ANENVA

Interregionaler
Verband
für Schnee
und Lawinen

Die A.I.NE.VA.

Ein Großteil des Territoriums der nördlichen Regionen Italiens liegt im Gebirge. Der Schnee und die Lawinen sind folglich ein wichtiger Faktor, der in besonders kritischen Situationen Probleme und Gefahrensituationen für die dort ansässige Bevölkerung schaffen kann. Deshalb sollte man mehr über diese besondere Materie, Schnee, wissen. Nur so ist es möglich die damit verbundenen Gefahren zu erkennen und darüber zu informieren, aber auch den Schnee als wirtschaftliche Ressource in den Gebirgsdörfern bestmöglich zu nutzen. Die AINEVA, d.h. der Verband der Regionen und der Autonomen Provinzen im italienischen Alpenraum, wurde mit der Zielsetzung, die Schnee- und Lawinenforschung zu fördern und zu betreiben, gegründet. Sie wurde 1983 gegründet, um alle Aktivitäten und Initiativen, welche die angeschlossenen Körperschaften bezüglich Vorbeugung und Information im Bereich Schnee und Lawinen durchführen, zu koordinieren, zu vereinheitlichen und zu integrieren. Die primären Ziele sind der Austausch und die Verbreitung von Informationen, gemeinsame Methoden zum Sammeln und zur Verarbeitung von Daten, Tests von Instrumenten und Ausrüstung, die Verbreitung von Veröffentlichungen die die Forschung in diesem Gebiet betrifft, sowie nachgeforscht werden, Fortbildung für die Techniker dieses Bereichs.

AOSTA
Lawinenwarndienst
Autonome Region
Aostatal

TURIN
Amt für Wetter- und
Gewässerkunde
Nivometrisches Netz
Region Piemont

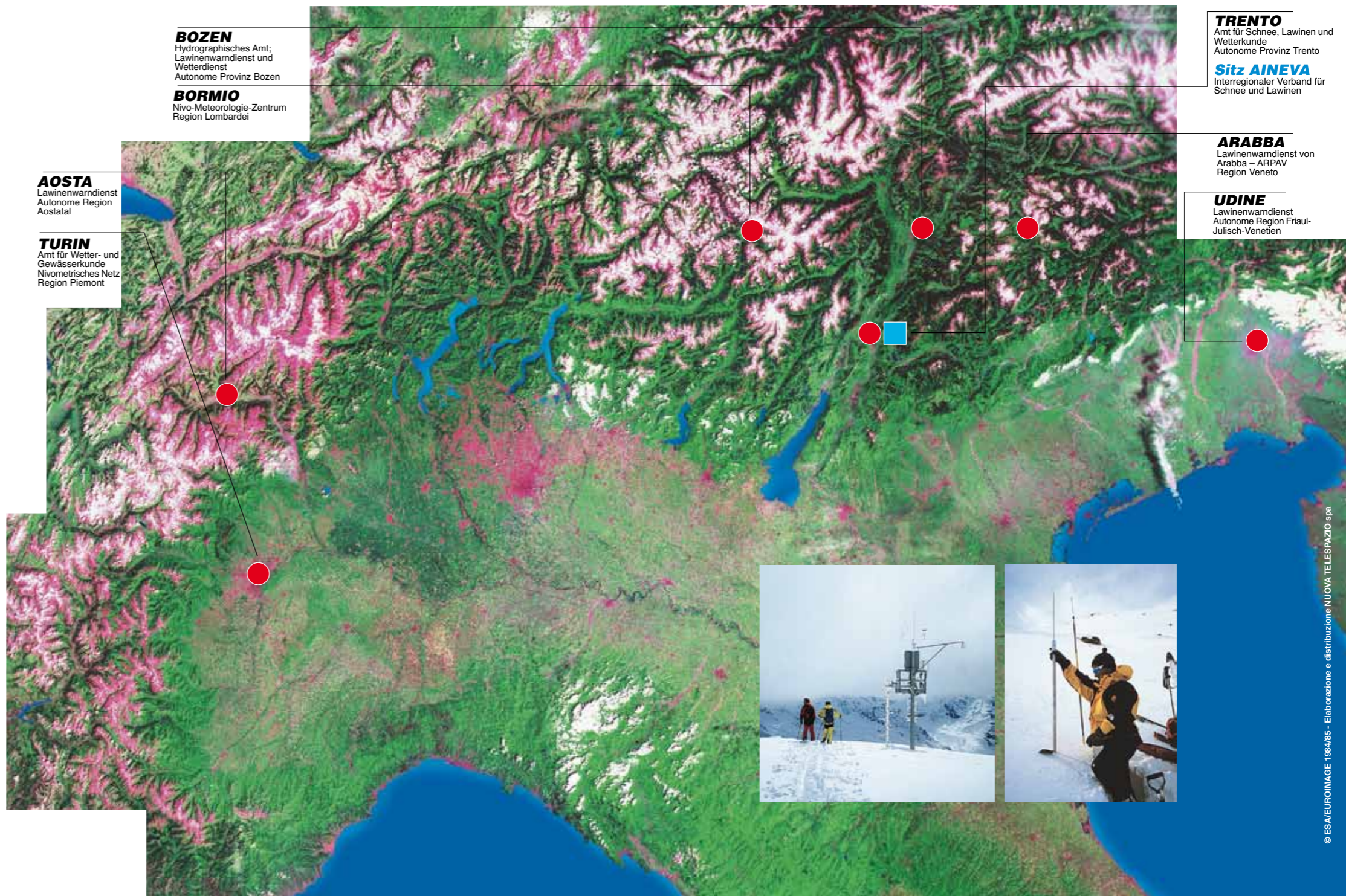
BOZEN
Hydrographisches Amt;
Lawinenwarndienst und
Wetterdienst
Autonome Provinz Bozen

BORMIO
Nivo-Meteorologie-Zentrum
Region Lombardei

TRENTO
Amt für Schnee, Lawinen und
Wetterkunde
Autonome Provinz Trento
Sitz AINEVA
Interregionaler Verband für
Schnee und Lawinen

ARABBA
Lawinenwarndienst von
Arabba – ARPAV
Region Veneto

UDINE
Lawinenwarndienst
Autonome Region Friaul-
Julisch-Venetien





Lawinenwarnung und Information

Alle der AINEVA angeschlossenen Regionen und Provinzen betreuen ein Messstationennetz und haben einen Lawinenwarndienst. Mit den gesammelten Daten werden für einen weiten Benutzerkreis der Lawinenlagebericht ausgearbeitet und verteilt. Er liefert Informationen über das Wetter und den Schneedeckenzustand. Ferner wird die Möglichkeit von Lawinenabgängen angezeigt, wobei die nachfolgende, in 5 Stufen aufgeteilte und europaweit vereinheitlichte Gefahrenskala verwendet wird:

- 1) Gering:** Eine Lawinenauslösung ist nur bei großer Zusatzbelastung (**groß: z.B. Skifahrergruppe, Pistenfahrzeug, Lawiensprengung; gering: z.B. einzelner Skifahrer, Fußgänger) an sehr wenigen, extremen Steilhängen möglich. Allgemein sichere Tourenverhältnisse.
- 2) Mäßig:** Eine Lawinenauslösung ist bei großer Zusatzbelastung(**) vor allem an den angegebenen Steilhängen wahrscheinlich. Unter Berücksichtigung lokaler Gefahrenstellen (* das lawinengefährliche Gelände ist im Lawinenlagebericht im allgemeinen näher beschrieben z.B.: Höhenlage, Exposition, Geländeform, etc.) günstige Tourenverhältnisse.
- 3) Erheblich:** Eine Lawinenauslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung (**) vor allem an den angegebenen Steilhängen wahrscheinlich. Fallweise sind spontan einige mittlere vereinzelt aber auch große Lawinen möglich. Skitouren erfordern lawinenkundliches Beurteilungsvermögen; Tourenmöglichkeiten eingeschränkt.
- 4) Groß:** Eine Lawinenauslösung ist bereits bei geringer Zusatzbelastung (**) an den meisten Steilhängen wahrscheinlich. Fallweise sind spontan viele mittlere, mehrfach auch große Lawinen zu erwarten. Skitouren erfordern großes lawinenkundliches Beurteilungsvermögen; Tourenmöglichkeiten stark eingeschränkt.
- 5. Sehr Groß:** Spontan sind zahlreiche große Lawinen, auch in mäßig steilem Gelände, zu erwarten. Skitouren sind allgemein nicht möglich.

Am Sitz der AINEVA ist ein Telefonbeantworter aktiv – 0461/230030 – von welchem die Lawinenlageberichte aller Regionen und Autonomen Provinzen der italienischen Alpen abgehört werden können. Die Berichte können auch über Internet <http://www.aineva.it> abgefragt werden.

Der Warndienst und die Verbreitung von Informationen wird in der AINEVA auch mittels Veröffentlichungen in der vierteljährlichen Zeitschrift „Neve e Valanghe“ (Schnee und Lawinen über das Sekretariat kann man diese auch abonnieren) gefördert, und in der Erstellung und Verbreitung von audiovisuellen Hilfsmitteln, Prospekten, Broschüren und Texten bezüglich Schnee-, Lawinen- und Wetterkunde in den Bergen unterstützt.

Leitung und Planung des Landes

Zu den Aufgaben der AINEVA gehört auch die Kontrolle und die Überwachung der Schneefälle im Gebirge, um eine korrekte Planung und Leitung des Gebiets zu erzielen. Zu denen in diesem Bereich ausgeführten Tätigkeiten zählen die Erhebung und die Kartierung der Lawinenzonen (Lawinenkataster) sowie die Erstellung von Lawinengefährdungszonenkarten. Die CLPV (so werden die Karten genannt) sind technische Instrumente, bestimmt für Körperschaften und Fachleute, die sich mit der Planung im Bergland befassen. In ihnen wird die Lage der Lawinen angezeigt, die mittels Analysen der Luftbilder, Sammlung von historischen Dokumenten und Anzeichen in der Umwelt mit Hilfe von ortsansässigen Zeugen herausgefunden wurden.

Die CLPV sind keine Karten über die Lawinengefahr, da auf ihnen weder die Häufigkeit noch die Intensität dieser Phänomene angeführt werden. Forschung, Planung und Versuche an Lawinenschutzeinrichtungen und technische Gutachten über den Bau von Infrastrukturen und Wohnhäusern im Gebirge vervollständigen das Arbeitsprogramm der Ämter der Region und der Provinz zum Schutz des Territoriums.

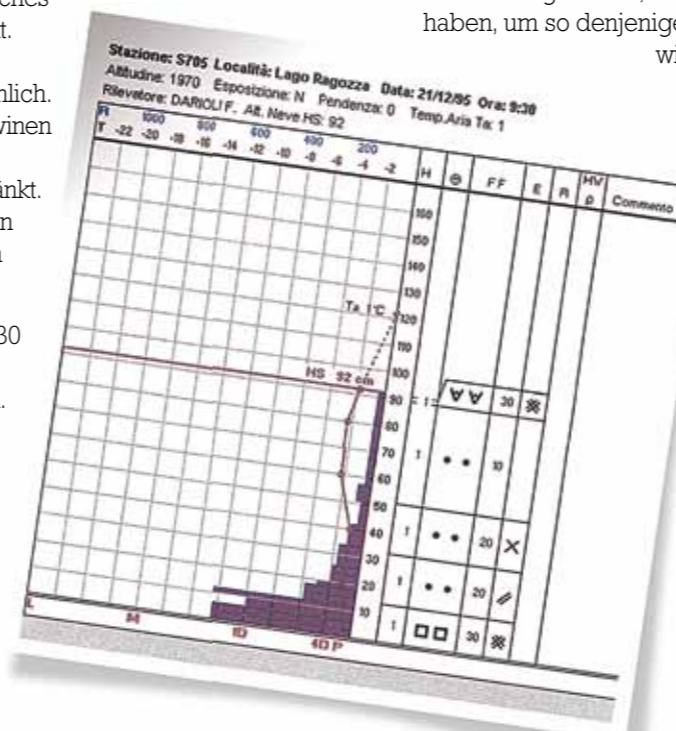
Fortbildung

Die AINEVA organisiert jährlich, auch in Zusammenarbeit mit anderen Körperschaften, eine Reihe von Fortbildungskursen, welche den Schnee und die Lawinen zum Thema haben, um so denjenigen, die in den verschiedenen Bereichen im

winterlichen Gebirge tätig sind, nützliches Wissen

für die Datenerhebung, Vorhersage, Vorbeugung und Planung zu liefern.

Die Kurse, welche für verschiedene Ausbildungsebenen organisiert werden, wenden sich hauptsächlich Freiberufler, die im Bereich der Bergwelt arbeiten, Personal in den Skigebieten, Straßenmeistereien, Mitarbeiter der öffentlichen Körperschaften im Bereich Zivilschutz, Mitglieder von lokalen Lawinenkommissionen, Interessierte, die in diesem Bereich ihre Kenntnisse vertiefen wollen.



Servizi Valanghe AINEVA

Regione Piemonte

ARPA Piemonte
Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio
C.so Unione Sovietica, 216 - 10134 Torino
Tel. 011 3168203 fax 011 3181709
meteoidro@regione.piemonte.it

Regione Autonoma Valle d'Aosta

Assessorato Territorio Ambiente e Opere Pubbliche
Dip.Territorio, Ambiente e Risorse Idriche
Direzione Tutela del Territorio - Ufficio Valanghe
Loc. Amerique, 33/A - 11020 Quart (AO)
Tel. 0165 776600/1 fax 0165 776804
u-valanghe@regione.vda.it

Regione Lombardia

ARPA Lombardia - Centro Nivometeorologico
Via M. Confinale, 9 - 23032 Bormio (SO)
Tel.0342 914400 fax 0342 905133
g.peretti@arpalombardia.it

Provincia Autonoma di Trento

Dipartimento Protezione Civile
Ufficio Previsioni e Organizzazione
Via Vannetti, 41 - 38100 Trento
Tel. 0461 494877 fax 0461 238309
ufficio.previsioni@provincia.tn.it

Provincia Autonoma di Bolzano

Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione
Valanghe e Servizio Meteorologico
Via Mendola, 33 - 39100 Bolzano
Tel. 0471 414740 fax 0471 414779
Hydro@provincia.bz.it

Regione del Veneto

ARPA Veneto - Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat, 5 - 32020 Arabba (BL)
Tel. 0436 755711 fax 0436 79319
cva@arpa.veneto.it

Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

Direzione Regionale delle Foreste - Ufficio Valanghe
Via Cottonificio, 127 - 33100 Udine
Tel. 0432 555877 fax 0432 485782
neve.valanghe@regione.fvg.it



Associazione interregionale
di coordinamento e documentazione
per i problemi inerenti
alla neve e alle valanghe

